

Universidad Nacional de La Plata  
Facultad de Ingeniería  
Departamento de Agrimensura



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

FACULTAD DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE AGRIMENSURA

CÁTEDRA DE TRABAJO FINAL

PROFESOR: DR. JORGE MARCELO SISTI

**TÍTULO: “RELEVAMIENTO Y CONFECCIÓN DE PLANO DE  
OBSTÁCULOS DE LA PISTA PRINCIPAL DE LA BASE  
AERONAVAL PUNTA INDIO”**

ALUMNOS: BELLUSCI, Juan Pablo N° alumno 62667/2.

MAGNARELLI, Agustín N° alumno 61397/4.

MEDINA, María José N° alumno 60822/5.

VILLAVERDE, Agustín Ignacio N° alumno 62744/7.

DIRECTOR: Agrim. ROMERO, César.

AÑO 2018

# **ÍNDICE**

## **Capítulo Preliminar:**

- Introducción.....1
- Objetivos.....3

## **Capítulo I: Análisis de la información**

- Introducción.....5
- 1.1 Material utilizado.....5
- 1.2 Marco Normativo.....11
  - 1.2.1 Normativa de la Administración Nacional de la Aviación Civil (ANAC)...20
  - 1.2.2 Requerimientos BAPI.....22

## **Capítulo II: Campaña**

- Introducción.....23
- 2.1 Planificación de campaña.....23
- 2.2 Trabajos de Campaña.....26
  - 2.2.1 Levantamiento planialtimétrico con equipo GNSS.....26
  - 2.2.2 Determinación de alturas inaccesibles con Estación Total.....32
  - 2.2.3 Nivelación de control.....36

## **Capítulo III: Procesamiento de datos**

- Introducción.....39
- 3.1 Procesamientos de datos relevados con GPS.....39
  - 3.1.1 Procesamiento de la base BAPI con software Topcon Tools.....41
  - 3.1.2 Procesamiento de puntos relevados en estático.....49
  - 3.1.3 Procesamiento de los puntos relevados con RTK.....50
- 3.2 Procesamiento de datos relevados con Estación Total.....54
- 3.3 Análisis de la nivelación.....67

3.4 Proyección Gauss- Krüger.....	77
3.5 Deformación de faja.....	78
<b>Capítulo IV: Georreferenciación</b>	
• Introducción.....	80
4.1 Georreferenciación.....	80
<b>Capítulo V: Vectorización</b>	
• Introducción.....	89
5.1 Vectorización.....	89
<b>Capítulo VI: Modelo digital de Elevaciones (DEM)</b>	
• Introducción.....	96
6.1 Análisis DEM.....	96
<b>Capítulo VII: Confección de plano</b>	
• Introducción.....	106
7.1 Confección de plano.....	106
<b>Capítulo VIII: Cálculo de gastos y honorarios</b>	
• Introducción.....	110
8.1 Determinación de honorarios.....	110
8.2 Cálculo de gastos.....	111
<b>Capítulo IX: Conclusiones</b>	
• Introducción.....	115
• Desarrollo.....	115

<b>Capítulo X: Bibliografía</b> .....	118
<b>Anexo 1:</b> Información del mosaico provisto por el IGN.....	120
<b>Anexo 2:</b> Especificaciones del instrumental.....	123
<b>Anexo 3:</b> Información de puntos fijos y estaciones permanentes.....	133
<b>Anexo 4:</b> Monografías.....	136
<b>Anexo 5:</b> Compresión a JPG.....	148
<b>Anexo 6:</b> Reglamento.....	149

## **CAPÍTULO PRELIMINAR: PREFACIO**

### **INTRODUCCIÓN**

El informe que se presenta a continuación es producto del trabajo realizado para la Base Aeronaval Punta Indio (BAPI), ubicada a 5km al NE de la ciudad de Verónica, provincia de Buenos Aires, Argentina. La Base funciona desde el año 1.928 como cuna de la Aviación Naval Argentina. Depende funcionalmente del Comando de Aviación Naval y forma parte de la Armada Argentina.



*Ilustración 1: Imagen ilustrativa de la ubicación de la Base Aeronaval Punta Indio.*

El trabajo tuvo como finalidad, la elaboración del plano de obstáculos de la pista principal de la Base Aeronaval, para ser presentado ante la Administración Nacional de Aviación Civil (ANAC) la cual tiene como misión normar, regular y fiscalizar la aviación

civil Argentina, optimizando niveles de seguridad operacional en el espacio aéreo, aeropuertos y aeródromos de todo el País.

En función a lo antes expuesto, fue necesario acogerse al pedido realizado por el personal de la Base y a su vez basarnos en lo dispuesto por las Regulaciones Argentinas de Aviación Civil (RAAC). Esta última establece que el espacio aéreo debe mantenerse libre de obstáculos alrededor de los aeródromos, para que puedan llevarse a cabo con seguridad las operaciones de aviaciones. Esto se logra mediante una serie de **Superficies Limitadoras de Obstáculos**<sup>1</sup>.

A su vez, con la tarea desarrollada, se aplicaron las experiencias y conocimientos académicos estudiados en la carrera Ingeniería en Agrimensura, tanto en la parte práctica como en el área de investigación, recopilación y procesamiento de materiales.

#### Incumbencias Profesionales del Título de Ingeniero Agrimensor

- *“Realizar reconocimiento, determinación, medición, y representación del espacio territorial y sus características”.*
- *“Realizar e interpretar levantamientos planialtimétricos, topográficos, hidrográficos y fotogramétricos, con representación geométrica, geográfica y analítica”.*
- *“Realizar interpretaciones morfológicas, estereofotogramétricas y de imágenes aéreas y satelitarias”.*
- *“Estudiar, proyectar, dirigir y aplicar sistemas trigonométricos y poligométricos de precisión con fines planialtimétricos”.*
- *“Estudiar, proyectar, dirigir y aplicar sistemas geodésicos de medición y apoyo planialtimétricos”.*
- *“Realizar determinaciones geográficas de precisión destinadas a fijar la posición y la orientación de los sistemas trigonométricos o poligonométricos de puntos aislados”.*

---

<sup>1</sup> **Superficie Limitadora de Obstáculos:** se refiere a las superficies que definen la parte del espacio aéreo que debería mantenerse libre de obstáculos.

- *“Estudiar, proyectar, ejecutar y dirigir sistemas de control de posición horizontal y vertical”.*
- *“Elaborar e interpretar planos, mapas y cartas temáticas, topográficas y catastrales”.*

Considerando que la Universidad Nacional de La Plata es un organismo público, nos vimos con el agrado de realizar una labor que piensa servir a la comunidad y de esta forma cooperar con otra entidad de carácter estatal como es la Base Aeronaval Punta Indio.

Desde el principio (entiéndase como la búsqueda, recopilación, análisis e interpretación del material redundante) hasta la culminación del plano, podemos decir que el período de duración del trabajo fue de 7 meses. Comenzando el 1 de Marzo del 2018 y finalizando el 18 de Septiembre del corriente año.

## **OBJETIVOS**

- **Objetivos Generales:**
  - Aplicar los conocimientos obtenidos a lo largo de la carrera Ingeniería en Agrimensura, en la elaboración de un trabajo específico de la agrimensura como es la ejecución del plano de obstáculos de la pista principal de la Base Aeronaval Punta Indio.
- **Objetivos Particulares:**
  - Releva las arboledas ubicadas en los sectores SW / NE y las antenas que se ubican en la zona de incumbencia, obteniendo como resultado la posición planialtimétrica de dichos elementos.
  - Informar características y desnivel de los objetos en las inmediaciones de aeródromo y dentro del mismo, extendiéndose hasta un radio de 4.000m a partir de los umbrales de la pista principal.
  - Obtener coordenadas geográficas, en Sistema de Referencia Geodésico Mundial – 1984 (WGS-84), de cada umbral de pista, y del centro geométrico

de la misma (ARP), determinadas en grados, minutos, segundos y centésima de segundos, con una exactitud horizontal de 1,00m.

- Determinar la elevación y Ondulación Geoidal de cada **umbral de pista**<sup>2</sup>, referida al nivel medio del mar y vinculado a la Red de Nivelación Nacional del IGN, con una exactitud vertical de 0,50m.
- Confección de un plano de la pista principal (06/24), sus rodajes de acceso, y plataforma destinada al uso público, con el relevamiento de las señales visuales emplazadas en las mismas junto con sus dimensiones.

---

<sup>2</sup> **Umbral de Pista:** comienzo de la parte de la pista utilizable para el aterrizaje.

# **CAPÍTULO I: ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

## **INTRODUCCIÓN**

En este capítulo vamos a detallar las diversas fuentes de información y antecedentes que fueron utilizadas para la planificación, análisis y realización del presente trabajo, como también las normas en las que nos regimos para la elaboración del mismo, en especial, la explicación de las superficies limitadoras de obstáculos, término sumamente importante para nuestra labor.

### **1.1 MATERIAL UTILIZADO**

En lo que respecta al material cartográfico empleado, se utilizaron **cartas topográficas** las cuales se encuentran a escala 1:50.000 con una equidistancia entre sus curvas de nivel de 1,25m. Estas cartas, se encontraban escaneadas en color monocromático.

También contamos con cartografía color, en formato papel, realizada a escala 1:50.000 con equidistancia entre curvas de nivel equivalente a 1,25m.

Vale destacar que la cartografía fue producida por el Instituto Geográfico Nacional (IGN), antiguamente Instituto Geográfico Militar (IGM) y la utilizamos con el propósito de poder tener un mejor conocimiento del terreno y de esta forma de la zona de trabajo, como así también ubicar y conocer la cota de los puntos fijos utilizados. La proyección en la que se encuentra realizada la cartográfica es Gauss-Krüger, faja 6.

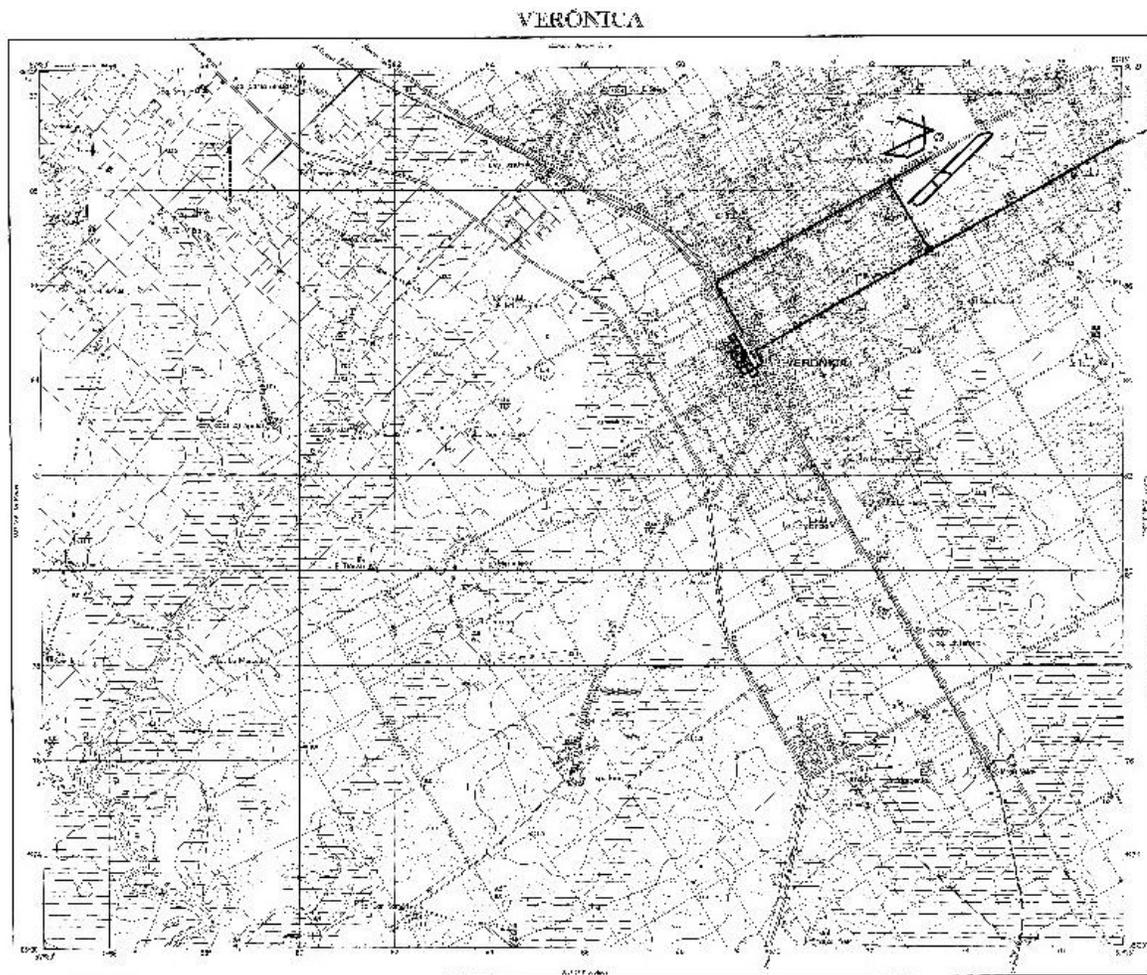


Ilustración 2: Carta Topográfica Verónica (E: 1:50.000).

Además, analizamos, interpretamos y estudiamos los distintos **planos de obstáculos de aeródromos TIPO “B”** que figuraban en la página web de la Administración Nacional de Aviación Civil (ANAC) con la finalidad de poder arribar conclusiones y adquirir conocimientos para el desarrollo de la labor.

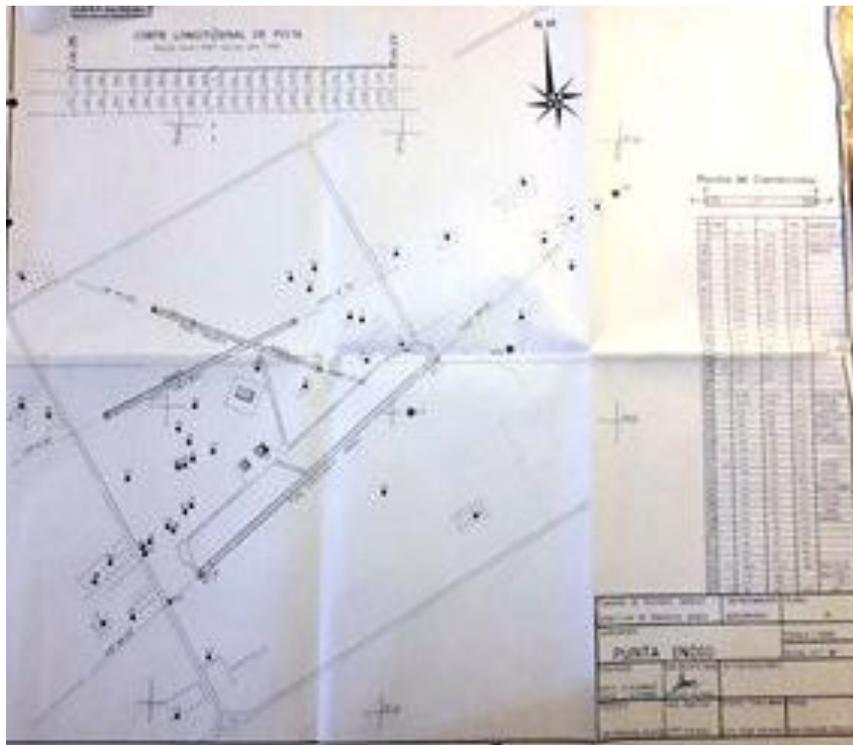
Contamos con **vuelos fotogramétricos** blanco y negro sobre la pista y adyacencias, a escalas 1:10.000 y 1:20.000.

También utilizamos una **imagen satelital** reciente de 50cm de resolución en color natural.

Otro elemento utilizado fue un **expediente** otorgado por el personal de BAPI, el cual expresa una comunicación con las autoridades de la ANAC, a los efectos de remitir la información solicitada para poder continuar con los trámites de habilitación del Aeródromo

de la Base Aeronaval. Este expediente cuenta con distintas documentaciones, dentro de las cuales podemos destacar como útiles las siguientes:

- Plano topográfico (obstáculos y ubicación de radio ayudas).
- Perfil longitudinal de la pista principal y plataformas de rodamiento.
- Demarcaciones visuales de pista principal y rodamiento.
- Análisis general por parte de la Dirección de Aeródromos de la totalidad de planos y documentación presentada en ese momento.



*Ilustración 3: Fotografía del plano (E: 1.10.000) presentado en el expediente.*

Contamos con la **planificación de un vuelo** sobre el área de trabajo, realizada por el IGN. Según lo establecido en el informe, el proyecto titulado Verónica-ARA, requerirá para su realización, la implementación de una cámara digital de 100,50mm de distancia focal, realizando 8 corridas en total, con una superposición lateral del 30% y una longitudinal del 60%, cubriendo una superficie de aproximadamente 61km<sup>2</sup>. Se espera obtener como resultado un total de 328 fotografías.



Ilustración 4: Documento perteneciente a la planificación del vuelo, efectuado por el IGN.

Dicha planificación, permitió ponernos en contacto con personal del IGN a fin de poder consultar sobre el material resultante, encontrando como derivados, materiales de suma importancia para la ejecución de nuestra labor: por un lado un **mosaico de ortofotos rápidas**<sup>3</sup> y como complemento un **modelo digital de elevaciones**<sup>4</sup> con puntos acotados cada 20,00m (producto derivado del mosaico).

A continuación, expresaremos algunos datos pertenecientes al mosaico:

- Tamaño del pixel: 0,20m
- Unidades: metros.
- Proyección utilizada y parámetros: Gauss-Krüger Faja 6 (Orig. Lat.= -90°; Falso norte=0; Orig. Long.= -57°; Falso este=6.500.000; Factor de escala=1).
- Marco de referencia (con época): Posgar 07 – Época 2006.632.
- Sensor: Vexcel Ultracam XP
- Fecha de vuelo: 28/11/2014

---

<sup>3</sup> **Mosaico de ortofotos rápidas**: es una composición de diferentes fotografías que poseen coherencia y continuidad entre ellas.

<sup>4</sup> **Modelo digital de elevaciones**: es una representación numérica de las características topográficas de éste, expresadas mediante las coordenadas XYZ de los puntos que la definen.

- Bandas: 4 (Azul, Verde, Rojo; Infrarrojo cercano).
- Formato de la imagen y tfw: Tiff standard con tfw (archivo que contiene las coordenadas de la imagen).



*Ilustración 5: Mosaico de ortofotos rápidas, elaborado por el IGN.*

Para el análisis dominial de la Base recurrimos a la página web Carto Arba, de donde extrajimos las cédulas de todas las parcelas que conforman a BAPI. Para esto nos ayudamos de un croquis otorgado por la Base, donde se encuentran todas las parcelas con las divisiones internas. Partiendo de esto y analizando las planchetas donde el Estado Argentino es el titular, pudimos llegar, a través de la página del CPA, a los planos que dieron origen a las parcelas que conforman la totalidad de la Base.



*Ilustración 6: Croquis de las parcelas que conforman la Base. Otorgado por BAPI.*

En la próxima ilustración se muestra el plano origen (65-6-46), de donde se originaron la mayoría de las parcelas de BAPI.

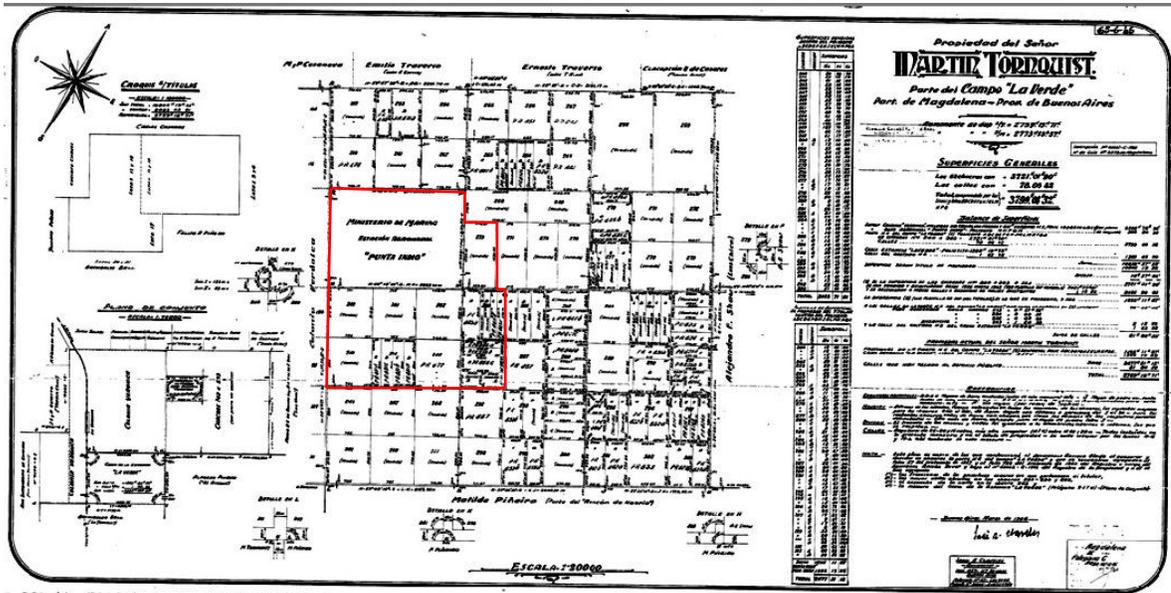


Ilustración 7: Plano Origen 65-6-46

Además del plano origen, existen otros planos de las parcelas de las Base, planos de cesión de calles, de gasoducto, etc. pero no vamos a profundizar en este estudio ya que no es la finalidad del trabajo.

En la actualidad, la Base está constituida por 22 parcelas catastrales, las cuales tienen la siguiente denominación: 855A-864-865A-865B-865C-865D-865E-866A-866B-866C-866D-866E-875A-876-877-880-881A-881B-881C-881D-884-885; todas de la circunscripción III, del partido de Punta Indio(134).

## 1.2 MARCO NORMATIVO

La utilización eficaz de un aeródromo puede verse considerablemente influida por las características naturales del terreno y por las construcciones que se encuentran dentro y fuera de los límites del mismo. Esto puede dar como resultado, la introducción de restricciones con respecto a las distancias disponibles para el despegue y el aterrizaje. Por estas razones, algunas áreas del espacio aéreo local tienen que considerarse como partes integrantes del medio que circunda al aeródromo.

La importancia de los objetos, tanto existentes como previstos, dentro de los límites del aeródromo o en las vecindades del mismo, se evalúan utilizando dos conjuntos distintos de criterios que definen los requisitos en materia de espacio aéreo:

- El primero de estos conjuntos se refiere a las superficies limitadoras de obstáculos respecto a determinada pista. La finalidad general de estas superficies consiste en definir la parte del espacio aéreo que en condiciones ideales, deberían mantenerse libre de obstáculos con el fin de reducir al mínimo los peligros que para las aeronaves presentan dichos obstáculos, ya sea al hacer una aproximación completamente visual o el tramo visual de una aproximación por instrumento.
- El segundo conjunto de criterios se refiere a las superficies que se describen en los “Procedimientos para los servicios de navegación aérea”.

En este trabajo solo hablaremos del primer conjunto, ya que hace referencia a los obstáculos que pueden ser críticos para el correcto funcionamiento de un aeródromo.

### **Superficie limitadora de obstáculos:**

Las superficies están previstas para ser de carácter permanente. Por lo tanto, para que resulten eficaces deberían incluirse en leyes u ordenanzas municipales de zonificación y usos de suelo, de este modo se podrían prever restricciones en construcciones aledañas futuras. Por otra parte, las superficies establecidas deberían tener en cuenta no solamente las operaciones existentes sino también el desarrollo final previsto para cada aeródromo.

Los requerimientos relativos a las superficies limitadoras de obstáculos se determinan en función de la utilización prevista de la pista (despegue o aterrizaje y tipo de aproximación) y se han de aplicar cuando la pista se utilice de ese modo. En el caso de que se realicen operaciones en las dos direcciones de la pista, cabe la posibilidad de que ciertas superficies queden anuladas debido a los requisitos más rigurosos a que se ajustan otras superficies más bajas.

Antes de describir las superficies limitadoras correspondientes a la pista principal de BAPI, explicaremos por qué ésta es de **vuelo visual** y **clave de referencia número 2**.

Las pistas de vuelos visuales están asignadas a las operaciones de aeronaves que utilicen procedimientos visuales para la aproximación.

Por su parte, la clave de referencia está destinada a relacionar entre si las distintas especificaciones concernientes a las características de los aeródromos, con el objetivo de suministrar las instalaciones aeroportuarias necesarias para las aeronaves a operar en el aeródromo.

La clave está compuesta por dos elementos que se relacionan con las características de funcionamiento y dimensiones del avión. El primero, es un número basado en la **longitud de campo de referencia del avión**<sup>5</sup>, mientras que el segundo es una letra basada en la envergadura del avión y en la anchura exterior entre las ruedas del tren de aterrizaje principal.

Para determinar las dimensiones de la superficie limitadora de obstáculos es necesario saber el número de clave de referencia:

ELEMENTO 1 DE LA CLAVE	
Numero de clave	Longitud de campo de referencia del avión
1	Menos de 800 m
2	Desde 800 m hasta 1 200 m (exclusive)
3	Desde 1 200 m hasta 1 800 m (exclusive)
4	Desde 1 800 m en Adelante

---

<sup>5</sup> **Longitud de campo de referencia del avión:** es la longitud de campo mínima necesaria para el despegue con la masa máxima certificada de despegue al nivel del mar, en atmósfera tipo, sin viento y con pendiente de pista cero.

Para pistas como las de la Base (aproximación visual y clave de referencia 2) se establecen las siguientes superficies limitadoras de obstáculos: superficie cónica, horizontal interna, de aproximación y de transición.

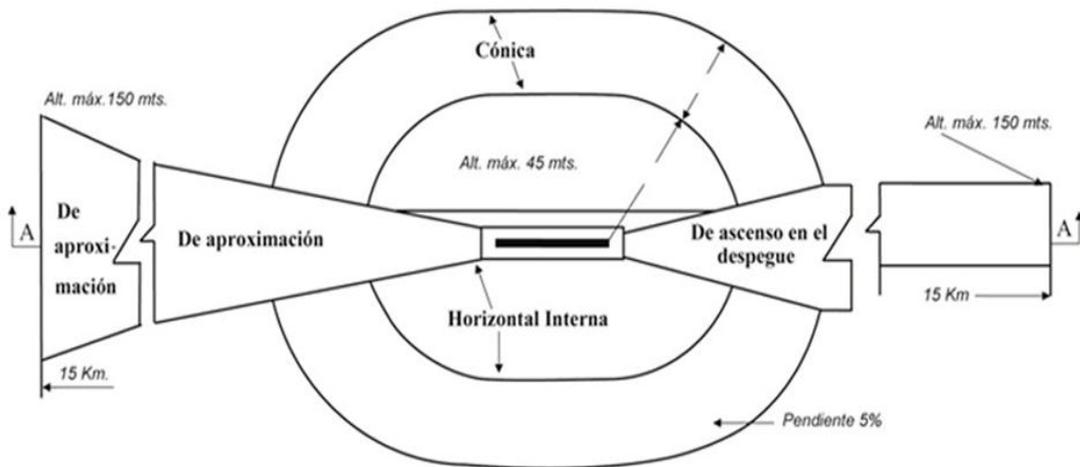


Ilustración 8: Superficies limitadoras de obstáculos (vista en planta). RAAC-154.

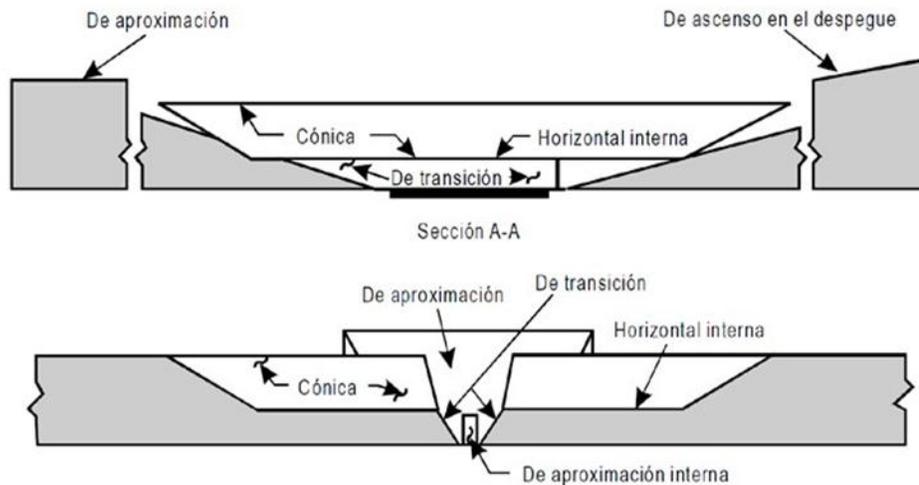


Ilustración 9: Superficie limitadora de obstáculos (Panorámica tridimensional). RAAC-154.

### Superficie cónica

Descripción: *“Una superficie de pendiente ascendente y hacia afuera que se extiende desde la periferia de la superficie horizontal interna”.*

Características: *“Los límites de la superficie cónica comprenderán:*

- *un borde inferior que coincide con la periferia de la superficie horizontal interna;*
- *y un borde superior situado a una altura determinada sobre la superficie horizontal interna”.*

*“La pendiente de la superficie cónica se medirá en un plano vertical perpendicular a la periferia de la superficie horizontal interna correspondiente”.*

### Superficie horizontal interna

Descripción: *“Superficie situada en un plano horizontal sobre un aeródromo y sus alrededores”.*

Características: *“El radio o límites exteriores de la superficie horizontal interna se medirán desde los puntos de referencia que se fijen con este fin ubicados en los umbrales de la pista”.*

*“La altura de la superficie horizontal interna se medirá por encima del punto de referencia para la elevación que se fije con este fin.”*

La finalidad de esta superficie es proteger el espacio aéreo para el circuito visual dentro del cual la aeronave debe volar antes de aterrizar. No todos los sectores del círculo visual son esenciales para las operaciones de las aeronaves, en estos casos se pueden establecer procedimientos para conseguir que la aeronaves no vuelen tal sector.

### Superficie de aproximación

Descripción: *“Plano inclinado o combinación de planos anteriores al umbral”.*

Características: *“Los límites de la superficie de aproximación serán:*

- *un borde interior de longitud especificada, horizontal y perpendicular a la prolongación del eje de pista y situado a una distancia determinada antes del umbral;*
- *dos lados que parten de los extremos del borde interior y divergen uniformemente en un ángulo determinado respecto a la prolongación del eje de pista;*
- *un borde exterior paralelo al borde interior; y*
- *las superficies mencionadas variarán cuando se realicen aproximaciones con desplazamiento lateral, con desplazamiento o en curva. Específicamente, los dos lados que parten de los extremos del borde interior y divergen uniformemente en un ángulo determinado respecto a la prolongación del eje de la derrota con desplazamiento lateral, con desplazamiento o en curva.*

*La elevación del borde interior será igual a la del punto medio del umbral.*

*La pendiente o pendientes de la superficie de aproximación se medirán en el plano vertical que contenga al eje de pista y continuará conteniendo al eje de toda derrota con desplazamiento lateral o en curva.”*

Esta superficie junto a la de transición definen el espacio aéreo que debería mantenerse libre de obstáculos para proteger a los aviones durante la maniobra final de aproximación antes de aterrizar.

#### Superficie de transición

Descripción: *“Superficie compleja que se extiende a lo largo del borde de la franja y parte del borde de la superficie de aproximación, de pendiente ascendente y hacia afuera hasta la superficie horizontal interna”.*

Características: *“Los límites de una superficie de transición serán:*

- *un borde inferior que comienza en la intersección del borde de la superficie de aproximación con la superficie horizontal interna y que se extiende siguiendo el borde de la superficie de aproximación hasta el borde interior de la superficie de*

*aproximación y desde allí, por toda la longitud de la franja, paralelamente al eje de pista; y*

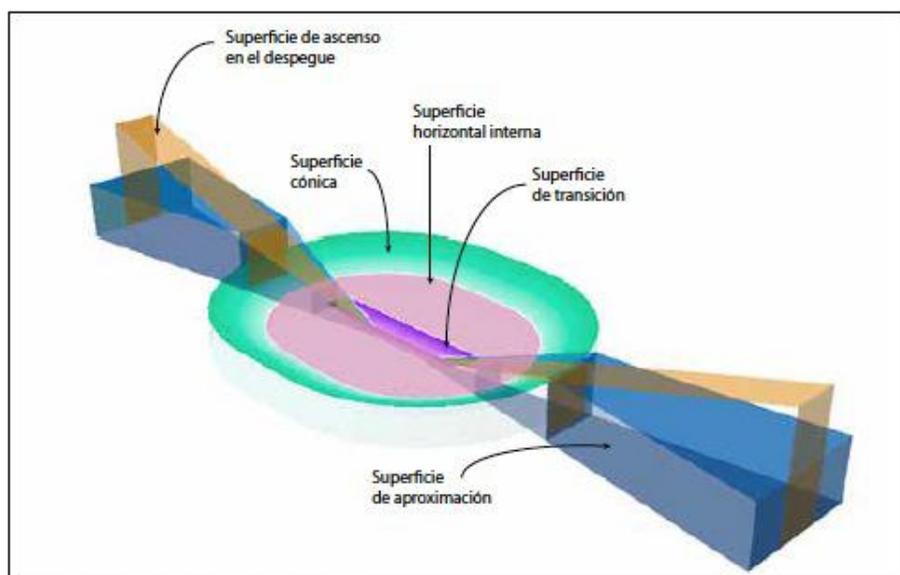
- *un borde superior situado en el plano de la superficie horizontal interna.*

*La elevación de un punto en el borde inferior será:*

- *a lo largo del borde de la superficie de aproximación: igual a la elevación de la superficie de aproximación en dicho punto; y*
- *a lo largo de la franja: igual a la elevación del punto más próximo sobre el eje de la pista o de su prolongación.*

*La superficie de transición a lo largo de la franja debe ser curva si el perfil de la pista es curvo o debe ser plana si el perfil de la pista es rectilíneo. La intersección de la superficie de transición con la superficie horizontal interna debe ser también una línea curva o recta dependiendo del perfil de la pista.*

*La pendiente de la superficie de transición se medirá en un plano vertical perpendicular al eje de la pista.”*



*Ilustración 10: Ejemplo superficie limitadora de obstáculos 3D*

A continuación mostramos un extracto de la Tabla D-1 “Dimensiones y pendientes de las superficies limitadoras de obstáculos”, para un aeródromo como el de la Base de Punta Indio (Aproximación visual y número de clave 2) extraída de a la RAAC 154.

Superficies y dimensiones	<b>PISTAS DE ATERRIZAJE CLASIFICACIÓN DE LAS PISTAS</b>
	Aproximación visual Número de clave
	2
<b>CONICA</b>	
Pendiente	5%
Altura	100
Radio	2000
<b>HORIZONTAL INTERNA</b>	
Altura	45
Radio	2500
<b>APROXIMACION INTERNA</b>	
Anchura	-
Distancia desde el umbral	-
Longitud	-
Pendiente	-
<b>APROXIMACION</b>	
Longitud borde interior	80
Distancia desde el umbral	60
Divergencia (a cada lado)	10%
<b>Primera sección</b>	
Longitud	2500
Pendiente	4%
<b>DE TRANSICIÓN</b>	
Pendiente	20%

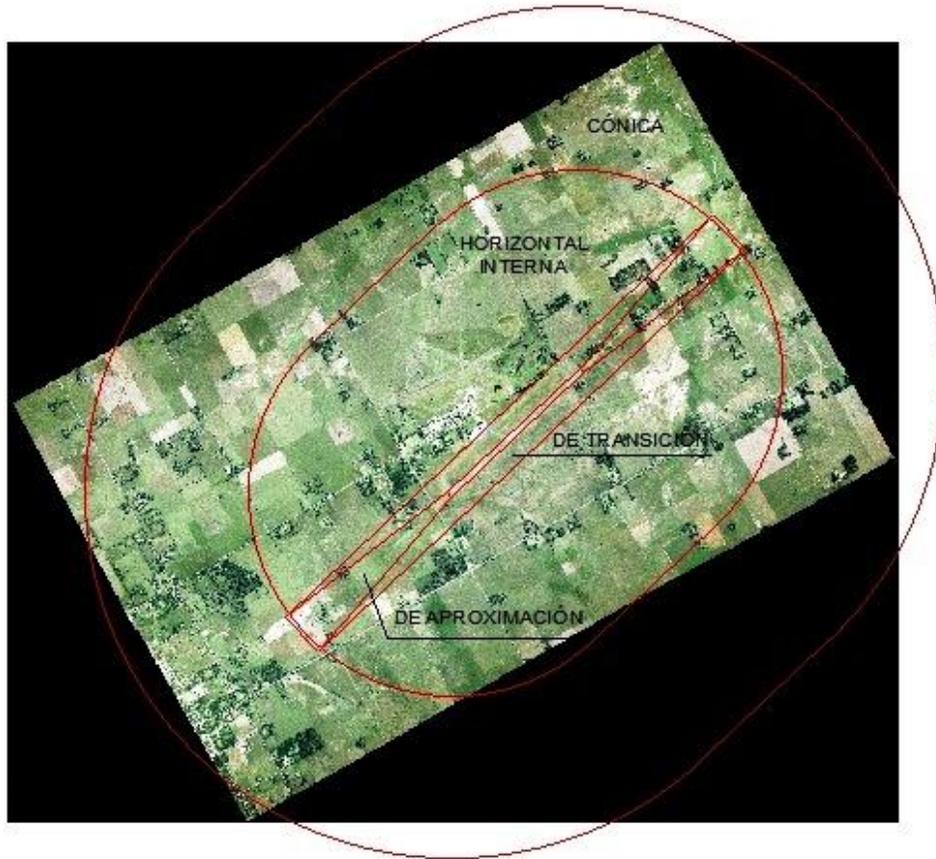


Ilustración 11: Superficies limitadoras de obstáculos sobre mosaico digital. BAPI.

Las superficies limitadoras mostradas en el gráfico anterior tendrán aproximadamente los siguientes valores de cota:

- La superficie horizontal interna posee una cota constante de 59,00 m.
- La superficie cónica tiene en su borde inferior una cota de 59,00m mientras que el borde superior 159,00m.
- La superficie de transición en la dirección SW comienza con una cota de 14,00m terminando a 2500,00m de distancia (borde externo) con una cota de 114,00m. En la dirección NE comienza con una cota de 13,00 m. terminando con una cota de 113,00m.

- En la superficie de transición no se pueden cuantificar valores contantes pero en este caso daremos un valor promedio, por esto podemos decir que el borde inferior tiene una cota de 13,50m y el borde superior coincide con el plano de la superficie horizontal el cual tiene una cota de 59,00m

### **1.2.1 NORMATIVA DE LA ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE LA AVIACIÓN CIVIL (ANAC)**

A continuación detallaremos la documentación mínima que se solicita en los **“Requisitos para tramitar la habilitación de aeródromos públicos y privados - ANEXO VI”** conforme a las tareas que realiza el agrimensor:

- *Carta topográfica del Instituto Geográfico Nacional (IGN), escala 1:50.000, o 1:100.000, y en caso de no existir escalas anteriores, podrá presentarse en escala 1:250.000, conteniendo ubicación exacta del aeródromo.*
- *Coordenadas geográficas, en Sistema de referencia Geodésico Mundial – 1984 (WGS-84), de cada umbral de pista, y del centro geométrico de la misma (ARP), determinadas en grados, minutos, segundos y centésima de segundos, con una exactitud horizontal de 1,00m, consignando método de medición y características del equipo GPS empleado.*
- *Elevación y Ondulación Geoidal de cada umbral de pista, referida al nivel medio del mar (MSL) y vinculado a la Red de Nivelación Nacional del IGN, con una exactitud vertical de 0,50m, consignando método de obtención de los datos.*
- *Plano (DOS COPIAS) topográfico del aeródromo, escala 1: 2.500, en formato máximo A-1 ó A-0, firmado por el profesional competente, adjuntando soporte magnético en AUTOCAD georreferenciado, vinculado al Marco de Referencia Nacional Posgar 07 del IGN y proyección GAUSS KRÜGER conforme el Meridiano Central de Faja que corresponda, que contenga:*
  - *Norte geográfico y magnético.*
  - *Pistas. Longitud, ancho y tipo de superficie.*

- *Franjas de seguridad, longitud y ancho.*
- *Calles de rodaje y plataformas de estacionamiento, longitud, ancho y tipo de superficie.*
- *Declinación magnética del lugar actualizada a la fecha de presentación.*
- *Rumbo magnético del eje de pista (expresados en grados y minutos).*
- *Objetos existentes con especificación de elevación o desniveles, referido al extremo superior del mismo, obtenido del umbral más cercano o centro de pista, incluyendo antenas, edificios, árboles, columnas de alumbrado, tendidos eléctricos, accidentes topográficos, caminos públicos, etc..., en un radio de 4.000,00m.*
- *En los aeródromos donde la aeronave de mayor porte considerada en el proyecto requiera una longitud de despegue (con PMD-ISA) mayores a 1.200,00m., el relevamiento se extenderá a un radio de 6.000,00m.*
- *Los objetos significativos, cuya ubicación no pueda representarse en el formato papel requerido, podrán ser expresados en sistema cartesiano (X;Y) con uno de los ejes coincidente con el eje de pista o bien en un plano adicional en escala estandarizada.*
- *Cerco perimetral del aeródromo (tipo y altura), con ubicación de portones de ingreso.*
- *Ubicación y características del indicador de la dirección del viento.*
- *Ubicación de los edificios e instalaciones con especificación de su altura y elevación o desnivel del extremo superior respecto a pista.*
- *Perfil longitudinal y transversal de pista, calle de rodaje y plataforma, cada 50,00m, incluyendo franja y RESA (Área de Seguridad de Extremo de Pista) si se dispone.*
- *Plano de Ayudas Visuales Diurnas, de acuerdo a RAAC 154 – Subparte E. No obstante a modo ilustrativo se adjuntan configuraciones básicas para pistas pavimentadas y no pavimentadas, las cuales se detallan en los Apéndices A y B respectivamente.*

En caso de solicitarse habilitación para operaciones nocturnas, se deberá cumplimentar con los requisitos establecidos en Anexo X.

El ANEXO X, “*Requisitos para tramitar la habilitación de ayudas visuales nocturnas en aeródromos*”, no incorpora nuevas exigencias en cuanto al relevamiento topográfico, sino que hace referencia a las señales y luminarias que se deben incorporar. Además solicita otro tipo de planos, como lo son: plano de diagrama de circuitos eléctricos; plano de conexión puesta a tierra (pat); plano de cálculo y montaje sistema papi/apapi sobre base de hormigón; entre otros.

### **1.2.2 REQUERIMIENTOS BAPI**

Luego de haber indicado, en los párrafos anteriores, la documentación mínima requerida para habilitar un aeródromo, expondremos el pedido de nuestro comitente el cual se basa en los ya mencionados Requisitos para tramitar la Habilitación de Aeródromos Públicos y Privados (Excepto Agroaéreos)-ANEXO VI de la Administración Nacional de Aviación Civil:

- Confección de un plano de la pista principal (06/24), sus rodajes de acceso, y plataforma destinada al uso público con el relevamiento de todas las señales visuales emplazadas en las mismas junto con sus dimensiones.
- De los objetos en las inmediaciones de aeródromo y dentro del mismo, se deberá informar características y desnivel, extendiéndose hasta un radio de 4.000m a partir de los umbrales de la pista principal.
- De las superficies limitadoras de obstáculos, relevar las arboledas ubicadas en los sectores SW / NE junto con su información altimétrica.
- El relevamiento se deberá efectuar en 2 (dos) juegos de planos impresos y soporte digital (CD) en formato CAD, conteniendo en rótulos: título de planos, numeración, escala, fecha de elaboración y firma profesional interviniente.

Para poder alcanzar el pedido de la Base, decidimos realizar relevamientos topográficos, vinculaciones y análisis de imágenes. De esta forma, pudimos obtener los datos que nos permitieron cumplimentar con los distintos incisos.

## **CAPÍTULO II: CAMPAÑA**

### **INTRODUCCIÓN**

El presente capítulo tiene por objetivo describir, en primer lugar las opciones planteadas para llevar a cabo el relevamiento de campo y en segundo lugar, detallar las metodologías escogidas para el desarrollo de la campaña.

#### **2.1 PLANIFICACIÓN DE CAMPAÑA**

La planificación de las tareas de campaña tiene por objeto decidir un plan de trabajo para la ejecución del relevamiento de campo.

Las tareas de campo a desarrolladas fueron:

- Relevamiento de obstáculos.
- Apoyo altimétrico.
- Vinculaciones/Georreferenciación.
- Medición de puntos de apoyo para la rectificación de la imagen.

En dicho trabajo, la planificación cumplió un rol muy importante debido a que los tiempos establecidos para su realización eran escasos (dos días) y también por encontrarnos ante la imposibilidad de regresar a la Base en cualquier momento dado los inconvenientes logísticos que esto nos ocasionaba.

Como grupo, primeramente contemplamos los objetivos que debíamos cumplimentar y luego desarrollamos posibles planes para poder alcanzar los mismos.

El primer objetivo, fue relevar las arboledas ubicadas tanto en el sector SW como en el NE y las antenas que se ubican en la zona de influencia a fin de poder obtener como resultado la posición planialtimétrica de dichos elementos. Para cumplir con tal propósito, decidimos plantear una metodología de trabajo conocida como **mediciones inaccesibles**. Este método, requería la utilización de estación total (posicionada sobre puntos de cotas y coordenadas conocidas) y la aplicación de cálculos trigonométricos para poder conocer, en primer lugar, la posición planimétrica y en segundo lugar, las cotas de los elementos a relevar, todo dentro de las tolerancias establecidas y de manera efectiva.

Planteamos 3 alternativas diferentes para realizar las bases enfrentadas y así poder elegir en el campo la más favorable:

- En ambas cabeceras de la pista hacer una base enfrentada con separación de 300m entre los puntos de estación. De esta forma se puede cubrir una buena superficie a

relevar ya que permite determinar puntos que se encuentren a una distancia aproximada de 900,00m ( $3 \times \text{long. Base}$ ), con buena precisión.

- Dos bases enfrentadas, una en cada cabecera de la pista, con una separación de 80,00m entre las estaciones (distancia equivalente a la longitud del borde interior), bisectando el mismo punto desde ambas estaciones.
- Otra propuesta fue establecer tres puntos, uno ubicado en el centro de la pista (punto común a ambas bases enfrentadas) y los otros en las respectivas cabeceras, generando de esta forma dos bases enfrentadas de aproximadamente 1.000,00m pudiendo cubrir una mayor área a relevar.



*Ilustración 12: Posible áreas para la ubicación de la base enfrentada.*

Con el propósito de facilitar la identificación de los objetos a relevar en campo, se decidió generar mosaicos (de fotografías tomadas en el lugar), a fin de poder marcar los

elementos y de esta forma poder medir desde ambas estaciones el mismo objeto, haciendo eficiente la labor de los operadores.

Para dar cota conocida a los puntos de estación (utilizados para la metodología de base enfrentada), ejecutar el levantamiento de puntos para la realización del perfil longitudinal de la pista, darle cota a los umbrales de la pista y relevar la posición de los puntos de apoyo fotogramétricos “PAF” (de utilidad para la georreferenciación del ortomosaico y la imagen suministrada por el IGN), se planteó el uso de equipos GNSS. Para esto fue necesario realizar una búsqueda de las estaciones permanentes más cercanas al lugar, obteniendo como resultado a las estaciones DORE (Ubicada en la localidad de Dolores a 110Km aproximadamente) e IGM1 (Ubicada en la Ciudad de Buenos Aires a 130Km aproximadamente).



*Ilustración 13: Ubicación de las Estaciones Permanentes cercanas a BAPI.*

Con ayuda del material cartográfico, pudimos identificar en el área de trabajo tres puntos fijos con cota IGN conocida: PF2n (VII) j, PF 12n (VII) f Y PF13N (VII) f. Si encontrábamos estos puntos en el campo y permanecían en buen estado de conservación, podíamos tener un control de las cotas medidas con GPS y a su vez realizar un traslado de

cota hacia los puntos de base. Para esto, planteamos medir de forma precisa los tres puntos altimétricos con GPS y realizar un traslado de cota mediante nivelación geométrica.

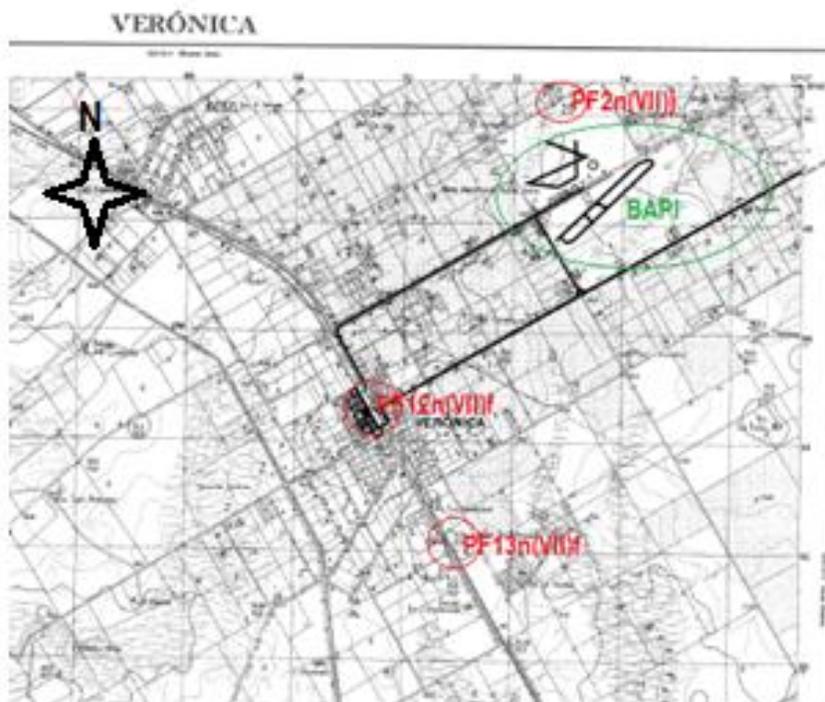


Ilustración 14: Ubicación de los PF del IGM, en la zona de trabajo.

## 2.2 TRABAJOS DE CAMPAÑA

### 2.2.1 LEVANTAMIENTO PLANIALTIMÉTRICO CON EQUIPO GNSS

A continuación haremos una descripción del procedimiento realizado con equipos GNSS para realizar el relevamiento planialtimétrico.

El método de medición utilizado fue el RTK.

Es un procedimiento cinemático que obtiene los resultados en tiempo real. Al ser de dicho tipo requiere el uso simultáneo de dos o más receptores, además de proceder a una correcta inicialización.

La señal debe ser recolectada por todos los receptores simultáneamente, de por lo menos

cuatro satélites durante todo el proceso. El aspecto característico de este procedimiento es la utilización de radios para la transmisión de correcciones y observaciones al receptor móvil. Un receptor ocupa una estación de referencia y radiodifunde observaciones GPS a la unidad móvil. En el receptor móvil, las mediciones GPS de ambos receptores se procesan en tiempo real mediante un software interno en la unidad de control para producir una determinación inmediata de su posición.

Cabe destacar, que tiene el inconveniente de la limitación de los radiomodem de emisión y transmisión de datos. Es un problema en la licencia de frecuencias y potencias de señal permitidas. Es por ello que el enlace de radio que usa RTK puede limitar la distancia entre la base y el móvil a 7 u 8 km. Sin embargo, con potencias de señal mayores se puede llegar a trabajar en radios de hasta 50 km.

El posicionamiento RTK permite alcanzar precisiones en el orden de los 8 mm+1ppm RMS en horizontal y 15mm+1ppm RMS en vertical.

El equipo base está compuesto por: un trípode y base nivelante, la cual permite centrar la antena en el punto de estación y realizar la correcta verticalización de la misma; batería externa, para dar alimentación energética al equipo durante más tiempo; antena, encargada de captar las señales electromagnéticas generadas por los satélites y transformarlas en impulsos eléctricos, los cuales mantienen la información modulada en su portadora; receptor, encargado de recibir los impulsos eléctricos de la antena, el cual reconstruye e interpreta las componentes de la señal; radiomodem transmisor y su antena, cuya función es transmitir las correcciones y en algún paquete enviar las observaciones del equipo base para que en el móvil se resuelvan las dobles y triples diferencias (envía las posiciones de los puntos aplicando las correcciones).

Los equipos móviles, están compuestos por un bastón y bípode, los cuales permiten sostener al equipo a una altura fija para cada observación y correctamente verticalizado sobre el punto; batería interna, que brinda energía al equipo; antena; receptor; controladora, la cual permite configurar los equipos y radiomodem receptor y su antena, que permiten recibir las correcciones y la información enviada a través del radiomodem emisor desde la base.

Hemos elegido el posicionamiento RTK, ya que nos permite trabajar de forma rápida (se inicializa en unos pocos segundos), por debajo de las tolerancias requeridas por la Administración Nacional de Aviación Civil (ANAC.) para la ejecución del plano de obstáculos. Por otra parte, este método permite asegurar en tiempo real que todos los puntos hayan sido relevados y tengan determinada su coordenada de forma precisa.

El instrumental utilizado fue el SOKKIA GRX1. El primer paso para comenzar el relevamiento fue configurar los equipos a través de la controladora, con ángulo de máscara de 15° y épocas cada 1 segundo para obtener superabundancia de datos y de esta forma poder permanecer menor tiempo en los puntos a relevar. Por último se cargaron las alturas de las antenas y se escogió el modelo del geoide para que nos brinde una cota ortométrica aproximada de cada punto.

La base, llamada “BAPI”, permaneció fija durante 8 horas sobre una estaca de hierro ubicada en el umbral de la pista al SW de la misma. Al permanecer tanto tiempo en posición estática permitió en post proceso la vinculación con las estaciones permanentes de Dolores e IGN, dándole solidez al procesamiento.

Con los dos equipos configurados comenzamos el relevamiento cinemático. En primer lugar nos posicionamos con el móvil sobre los umbrales durante unos veinte segundos para conocer su coordenadas planialtimétricas (requerimiento de la ANAC). También relevamos puntos cada 300,00m sobre el eje de pista.

Además, en la zona de pista se relevaron vértices de hangares y las estacas de madera en las cuales se realizaron estaciones para determinar las elevaciones de obstáculos inaccesibles.

Para hacer una vinculación con la Red de Nivelación Nacional del IGN se relevaron tres puntos de la red antes mencionada que se encontraban en las inmediaciones del aeródromo. Estos puntos se utilizaron también para garantizar que la cota ortométrica obtenida luego de aplicar el modelo de geoide se encontraba dentro de las precisiones requeridas.



Ilustración 15: Captura del Google Earth mostrando la ubicación de los PF del IGM.

El primer punto fijo relevado fue el PFN°2, éste se encontraba a la vera de un camino aledaño a la base. Para ello se empleó la técnica RTK durante un tiempo de 10 minutos (600 épocas).



Ilustración 16: PFN°2

Además, se midió el PFN°12 con posicionamiento RTK y estático para contar con un control en post proceso. El mismo, se encontraba situado bajo la galería de la estación de trenes de Verónica, razón por la cual se colocó una estaca de hierro unos metros fuera de la

galería para poder estacionar el equipo GPS sin tener obstrucciones. Luego, con la utilización de un nivel óptico se realizó un transporte de cota.

Por la cercanía entre los puntos, con una sola estación por sentido se pudo realizar la nivelación. El desnivel resultante fue:  $\Delta h = -1,282\text{m}$ .

Siendo 17,537m la cota del PFN°12, obtuvimos la cota del PFN°12' que es igual a:

$$\text{PFN}^{\circ}12' = 17,537 - 1,282$$

$$\text{PFN}^{\circ}12' = 16,255$$



*Ilustración 17: PFN°12*



*Ilustración 18: PFN°13*

A continuación se relevó el PFN° 13 con posicionamiento estático durante 20 minutos ya que se nos presentó el problema de la limitación de los radiomodem de emisión y transmisión de datos al encontrarse a una distancia aproximada de 7Km y muchas obstrucciones en el camino.

Por último realizamos el

levantamiento con RTK de los puntos para apoyo fotogramétrico (PAF), que como mencionamos anteriormente nos sirvieron para georreferenciar los materiales disponibles. Dicho levantamiento lo efectuamos siguiendo los “Criterios de selección de puntos de anclaje y control IGN, Informe técnico 008/14”. El relevamiento se ejecutó con posicionamiento de 20 segundos por cada punto. Los puntos debían cumplir las siguientes características:

- *“Definición geométrica del detalle, es decir las propiedades del elemento del terreno considerando su forma geométrica, material que lo compone. No debe emplearse detalles compuestos por materia vegetal no solo por su baja perdurabilidad sino que generalmente presentan problemas de definición en los elementos”.*
- *“Perdurabilidad: persistencia del detalle sin modificaciones geométricas en el intervalo de tiempo entre la captura de las imágenes que componen el relevamiento y la campaña de relevamiento de puntos de anclaje y control”.*
- *“Ausencia de patrones circundantes: es preferible no emplear elementos que se encuentre dentro de una estructura de patrones”.*
- *“Contraste de la región de interés: se recomienda el empleo de elementos claros sobre fondos oscuros o cuerpos oscuros sobre fondos blancos”.*
- *“Obstrucciones directas e indirectas (sombra): las obstrucciones directas son generadas por elementos interpuestos que no permiten la visualización de un detalle desde cada uno de los puntos de toma y las obstrucciones indirectas son las sombras de elementos que no permiten reconocer un detalle”.*
- *“Variación perspectiva del detalle: está ligada al proceso de captura de fotografías de proyección central desde diferentes puntos de toma. Los detalles deben encontrarse en superficies planas sobre pendientes suaves”.*
- *“Restricciones del método de medición GNSS diferencial: en lo posible no deben de emplearse detalles donde se presente reflejo de señal o multipath, alejándose lo más posible de superficies metálicas y masas de agua”.*

- *“Accesibilidad al sector: se debe considerar no solo los factores relacionados a las restricciones geométricas y físicas de los elementos del terreno sino también las características relacionadas con los factores humanos y la disponibilidad de medios de transporte para acceder a un área de interés sin perder de vista las condiciones de seguridad de trabajo de los operadores”.*

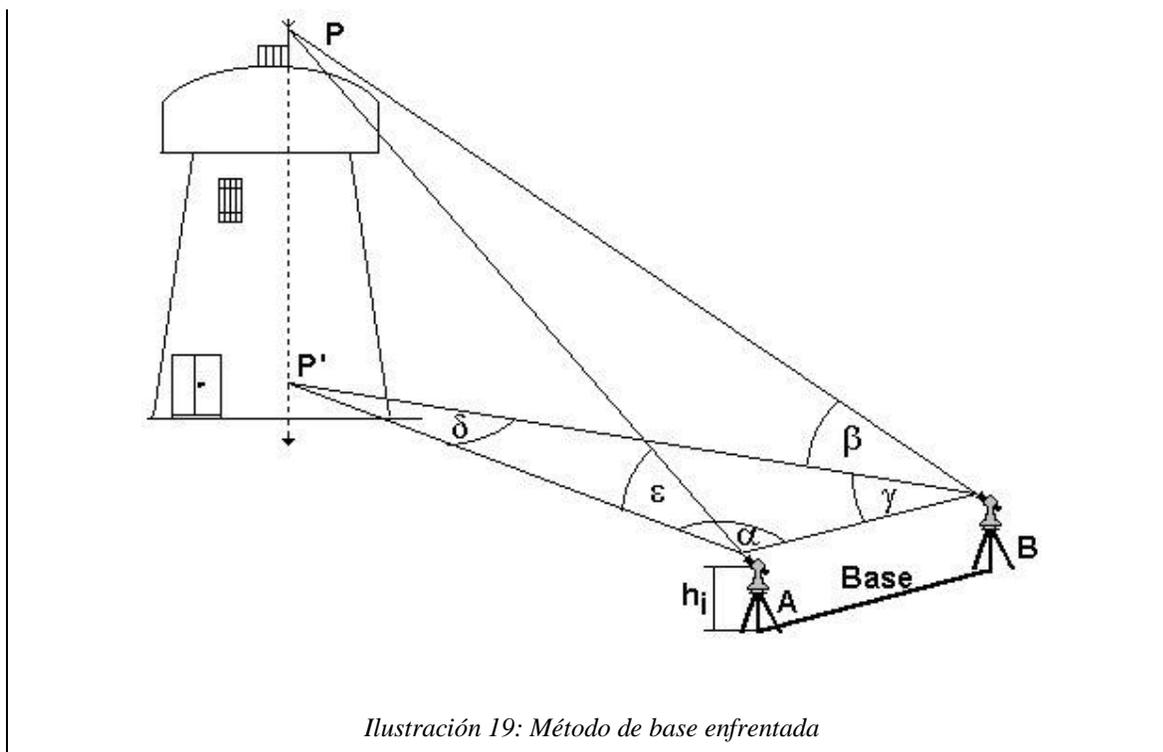
En el anexo se encuentran las monografías de los PAF, donde se pueden visualizar las imágenes de cada uno.

### 2.3 DETERMINACIÓN DE ALTURAS INACCESIBLES CON ESTACIÓN TOTAL

A veces es necesario determinar la elevación de algún punto que es inaccesible. Esta tarea puede lograrse estableciendo una línea base tal que el punto inaccesible sea visible desde ambos extremos. En nuestro caso, buscamos obtener la elevación de los obstáculos que se encuentran cercanos a la pista principal de la Base, los cuales fueron árboles y antenas. Para esto utilizamos el método de base enfrentada.

Se establece la línea base AB (ver ilustración 19) y se mide su longitud. Estacionados en el extremo A de dicha base se toma la dirección horizontal al otro extremo. Luego bisectamos el punto P tomando el ángulo vertical  $\epsilon$ , y su dirección horizontal, para que junto con la dirección hacia B se pueda obtener el ángulo  $\alpha$ . Después, estacionados en B se toma la dirección horizontal hacia A, y bisectando a P, también su dirección horizontal (para que junto a la dirección hacia A obtengamos el ángulo  $\gamma$ ) y el ángulo vertical  $\beta$ .

Finalizadas las mediciones se procede a calcular las distancias horizontales AP' y BP' por el teorema del seno utilizando los ángulos antes medidos. Teniendo bien definido el triángulo ABP' con sus ángulos internos ( $\alpha$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ , este último calculado por diferencia) y las longitudes de los lados, utilizando los ángulos verticales ( $\epsilon$ ,  $\beta$ ), y siendo conocida la cota de los extremos de la base (A y B) y la altura del instrumento, estamos en condiciones de calcular la cota del punto inaccesible desde un lado y desde el otro, quedando la cota definitiva del punto P el promedio de las calculadas desde ambos extremos.



Situados en el área de trabajo procedimos a elegir la alternativa más conveniente para la ubicación de los extremos (puntos de estación) de la línea base. Estos fueron ubicados cercanos a cada cabecera de pista con una separación de 80m., lo que nos permitió poder bisectar el mismo punto desde ambas estaciones y operar de forma continua sin que la actividad de la base interrumpiera nuestro trabajo. Si bien en la alternativa elegida prescindimos de una buena geometría para la determinación de la posición de los puntos más lejanos a la base, esta no influyó de forma considerable en la determinación de las alturas. De este modo, nos permitió determinar las cotas de los puntos dentro de las tolerancias requeridas y la posición planimétrica la pudimos establecer con el mosaico de ortofotos rápidas.



Ilustración 20: Se muestran los puntos de estación, para la ejecución del método base enfrentada.

El procedimiento de campo fue el mismo en las dos bases, por lo tanto para no ser reiterativos, decidimos explicar a continuación solo el relevamiento realizado desde la cabecera que se encuentra al NE de la pista.

Materializados los puntos de estación en el terreno, procedimos a estacionar el instrumento en el punto estación 1 (E1), creamos el trabajo y le cargamos coordenadas relativas Norte, Este y Z (10000; 1000; 100) y orientación (hacia la antena de Verónica). En este momento el equipo se encontraba posicionado en un sistema de referencia local. Para finalizar la configuración, le cargamos la altura del instrumento (1,292m) y del prisma (1,575m).

Luego, nos remontamos a tomar el punto estación 2 (E2), arrojando en la pantalla de la estación total sus coordenadas respecto a las cargadas en E1, la distancia horizontal entre ambas estaciones, y la dirección horizontal  $E1^{\wedge}E2$ . Posteriormente comenzamos a relevar los obstáculos (montes, antenas, etc.) ya designados en la planificación. Además, en el campo, relevamos nuevos obstáculos que creíamos convenientes, bisectando la parte más

alta de los mismos, teniendo así la dirección horizontal y ángulo vertical de cada uno de ellos.

A continuación, hicimos estación en el otro extremo de la base E2 y tomamos la dirección horizontal a E1, vinculándola en base a sus coordenadas locales previamente mencionadas. Relevamos los mismos obstáculos que en el primer punto estación (antenas, árboles, hangares, etc.) tomando también, como desde E1, sus direcciones horizontales y ángulos verticales de los mismos (ver ilustración 21). Para la bisección de los grupos de árboles, establecimos que se realice a la copa más alta de ese conjunto. Cada obstáculo que relevamos era visto por más de un operador para minimizar el margen de error en la puntería (qué parte de la antena o árbol se apuntaban en cada extremo de la base).

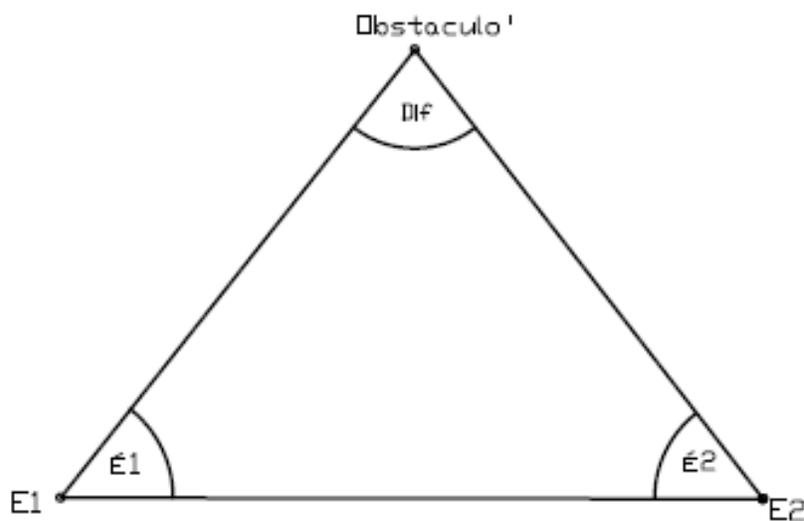


Ilustración 21

Una vez relevados todos los obstáculos y tomadas las direcciones  $E1^{\wedge}E2$  y  $E2^{\wedge}E1$  quedaron conformados los triángulos entre la base y cada uno de ellos (triángulo E1-E2-Obstáculo mostrado en la ilustración anterior), para luego en gabinete calcular las alturas de los obstáculos.

Por último cabe aclarar que además de los errores propios del método vamos a tener una indeterminación en función de la precisión de la estación total.

Sabiendo que la precisión de la estación es de 5'' en planimetría podemos estimar un error de:

$$E = 2,42310^{-5} 3 d$$

Siendo **d** la distancia del punto bisectado.

Entonces en distancias de 1.000,00m tenemos un error de 0,024m.

Esto demuestra que las precisiones de las estaciones utilizadas son más que aceptable para este tipo de trabajo.

## **2.4 NIVELACIÓN DE CONTROL**

La nivelación fue un complemento del relevamiento realizado con GPS, con el propósito de efectuar un control en lo que respecta a los resultados altimétricos obtenidos del GPS. Por falta de tiempo en la campaña, no logramos realizar el cierre, es decir que solo ejecutamos la nivelación de ida, obteniendo una corroboración entre los resultados obtenidos con la nivelación y el posicionamiento con GPS.

Cabe aclarar, que la cotas utilizadas como buenas, son las obtenidas con el GPS, ya que al aplicar el modelo del geoide a los datos relevados con el mismo y comparar estos resultados con las cotas de los puntos fijos IGN, se lograron resultados acorde a las precisiones requeridas por el trabajo.

Para este trabajo utilizamos dos instrumentos: un nivel óptico y un nivel digital. La diferencia entre estos se le atribuye sólo a los equipos, ya que la metodología de uso es prácticamente la misma.

El método de nivelación consiste en estacionar el instrumento equidistante a las miras, colocando, en principio, la mira en un punto de cota conocida. En ese momento se toman las lecturas atrás. Luego se coloca la mira en un punto de paso, registrando las lecturas adelante. Después se va avanzando con el instrumento y las miras con el mismo procedimiento hasta llegar al punto de cota conocida seleccionado previamente.

El nivel óptico utilizado fue un SOKKIA 32K, acompañado de una mira graduada al centímetro en la que además se puede estimar el mm. En ella se leyeron los tres hilos (superior, medio e inferior), para luego poder calcular los desniveles. En el equipo viene

incorporado un compensador automático, que luego de centrar la burbuja del nivel esférico mantiene la horizontal.

El nivel digital operado fue el SOKKIA SDL50. Este instrumento está diseñado para operar empleando su procesador digital de imágenes electrónicas. Es por ello, que utiliza una mira especial con código de barras. El equipo captura y procesa la imagen de las barras codificada exhibiendo la lectura en pantalla. Dicha lectura es al mm y se puede registrar manualmente o almacenar en la memoria.

Antes de comenzar la nivelación en la Base Aeronaval de Punta Indio procedimos a calcular el **error de nivel** de ambos equipos. Para ello colocamos el primer instrumento equidistante a dos miras, en una distancia de 40,00m y se efectuaron las lecturas atrás y adelante. Se halló el desnivel verdadero, ya que la equidistancia entre nivel y miras hizo que el error sistemático se compense, ya que incide con igual signo y magnitud a ambas lecturas. Luego trasladamos el instrumento a un extremo colocándolo a 10,00m de una mira y 50,00m de la otra, y calculamos nuevamente el desnivel. La diferencia entre los dos desniveles fue 0 (cero). El mismo procedimiento se realizó con el segundo equipo, también dando como resultado 0 (cero).

Realizado el cálculo del error de nivel procedimos a la nivelación propiamente dicha.

Debido a la escasez de tiempo, separamos el trabajo con nivel en dos comisiones:

- En la primera comisión trabajamos con nivel óptico partiendo desde una estaca ubicada al SW de la pista principal, la cual tenía cota dada por GPS. Las distancias entre mira y nivel fueron de 100,00m. Nos desplazamos por el eje de la pista principal, relevando también una estaca de las utilizadas en las bases enfrentadas y un punto fijo colocado a la mitad de la pista principal. El relevamiento finalizó en un punto fijo situado en el umbral de la pista al NE de la misma.

Los desniveles resultantes de este relevamiento fueron de ayuda para la obtención del perfil longitudinal de la pista.

- En la segunda comisión operamos el nivel digital. Partimos del punto fijo N°2 con una distancia entre equipo-mira de 50m y nos dirigimos hacia el punto BAPI. En el

medio, relevamos la misma estaca de madera de donde partió la primera comisión, para vincular las dos nivelaciones.



*Ilustración 22: Itinerario de la nivelación.*

## **CAPÍTULO III: PROCESAMIENTO DE DATOS**

### **INTRODUCCIÓN**

Este capítulo tiene como finalidad exponer cada uno de los resultados obtenidos de los relevamientos realizados con GPS, Estación Total y Nivel, respectivamente. También, describir los programas utilizados para realizar el procesamiento, como lo es el Topcon Tools y planillas de Excel.

### **3.1 PROCESAMIENTO DE DATOS RELEVADOS CON GPS**

Una vez finalizada la campaña, el primer paso que seguimos para comenzar con el procesamiento de los datos GPS fue la transferencia de los archivos de observación en formato propietario (.tps) a la computadora. Como hemos mencionado en el capítulo anterior, utilizamos equipos SOKKIA, los cuales almacenan la información de cada receptor en sus respectivas tarjetas de memoria.

Además de éstos, descargamos los correspondientes archivos RINEX de las estaciones permanentes de Dolores (DORE) y del Instituto Geográfico Nacional (IGM1) que permitieron procesar la base. Para ello, accedimos a la página del Instituto Geográfico Nacional, Red RAMSAC y desde allí descargamos los archivos RINEX correspondientes al 8 de Marzo, día en el que se realizó la campaña.

La información de las estaciones permanentes de Dolores e IGN es la siguiente:

<b>Código de identificación:</b>	DORE
<b>Código internacional:</b>	41567M001
<b>País:</b>	Argentina
<b>Provincia:</b>	Buenos Aires
<b>Ciudad / Localidad:</b>	Dolores
<b>Fecha de instalación:</b>	23 de octubre de 2012
<b>Foto:</b>	

*Ilustración 23: Información general de la estación de Dolores “DORE”*

<b>Latitud:</b>	-36° 18' 54.36259"
<b>Longitud:</b>	-57° 40' 51.58476"
<b>Altura elipsoidal:</b>	34.065 m
<b>Cota SRVN16:</b>	17.968 m

Ilustración 24: Coordenadas geodésicas en el marco POSGAR 2007 (época 2006.632). Estación DORE.

<b>Modelo:</b>	Leica AR10
<b>Código IGS:</b>	LEIAR10
<b>Número de serie:</b>	14245-065
<b>Fecha de instalación:</b>	23 de octubre de 2012
<b>Altura de antena:</b>	0.000 m (Referida a la base de la antena)

Ilustración 25: Antena activa de la estación DORE.

<b>Código de identificación:</b>	IGM1
<b>Código internacional:</b>	41505M003
<b>País:</b>	Argentina
<b>Provincia:</b>	Ciudad Autónoma de Buenos Aires
<b>Ciudad / Localidad:</b>	Ciudad Autónoma de Buenos Aires
<b>Fecha de instalación:</b>	17 de diciembre de 2003
<b>Foto:</b>	

Ilustración 26: Información general estación IGN "IGM1".

<b>Latitud:</b>	-34° 34' 20.07733"
<b>Longitud:</b>	-58° 26' 21.54958"
<b>Altura elipsoidal:</b>	50.694 m
<b>Cota SRVN16:</b>	34.591 m

Ilustración 27: Coordenadas Geodésicas en el marco POSGAR 2007(época 2006.632). Estación IGM1.

<b>Modelo:</b>	Ashtech Dorne Margolin con Domo
<b>Código IGS:</b>	ASH700936D_M+SNOW
<b>Número de serie:</b>	
<b>Fecha de instalación:</b>	17 de diciembre de 2003
<b>Altura de antena:</b>	0.000 m (Referida a la base de la antena)

Ilustración 28: Antena activa de la estación IGM1.

Una vez adquiridos todos los archivos, pudimos comenzar con el procesamiento. El software elegido para tal fin fue el Topcon Tools.

Cabe aclarar que si bien el método utilizado para realizar el relevamiento fue RTK, al momento de efectuar las observaciones no contábamos con las coordenadas precisas de la base (punto denominado BAPI), por lo tanto obtuvimos los resultados de forma precisa en post proceso luego de determinar estas coordenadas.

Para obtener las coordenadas precisas tanto de “BAPI” como la de los puntos en los que no se pudo realizar RTK por pérdida de la señal, dividimos el procesamiento en dos partes:

- En primer lugar, determinamos las coordenadas de “BAPI”. Punto en el cual el receptor GPS estuvo posicionado aproximadamente 8 horas (método estático) lo que nos permitió procesar esas observaciones con estaciones permanentes situadas entre 110km y 130km de distancia aproximada.
- En segundo lugar, obtuvimos las coordenadas de los puntos medidos en estático rápido (4 puntos), realizando el procesamiento de los “vectores cortos” formados entre “BAPI” y los puntos antes mencionados.

### **3.1.1 PROCESAMIENTO DE LA BASE “BAPI” CON SOFTWARE TOPCON TOOLS**

Conociendo las coordenadas de las estaciones permanentes DORE e IGM1, realizamos múltiples procesamientos utilizando las distintas combinaciones de líneas base entre “BAPI” y las estaciones permanentes, lo que nos permitió realizar un análisis de los resultados y así poder elegir el más conveniente.

Antes de comenzar a explicar los procesamientos, cabe mencionar que todos fueron realizados con el mismo software y de igual modalidad, variando únicamente la línea de base. En el primero de ellos explicaremos la metodología efectuada con el software, la cual se repite en los dos restantes.

- **Combinación 1: BAPI-IGM1**

En primer lugar creamos un nuevo trabajo, este proceso es de gran importancia ya que se realiza la configuración, determinando los siguientes factores:

- **Proyección Gauss Krüger Faja 6:** Utilizamos dicha proyección en función a la longitud del lugar ( $57^{\circ}17'36''$  aproximadamente) y la cartografía IGN.
- **Datum WGS 84:** Ya que es el Sistema de Referencia Geodésico Mundial en el cual nos indica la ANAC que debemos trabajar.
- **Geoide Ar-16:** Con la intención de poder determinar de forma precisa las cotas de los puntos de interés, decidimos utilizar el último geoide desarrollado por el IGN.
- **Ángulo de máscara  $15^{\circ}$ :** A fin de evitar los satélites bajos, atenuando la influencia de errores troposféricos y en menor medida la refracción ionosférica y el efecto multicamino. Vale destacar que el ángulo de máscara no debe ser inferior a  $10^{\circ}$ .
- **Intervalo de épocas 1 segundo:** Con el propósito de poder aprovechar la superabundancia de datos.

Ya con el trabajo creado, cargamos los archivos de observación (relevamiento de campo más estaciones permanentes). Este software nos permite visualizar los puntos en un mapa de vista.

Desde la ventana “vista de ocupación” pudimos ver cuánto tiempo estuvo trabajando cada receptor y por lo tanto eliminar los datos de las estaciones permanentes en los cuales nuestro receptor base no estuvo funcionando. De esta forma, obtuvimos como resultado períodos de observación de tiempos similares.

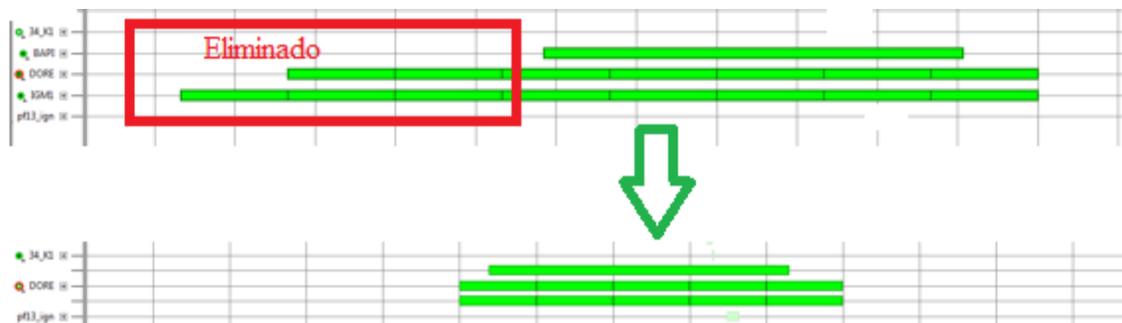


Ilustración 29: Captura del programa Topcon Tools, mostrando parte del procesamiento.

Luego, le cargamos a las estaciones permanentes sus coordenadas Norte, Este y cotas precisas. Además, ingresamos el tipo de antena de cada receptor, información que obtuvimos de la página oficial del IGN.

Al finalizar las configuraciones, procedimos a realizar el procesamiento. Para esto seleccionamos los puntos que se querían procesar, en este caso BAPI e IGM1 siendo el segundo el punto fijo conocido. Corrimos el proceso y una vez finalizado, realizamos un ajuste y por consiguiente, la entrega del reporte correspondiente.

- **Procesamiento base BAPI-IGM1**

Project Summary

Project name: BAPI FINAL.ttp

Surveyor: Grupo

Comment:

Linear unit: Meters

Projection: Argentina-POSGAR Zone6

Geoid: GEOIDE-Ar16

Adjustment Summary

Adjustment type: Plane + Height, Minimal constraint

Confidence level: 95 %

Number of adjusted points: 2

Number of plane control points: 1

Number of used GPS vectors: 5

A posteriori plane UWE: 0,2121768 , Bounds: ( 0,5220153 , 1,480287 )

Number of height control points: 1

A posteriori height UWE: 0,4453134 , Bounds: ( 0,3478505 , 1,668832 )

---

Bellusci, Juan Pablo N° alumno 62667/2

Magnarelli, Agustín N° alumno 61397/4

Medina, María José N° alumno 60822/5

Villaverde, Agustín Ignacio N° alumno 62744/7

Used GPS Observations

Name	dN (m)	dE (m)	dHt (m)	Horz RMS (m)	Vert RMS (m)
BAPI-IGM1	86421,036	-105050,744	21,343	0,026	0,049
BAPI-IGM1	86421,043	-105050,744	21,395	0,027	0,048
BAPI-IGM1	86421,045	-105050,749	21,345	0,028	0,047
BAPI-IGM1	86421,039	-105050,741	21,349	0,028	0,048
BAPI-IGM1	86421,034	-105050,747	21,360	0,023	0,051

GPS Observation Residuals

Name	dN (m)	dE (m)	dHt (m)	Horz RMS (m)	Vert RMS (m)
BAPI-IGM1	86421,036	-105050,744	21,343	0,026	0,049
BAPI-IGM1	86421,043	-105050,744	21,395	0,027	0,048
BAPI-IGM1	86421,045	-105050,749	21,345	0,028	0,047
BAPI-IGM1	86421,039	-105050,741	21,349	0,028	0,048
BAPI-IGM1	86421,034	-105050,747	21,360	0,023	0,051

Control Points

Name	Grid Northing (m)	Grid Easting (m)	Elevation (m)	Code
DORE	5981243,633	6438843,666	17,957	
IGM1	6173885,202	6367922,087	34,587	

Adjusted Points

Name	Grid Northing (m)	Grid Easting (m)	Elevation (m)
<b>BAPI</b>	6087464,163	6472972,831	13,871

- **Procesamiento base BAPI-DORE**

Project Summary

Project name: BAPI FINAL.ttp

Surveyor: Grupo

Comment:

Linear unit: Meters

Projection: Argentina-POSGAR Zone6

Geoid: GEOIDE-Ar16

Adjustment Summary

Adjustment type: Plane + Height, Minimal constraint

Confidence level: 95 %

Number of adjusted points: 2

Number of plane control points: 1

Number of used GPS vectors: 5

---

Bellusci, Juan Pablo N° alumno 62667/2

Magnarelli, Agustín N° alumno 61397/4

Medina, María José N° alumno 60822/5

Villaverde, Agustín Ignacio N° alumno 62744/7

A posteriori plane UWE: 0,3407299 , Bounds: ( 0,5220153 , 1,480287 )

Number of height control points: 1

Number of rejected GPS vectors by height: 2

A posteriori height UWE: 0,2640774 , Bounds: ( 0,1590597 , 1,920937 )

Used GPS Observations

Name	dN (m)	dE (m)	dHt (m)	Horz RMS (m)	Vert RMS (m)
BAPI-DORE	-106220,522	-34129,153	4,702	0,026	0,043
BAPI-DORE	-106220,530	-34129,158	4,677	0,027	0,043
BAPI-DORE	-106220,529	-34129,162	4,774	0,026	0,043
BAPI-DORE	-106220,527	-34129,162	4,797	0,025	0,044
BAPI-DORE	-106220,522	-34129,170	4,783	0,022	0,045

GPS Observation Residuals

Name	dN (m)	dE (m)	dHt (m)	Horz RMS (m)	Vert RMS (m)
BAPI-DORE	-106220,522	-34129,153	4,702	0,026	0,043
BAPI-DORE	-106220,530	-34129,158	4,677	0,027	0,043
BAPI-DORE	-106220,529	-34129,162	4,774	0,026	0,043
BAPI-DORE	-106220,527	-34129,162	4,797	0,025	0,044
BAPI-DORE	-106220,522	-34129,170	4,783	0,022	0,045

Control Points

Name	Grid Northing (m)	Grid Easting (m)	Elevation (m)	Code
DORE	5981243,633	6438843,666	17,957	
IGM1	6173885,202	6367922,087	34,587	

Adjusted Points

Name	Grid Northing (m)	Grid Easting (m)	Elevation (m)
<b>BAPI</b>	6087464,157	6472972,827	13,815

- **Procesamiento base BAPI-DORE-IGM1**

Project Summary

Project name: BAPI FINAL.ttp

Surveyor: Grupo

Comment:

Linear unit: Meters

Projection: Argentina-POSGAR Zone6

Geoid: GEOIDE-Ar16

Adjustment Summary

Bellusci, Juan Pablo N° alumno 62667/2

Magnarelli, Agustín N° alumno 61397/4

Medina, María José N° alumno 60822/5

Villaverde, Agustín Ignacio N° alumno 62744/7

Adjustment type: Plane + Height, Constraint  
 Confidence level: 95 %  
 Number of adjusted points: 3  
 Number of plane control points: 2  
 Number of used GPS vectors: 14  
 Number of rejected GPS vectors by plane: 4  
 A posteriori UWE: 0,4658375 , Bounds: ( 0,7345949 , 1,264765 )  
 Number of height control points: 2

Used GPS Observations

Name	dN (m)	dE (m)	dHt (m)	Horz RMS (m)	Vert RMS (m)
BAPI-DORE	-106220,521	-34129,153	4,702	0,026	0,043
BAPI-DORE	-106220,529	-34129,158	4,677	0,027	0,043
BAPI-DORE	-106220,529	-34129,162	4,774	0,026	0,043
BAPI-DORE	-106220,526	-34129,162	4,797	0,025	0,044
BAPI-DORE	-106220,521	-34129,169	4,782	0,022	0,045
BAPI-IGM1	86421,036	-105050,744	21,343	0,026	0,049
BAPI-IGM1	86421,043	-105050,744	21,395	0,027	0,048
BAPI-IGM1	86421,045	-105050,750	21,344	0,029	0,047
BAPI-IGM1	86421,039	-105050,742	21,349	0,028	0,048
BAPI-IGM1	86421,034	-105050,747	21,360	0,023	0,051
DORE-IGM1	192641,573	-70921,585	16,599	0,033	0,060
DORE-IGM1	192641,564	-70921,583	16,572	0,032	0,060
DORE-IGM1	192641,573	-70921,589	16,579	0,035	0,059
DORE-IGM1	192641,562	-70921,587	16,635	0,035	0,058

GPS Observation Residuals

Name	dN (m)	dE (m)	dHt (m)	Horz RMS (m)	Vert RMS (m)
BAPI-DORE	-106220,521	-34129,153	4,702	0,026	0,043
BAPI-DORE	-106220,529	-34129,158	4,677	0,027	0,043
BAPI-DORE	-106220,529	-34129,162	4,774	0,026	0,043
BAPI-DORE	-106220,526	-34129,162	4,797	0,025	0,044
BAPI-DORE	-106220,521	-34129,169	4,782	0,022	0,045
BAPI-IGM1	86421,036	-105050,744	21,343	0,026	0,049
BAPI-IGM1	86421,043	-105050,744	21,395	0,027	0,048
BAPI-IGM1	86421,045	-105050,750	21,344	0,029	0,047
BAPI-IGM1	86421,039	-105050,742	21,349	0,028	0,048
BAPI-IGM1	86421,034	-105050,747	21,360	0,023	0,051
DORE-IGM1	192641,573	-70921,585	16,599	0,033	0,060

DORE-IGM1	192641,564	-70921,583	16,572	0,032	0,060
DORE-IGM1	192641,573	-70921,589	16,579	0,035	0,059
DORE-IGM1	192641,562	-70921,587	16,635	0,035	0,058

Control Points

Name	Grid Northing (m)	Grid Easting (m)	Elevation (m)	Code
DORE	5981243,633	6438843,666	17,957	
IGM1	6173885,202	6367922,087	34,587	

Adjusted Points

Name	Grid Northing (m)	Grid Easting (m)	Elevation (m)
<b>BAPI</b>	6087464,160	6472972,830	13,861

Resumen de las coordenadas de “BAPI” obtenidas a través de los distintos procesamientos antes demostrados:

PROCESAMIENTO	COORDENADAS BAPI		
	NORTE	ESTE	COTA
BAPI-IGN	6087464,163	6472972,831	13,871
BAPI-DORE	6087464,157	6472972,827	13,815
BAPI-DORE-IGN	6087464,160	6472972,830	13,861

Haciendo un análisis de este cuadro, podemos ver que los tres procesamientos arrojaron resultados válidos y confiables, las diferencias en las coordenadas planas varían de 0.001m a 0.006m mientras que la cota varia de 0.046m a 0.056m. Estas variaciones son más que aceptables para la longitud de los vectores y la precisión requerida para el relevamiento.

Siendo los tres resultados válidos, continuamos el análisis para definir las coordenadas finales de BAPI. Para esto, realizamos un análisis de los RMS otorgados en los reportes de cada procesamiento y una comparación entre las cotas de los puntos fijos obtenidas con GPS y las cotas suministradas por la página del IGN.

En lo que respecta a los RMS (error medio cuadrático), no podemos descartar ningún procesamiento, ya que todos se encuentran dentro de las tolerancias establecidas y los valores arrojados son muy similares entre ellos.

Por otro lado, las cotas de los tres puntos fijos fueron volcadas en la planilla que se muestra a continuación y analizadas sus diferencias.

P.F.	COTA IGN	COTAS PROCESAMIENTO			DIFERENCIAS CON P.F.		
		Contra IGM1	Contra DORE	Contra IGM1-DORE	IGM1	DORE	IGM1-DORE
2n(VII)j	11,976	11,945	11,889	11,935	-0,031	-0,087	-0,041
12n(VII)f	16,255	16,250	16,195	16,241	-0,005	-0,060	-0,014
13n(VII)f	13,313	13,358	13,303	13,349	0,045	-0,010	0,036

Como podemos ver en los tres casos, las cotas obtenidas con GPS son similares a las arrojadas por el IGM en su página oficial. A su vez, podemos observar que el procesamiento realizado con IGM1 en los puntos que se encuentran dentro y próximo a la zona de trabajo (PF2 y PF12), arrojan diferencias muy pequeñas comparadas con las cotas de los puntos fijos.

Luego de este análisis, concluimos que cualquiera de los tres procesamientos podría ser elegido. En este caso, optamos por el procesamiento realizado con la estación permanente IGM1.

Vale agregar que reforzamos nuestra elección sobre la utilización de los datos obtenidos en base a IGM1, debido al seguimiento de las estaciones permanentes durante la elaboración del informe, encontrándonos en reiteradas oportunidades que la estación DORE se encontraba en estado OFFLINE.

DORE	dore113i.18d.Z	23/04/2018 08:00:00	01	OFFLINE
IGM1	igm1113k.18d.Z	23/04/2018 10:00:00	01	ONLINE

ONLINE |  OFFLINE

El estado **ONLINE** indica que la estación está registrando datos y se puede acceder a ellos.

El estado **OFFLINE** indica que la estación puede o no estar registrando datos pero se ha perdido la conexión momentaneamente para poder acceder a la misma.

Ilustración 30: Estado de las estaciones permanentes, obtenido del sitio web del IGN.

### 3.1.2 PROCESAMIENTO DE PUNTOS RELEVADOS EN ESTÁTICO

Una vez obtenidas las coordenadas precisas de la base “BAPI”, procesamos los puntos que medimos en **estático rápido**. Como mencionamos en la metodología utilizada, sólo

medimos 4 puntos con esta modalidad, de los cuales 3 fueron también medidos con RTK y sólo el PFN°13 fue medido con un estático de 20 minutos.

El procesamiento fue similar al realizado para obtener las coordenadas de “BAPI”, con la salvedad que en este caso no usamos estaciones permanentes sino que al haber obtenido las coordenadas precisas de la base BAPI procesamos vectores “cortos” entre dicha base y los cuatro puntos relevados.

A continuación mostramos el reporte obtenido luego de haber corrido el procesamiento.

#### Project Summary

Project name: BAPI FINAL.ttp

Surveyor: Grupo

Comment:

Linear unit: Meters

Projection: Argentina-POSGAR Zone6

Geoid: GEOIDE-Ar16

#### Adjustment Summary

Adjustment type: Plane + Height, Minimal constraint

Confidence level: 95 %

Number of adjusted points: 5

Number of plane control points: 1

Number of used GPS vectors: 4

A posteriori plane UWE: 1 , Bounds: ( 1 , 1 )

Number of height control points: 1

A posteriori height UWE: 1 , Bounds: ( 1 , 1 )

#### Used GPS Observations

Name	dN (m)	dE (m)	dHt (m)	Horz RMS (m)	Vert RMS (m)
18-BAPI	-728,922	-714,062	-1,162	0,001	0,002
31-BAPI	-1457,548	-1546,367	1,004	0,001	0,002
34-BAPI	3034,777	3552,297	-2,391	0,005	0,011
BAPI-pf13_ign	-7398,713	-1081,393	-0,562	0,004	0,009

#### GPS Observation Residuals

Name	dN (m)	dE (m)	dHt (m)	Horz RMS (m)	Vert RMS (m)
18-BAPI	-728,922	-714,062	-1,162	0,001	0,002
31-BAPI	-1457,548	-1546,367	1,004	0,001	0,002
34-BAPI	3034,777	3552,297	-2,391	0,005	0,011

BAPI-pf13\_ign -7398,713 -1081,393 -0,562 0,004 0,009

Control Points

Name	Grid Northing (m)	Grid Easting (m)	Elevation (m)	Code
BAPI	6087464,163	6472972,831	13,871	
DORE	5981243,633	6438843,666	17,957	
IGM1	6173885,202	6367922,087	34,587	

Adjusted Points

Name	Grid Northing (m)	Grid Easting (m)	Elevation (m)
<b>18</b>	6088193,085	6473686,893	15,035
<b>31</b>	6088921,711	6474519,198	12,871
<b>34</b>	6084429,387	6469420,534	16,250
<b>pf13_ign</b>	6080065,450	6471891,438	13,358

Coordenadas obtenidas del procesamiento:

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIP.
18	6088193,09	6473686,89	15,035	ce_2
31	6088921,71	6474519,2	12,871	BAPI2
34	6084429,39	6469420,53	16,25	pf_Verónica
pf13_ign	6080065,45	6471891,44	13,358	pf_13

### 3.1.3 PROCESAMIENTO DE LOS PUNTOS RELEVADOS CON RTK

Al momento de realizar el relevamiento no contábamos con las coordenadas de la base (BAPI), es por ello que los resultados lo obtuvimos de forma precisa en post proceso. Para esto las coordenadas adquiridas en tiempo real fueron corregidas en función a las de la base. Esto quiere decir que los vectores obtenidos entre BAPI y los puntos relevados eran correctos pero debían ser trasladados respecto de la posición que ocupa la base.

Lista de coordenadas obtenidas en tiempo real:

DATOS OBTENIDOS EN TIEMPO REAL				
PUNTOS	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIP.
BAPI	6.472.971.952	6.087.464.360	10.021	
1	6.472.971.109	6.087.465.352	10.037	PVD
2	6.472.944.700	6.087.493.765	9.987	VI
3	6.472.887.208	6.087.467.684	10.076	EM1
4	6.472.941.614	6.087.409.177	9.771	EM2
5	6.472.995.798	6.087.491.556	10.094	V5_3
6	6.472.984.461	6.087.503.804	10.237	V5_2
7	6.472.973.160	6.087.515.882	10.082	V5_1
8	6.473.188.134	6.087.714.316	10.690	V3_1
9	6.473.197.277	6.087.704.348	10.901	V3_2
10	6.473.206.359	6.087.694.423	10.693	V3_3
11	6.473.410.608	6.087.914.626	11.298	V1_1
12	6.473.415.219	6.087.909.788	11.381	V1_2
13	6.473.419.735	6.087.904.962	11.298	V1_3
14	6.473.346.898	6.088.354.129	11.353	hang
15	6.473.322.027	6.088.335.546	11.447	v_hang
16	6.473.325.198	6.088.334.296	11.377	v_hang
17	6.473.699.763	6.088.178.212	11.522	ce_2
18	6.473.686.015	6.088.193.283	11.189	ce_1
19	6.473.686.607	6.088.192.680	11.209	ce_1b
20	6.473.712.664	6.088.163.667	11.261	ce_3
21	6.474.020.713	6.088.489.983	10.819	r1_1
22	6.474.025.255	6.088.485.164	10.890	r1_2
23	6.474.029.884	6.088.480.266	10.841	r1_3
24	6.474.256.104	6.088.721.138	10.122	r3_1
25	6.474.265.307	6.088.711.284	10.296	r3_2
26	6.474.274.617	6.088.701.540	10.129	r3_3
27	6.474.467.059	6.088.923.762	9.152	r5_1
28	6.474.478.337	6.088.911.741	9.293	r5_2
29	6.474.489.622	6.088.899.809	9.145	r5_3
30	6.474.504.553	6.088.936.417	9.188	e_r
31	6.474.518.320	6.088.921.909	9.026	bapi2
32	6.474.444.475	6.088.822.401	9.196	em3

33	6.472.958.308	6.087.479.076	10.165	e_v
34	6.469.419.652	6.084.429.583	12.396	pf_Verónica
35	6.471.871.979	6.084.907.580	9.924	s2_c
36	6.471.860.342	6.084.919.014	10.415	s2_d
37	6.470.994.451	6.085.258.491	11.771	sur_c
38	6.470.170.492	6.086.664.602	12.177	oe_c
39	6.469.330.096	6.086.210.517	12.212	w_c2
40	6.472.970.927	6.090.179.208	8.986	oe_ct
41	6.472.811.674	6.090.113.712	8.095	pf_ign
42	6.477.362.125	6.088.925.506	7.424	se_j4
43	6.478.583.514	6.089.579.832	7.510	se_j5
44	6.477.846.500	6.091.086.920	4.413	ne_j3
45	6.477.852.603	6.091.081.909	3.880	ne_j4
46	6.474.283.915	6.089.048.417	9.307	ne_j5
47	6.474.280.074	6.089.030.448	9.462	ne_j6
48	6.472.617.604	6.088.106.292	10.871	ala

Listado final de coordenadas luego de procesar en gabinete:

G.K. F.6 POSGAR 2007 COTA REF. AL GEOIDE AR16				
PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCIÓN
BAPI	6087464,163	6472972,831	13,871	
1	6087465,155	6472971,988	13,887	PVD
2	6087493,568	6472945,579	13,837	VI
3	6087467,487	6472888,087	13,926	EM1
4	6087408,98	6472942,493	13,621	EM2
5	6087491,359	6472996,677	13,944	V5_3
6	6087503,607	6472985,34	14,087	V5_2
7	6087515,685	6472974,039	13,932	V5_1
8	6087714,119	6473189,013	14,54	V3_1
9	6087704,151	6473198,156	14,751	V3_2
10	6087694,226	6473207,238	14,543	V3_3
11	6087914,429	6473411,487	15,148	V1_1
12	6087909,591	6473416,098	15,231	V1_2
13	6087904,765	6473420,614	15,148	V1_3
14	6088353,932	6473347,777	15,203	hang
15	6088335,349	6473322,906	15,297	v_hang

16	6088334,099	6473326,077	15,227	v_hang
17	6088178,015	6473700,642	15,372	ce_2
18	6088193,086	6473686,894	15,039	ce_1
19	6088192,483	6473687,486	15,059	ce_1b
20	6088163,47	6473713,543	15,111	ce_3
21	6088489,786	6474021,592	14,669	r1_1
22	6088484,967	6474026,134	14,74	r1_2
23	6088480,069	6474030,763	14,691	r1_3
24	6088720,941	6474256,983	13,972	r3_1
25	6088711,087	6474266,186	14,146	r3_2
26	6088701,343	6474275,496	13,979	r3_3
27	6088923,565	6474467,938	13,002	r5_1
28	6088911,544	6474479,216	13,143	r5_2
29	6088899,612	6474490,501	12,995	r5_3
30	6088936,22	6474505,432	13,038	e_r
31	6088921,712	6474519,199	12,876	bapi2
32	6088822,204	6474445,354	13,046	em3
33	6087478,879	6472959,187	14,015	e_v
34	6084429,386	6469420,531	16,246	pf_veronica
35	6084907,383	6471872,858	13,774	s2_c
36	6084918,817	6471861,221	14,265	s2_d
37	6085258,294	6470995,33	15,621	sur_c
38	6086664,405	6470171,371	16,027	oe_c
39	6086210,32	6469330,975	16,062	w_c2
40	6090179,011	6472971,806	12,836	oe_ct
41	6090113,515	6472812,553	11,945	pf_ign
42	6088925,309	6477363,004	11,274	se_j4
43	6089579,635	6478584,393	11,36	se_j5
44	6091086,723	6477847,379	8,263	ne_j3
45	6091081,712	6477853,482	7,73	ne_j4
46	6089048,22	6474284,794	13,157	ne_j5
47	6089030,251	6474280,953	13,312	ne_j6
48	6088106,095	6472618,483	14,721	ala

### 3.2 PROCESAMIENTO DE DATOS RELEVADOS CON ESTACIÓN TOTAL

El procesamiento de los datos obtenidos con estación total consistió, en primera medida, en realizar una transcripción de los archivos de campaña a una planilla Excel, la cual se confeccionó con los siguientes campos: estación, punto visado, ángulo horizontal y ángulo vertical. Como se mencionó en la “metodología utilizada”, se relevaron obstáculos inaccesibles con el método de bases enfrentadas.

A continuación expondremos las imágenes y los datos relevados desde ambas bases, una realizada desde la cabecera que da a Verónica y la segunda desde la cabecera que da hacia el Río de La Plata.



*Ilustración 31: Puntos relevados con estación total desde la cabecera que da hacia Verónica.*

RELEVAMIENTO-CABECERA VERÓNICA							
Estación	P.V.	$\alpha$ horizontal	$\alpha$ vertical	Estación	P.V.	$\alpha$ horizontal	$\alpha$ vertical
B.Vero1 (EM1)	B.Vero2	106°43'35"		B. Vero2 (EM2)	B.Vero1	286°43'35"	89°38'24"
	Ar7	193°27'29"	88°22'11"		Ar7	200°50'49"	88°21'43"
	Ar6	201°40'57"	87°35'50"		Ar6	211°16'40"	87°38'51"
	Ar6A	206°19'15"	87°19'03"		Ar6A	215°59'30"	87°29'01"
	Ar6B	209°35'10"	86°25'41"		Ar6B	220°05'05"	86°35'13"
	Ar4	221°20'15"	85°41'14"		Ar4	230°24'25"	86°02'40"
	Avr	245°10'47"	87°24'10"		Avr	255°11'12"	87°58'53"
	Ar3	246°36'12"	86°51'21"		Ar3	253°43'50"	86°54'05"
	Ar2	262°36'01"	85°51'04"		Ar2	266°38'20"	86°27'58"
	A2	270°42'07"	85°34'39"		A2	273°41'17"	86°20'56"
	A1	279°50'27"	85°25'37"		A1	281°10'31"	86°16'05"
	Ar1	283°07'40"	86°18'42"		Ar1	283°40'50"	86°55'33"
	A3	297°58'09"	87°11'39"		A3	297°03'45"	87°24'23"
	A4	304°42'27"	84°24'25"		A4	301°21'36"	85°23'34"
	A5	324°26'05"	86°14'10"		A5	318°34'27"	86°43'30"
	A6	325°52'35"	86°43'36"		A6	322°44'57"	86°56'50"
	A7	330°09'18"	86°31'22"		A7	323°57'30"	86°55'26"
	Hang1	353°15'29"	88°46'12"		Hang1	348°00'21"	88°48'48"
	Hang2	356°49'07"	88°57'48"		Hang2	352°10'10"	88°59'02"
	Tant	359°59'45"	87°58'35"		Tant	355°27'27"	88°01'02"
Test	359°59'48"	88°19'25"	Test	355°27'27"	88°21'16"		
ArP	31°19'19"	89°02'09"	ArP	22°38'05"	89°00'00"		
Ar9	145°39'03"	87°25'57"	Ar9	149°44'14"	87°12'35"		
Ar8	159°06'43"	87°18'48"	Ar8	164°18'38"	87°07'05"		
Ar10	127°02'38"	88°15'48"	Ar10	128°21'19"	87°46'58"		



Ilustración 32: Puntos relevados con estación total desde la cabecera que da hacia el río de La Plata.

RELEVAMIENTO-CABECERA RÍO							
Estación	P.V.	$\alpha$ horizontal	$\alpha$ vertical	Estación	P.V.	$\alpha$ horizontal	$\alpha$ vertical
B. Río 1 (EM4)	E2	90°03'0,42"		B. Río 2 (EM3)	E1	270°04'40"	
	A22	296°33'40"	87°46'10"		A22	294°06'05"	87°58'15"
	A23	305°59'35"	87°44'10"		A23	302°55'30"	87°55'00"
	A24	320°31'05"	88°10'40"		A24	316°34'10"	88°17'50"
	A24 <sub>2</sub>	340°57'00"	88°41'20"		A24 <sub>2</sub>	337°30'00"	88°43'25"
	A26	354°44'20"	88°22'40"		A26	340°38'05"	88°29'20"
	A28	02°57'45"	88°35'35"		A28	358°29'00"	88°35'45"
	A29	07°30'10"	88°26'15"		A29	03°01'55"	88°26'35"
	A30	19°37'25"	89°00'00"		A30	07°09'15"	88°58'35"
	Ant.13	143°18'25"	86°48'10"		Ant.13	157°20'25"	86°20'00"
	A46	160°24'35"	89°16'45"		A46	162°41'50"	89°15'25"
	A45	162°53'50"	89°21'35"		A45	164°33'45"	89°20'30"
	A44	167°35'40"	89°11'00"		A44	169°20'20"	89°10'10"
	Ant. Est. Ver	180°00'00"	89°25'25"		Ant. Est. Ver	180°40'55"	89°24'55"
A42	183°38'50"	89°12'55"	A42	185°27'55"	89°12'30"		
Ant. Torre	193°16'15"	88°21'10"	Ant. Torre	197°06'45"	88°23'00"		
Hangar V.	194°58'05"	89°10'10"	Hangar V.	198°46'00"	89°11'15"		

Ant. 7	204°04'05"	88°15'45"		Ant. 7	206°40'00"	88°20'10"
A41	197°35'05"	88°50'55"		A41	200°34'20"	88°52'10"
Manga	213°03'55"	87°16'40"		Ant14	217°58'45"	87°49'20"
Ant. 14	214°46'45"	87°43'50"		A34	29°55'20"	86°05'50"

El objetivo de este procesamiento fue obtener las coordenadas y cotas de todos los puntos relevados. Para esto se confeccionaron dos tipos de planillas Excel, la primera se utilizó para calcular las cotas de los puntos, mientras que la segunda para el cálculo de las respectivas coordenadas planas.

Como se explicó en el capítulo anterior, para calcular la cota de los obstáculos bisectados, realizamos la deducción de los ángulos internos de los triángulos horizontales conformados entre las dos estaciones y los puntos visados (triángulo E1, E2 y Obstáculo), luego, determinamos las distancias entre cada base y los obstáculos (E1-Obs, E2-Obs) mediante cálculos trigonométricos.

Determinada la distancia y contando con el ángulo vertical deducido, pudimos calcular la altura del “triángulo vertical” (E1-Obs-Obs’). Con ésta, más la altura del instrumento y la cota del punto estación obtuvimos las cotas de los obstáculos.

$$\text{COTA PV} = \text{COTA E1} + \text{Hi} + \text{Ht}$$

Dónde: E1 es el punto estación; Hi altura del instrumento; y Ht es la altura del triángulo vertical.

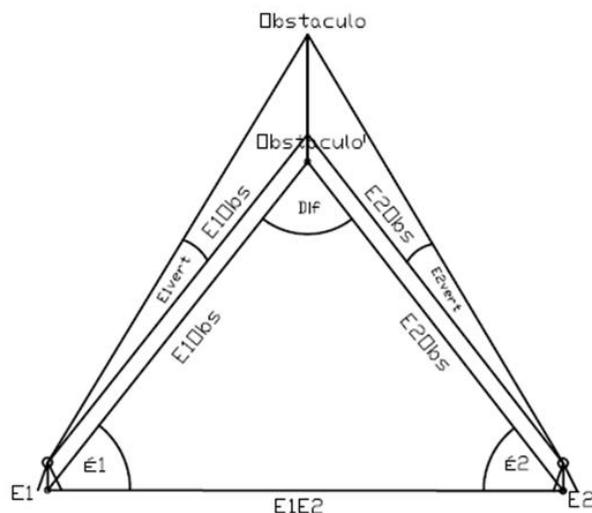


Ilustración 33: Gráfico ilustrativo del método empleado.

Cabe aclarar que las dos estaciones totales utilizadas eran cenitales, por esta razón el ángulo vertical (ángulo de elevación) lo determinamos de la siguiente manera:

$$\beta = 90^\circ - \alpha$$

Donde:  $\beta$  es el ángulo de elevación y  $\alpha$  es la lectura del círculo vertical.

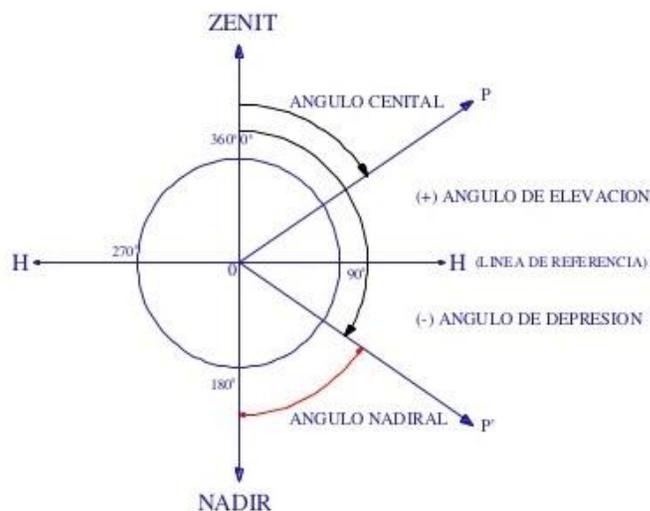


Ilustración 34: Limbo vertical, para el cálculo de los ángulos de elevación.

Además, recordamos que las cotas de los puntos de estación fueron determinadas con GPS, como explicamos en la sección metodología: “levantamiento planialtimétrico con equipo GPS”.

En las planillas expuestas a continuación podemos observar los pasos realizados para obtener la cota:

Relevamiento y Confección de Plano de Obstáculos de la Pista Principal de la Base Aeronaval Punta Indio

CABECERA RÍO												
Triángulo	Ángulos Internos		Dist.E1-PV	Dist.E2-PV	Angulo V1	Angulo V2	Altura PV1	Altura PV2	Cota		Cota Prom.	Obstáculos
	E1	E2					HI=1,292	HI=1,360	E1=12,996	E2=13,046		
E1-E2-A22	153°30'50,22"	24°01'25"	788,40	863,66	87°46'10"	87°58'15"	32,00	31,96	45,00	45,01	45,00	A22
E1-E2-A23	144°04'55,22"	32°50'50"	842,45	911,14	87°44'10"	87°55'00"	34,60	34,50	47,59	47,55	47,57	A23
E1-E2-A24	129°33'25,22"	46°29'30"	875,72	930,92	88°10'40"	88°17'50"	29,15	29,03	42,15	42,08	42,11	A24
E1-E2-A24 <sub>2</sub>	109°07'30,22"	67°25'20"	1275,66	1305,29	88°41'20"	88°43'25"	30,49	30,44	43,48	43,49	43,49	A24 <sub>2</sub>
E1-E2-A26	95°20'10,22"	70°33'25"	321,90	339,89	88°22'40"	88°29'20"	10,41	10,33	23,40	23,37	23,39	A26
E1-E2-A28	87°06'45,22"	88°24'20"	1064,33	1063,39	88°35'35"	88°35'45"	27,43	27,43	40,43	40,47	40,45	A28
E1-E2-A29	82°34'20,22"	92°57'15"	1065,30	1057,77	88°26'15"	88°26'35"	30,35	30,11	43,35	43,16	43,25	A29
E1-E2-A30	70°27'05,22"	97°04'35"	382,33	363,05	89°00'00"	88°58'35"	7,97	7,85	20,96	20,89	20,93	A30
E1-E2-Ant.13	53°13'54,78"	112°44'15"	316,52	274,92	86°48'10"	86°20'00"	18,97	18,98	31,97	32,02	32,00	Ant.13
E1-E2-A46	70°20'04,78"	107°22'50"	1991,75	1965,32	89°16'45"	89°15'25"	26,35	26,85	39,35	39,90	39,62	A46
E1-E2-A45	72°49'19,78"	105°30'55"	2763,27	2739,85	89°21'35"	89°20'30"	32,17	32,84	45,17	45,89	45,53	A45
E1-E2-A44	77°31'09,78"	100°44'20"	2689,52	2672,77	89°11'00"	89°10'10"	39,63	40,11	52,63	53,15	52,89	A44
E1-E2-Ant. Est. Ver	89°55'29,78"	89°23'45"	7018,30	7018,69	89°25'25"	89°24'55"	71,90	72,99	84,89	86,04	85,47	Ant. Est. Ver
E1-E2-A42	93°34'19,78"	84°36'45"	2614,89	2621,39	89°12'55"	89°12'30"	37,11	37,58	50,10	50,63	50,37	A42
E1-E2-Ant. Torre	103°11'44,78"	72°57'55"	1188,20	1209,91	88°21'10"	88°23'00"	35,46	35,51	48,46	48,55	48,51	Ant. Torre
E1-E2-Hangar V.	104°53'34,78"	71°18'40"	1190,53	1214,58	89°10'10"	89°11'15"	18,55	18,58	31,55	31,63	31,59	Angar Verde
E1-E2-Ant. 7	113°59'34,78"	63°24'40"	1642,77	1678,33	88°15'45"	88°20'10"	51,12	50,11	64,12	63,16	63,64	Ant. 7
E1-E2-A41	107°30'34,78"	69°30'20"	1496,75	1523,85	88°50'55"	88°52'10"	31,37	31,43	44,37	44,48	44,42	A41
E1-E2-Manga	122°59'24,78"		143,24		87°16'40"						12,60	Manga
E1-E2-Ant. 14	124°42'14,78"	52°05'55"	1177,12	1226,40	87°43'50"	87°49'20"	47,94	48,00	60,94	61,04	60,99	Ant. 14

Bellusci, Juan Pablo N° alumno 62667/2  
 Magnarelli, Agustín N° alumno 61397/4  
 Medina, María José N° alumno 60822/5  
 Villaverde, Agustín Ignacio N° alumno 62744/7

Relevamiento y Confección de Plano de Obstáculos de la Pista Principal de la Base Aeronaval Punta Indio

CABECERA VERÓNICA												
Triangulo	Ángulos internos		Dist.E1-PV	Dist.E2-PV	Angulo V1	Angulo V2	Altura PV1	Altura PV2	Cota		Cota Prom.	PV
	E1	E2					HI=1,313	HI=1,404	E1=13,926	E2=13,621		
B.Vero1-B.Vero2-Ar7	86°43'54"	85°52'46"	619,95	620,54	88°22'11"	88°21'43"	18,96	19,15	32,88	32,77	32,83	Ar7
B.Vero1-B.Vero2-Ar6	94°57'22"	75°26'55"	464,16	477,75	87°35'50"	87°38'51"	20,79	21,03	34,72	34,65	34,68	Ar6
B.Vero1-B.Vero2-Ar6A	99°35'40"	70°44'05"	449,19	469,18	87°19'03"	87°29'01"	22,36	22,02	36,28	35,64	35,96	Ar6A
B.Vero1-B.Vero2-Ar6B	102°51'35"	66°38'30"	402,73	427,68	86°25'41"	86°35'13"	26,45	26,91	40,38	40,53	40,46	Ar6B
B.Vero1-B.Vero2-Ar4	114°36'40"	56°19'10"	421,97	461,03	85°41'14"	86°02'40"	33,14	33,28	47,06	46,90	46,98	Ar4
B.Vero1-B.Vero2-Avr	138°27'12"	31°32'23"	240,62	305,09	87°24'10"	87°58'53"	12,23	12,16	26,15	25,78	25,97	Avr
B.Vero1-B.Vero2-Ar3	139°52'37"	32°59'45"	350,84	415,17	86°51'21"	86°54'05"	20,59	23,88	34,51	37,50	36,01	Ar3
B.Vero1-B.Vero2-Ar2	155°52'26"	20°05'15"	389,81	463,91	85°51'04"	86°27'58"	29,59	30,05	43,52	43,67	43,59	Ar2
B.Vero1-B.Vero2-A2	163°58'32"	13°02'18"	346,17	423,57	85°34'39"	86°20'56"	28,09	28,43	42,01	42,05	42,03	A2
B.Vero1-B.Vero2-A1	173°06'52"	05°33'04"	332,02	411,49	85°25'37"	86°16'05"	27,87	28,24	41,80	41,87	41,83	A1
B.Vero1-B.Vero2-Ar1	176°24'05"	03°02'45"	440,24	520,04	86°18'42"	86°55'33"	29,69	29,33	43,62	42,95	43,29	Ar1
B.Vero1-B.Vero2-A3	168°45'26"	10°20'10"	906,36	984,88	87°11'39"	87°24'23"	45,73	46,02	59,66	59,64	59,65	A3
B.Vero1-B.Vero2-A4	162°01'08"	14°38'01"	345,84	422,59	84°24'25"	85°23'34"	35,18	35,46	49,11	49,08	49,09	A4
B.Vero1-B.Vero2-A5	142°17'30"	31°50'52"	413,08	478,82	86°14'10"	86°43'30"	28,49	28,80	42,41	42,42	42,42	A5
B.Vero1-B.Vero2-A6	140°51'00"	36°01'22"	861,72	925,09	86°43'36"	86°56'50"	50,60	50,74	64,52	64,36	64,44	A6
B.Vero1-B.Vero2-A7	136°34'17"	37°13'55"	448,05	509,08	86°31'22"	86°55'26"	28,54	28,76	42,46	42,38	42,42	A7
B.Vero1-B.Vero2-Ang1	113°28'06"	61°16'46"	765,78	800,98	88°46'12"	88°48'48"	17,76	18,00	31,68	31,62	31,65	Ang1
B.Vero1-B.Vero2-Ang2	109°54'28"	65°26'35"	896,98	927,25	88°57'48"	88°59'02"	17,54	17,85	31,47	31,47	31,47	Ang2
B.Vero1-B.Vero2-Tant	106°43'50"	68°43'52"	941,40	967,45	87°58'35"	88°01'02"	34,58	34,90	48,50	48,52	48,51	Tant
B.Vero1-B.Vero2-Test	106°43'47"	68°43'52"	941,23	967,27	88°19'25"	88°21'16"	28,86	29,19	42,79	42,81	42,80	Test
B.Vero1-B.Vero2-ArP	75°24'16"	95°54'30"	526,41	512,14	89°02'09"	89°00'00"	10,17	10,34	24,10	23,96	24,03	ArP
B.Vero1-B.Vero2-Ar9	38°55'28"	136°59'21"	765,16	704,77	87°25'57"	87°12'35"	35,62	35,75	49,55	49,37	49,46	Ar9
B.Vero1-B.Vero2-Ar8	52°23'08"	122°24'57"	744,73	698,82	87°18'48"	87°07'05"	36,26	36,58	50,19	50,20	50,20	Ar8
B.Vero1-B.Vero2-Ar10	20°19'03"	158°22'16"	1287,38	1212,74	88°15'48"	87°46'58"	40,35	48,36	54,27	61,98	58,13	Ar10

Bellusci, Juan Pablo N° alumno 62667/2

Magnarelli, Agustín N° alumno 61397/4

Medina, María José N° alumno 60822/5

Villaverde, Agustín Ignacio N° alumno 62744/7

Por último, determinamos las coordenadas planas relativas de todos los obstáculos de cada estación, para ello utilizamos las distancias ya calculadas y los acimut de cada punto. Las planillas siguientes ilustran el procedimiento realizado.

Relevamiento y Confección de Plano de Obstáculos de la Pista Principal de la Base Aeronaval Punta Indio

CABECERA VERÓNICA												
PV	Lado	AZ.	Distancia	X	Y	Lado	AZ.	Distancia	X	Y	Promedio	
											X	Y
Ar7	B.Vero1-Ar7	193°27'29"	619,95	4397,08	1855,72	B.Vero2-Ar7	200°50'49"	620,54	4397,09	1855,69	4397,08	1855,70
Ar6	B.Vero1-Ar6	201°40'57"	464,16	4568,68	1828,51	B.Vero2-Ar6	211°16'40"	477,75	4568,69	1828,48	4568,68	1828,49
Ar6A	B.Vero1-Ar6A	206°19'15"	449,19	4597,38	1800,83	B.Vero2-Ar6A	215°59'30"	469,18	4597,39	1800,80	4597,39	1800,82
Ar6B	B.Vero1-Ar6B	209°35'10"	402,73	4649,78	1801,16	B.Vero2-Ar6B	220°05'05"	427,68	4649,79	1801,13	4649,78	1801,14
Ar4	B.Vero1-Ar4	221°20'15"	421,97	4683,17	1721,29	B.Vero2-Ar4	230°24'25"	461,03	4683,18	1721,26	4683,17	1721,27
Ar	B.Vero1-Avr	245°10'47"	240,62	4898,99	1781,60	B.Vero2-Avr	255°11'12"	305,09	4899,00	1781,57	4899,00	1781,59
Ar3	B.Vero1-Ar3	246°36'12"	350,84	4860,68	1678,00	B.Vero2-Ar3	253°43'50"	415,17	4860,69	1677,97	4860,69	1677,99
Ar2	B.Vero1-Ar2	262°36'01"	389,81	4949,80	1613,44	B.Vero2-Ar2	266°38'20"	463,91	4949,81	1613,41	4949,80	1613,42
A2	B.Vero1-A2	270°42'07"	346,17	5004,24	1653,86	B.Vero2-A2	273°41'17"	423,57	5004,25	1653,82	5004,25	1653,84
A1	B.Vero1-A1	279°50'27"	332,02	5054,56	1672,49	B.Vero2-A1	281°10'31"	411,49	5056,76	1672,83	5055,66	1672,66
Ar1	B.Vero1-Ar1	283°07'40"	440,24	5099,99	1571,27	B.Vero2-Ar1	283°40'50"	520,04	5100,00	1571,23	5099,99	1571,25
A3	B.Vero1-A3	297°58'09"	906,36	5425,08	1199,50	B.Vero2-A3	297°03'45"	984,88	5425,09	1199,47	5425,08	1199,49
A4	B.Vero1-A4	304°42'27"	345,84	5196,92	1715,69	B.Vero2-A4	301°21'36"	422,59	5196,93	1715,66	5196,92	1715,68
A5	B.Vero1-A5	324°26'05"	413,08	5336,02	1759,74	B.Vero2-A5	318°34'27"	478,82	5336,03	1759,71	5336,02	1759,73
A6	B.Vero1-A6	325°52'35"	861,72	5713,36	1516,59	B.Vero2-A6	322°44'57"	925,09	5713,37	1516,56	5713,36	1516,57
A7	B.Vero1-A7	330°09'18"	448,05	5388,63	1777,02	B.Vero2-A7	323°57'30"	509,08	5388,64	1776,99	5388,63	1777,01
Ang1	B.Vero1-Ang1	353°15'29"	765,78	5760,49	1910,10	B.Vero2-Ang1	348°00'21"	800,98	5760,50	1910,07	5760,49	1910,08
Ang2	B.Vero1-Ang2	356°49'07"	896,98	5895,60	1950,22	B.Vero2-Ang2	352°10'10"	927,25	5895,61	1950,19	5895,60	1950,20
Tant	B.Vero1-Tant	359°59'45"	941,40	5941,40	1999,93	B.Vero2-Tant	355°27'27"	967,45	5941,41	1999,90	5941,41	1999,92
Test	B.Vero1-Test	359°59'48"	941,23	5941,23	1999,95	B.Vero2-Test	355°27'27"	967,27	5941,24	1999,91	5941,24	1999,93
ArP	B.Vero1-ArP	31°19'19"	526,41	5449,69	2273,65	B.Vero2-ArP	22°38'05"	512,14	5449,70	2273,62	5449,70	2273,64
Ar9	B.Vero1-Ar9	145°39'03"	765,16	4368,27	2431,73	B.Vero2-Ar9	149°44'14"	704,77	4368,28	2431,70	4368,28	2431,72
Ar8	B.Vero1-Ar8	159°06'43"	744,73	4304,22	2265,53	B.Vero2-Ar8	164°18'38"	698,82	4304,23	2265,50	4304,22	2265,51
Ar10	B.Vero1-Ar10	127°02'38"	1287,38	4224,45	3027,56	B.Vero2-Ar10	128°21'19"	1212,74	4224,46	3027,52	4224,45	3027,54

Bellusci, Juan Pablo N° alumno 62667/2  
 Magnarelli, Agustín N° alumno 61397/4  
 Medina, María José N° alumno 60822/5  
 Villaverde, Agustín Ignacio N° alumno 62744/7

Relevamiento y Confección de Plano de Obstáculos de la Pista Principal de la Base Aeronaval Punta Indio

CABECERA RÍO													
PV	Lado	AZ.	Distancia	X	Y	PV	Lado	AZ.	Distancia	X	Y	Promedio	
												X	Y
A22	E1-A22	296°33'40"	788,40	10352,53	294,81	A22	E2-A22	294°06'05"	863,66	10352,57	294,83	10352,55	294,82
A23	E1-A23	305°59'35"	842,45	10495,09	318,39	A23	E2-A23	302°55'30"	911,14	10495,13	318,41	10495,11	318,40
A24	E1-A24	320°31'05"	875,72	10675,90	443,19	A24	E2-A24	316°34'10"	930,92	10675,93	443,22	10675,92	443,20
A24 <sub>2</sub>	E1-A24 <sub>2</sub>	340°57'00"	1275,66	11205,80	583,63	A24 <sub>2</sub>	E2-A24 <sub>2</sub>	337°30'00"	1305,29	11205,82	583,69	11205,81	583,66
A26	E1-A26	354°44'20"	321,90	10320,55	970,48	A26	E2-A26	340°38'05"	339,89	10320,55	970,50	10320,55	970,49
A28	E1-A28	02°57'45"	1064,33	11062,91	1055,01	A28	E2-A28	358°29'00"	1063,39	11062,91	1055,06	11062,91	1055,03
A29	E1-A29	07°30'10"	1065,30	11056,18	1139,10	A29	E2-A29	03°01'55"	1057,77	11056,18	1139,15	11056,18	1139,13
A30	E1-A30	19°37'25"	382,33	10360,12	1128,40	A30	E2-A30	07°09'15"	363,05	10360,12	1128,42	10360,12	1128,41
Ant.13	E1-Ant.13	143°18'25"	316,52	9746,20	1189,13	Ant.13	E2-Ant.13	157°20'25"	274,92	9746,20	1189,12	9746,20	1189,12
A46	E1-A46	160°24'35"	1991,75	8123,54	1667,82	A46	E2-A46	162°41'50"	1965,32	8123,51	1667,73	8123,53	1667,77
A45	E1-A45	162°53'50"	2763,27	7358,93	1812,64	A45	E2-A45	164°33'45"	2739,85	7358,89	1812,52	7358,91	1812,58
A44	E1-A44	167°35'40"	2689,52	7373,28	1577,79	A44	E2-A44	169°20'20"	2672,77	7373,25	1577,67	7373,26	1577,73
Ant. Est. Ver	E1-Ant.Est.Ver	180°00'00"	7018,30	2981,70	1000,00	Ant. Est. Ver	E2-Ant.Est.Ver	180°40'55"	7018,69	2981,70	999,67	2981,70	999,83
A42	E1-A42	183°38'50"	2614,89	7390,40	833,66	A42	E2-A42	185°27'55"	2621,39	7390,42	833,54	7390,41	833,60
Ant. Torre	E1-Ant.Torre	193°16'15"	1188,20	8843,53	727,24	Ant. Torre	E2-Ant.Torre	197°06'45"	1209,91	8843,55	727,19	8843,54	727,22
Hangar Verde	E1-Angar Verde	194°58'05"	1190,53	8849,87	692,51	Hangar V.	E2-Hangar V.	198°46'00"	1214,58	8849,88	692,46	8849,87	692,48
Ant. 7	E1-Ant.7	204°04'05"	1642,77	8500,05	330,04	Ant. 7	E2-Ant.7	206°40'00"	1678,33	8500,08	329,97	8500,06	330,01
A41	E1-A41	197°35'05"	1496,75	8573,19	547,81	A41	E2-A41	200°34'20"	1523,85	8573,22	547,74	8573,21	547,78
Manga	E1-Manga	213°03'55"	143,24			Manga	E2-Manga						
Ant. 14	E1-Ant.14	214°46'45"	1177,12	9033,16	328,55	Ant. 14	E2-Ant.14	217°58'45"	1226,40	9033,20	328,51	9033,18	328,53

Bellusci, Juan Pablo N° alumno 62667/2  
 Magnarelli, Agustín N° alumno 61397/4  
 Medina, María José N° alumno 60822/5  
 Villaverde, Agustín Ignacio N° alumno 62744/7

Las coordenadas planas mostradas en las planillas eran relativas a cada una de las bases enfrentadas realizadas, es decir que cada estación total trabajó con un sistema de coordenadas arbitrario. Para poder representar los objetos en el plano de obstáculos hay que transformar estas coordenadas arbitrarias a coordenadas Gauss-Krüger Faja 6 (sistema de proyección requerido por la ANAC).

Para realizar esta transformación fue necesario tener por lo menos dos puntos con coordenadas en ambos sistemas, al haber medido con GPS los vértices de las bases enfrentadas, contábamos con el mínimo de puntos en común lo que nos permitió realizar esta transformación.

La transformación se llevó a cabo mediante la utilización del programa de dibujo AutoCAD, el cual nos permitió desplegar las nubes de puntos correspondientes a cada estación (sistemas de coordenadas distintos) en una misma pantalla y mediante el uso de la herramienta “alinear” realizamos la transformación correspondiente. En este caso, el software realizó una traslación y una rotación.

Planilla de coordenadas G.K. Faja 6 resultante de la transformación:

PV	Coordenadas G.K. Faja 6		Cota
	Norte	Este	
A22	6089633,63	6474147,70	45,00
A23	6089716,16	6474266,92	47,57
A24	6089752,12	6474483,10	42,11
A24 <sub>2</sub>	6090021,43	6474960,56	43,49
A26	6089126,86	6474596,23	23,39
A28	6089583,44	6475187,27	40,45
A29	6089519,06	6475241,55	43,25
A30	6089041,52	6474735,09	20,93
Ant.13	6088569,58	6474337,62	32,00
A46	6087095,09	6473507,87	39,62
A45	6086457,64	6473060,76	45,53
A44	6086636,51	6472907,61	52,89
Ant. Est. Ver	6083987,61	6469356,97	85,47
A42	6087181,56	6472400,90	50,37
Ant. Torre	6088270,89	6473368,27	48,51
Hangar Verde	6088300,16	6473348,16	31,59

Ant. 7	6088316,18	6472845,58	63,64
A41	6088211,58	6473049,23	44,42
Manga	6088856,18	6474246,86	
Ant. 14	6088689,35	6473226,15	60,99
E4	6088882,18	6474387,83	12,996
Ar7	6087022,08	6472455,88	32,83
Ar6	6087182,91	6472519,96	34,68
Ar6A	6087222,14	6472510,69	35,96
Ar6B	6087266,34	6472538,09	40,46
Ar4	6087336,42	6472486,66	46,98
Avr	6087490,66	6472648,01	25,97
Ar3	6087511,08	6472539,18	36,01
Ar2	6087620,28	6472529,58	43,59
A2	6087647,15	6472592,05	42,03
A1	6087681,31	6472634,42	41,83
Ar1	6087770,70	6472570,04	43,29
A3	6088240,92	6472416,58	59,65
A4	6087780,60	6472743,38	49,09
A5	6087878,52	6472852,68	42,42
A6	6088326,75	6472836,18	64,44
A7	6087914,05	6472894,70	42,42
Hang1	6088166,03	6473198,97	31,65
Hang2	6088261,70	6473302,28	31,47
Tant	6088276,24	6473367,90	48,51
Test	6088276,24	6473367,90	42,80
ArP	6087713,30	6473352,35	24,03
Ar9	6086703,11	6472936,38	49,46
Ar8	6086732,81	6472760,96	50,20
Ar10	6086275,03	6473375,36	58,13

### **3.3 ANÁLISIS DE LA NIVELACIÓN**

Para poder formalizar un análisis certero de los datos otorgados de la nivelación, la misma se tendría que haber cerrado, por cuestiones de logística de la campaña (falta de tiempo y distancias muy largas a los PF), no se logró hacer un cierre.

De acuerdo a las precisiones requeridas en nuestro trabajo, no era imprescindible contar con esta nivelación, esto se debe a que las cotas adquiridas luego de realizar el procesamiento de los datos obtenidos con GNSS, y habiéndole aplicado a dichas cotas el modelo geoidal del IGN (el cual en zonas llanas tiene muy buen comportamiento) obtuvimos resultados, que al compararlos con 3 puntos altimétricos ubicados en las inmediaciones del aeródromo, nos dieron la certeza de ser fiables. Estos datos se encuentran en el capítulo 3.1 procesamiento de datos relevados con GNSS.

Con lo aclarado vamos a realizar un pequeño análisis de los resultados arrojados de la nivelación.

Los datos de las planillas expuestas a continuación fueron obtenidos por dos comisiones, en el caso de los mostrados en la planilla 1 fueron obtenidos mediante el uso de un Nivel Digital, mientras que los de la planilla 2 se obtuvieron mediante el uso de un Nivel Óptico.

Planilla de Nivelación 1									
Pnt. Est.	Pnt. Vis.	Distancia Medida		Lec. Atrás		Lec. Adelante		$\Delta h$	COTA FINAL
		En Pasos	En Metros	Hs	Hm	Hs	Hm		
				Hi		Hi			
1	PF		61,80		1,276			-0,042	11,976
	pp1		55,93				1,318		11,934
2	pp1		60,16		1,689			0,754	
	pp2		56,79				0,935		12,688
3	pp2		61,67		1,731			0,436	
	pp3		63,29				1,295		13,124
4	pp3		49,42		1,277			0,08	
	pp4		54,59				1,197		13,204
5	pp4		57,76		1,647			0,454	
	pp5		55,9				1,193		13,658
6	pp5		58,42		1,368			0,035	
	pp6		54,66				1,333		13,693

*Relevamiento y Confección de Plano de Obstáculos de la Pista Principal de la Base Aeronaval Punta Indio*

7	pp6		58,40		1,404		0,128	13,821
	pp7		57,87			1,276		
8	pp7		54,21		1,693		0,239	14,060
	pp8		52,65			1,454		
9	pp8		56,01		1,401		0,152	14,212
	pp9		55,32			1,249		
10	pp9		60,62		1,377		0,082	14,294
	pp10		58,58			1,295		
11	pp10		55,88		1,653		0,509	14,803
	pp11		54,00			1,144		
12	pp11		52,58		1,364		0,069	14,872
	pp12		52,03			1,295		
13	pp12		53,43		1,296		-0,086	

*Relevamiento y Confección de Plano de Obstáculos de la Pista Principal de la Base Aeronaval Punta Indio*

	pp13		51,67			1,382		
14	pp13		51,48		1,318		-0,038	14,786
	pp14		52,12			1,356		14,748
15	pp14		57,05		1,415		0,25	
	pp15		55,32			1,165		14,998
16	pp15		59,28		1,287		0,05	
	pp16		59,25			1,237		15,048
17	pp16		50,19		1,400		0,247	
	Epp17		53,57			1,153		15,295
18	Epp17		60,75		1,236		-0,237	
	pp18		57,75			1,473		15,058
19	pp18		51,31		1,405		0,095	
	pp19		55,23			1,310		15,153
20	pp19		54,84		1,524		0,176	

Relevamiento y Confección de Plano de Obstáculos de la Pista Principal de la Base Aeronaval Punta Indio

	pp20		54,71			1,348		
21	pp20		54,64		1,120		0,096	15,329
	pp21		53,64			1,024		15,425
22	pp21		55,11		1,321		-0,162	
	pp22		53,49			1,483		15,263
23	pp22		49,22		1,337		-0,115	
	pp23		47,48			1,452		15,148
24	pp23		49,04		1,110		-0,684	
	pp24		48,19			1,794		14,464
25	pp24		47,47		1,286		-0,197	
	pp25		50,42			1,483		14,267
26	pp25		52,45		0,983		-0,465	
	pp26		49,00			1,448		13,802

*Relevamiento y Confección de Plano de Obstáculos de la Pista Principal de la Base Aeronaval Punta Indio*

27	pp26		52,00		1,690		0,483	14,285
	pp27		49,23			1,207		
28	pp27		47,93		1,141		-0,316	13,969
	EM1		45,40			1,457		
29	EM1						-0,058	13,911
	BAPI							

Planilla de Nivelación 2									
Pnt. Est.	Pnt. Vis.	Distancia Medida		Lec. Atrás		Lec. Adelante		$\Delta h$	COTA FINAL
		En Pasos	En Metros	Hs	Hm	Hs	Hm		
				Hi		Hi			
1	EM1		71,30	1,888	1,530		1,324	0,206	13,969
	Pp1		71,00	1,175		1,678			0,968
2	Pp1		78,00	2,188	1,800		1,348	0,452	14,627
	Pp2		100,10	1,408		1,848			0,847
3	Pp2		99,80	2,206	1,707		1,207	0,500	15,261
	Pp3		100,00	1,208		1,708			0,708
4	Pp3		99,50	2,155	1,657		1,523	0,134	15,292
	Pp4		100,20	1,16		2,024			1,022
5	Pp4		100,00	1,97	1,470		1,439	0,031	15,074
	Pp5		99,90	0,97		1,938			0,939
6	Pp5		100,10	2,087	1,586		1,804	-0,218	15,074
	PF C-1		73,40	1,086		2,17			1,804

Relevamiento y Confección de Plano de Obstáculos de la Pista Principal de la Base Aeronaval Punta Indio

						1,436			
	Pp6		100,20			2,01	1,509	0,077	15,369
						1,008			
7	Pp6		100,40	1,904 0,9	1,401			-0,249	15,120
	Pp7		100,60			2,154 1,148	1,650		
8	Pp7		100,40	1,899 0,895	1,397			-0,313	14,807
	Pp8		100,30			2,213 1,21	1,710		
9	Pp8		100,50	1,884 0,879	1,380			-0,210	14,597
	Pp9		101,00			2,095 1,085	1,590		
10	Pp9		100,80	1,759 0,751	1,255			-0,566	14,031
	Pp10		100,20			2,322 1,32	1,821		
11	pp10		100,30	1,668 0,665	1,167			-0,939	13,092
	Estaca M		63,20			2,421 1,789	2,106		
	Pp11		100,00			2,42 1,42	1,920	-0,753	13,278
12	Pp11		33,20	1,48 1,148	1,313			-0,371	

*Relevamiento y Confección de Plano de Obstáculos de la Pista Principal de la Base Aeronaval Punta Indio*

	BAPI2				1,883	1,684		12,907
					1,485			
	Umbral R				1,708	1,529	-0,216	13,062
					1,349			

A continuación se pueden ver los  $\Delta h$  obtenidos con GPS, Nivel y sus correspondientes diferencias.

Desnivel	$\Delta H$ GPS	$\Delta H$ nivelado	Diferencia
EM1-PF2	1,981	1,993	-0,012
EM1-BAPI2	-1,050	-1,062	0,012

En el cuadro anterior se observa que la diferencia de los desniveles está por debajo de las tolerancias establecidas para nivelaciones de 2 a 3Km, siendo ésta:

$$T \text{ (mm)} = 60,015 \cdot \sqrt{D[\text{km}]}$$

En la tabla siguiente podemos ver la diferencia entre las cotas obtenidas a través de la nivelación y el relevamiento GNSS en puntos característicos del relevamiento.

Punto	Cota GPS	Cota Nivelación	Diferencia
PF2n	11,945	11,976 (IGN)	-0,031
EM1	13,926	13,969	-0,043
BAPI1	13,871	13,911	-0,040
BAPI2	12,876	12,907	-0,031

Podemos notar que las discrepancias entre las cotas obtenidas poseen magnitudes similares a las diferencias obtenidas en los puntos fijos con GPS, las cuales oscilan en el orden de los  $\pm 0.03\text{m}$  a  $\pm 0.04\text{m}$ , por lo tanto las cotas GPS son fiables.

### 3.4 PROYECCIÓN GAUSS-KRÜGER

---

Explicaremos de forma breve, conceptos básicos de la proyección en que se encuentran las coordenadas resultantes de los procesamientos expuestos en este capítulo. Nuestro País adoptó la proyección Gauss-Krüger. Dicha proyección se basa en un cilindro tangente al elipsoide en los polos y todo a lo largo de una sección meridiana.

Para la cartografía oficial, el país se dividió en siete fajas de tres grados de ancho, a cada una de las cuales les corresponde un meridiano central ( $\lambda_0$ ), numeradas de 1 a 7 respectivamente con meridianos centrales en las longitudes 72°, 69°, 66°, 63°, 60°, 57° y 54° Oeste.

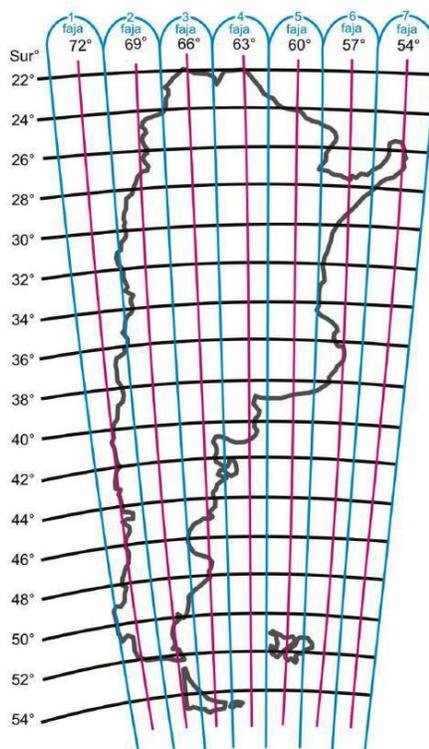


Ilustración 35: Gráfico de las 7 fajas sobre Argentina.

### 3.5 DEFORMACIÓN DE FAJA

El hecho de que esta técnica de proyección mantiene la forma y sus ángulos pero no las distancias, distorsiona las mismas en función del cuadrado del apartamiento de los puntos considerados respecto del meridiano central. Esta técnica de proyección es específicamente apta para territorios extendidos en el sentido Norte-Sur.

La distorsión en la distancia se cuantifica por medio del módulo de deformación ( $m$ ), definido a través de la relación:

$$m = \text{distancia sobre la carta} / \text{distancia sobre el elipsoide.}$$

El módulo de deformación crece rápidamente a medida que el punto se aleja hacia el este o el oeste del meridiano central de la proyección. Su valor es siempre mayor a 1, salvo a lo largo del meridiano central, donde toma el valor 1. Lo que significa que la distancia sobre la carta es siempre mayor o a lo sumo igual que sobre el elipsoide.

En nuestro caso la zona de trabajo se encuentra cercana al meridiano central de faja (faja 6), por lo que las distancias no se verían afectadas por la deformación de faja.

A continuación demostraremos de forma analítica el módulo de deformación en una línea a lo largo de la pista, definiéndose el módulo de agrandamiento en un punto como:

$$m = 1 + \frac{Y'^2}{2R^2}$$

Siendo  $R$  el radio de la tierra igual a 6373000m. e  $Y'^2 = \lambda_0 - \lambda_1$ , donde  $\lambda_0$  es la coordenada del centro de faja y  $\lambda_1$  la coordenada del punto.

Y en una línea:

$$m = \frac{1}{6} \left( \frac{1}{m_1} + \frac{4}{m_m} + \frac{1}{m_2} \right)$$

**Para  $m_1$ :**

$$Y^2 = \lambda_0 - \lambda_1 = 6500000 - 6472959,19 = 27040,81$$

$$m_1 = 1 + \frac{Y^2}{2R^2} = 1 + \frac{(27040,81)^2}{2 * 6373000^2} = 1,000009002$$

**Para  $m_2$ :**

$$Y^2 = \lambda_0 - \lambda_2 = 6500000 - 6474505,43 = 25494,57$$

$$m_2 = 1 + \frac{Y^2}{2R^2} = 1 + \frac{(25494,57)^2}{2 * 6373000^2} = 1,000008002$$

**Para  $m_m$ :**

$$Y^2 = \lambda_0 - \lambda_m = 6500000 - 6473700,64 = 26299,36$$

$$m_m = 1 + \frac{Y^2}{2R^2} = 1 + \frac{(26299,36)^2}{2 * 6373000^2} = 1,000008515$$

Por lo que nos quedaría:

$$m = \frac{1}{6} \left( \frac{1}{1,000009002} + \frac{4}{1,000008515} + \frac{1}{1,000008002} \right)$$

$$\mathbf{m = 1,000008511}$$

## **CAPÍTULO IV: GEORREFERENCIACIÓN**

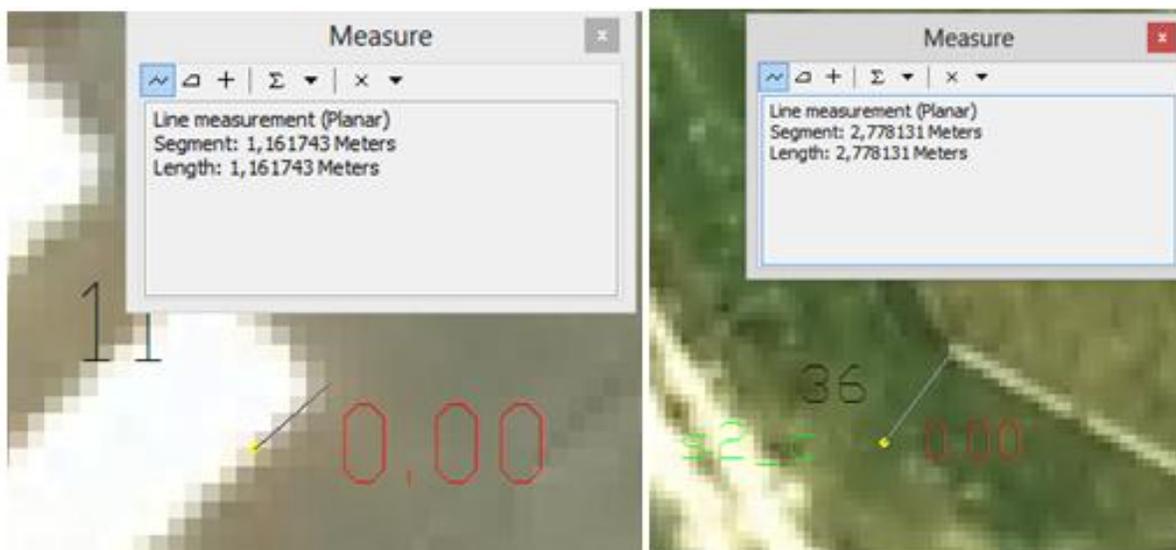
### **INTRODUCCIÓN**

En el presente capítulo explicaremos para qué y cómo realizamos la georreferenciación. Definimos a tal como el proceso por el cual se dota de un sistema de referencia y de un datum específico, a documentos de utilidad cartográfica o índoles similares. En este caso, los documentos a georreferenciar fueron: mosaico de ortofotos rápidas, imagen satelital en color natural y cartas topográficas, los cuales fueron expuestos en el capítulo uno.

### **4.1 GEORREFERENCIACIÓN**

La georreferenciación de los documentos mencionados tuvo el siguiente propósito:

Corregir desplazamiento que tenían los puntos tomados en el terreno (PAF y puntos de interés, ambos relevados con GPS), en relación con el ortomosaico, la imagen satelital y la cartografía. Existían discrepancias de orden métrico entre la posición que deberían ocupar los puntos y la que ocupaban.



*Ilustración 36: Desplazamiento de puntos sobre la imagen sin georreferenciar.*

Antes de comenzar con la georreferenciación daremos una breve explicación de porqué utilizamos la imagen en formato .jpg2 en vez de la del formato .tiff.

Si bien contábamos con la imagen satelital y el ortomosaico provisto por el IGN en formato .tiff, no era práctico para trabajar debido a su peso. Es por ello que decidimos trabajar con una imagen en formato .jpg2, ya que la misma puede reducir el tamaño de la imagen sin que notemos que disminuye la calidad considerablemente. (ver anexo 5)

A continuación, procederemos a explicar los pasos necesarios para la georreferenciación de los materiales ya mencionados. Dicha tarea fue alcanzada con el programar ER Mapper.

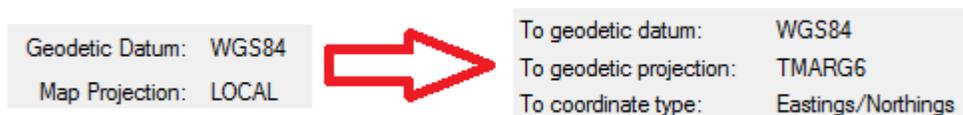
La georreferenciación la conseguimos utilizando la herramienta “Ortho and Geocoding Wizard” que figura en la barra de tareas del ER Mapper. Ésta nos brindó una serie de 5 pasos para poder lograr los resultados esperados.

### **Ortomosaico de imágenes rápidas:**

- 1) **START:** En este paso indicamos el archivo a georreferenciar (mosaico de ortofotos rápidas que se encuentra en formato (.jp2)) y también determinamos el tipo de transformación deseado, Polinomial el cual reduce las distorsiones que afectan a la imagen. La transformación polinomial genera una solución matemática en donde minimiza el error.
- 2) **POLYNOMIAL SETUP:** Designamos el orden cúbico por que otorga un ajuste más suave. Este requiere de al menos 10 puntos de control en tierra, en nuestro caso contamos con 23 puntos bien distribuidos, los cuales fueron ubicados sobre el terreno en lugares de fácil identificación y de buena apreciación en el ortomosaico.
- 3) **GCP SETUP:** Indicamos el datum, la proyección y el tipo de coordenadas con los que sale el producto.

Utilizamos el datum mundial WGS84, la proyección Transversal Mercator faja 6 (la faja utilizada se decidió en función al meridiano del lugar y finalmente las

coordenadas Este – Norte. Recordamos que la elección de faja 6 fue expresada en el capítulo segundo “campaña y procesamiento”.



- 4) GCP EDIT: Cargamos los puntos de control que fueron obtenidos en campo con equipo GPS y luego procesados en gabinete.

Primeramente fue necesario identificar los puntos tomados en el terreno sobre el mosaico y luego cargamos las coordenadas Este y Norte obtenidas del procesamiento.



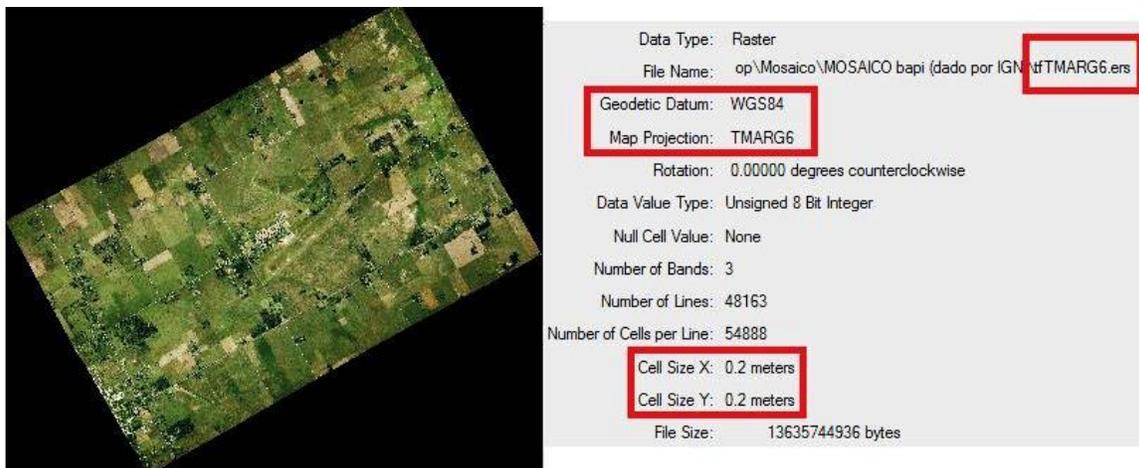
*Ilustración 37: Distribución de puntos de apoyo sobre el ortomosaico.*

La siguiente tabla indica el nombre del punto; la ubicación del pixel, la cual figura en la columna de los campos Cell X – Cell Y; las coordenadas Este – Norte y los RMS que deben ser en nuestro caso menores a 3,00m. Recordamos que el RMS es el error medio cuadrático, donde multiplicando el tamaño del pixel por el valor absoluto obtenemos como resultado el error en metros.

Name	On	Edit	Undo	Cell X	Cell Y	Easting	Northing	Height	RMS
ne_j5	On	No		33969.15	19818.88	6474284.80E	6089048.20N	0.00	1.51
ne_j6	On	No		33950.60	19908.49	6474281.00E	6089030.30N	0.00	1.26
oe_ct	On	No		27411.07	14164.47	6472971.80E	6090179.00N	0.00	0.74
se_j4	On	No		49346.88	20436.64	6477363.00E	6088925.30N	0.00	1.86
s2_d	On	No		21854.52	40450.32	6471861.20E	6084918.80N	0.00	1.03
s2_c	On	No		21913.18	40507.95	6471872.90E	6084907.40N	0.00	0.48
sur_c	On	No		17527.83	38752.69	6470995.30E	6085258.30N	0.00	0.89
oe_c	On	No		13410.56	31719.87	6470171.40E	6086664.40N	0.00	1.80
w_c2	On	No		9207.30	33988.51	6469331.00E	6086210.30N	0.00	1.37
V5_1	On	No		27417.59	27472.52	6472974.00E	6087515.70N	0.00	1.00
V5_3	On	No		27531.05	27593.88	6472996.70E	6087491.40N	0.00	1.02
V3_1	On	No		28491.50	26480.83	6473189.00E	6087714.10N	0.00	0.24
V3_3	On	No		28583.39	26580.40	6473207.20E	6087694.20N	0.00	1.10
V1_1	On	No		29603.99	25479.64	6473411.50E	6087914.40N	0.00	1.08
V1_3	On	No		29649.81	25528.23	6473420.60E	6087904.80N	0.00	0.87
r1_1	On	No		32652.74	22606.79	6474021.60E	6088489.80N	0.00	0.85
r1_3	On	No		32699.21	22655.18	6474030.80E	6088480.10N	0.00	0.44
r3_1	On	No		33830.05	21452.31	6474257.00E	6088720.90N	0.00	0.83
r3_3	On	No		33922.73	21550.45	6474275.50E	6088701.30N	0.00	0.54
r5_1	On	No		34884.36	20441.06	6474467.90E	6088923.60N	0.00	0.59
r5_3	On	No		34997.03	20560.38	6474490.50E	6088999.60N	0.00	0.87
bapi	On	No		27411.12	27728.97	6472972.80E	6087464.20N	0.00	0.63
bapi2	On	No		35140.62	20450.91	6474519.20E	6088921.70N	0.00	0.74

- 5) RECTIFY: Es el último paso, por lo tanto designamos el lugar en donde se va a guardar el mosaico georreferenciado indicando el formato de imagen propio que usa ERmapper (.ers) y también el tamaño de la celda (0,20m en x – y).

El resultado de todo el proceso anteriormente explicado es el siguiente:



Observamos que el material ya georreferenciado tiene un error menor a 1,00m, por lo tanto nos encontramos dentro de las tolerancias preestablecidas (+/-1,00m en planimetría):

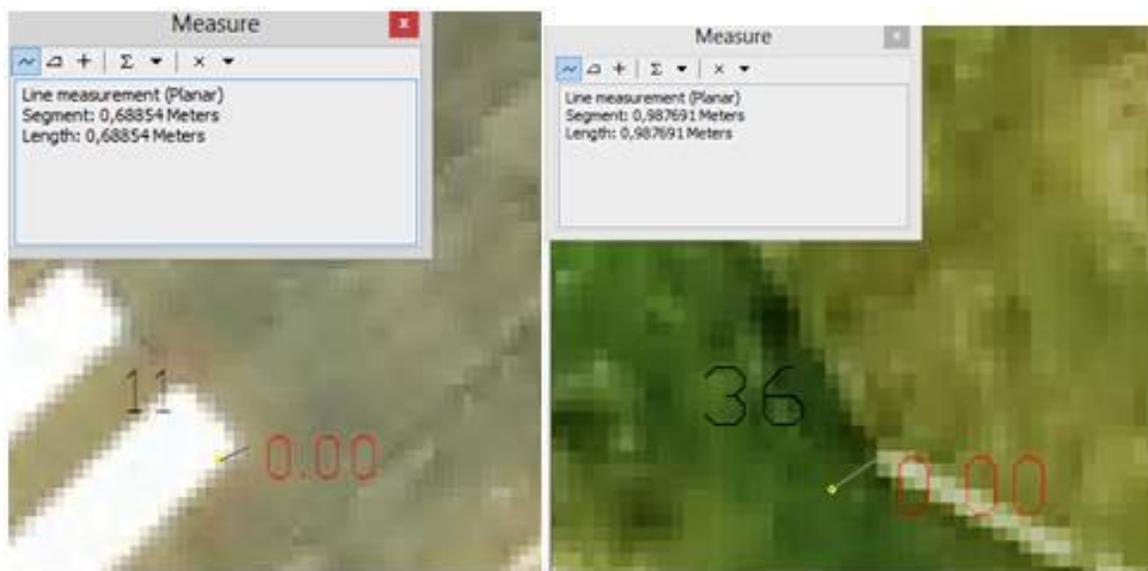


Ilustración 38: Imagen izquierda (0,688m); imagen derecha (0,987m)

Realizamos este procedimiento en varios puntos del mosaico, comprobando que la georreferenciación mejoró notablemente la calidad del producto.

### Imagen Satelital

La georreferenciación de la imagen satelital es semejante al procedimiento realizado con el ortomosaico. La única diferencia es que se decidió eliminar algunos puntos contemplando el RMS y la difícil identificación de los mismos sobre la imagen.



*Ilustración 39: Distribución espacial de los puntos utilizados para la georreferenciación de la imagen satelital.*

Name	On	Edit	Undo	Cell X	Cell Y	Easting	Northing	Height	RMS
ala	Off	No		32039.42	32454.62	6472618.50E	6088106.10N	0.00	11.81
ne_j5	On	No		45738.17	26156.93	6474284.80E	6089048.20N	0.00	5.49
ne_j6	Off	No		45665.15	26228.17	6474281.00E	6089030.30N	0.00	69.42
oe_ct	On	No		35006.20	18533.74	6472971.80E	6090179.00N	0.00	0.82
se_j4	On	No		70961.57	27049.10	6477363.00E	6088925.30N	0.00	5.55
s2_d	On	No		25750.58	53855.60	6471861.20E	6084918.80N	0.00	6.00
s2_c	Off	No		25853.08	53957.48	6471872.90E	6084907.40N	0.00	23.48
sur_c	On	No		18657.81	51563.79	6470995.30E	6085258.30N	0.00	6.24
oe_c	On	No		11943.22	42090.79	6470171.40E	6086664.40N	0.00	4.36
w_c2	Off	No		5025.96	45130.42	6469331.00E	6086210.30N	0.00	21.60
V5_1	On	No		34947.25	36433.99	6472974.00E	6087515.70N	0.00	1.02
V5_3	On	No		35135.29	36597.37	6472996.70E	6087491.40N	0.00	2.32
V3_1	On	No		36713.90	35104.85	6473189.00E	6087714.10N	0.00	2.32
V3_3	On	No		36866.41	35237.73	6473207.20E	6087694.20N	0.00	1.83
V1_1	On	No		38547.27	33757.85	6473411.50E	6087914.40N	0.00	5.34
V1_3	On	No		38624.04	33824.20	6473420.60E	6087904.80N	0.00	5.01
r1_1	On	No		43564.27	29910.64	6474021.60E	6088489.80N	0.00	1.99
r1_3	On	No		43641.67	29976.78	6474030.80E	6088480.10N	0.00	2.55
r3_1	On	No		45504.68	28360.50	6474257.00E	6088720.90N	0.00	2.20
r3_3	On	No		45657.08	28492.76	6474275.50E	6088701.30N	0.00	3.54
r5_1	On	No		47238.56	27001.59	6474467.90E	6088923.60N	0.00	1.58
r5_3	On	No		47423.88	27166.06	6474490.50E	6088899.60N	0.00	2.01
bapi	On	No		34935.06	36779.85	6472972.80E	6087464.20N	0.00	1.41
bapi2	On	No		47656.39	27019.22	6474519.20E	6088921.70N	0.00	3.09

## **Cartas IGN**

Las cartas topográficas están referidas a Campo Inchauspe como todas las cartas IGN.

Para poder visualizar y trabajar todo el material en un mismo sistema de referencia tuvimos que re proyectarlas a WGS-84 con marco de referencia POSGAR07. Para esto, utilizamos una herramienta del programa ArcMap denominada “project”.

Para la georreferenciación de la cartografía, tuvimos en cuenta los siguientes ítems:

- Primeramente utilizaremos un orden polinomio lineal, este requiere utilizar al menos 3 puntos de control. Vale aclarar que utilizamos 5 puntos bien distribuidos (uno por cada esquina y uno ubicado en el centro). Esto se debe a que fue utilizada para visualización digital

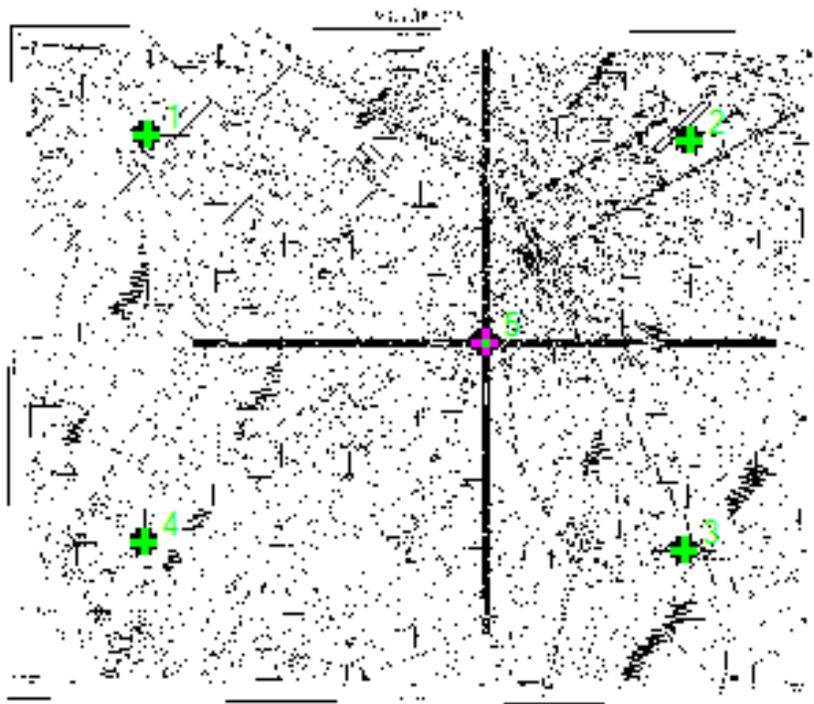
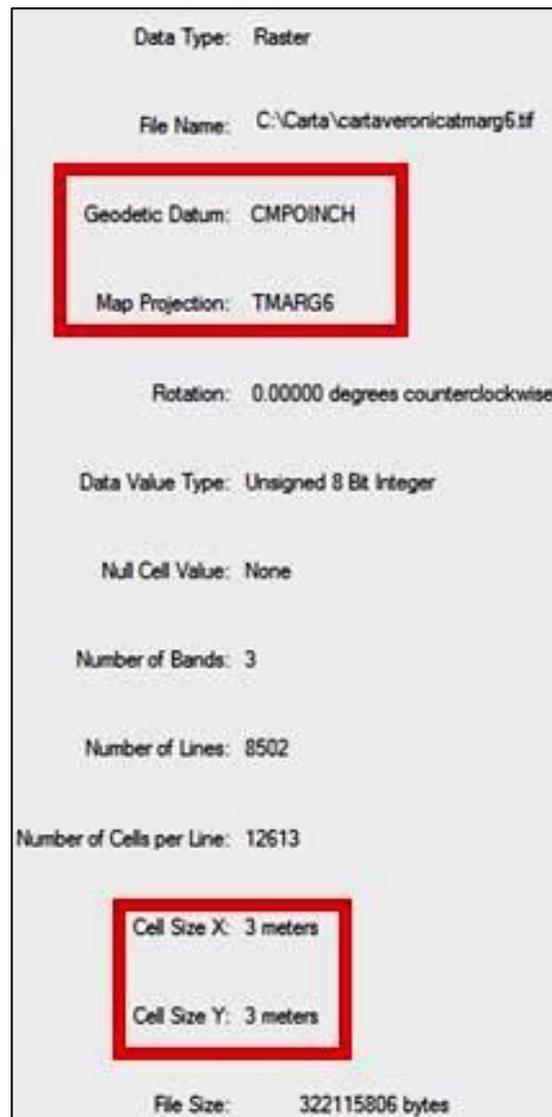


Ilustración 40: Distribución de los puntos utilizados para la georreferenciación de la carta topográfica.

- A diferencia del mosaico, el datum utilizado fue CAMPO INCHAUSPE (datum en el que se basan las cartas IGN), mientras que la proyección se conservó (Transversal Mercator faja 6).
- Otro elemento a tener en cuenta es que no se utilizaron puntos de apoyo obtenidos en campo, sino que utilizamos la cuadrícula de la carta. Es decir consideramos que los puntos de control se ubicaron sobre dicha cuadrícula. De esta forma determinamos con exactitud las coordenadas Este y Norte de cada uno de los puntos.

Name	On	Edit	Undo	Cell X	Cell Y	Easting	Northing	Height	RMS
1	On	No		2871.52	1886.94	6458000.00E	6088000.00N	0.00	1.44
2	On	No		7918.51	1952.81	6474000.00E	6088000.00N	0.00	1.13
3	On	No		7871.59	5748.57	6474000.00E	6076000.00N	0.00	1.60
4	On	No		2826.16	5678.00	6458000.00E	6076000.00N	0.00	1.13
5	On	No		6005.23	3824.81	6468000.00E	6082000.00N	0.00	2.00

- Finalmente el tamaño de la celda será de 3,00m en x – y.



Una vez finalizada la georreferenciación de los tres productos antes mencionados, llegamos a la conclusión de descartar la carta, dado que el resultado de la misma no se encontraba acorde a las precisiones requeridas.

Sin embargo, reconocemos que dicha cartografía fue de utilidad para extracción de cotas sobre el terreno e identificación de objetos.

## **CAPÍTULO V: VECTORIZACIÓN**

### **INTRODUCCIÓN**

En el presente capítulo explicaremos el procedimiento llevado a cabo para realizar la vectorización. Ésta tiene como objetivo plasmar en un plano todos los elementos de interés identificados a partir de una imagen digital.

#### **5.1 VECTORIZACIÓN**

Como ya hemos explicado en el capítulo anterior, realizamos la vectorización a partir del ortomosaico digital e imagen satelital.

Definimos vectorización como un proceso mediante el cual, a partir de una imagen y por el empleo de algún software especializado para tal fin, ArcGis en nuestro caso, se genera una información del tipo vectorial por lo que implica la obtención de datos geográficos a partir de la imagen. Dicha técnica consiste en dibujar un cierto elemento teniendo como base la imagen, lo cual permite que las entidades vectorizadas posean una ubicación correcta. Es por esto que es de suma importancia la correcta georreferenciación como proceso previo. .

Los elementos vectorizados fueron los exigidos por la ANAC en el documento “Requisitos para tramitar la Habilitación de Aeródromos Públicos y Privados (excepto agroaéreos)-ANEXO VI”, el mismo requiere que en el plano se deben indicar elementos tales como antenas, edificios, árboles, columnas de alumbrado, tendidos eléctricos, accidentes topográficos, caminos públicos, etc. en un radio de 4000m.

Terminado el proceso de georreferenciación, desplegamos en ArcMap el **ortomosaico** y la **imagen satelital** para comenzar con el proceso de vectorización.

Por cada elemento vectorizado se creó un shapefile con su entidad correspondiente, Marco de Referencia POSGAR 07 y proyección Gauss Krüger Faja 6.

Un shapefile es un formato propietario de ESRI que se utiliza para almacenar la ubicación geométrica y la información de atributos de las entidades geográficas. Estas entidades se pueden representar por medio de puntos, líneas o polígonos (áreas).

Este formato define la geometría y los atributos de entidades a la que se hace referencia geográfica, en tres o más archivos con extensiones concretas que se deben almacenar en el mismo espacio de trabajo de proyecto, éstas son:

- .shp: es el archivo principal que almacena la geometría de la entidad.
- .shx: es el archivo de índice que almacena el índice de la geometría de la entidad.
- .dbf: es la tabla base que almacena la información de atributos de las entidades.

Creado cada shapefile, abrimos la barra de edición y con “start editing” comenzamos la vectorización seleccionando el shapefile correspondiente al elemento a representar. Para culminar, guardamos y finalizamos la edición. Este procedimiento lo repetimos con cada shapefile, dando como resultado final la vectorización de caminos públicos, edificaciones, pista principal, montes, antenas, tendidos eléctricos, señales visuales y luminarias que van a conformar el plano final.

Shapefiles creados:

- Pista Principal
- Pistas
- Luminarias
- Línea de árboles
- Luces pista
- Edificaciones
- Caminos
- Tendedos eléctricos
- Árboles
- Marcas pista

A partir del mosaico de imágenes, pudimos definir de forma precisa los elementos a vectorizar debido a su resolución de 20cm. La imagen satelital fue utilizada como complemento, ya que cubría mayor superficie del terreno pero su resolución de 50cm no

permitía identificar con precisión elementos en el terreno y se dificultaba la interpretación de objetos pequeños o poco definidos.

La identificación de las entidades geográficas superficiales (montes, edificaciones, etc) se pudo realizar sin mayor dificultad debido a que se podían interpretar de forma sencilla.

En el caso de las luminarias, tendidos eléctricos, algunos caminos rurales y marcas de pista la interpretación se realizó de manera minuciosa debido a las características de los elementos.

Hicimos un análisis separado, analizando las partes que componen un todo y se establecieron sus interrelaciones, con el fin de identificar el elemento estudiado basándose en las características de sus componentes individuales. Por ejemplo, los tendidos eléctricos no se podían identificar de forma continua. Para su interpretación, se identificaron de manera puntual todos los postes, basándonos en el análisis de sus sombras. Si dichos postes se encontraban separados una distancia similar y conservaban la forma lineal típica de un tendido eléctrico, los marcábamos de forma continua con un .shp lineal representando el mismo.

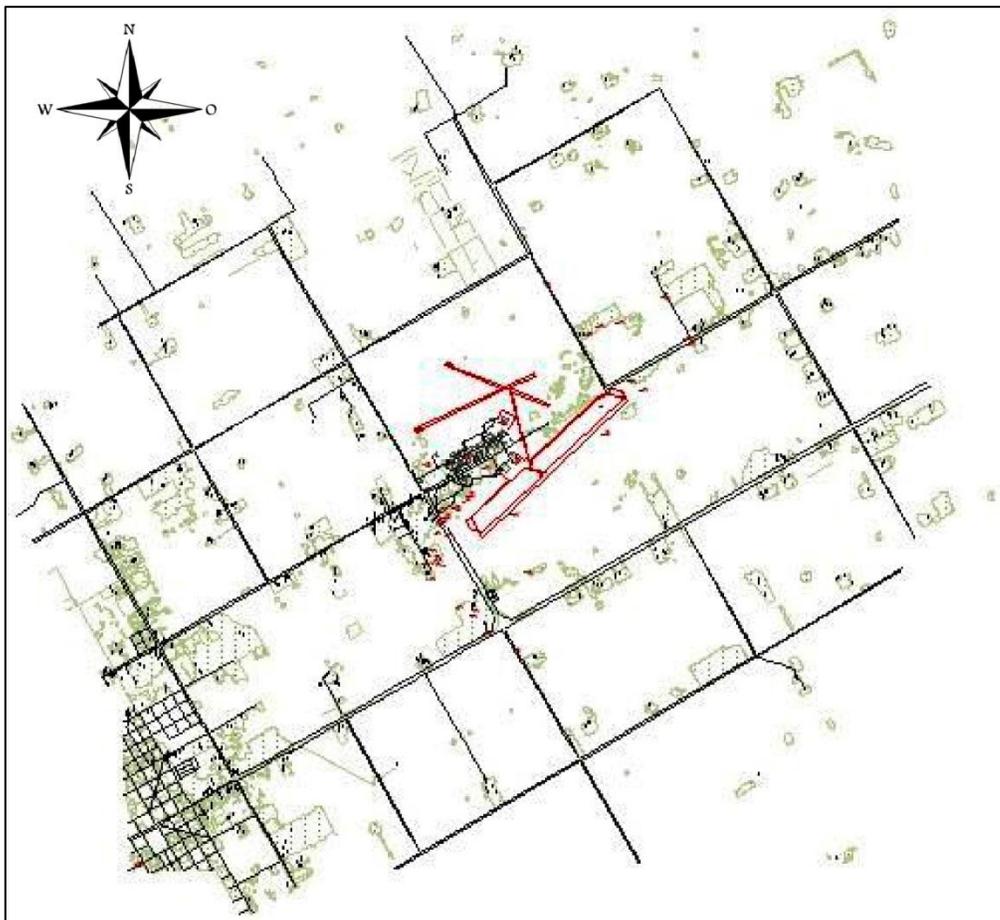
Además decidimos no representar los tendidos eléctricos dentro del ejido urbano, ya que los postes podían confundirse con las luminarias. Tampoco pudimos identificar la categoría a la que pertenece cada línea, sea de alta, media o baja tensión. Para esto se debe realizar una recorrida por los caminos rurales, identificar el tendido y medir su elevación.

Las marcas sobre la pista y sus rodajes se encuentran pintadas según normas, además de las posiciones de las señales lumínicas. Para facilitar y hacer más precisa la vectorización, nos basamos en la “RAAC-154 subparte e – ayudas visuales para la navegación” donde se especifican los nombres, formas y dimensiones de todas las señales. Conocer esta información antes de realizar la demarcación nos permitió efectuar de forma eficiente la vectorización.

Las vías de comunicación se representaron de dos formas distintas: los caminos rurales y vías principales se dibujaron con línea doble marcando todo el ancho de la zona de camino. Por su parte las calles correspondiente al ejido urbano fueron definidas mediante una sola línea situada en el eje de las mismas, esto se debe a que el ancho de

estas (comprendido entre las líneas municipales) representado por una línea doble no agregaría detalles en la escala en la cual se realizó el plano (1:20.000).

La siguiente ilustración muestra el resultado obtenido con la vectorización:



*Ilustración 41: Vectorización de la zona de trabajo.*

Cabe recordar que el relevamiento de obstáculos que debíamos realizar era de 4000m de radio alrededor de la pista principal, pero la información disponible para realizar el trabajo no cubría la totalidad de las 6.785Ha requeridas, por lo que quedaron pequeñas zonas sin información.

En la imagen mostrada a continuación podemos ver el mosaico de orto fotos y la imagen satelital superpuestas, junto a una línea circular que representa los 4000m del relevamiento y con un sombreado color bordó el área que se encuentra sin información.

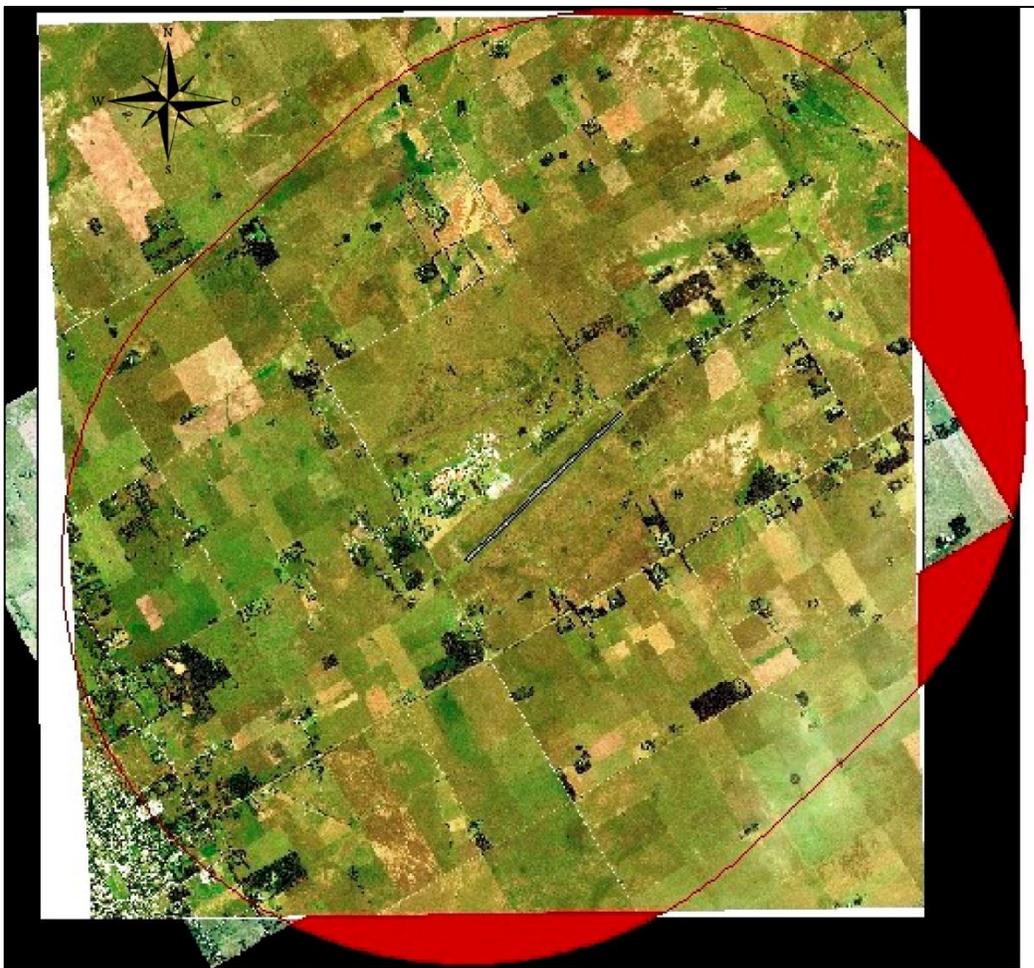


Ilustración 42: Mosaico de imágenes con las zonas relevadas y sin relevar.

Con los datos expuestos en la tabla podemos ver que solo un 6.63% de la superficie total quedó sin relevar.

Área a relevar	6785,43 Ha
Área relevada	6335,65 Ha
Área sin relevar	449,78Ha

Usando el Google Earth pudimos hacer un estudio de la zona sin información. Desplegamos en este programa los polígonos que no pudieron ser relevados para ver qué tipos de elementos quedaron sin vectorizar y la importancia de los mismos para la confección del plano.



*Ilustración 43: Imagen de Googl Earth con las zonas sin información.*

En zonas sin vectorizar pudimos divisar la presencia de caminos rurales, montes y edificaciones, siendo estas últimas viviendas y galpones de uso rural.

Al margen de que es necesario presentar el relevamiento completo de los 4000m. y luego la ANACC determinaría cuáles son los objetos que “pichan” las superficies limitadoras de obstáculos, podemos decir que los que se encuentran en la zona sin información no comprometerían la actividad del aeródromo debido a que su altura estimada

es muy baja comparada a la de la superficie limitadora. Esto se debe a que los elementos que no se pudieron relevar se encuentran en los bordes de la superficie cónica. La misma comienza con una elevación de 45,00m. respecto de la altura de referencia del aeródromo y presenta una pendiente del 5% , lo que hace suponer que ninguno de los objetos divisados puede interferir en la misma.

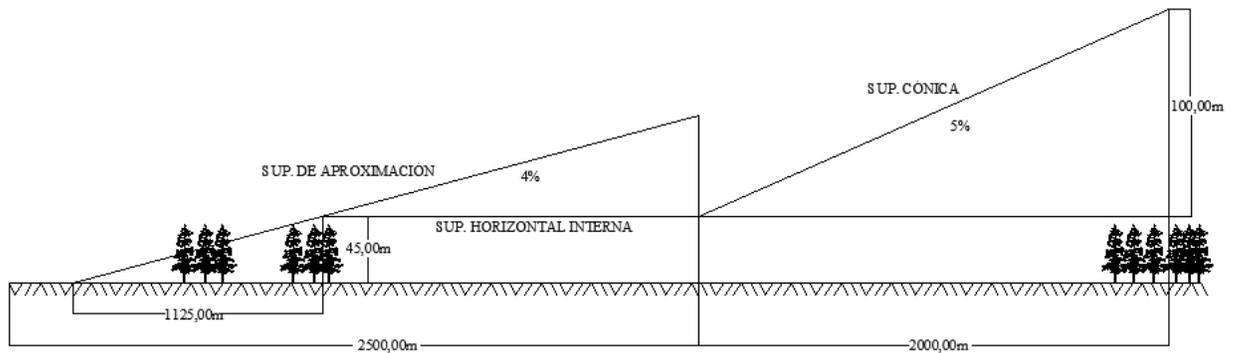


Ilustración 44: Esquema representativo de las superficies en relación a los obstáculos (fuera de escala).

## **CAPÍTULO VI: MODELO DIGITAL DE ELEVACIONES (DEM)**

### **INTRODUCCIÓN**

El presente capítulo tiene como objetivo explicar el trabajo realizado con el modelo digital de elevaciones con puntos cada 20,00m facilitado por el IGN.

Los Modelos Digitales de Elevaciones (DEM) permiten describir la topografía del terreno a través de puntos distribuidos en forma homogénea sobre la superficie terrestre y cuya altura está referida a un sistema de referencia determinado.

### **6.1 ANÁLISIS DEL DEM**

El DEM entregado por el IGN se encontraba en formato LAS. Éste es un formato de archivo público que permite el intercambio de ficheros que contiene información de una nube de puntos tridimensional. Dicho formato es un archivo binario que mantiene toda la información procedente del sistema LIDAR.

Abriendo el formato LAS en ArcMap podíamos visualizar cada punto del DEM en pantalla, pero teníamos el inconveniente de que no lográbamos ver su tabla de atributos y además no tenía un sistema de referencia asignado. Es por ello que debimos recurrir a un programa llamado GlobalMapper para poder exportarlo en formato shapefile con un marco de referencia POSGAR 07, proyección Gauss krüger faja 6.

Una vez en formato shapefile, lo desplegamos en el software ArcMap y pudimos verificar la información contenida en la tabla de atributos, en especial la elevación de los puntos, ya que era el dato con el cual debíamos trabajar. Para controlar estos datos, abrimos en el programa el modelo digital, el archivo de puntos proveniente del relevamiento en campo y el mosaico de fotos, que facilitaba la visualización. Con todo esto pudimos hacer una comparación entre las alturas de los puntos y pudimos apreciar que los valores de la columna “elevation” no eran correctos, debido a que las alturas no se encontraban referidas al nivel medio del mar.

Table

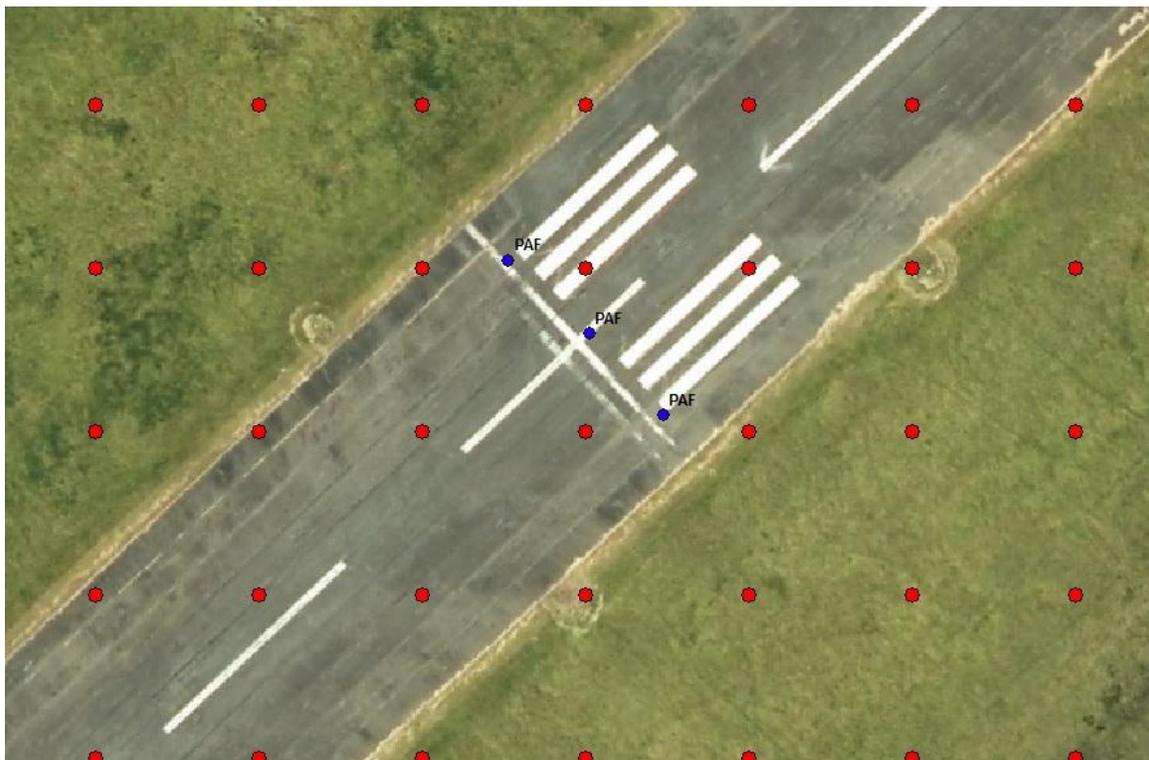
0024 - 2014 Prueba Punta Indio\_000\_000\_dtmConv\_POINTS

FID	Shape	LAYER	ELEVATION	RETURN CNT	RETURN NUM	CLASS
0	Point ZM	LIDAR, Unclassified	31,547001	1	1	
1	Point ZM	LIDAR, Unclassified	33,872002	1	1	13 (Railroad)
2	Point ZM	LIDAR, Unclassified	30,398001	1	1	
3	Point ZM	LIDAR, Unclassified	30,368999	1	1	
4	Point ZM	LIDAR, Unclassified	30,704	1	1	13 (Railroad)
5	Point ZM	LIDAR, Unclassified	31,261999	1	1	
6	Point ZM	LIDAR, Unclassified	30,474001	1	1	
7	Point ZM	LIDAR, Unclassified	30,820999	1	1	
8	Point ZM	LIDAR, Unclassified	30,542999	1	1	
9	Point ZM	LIDAR, Unclassified	30,309	1	1	
10	Point ZM	LIDAR, Unclassified	30,266001	1	1	
11	Point ZM	LIDAR, Unclassified	30,65	1	1	
12	Point ZM	LIDAR, Unclassified	31,222	1	1	
13	Point ZM	LIDAR, Unclassified	32,410999	1	1	
14	Point ZM	LIDAR, Unclassified	29,902	1	1	
15	Point ZM	LIDAR, Unclassified	30,462999	1	1	
16	Point ZM	LIDAR, Unclassified	30,42	1	1	
17	Point ZM	LIDAR, Unclassified	30,961	1	1	
18	Point ZM	LIDAR, Unclassified	30,431999	1	1	
19	Point ZM	LIDAR, Unclassified	30,268999	1	1	
20	Point ZM	LIDAR, Unclassified	30,235001	1	1	
21	Point ZM	LIDAR, Unclassified	30,018	1	1	
22	Point ZM	LIDAR, Unclassified	32,911999	1	1	
23	Point ZM	LIDAR, Unclassified	30,042	1	1	
24	Point ZM	LIDAR, Unclassified	33,258999	1	1	
25	Point ZM	LIDAR, Unclassified	31,226999	1	1	
26	Point ZM	LIDAR, Unclassified	30,653999	1	1	
27	Point ZM	LIDAR, Unclassified	30,507999	1	1	
28	Point ZM	LIDAR, Unclassified	30,534	1	1	

(0 out of 114895 Selected)

0024 - 2014 Prueba Punta Indio\_000\_000\_dtmConv\_POINTS

Ilustración 45: Tabla de atributos del DEM de Punta Indio con los valores de cotas incorrectos.



*Ilustración 46: Superposición de mosaico, DEM y puntos relevados con GPS.*

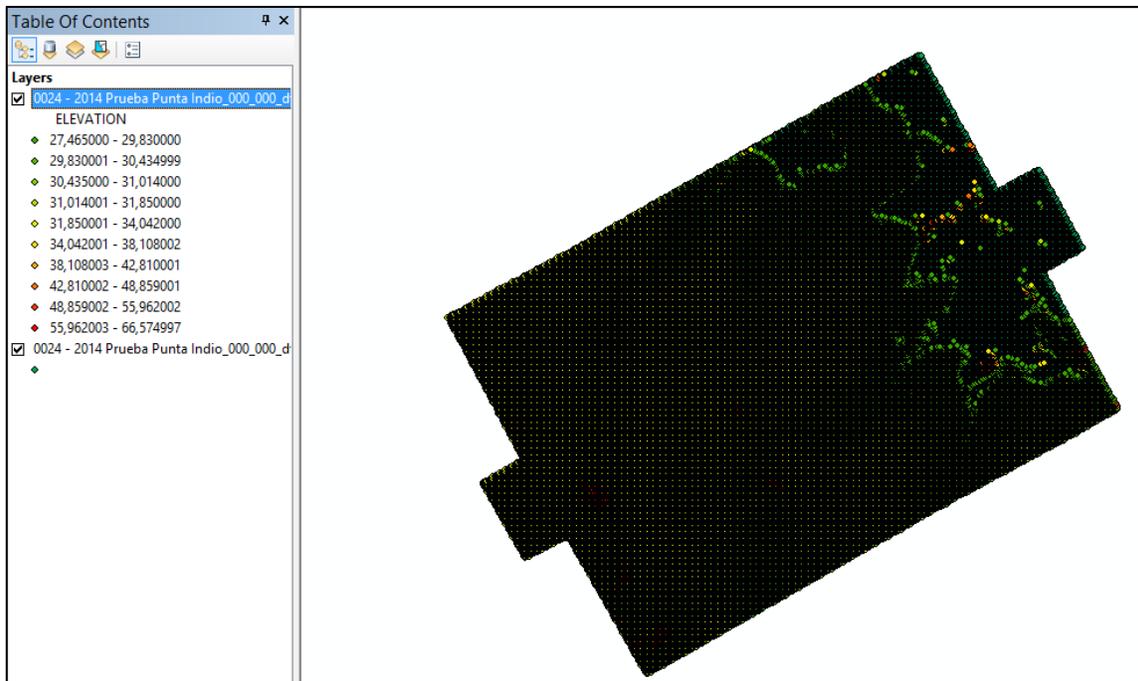


Ilustración 47: DEM de Punta Indio con diferentes categorías en cotas (rojo para cotas mayores y verde para cotas menores).

Para poder solucionar el inconveniente descripto anteriormente decidimos bajar la cota de los puntos, ya que en la comparación de valores realizados anteriormente percibimos que las diferencias eran muy similares entre todos los puntos. Para esto obtuvimos una constante en función del error medio cuadrático. Para llegar a dicho valor calculamos el promedio de la diferencia entre la cota de los puntos relevados con GPS y los puntos del DEM. Luego, en función a ello determinamos el error medio cuadrático:

$$M = \sqrt{(\sum v_i^2 / n - 1)}$$

Donde “ $v_i$ ” es el resultado arrojado por la resta entre el promedio y la diferencia (entre la cota de los puntos tomados con GPS y los puntos del DEM) y “ $n$ ” es la cantidad de puntos tomados en cuenta para el análisis.

Punto	Cota GPS	Cota DEM	Diferencia	Vi	Vi²
ce_2	15,37	32,607	17,237	0,002	0,000
r1_3	14,69	31,881	17,191	-0,044	0,002
r5_3	12,99	29,965	16,975	-0,260	0,068
r5_1	13,002	29,981	16,979	-0,256	0,066
em_1	13,93	31,392	17,462	0,227	0,051
e_r	13,04	30,07	17,030	-0,205	0,042
em_2	13,62	31,17	17,550	0,315	0,099
v1	13,84	31,261	17,421	0,186	0,034
em_3	13,05	30,36	17,310	0,075	0,006
em_2'	13,00	30,37	17,370	0,135	0,018
ang	15,203	32,474	17,271	0,036	0,001
v5_2	14,087	31,316	17,229	-0,006	0,000
v5_3	13,94	31,258	17,318	0,083	0,007
v3_1	14,54	31,67	17,130	-0,105	0,011
v3_2	14,751	31,953	17,202	-0,033	0,001
v3_3	14,54	31,91	17,370	0,135	0,018
v1_3	15,15	32,26	17,110	-0,125	0,016
v1_1	15,15	32,25	17,100	-0,135	0,018
v1_2	15,23	32,448	17,218	-0,017	0,000
		Promedio	17,235	$\Sigma Vi^2$	0,459
				M	0,160

Como se puede observar en la imagen anterior, hay tres puntos (r5\_3, r5\_1 y em\_2) que se encuentran alejados de la media, por lo tanto se realizó un método de exclusión provisoria.

El método consiste en hacer la siguiente comparación:

$$\text{Cota DEM} - \text{Cota GPS} < 3M$$

Si se cumple dicha comparación se analiza nuevamente eliminando el punto de manera provisoria. En caso contrario, se elimina ya que se encuentra afectado por un error.

En los tres puntos antes mencionados se realizó la exclusión provisoria y en todos los casos cumplió con la comparación, es decir que no se eliminaron, se tuvieron en cuenta para el análisis.

Por lo tanto, el valor que se restó a la columna de cotas fue el del valor del promedio **17,23m**. Para ello, agregamos un campo nuevo a la tabla de atributos (del GIS) y utilizamos la herramienta “field calculator” donde restamos a la elevación el valor calculado.

Luego, exportamos el nuevo campo generando un shapefile con las cotas corregidas.

FID	Shape	LAYER	RETURN CNT	RETURN NUM	CLASS	dem elevac
0	Point ZM	LIDAR, Unclassified	1	1		14,307001
1	Point ZM	LIDAR, Unclassified	1	1	13 (Railroad)	16,632002
2	Point ZM	LIDAR, Unclassified	1	1		13,158001
3	Point ZM	LIDAR, Unclassified	1	1		13,128999
4	Point ZM	LIDAR, Unclassified	1	1	13 (Railroad)	13,464
5	Point ZM	LIDAR, Unclassified	1	1		14,021999
6	Point ZM	LIDAR, Unclassified	1	1		13,234001
7	Point ZM	LIDAR, Unclassified	1	1		13,580999
8	Point ZM	LIDAR, Unclassified	1	1		13,302999
9	Point ZM	LIDAR, Unclassified	1	1		13,069
10	Point ZM	LIDAR, Unclassified	1	1		13,026001
11	Point ZM	LIDAR, Unclassified	1	1		13,41
12	Point ZM	LIDAR, Unclassified	1	1		13,982
13	Point ZM	LIDAR, Unclassified	1	1		15,170999
14	Point ZM	LIDAR, Unclassified	1	1		12,662
15	Point ZM	LIDAR, Unclassified	1	1		13,222999
16	Point ZM	LIDAR, Unclassified	1	1		13,18
17	Point ZM	LIDAR, Unclassified	1	1		13,721
18	Point ZM	LIDAR, Unclassified	1	1		13,191999
19	Point ZM	LIDAR, Unclassified	1	1		13,028999
20	Point ZM	LIDAR, Unclassified	1	1		12,995001
21	Point ZM	LIDAR, Unclassified	1	1		12,778
22	Point ZM	LIDAR, Unclassified	1	1		15,671999
23	Point ZM	LIDAR, Unclassified	1	1		12,802
24	Point ZM	LIDAR, Unclassified	1	1		16,018999
25	Point ZM	LIDAR, Unclassified	1	1		13,986999
26	Point ZM	LIDAR, Unclassified	1	1		13,413999
27	Point ZM	LIDAR, Unclassified	1	1		13,267999
28	Point ZM	LIDAR, Unclassified	1	1		13,294

Ilustración 48: Tabla de atributos del DEM con las nuevas cotas.

De ahora en adelante, utilizamos como válidas las cotas ya corregidas.

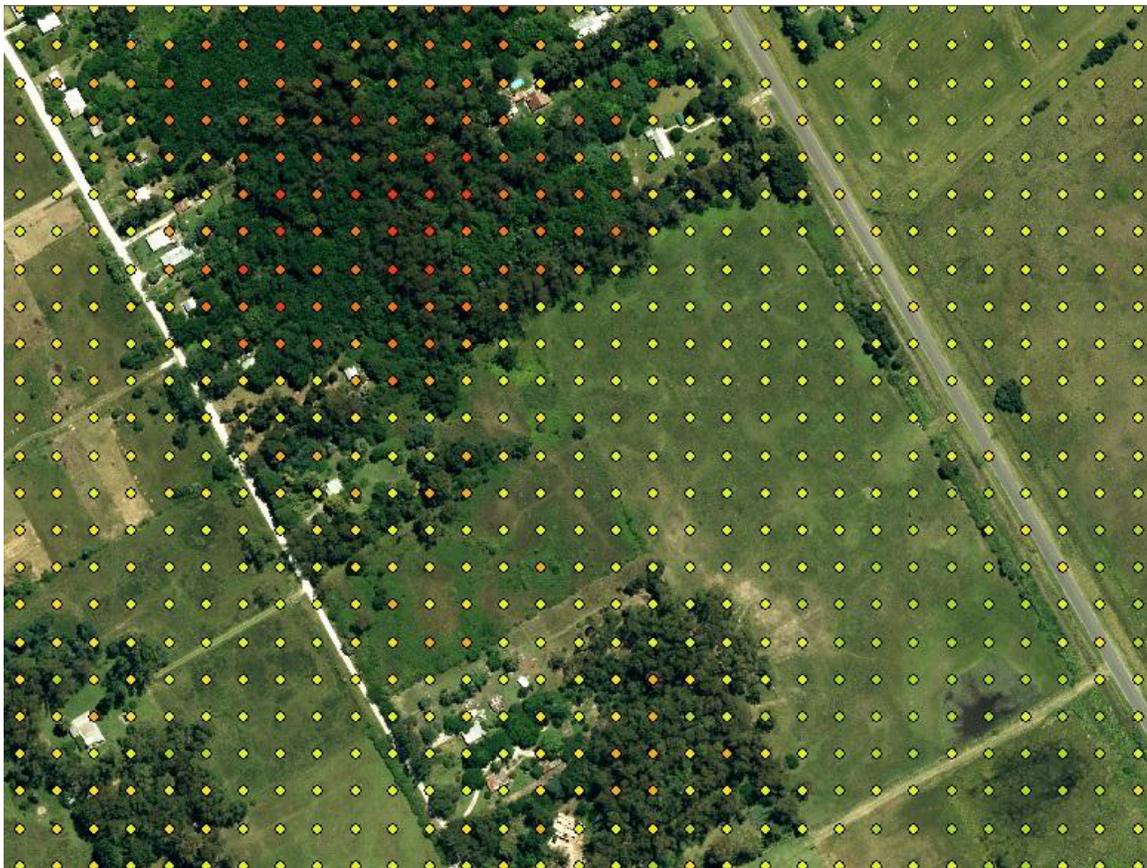
Para verificar la validez de la nueva información altimétrica otorgada por el modelo procedimos a hacer un análisis comparativo entre los resultados de las cotas obtenidas, la información altimétrica de la cartografía y los procesamientos con estación total.

En primer lugar, analizamos la diferencia entre las cotas del DEM y alturas indicadas sobre la carta (puntos sobre el terreno natural). Identificamos puntos en común, tanto en el modelo como en la cartografía, obteniendo los siguientes valores:

Imagen	Cota T.N. Carta	Cota T.N. DEM	Diferencia
1	11,50	10,04	1,46
2	13,00	12,72	0,28
3	14,50	14,51	-0,01
4	14,30	14,56	-0,26
5	14,70	14,42	0,28
6	14,80	15,25	-0,45
7	16,00	15,81	0,19
8	17,00	16,37	0,63

Los valores expuestos como “Diferencias” se encontraban en su mayoría, dentro de los marcos de tolerancias establecidos para el trabajo (menos de 60,50m), existiendo un único valor fuera del mismo.

A partir de la paleta de colores empleada para diferenciar las distintas alturas en el modelo, observamos que en algunos sectores las cotas sobre el terreno y la cima de los árboles eran similares. Ello nos dio un indicio de las limitaciones del DEM, ya que algunos puntos color amarillo (color representativo del terreno natural) quedaban sobre los árboles.



*Ilustración 49: Resultado del DEM sobre arboledas en función de un planeta de color.*

Para verificar esta hipótesis, examinamos los valores de las cotas de las arboledas que teníamos en común con el procesamiento resultante del relevamiento con estación total, obteniendo el siguiente resultado:

Punto	Cota relev.	Cota DEM	Diferencia	Cota T.N. (inmediaciones)
Ar_2	43,59	14,03	29,56	14,36
Ar_4	46,98	15,23	31,75	13,93
Ar_6B	40,46	13,9	26,56	14,01
Ar_6	34,68	14,3	20,38	14,18
A44	52,89	45,05	7,84	13,93
Ar8	50,2	14,34	35,86	13,93
A45	45,53	13,64	31,89	13,93
A46	39,62	13,03	26,59	13,37
A26	23,39	11,45	11,94	11,46
A29	43,25	9,36	33,89	9,52
A28	40,45	8,79	31,66	8,62
A242	43,49	39,42	4,07	9,65
A24	42,11	13,02	29,09	12,41
A23	47,57	13,01	34,56	12,7
A22	45	13,55	31,45	13,52
Ar 7	32,83	14,43	18,4	14,46
A42	50,37	14,23	36,14	14,24

Como se observa en la tabla anterior, la mayoría de las cotas de los árboles relevados con estación total no se corresponden con las cotas obtenidas del DEM, sino que, como mencionamos anteriormente, se asemejan más a las cotas del terreno natural.

Al no tener información detallada sobre cómo el IGN llevó a cabo la generación del modelo, suponemos que estos inconvenientes pudieron deberse a dos causas:

- La primera, debido a que las arboledas eran poco densas, por lo tanto existe una probabilidad mayor de que los puntos caigan sobre el terreno aledaño a los árboles y no sobre la copa de los mismos.
- La segunda causa, y la más factible, puede atribuirse a un problema en la **autocorrelación**<sup>6</sup>. Este inconveniente puede tener diferencias importantes en altimetría para superficies poco homogéneas, como lo es un monte.

---

<sup>6</sup> **Autocorrelación:** identificación y medida de puntos homólogos en dos o más imágenes mediante procedimientos automáticos.

En los casos en que las cotas del relevamiento sí se asemejan a las del DEM, las mismas no entraban en tolerancia.

Por todas las complicaciones del Modelo Digital presentadas anteriormente decidimos no tenerlo en cuenta para la elaboración de nuestro trabajo, ya que no cumplió con las expectativas presentadas en el inicio del informe, debido a la mala calidad de la información que otorgaba el mismo en puntos críticos (árboles y edificaciones).

Sin embargo, reconocemos que puede ser de utilidad para extraer información sobre puntos situados en el terreno natural (áreas planas, ver tabla página 102).

## **CAPÍTULO VII: CONFECCIÓN DE PLANOS**

### **INTRODUCCIÓN**

En este capítulo vamos hablar del armado de los dos planos, la elección de la escala y tamaños de las hojas para poder realizar el ploteo de los planos de forma satisfactoria.

#### **7.1 CONFECCIÓN DE PLANOS**

Como la ANAC requiere para la presentación final adjuntar un soporte digital en AUTOCAD, georreferenciado, vinculado a Marco de Referencia Posgar 07 del IGN y proyección Gauss Krüger conforme al meridiano central de faja que corresponda.

Debíamos transformar los datos vectorizados en ArcMap a formato .dwg conservando las especificaciones mencionadas, para esto exportamos cada shapefile utilizando la herramienta Export to CAD, obteniendo como resultado un archivo .dwg en el cual cada .shp es una capa distinta. Como la simbología no se podía exportar, creamos distintos bloques en CAD para representar cada objeto.

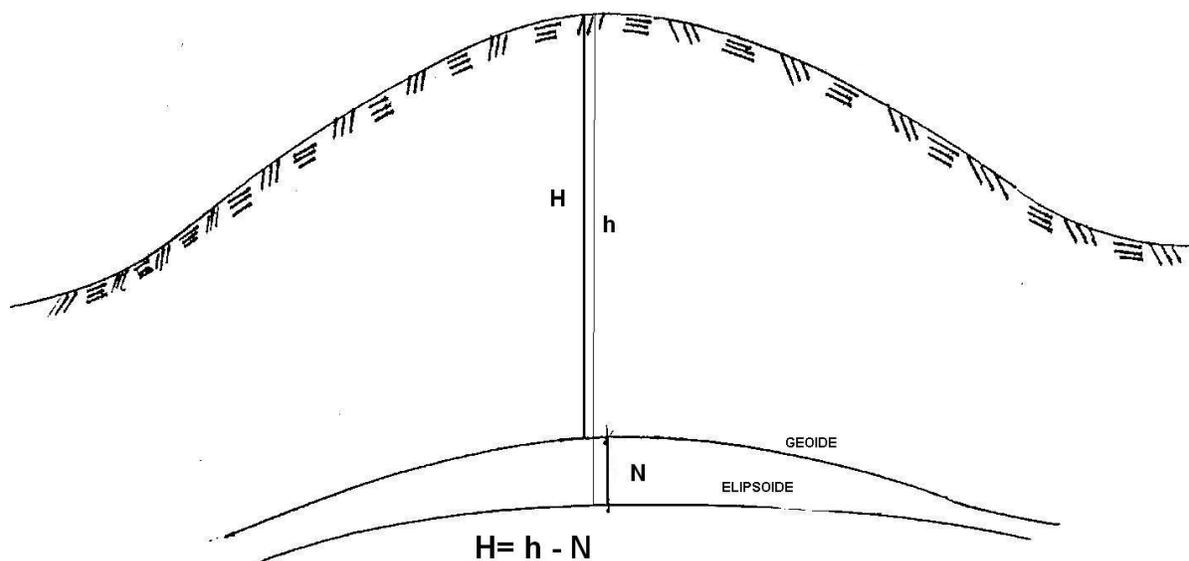
Dado que en un mismo plano no se podían interpretar todos los detalles relevados, decidimos confeccionar dos diferentes, el primero con una escala más chica en el cual representamos todo el relevamiento de obstáculos y el segundo con una escala más grande que permite visualizar todos los detalles del aeródromo como lo son las señales visuales, luminarias, marcas de pista, etc.

Con los dos planos dibujados en el espacio modelo pasamos a definir la escala y el tamaño de las hojas en la cual ploteamos los planos. Para el primer plano definimos la escala en función de la separación mínima entre los objetos representados y el tamaño de hoja que queríamos utilizar, la misma era una hoja A1 ya que presenta dimensiones cómodas para manipular un plano. En función de estos dos parámetros y la realización de pruebas de impresiones definimos como escala final 1:20.000.

Para el segundo plano elegimos el tamaño de la hoja en función de la escala ya que la misma estaba definida según normas. La escala debía ser 1: 2.500 por lo que tuvimos que optar por una hoja A0 de modo tal que se pueda ver toda el área del aerodromo.

Dentro de los requisitos establecidos para la confección del plano, se necesita determinar la elevación y Ondulación Geoidal de cada umbral de pista, a continuación explicaremos los términos y métodos utilizados para obtener la información.

Las alturas geodésicas obtenidas con GPS se midieron respecto al elipsoide. La altura geodésica de un punto es la distancia vertical entre el elipsoide y el punto. Como podemos ver en la imagen esta no es equivalente a la elevación o cota ortométrica respecto al geoide.



Para transformar alturas geodésicas a elevaciones se debe conocer la ondulación del geoide (N), siendo esta la distancia vertical entre el elipsoide y el geoide. De esta forma podemos obtener  $H = h - N$ ; donde H es la altura sobre el geoide denominada cota ortométrica.

En nuestro caso, la elevación de los umbrales se obtuvo luego de realizar el procesamiento de los datos relevados con GPS ya que en este procesamiento utilizamos el modelo Geoidal Ar-16.

Para el cálculo de la ondulación del geoide utilizamos la herramienta web GEOIDE-Ar16 que permite la determinación de ondulaciones geoidales de puntos localizados sobre la superficie de la República Argentina introduciendo las coordenadas de los mismos.

<b>UMBRAL</b>	<b>COTA</b>	<b>ONDULACION (N)</b>
<b>06</b>	14,015	15,466
<b>24</b>	13,038	15,462

A demás de estos requisitos también debíamos consignar la declinación magnética del lugar para el día de la fecha de presentación.

La declinación magnética es el ángulo horizontal comprendido entre el meridiano geodésico y el meridiano magnético.

Como la posición del polo magnético está cambiando constantemente, las declinaciones magnéticas en todas las localidades también experimentan cambios continuos.

En la actualidad se cuenta con software libres que permiten calcular la declinación para una fecha y lugar específica. En nuestro caso la calculamos desde la página de la administración nacional oceánica y atmosférica NOAA. Para el cálculo, hay que cagar la latitud y longitud del lugar, el día, mes y año que se desea saber.

Declinaciones obtenidas para el mes de julio en diferentes años.

<b>DECLINACIÓN MAGNETICA</b>	<b>AÑO</b>
$-9,57^{\circ} \pm 0,40^{\circ}$	2018
$-9,41^{\circ} \pm 0,39^{\circ}$	2017
$-9,25^{\circ} \pm 0,39^{\circ}$	2016
$-9,09 \pm 0,39^{\circ}$	2015
<b>Variación anual</b>	0°9'36''

Se colocó en los planos la siguiente información, además de la ya mencionada en vectorización:

- Declinación magnética
- Coordenadas geográficas de los umbrales
- Distancias declaradas (TORA, TODA, ASDA y LDA)
- Información de obstáculos
- Simbología
- Elevación del aeródromo
- Proyección, sistema y marco de referencia
- Señales de radio

## **CAPÍTULO VIII: CÁLCULO DE HONORARIOS Y GASTOS**

### **INTRODUCCIÓN**

A continuación vamos a detallar las actividades profesionales desarrolladas en el trabajo junto a sus honorarios, gastos ordinarios y extraordinarios, que en su conjunto conforman el presupuesto.

### **8.1 DETERMINACIÓN DE HONORARIOS**

Para determinar los honorarios, nos basamos en la tabla de honorarios mínimos de la Caja. Ya que no todas las tareas se encontraban en ésta, también utilizamos los valores mínimos vigentes en la tabla del SIAPA.

Cabe aclarar que las tareas de dichas tablas fueron asimiladas a las distintas actividades que contemplaban nuestro trabajo.

<b>TAREAS REALIZADAS</b>	<b>HONORARIOS</b>	<b>HORAS</b>	<b>DÍAS</b>	<b>DÍA/MEDIO DÍA</b>
Recopilación y búsqueda de antecedentes	Estudio técnico - Legal	120	16	8
Análisis de la Información		80	10	10
Vinculación	Terreno	20	2	2
Relevamiento con GPS				
Relevamiento con E.T.				
Nivelación				
Procesamiento datos de campaña	Gabinete	136	17	17
Vectorización		120	15	15
Confección de planos		120	15	15

Control de calidad		40	5	2,5
Redacción de informes		160	20	10

<b>TAREAS REALIZADAS</b>	<b>HONORARIOS</b>
Medición de alturas	\$ 86.173,00
Vinculación a red GEOBA	\$ 36.891,00
Nivelación lineal	\$ 10.800,00
Gabinete	\$ 135.150,00
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 269.014,00</b>

## 8.2 CÁLCULO DE GASTOS

Para realizar un detalle completo del cálculo de gastos vamos a dividirlos entre extraordinarios y ordinarios.

### Gastos extraordinarios

- Gastos de movilidad:

Para el cálculo del costo de transporte se tuvo en cuenta la utilización de dos vehículos, cuyo recorrido fue de 190km. cada uno, distancia entre ida y vuelta La Plata-Punta Indio. No se tendrá en cuenta los gastos de movilidad durante la campaña debido a que se realizó con transporte de la Base.

Vehículos utilizados:

- Renault Duster (Consumo 10 litros/100km)
- Honda Civic (Consumo 8 litros/100km )

Costo combustible:

- Consumo Renault Duster: 19,00 litros. Precio combustible: \$26,00.  
Total: \$494,00
- Consumo Honda Civic: 15,20 litros. Precio combustible: \$26,00  
Total: \$395,20
- Costo total combustible: **\$890,00**

Amortización de los vehículos:

Renault Duster

Valor a nuevo: \$486.000,00

Vida residual en 5 años (45,00% del valor a nuevo):\$218.700,00

Promedio anual de km recorrido: 20.000,00 Km.

$$\text{Amortización por año} = \frac{\text{Valor a nuevo} - \text{Valor residual}}{\text{Promedio anual de km recorridos}} = \$/\text{km}$$

$$\text{Amortización por año} = \frac{\$486.000,00 - \$218.700,00}{20.000 \text{ km}} = 13,36 \$/\text{km}$$

Honda Civic

Valor a nuevo: \$753.500,00

Vida residual en 5 años (45,00% del valor a nuevo): \$339.075,00

Promedio anual de km recorrido: 20.000,00 Km.

$$\text{Amortización por año} = \frac{\$753.500,00 - \$339.075,00}{20.000 \text{ km}} = 20,72 \$/\text{km}$$

- Amortización Renault Duster: \$ 2538,40
- Amortización Honda Civic: \$3936,80
- Valor total de amortización vehicular: **\$6475,00**

- Comida y hospedaje

Costo de comida:

- Valor por comida: \$250,00 por persona.

- Cantidad de comidas: 3 por persona.
- Total comidas para 4 personas: **\$ 3.000,00.**

Hospedaje:

- Cabaña para 4 personas por día: \$ 2.230,00.
- Total hospedaje por 2 días: **\$4.460,00.**

- Alquiler de Instrumental

Para la realización del Trabajo Final se utilizó instrumental del Departamento de Agrimensura y de Profesionales que colaborar durante la campaña.

Para poder hacer un presupuesto completo se considera que todo el instrumental fue alquilado.

Instrumental alquilado:

- GPS Sokkia GRX1. Valor alquiler: \$14.500,00
- Estación Total Trimble M3. Valor alquiler: \$7.847,00
- Estación Total Sokkia 510k. Valor alquiler: \$4.300,00
- Nivel Digital Sokkia SDL50. Valor alquiler: \$2.850,00
- Nivel óptico Sokkia 32k. Valor alquiler: \$1.970,00
- Total Alquiler de equipos: **\$31.467,00**

- Seguros personales

Se realizaron 4 pólizas de seguros ante accidentes personales.

- Valor póliza por persona: \$150,00
- Costo total seguro: **\$600,00**

- Copias de planos

Se realizaron dos planos, los cuales se imprimieron 2 veces durante la ejecución a modo de borrador y 2 copias finales para ser presentadas.

Valor de impresión:

- Plano hoja A1: \$ 30,00.
- Plano hoja A0: \$ 60,00.
- Costo total impresiones: **\$ 360,00**

- Cartografía

Se adquirió una carta IGN a escala 1:50.000

- Valor de la carta: \$60,00
- Costo total adquisición cartografía: **\$60,00**
  
- Mosaico y DEM  
Tanto el mosaico y DEM fueron facilitados por el IGM, ya que el trabajo es entre entidades estatales, por esto no se puede valorar esta información. Sin embargo, a fines prácticos analizamos distintos valores de mercado, los cuales no pudimos relacionarlos con el mosaico utilizado para este trabajo debido a la gran cobertura de superficie que tiene.
  
- Gastos extraordinarios que se determinan a partir del honorario
  - Aportes provisionales (10% del honorario): \$26.900,00
  - Tasa de visado del Consejo Profesional de Agrimensura (6% del honorario): \$16.140,00
  - Contrato (Impuesto de sellos: 1,2% del honorario):\$3.230,00
  - Total: **\$46.270,00**

**Total Gastos extraordinarios: \$ 93.582,00 ≈ \$ 93.580,00**

#### Gastos ordinarios

De acuerdo con el decreto Decreto N° 6964/65, los gastos ordinarios (a cargo del profesional) son el 10 % de los honorarios.

- Total Gastos ordinarios: **\$26.900,00**

**Total de gastos: \$ 120.480,00**

**Total Honorarios: \$269.000,00**

**PRESUPUESTO: \$ 389.480,00**

## **CAPÍTULO IX: CONCLUSIONES**

### **INTRODUCCIÓN**

En el presente capítulo haremos un análisis del alcance de los objetivos planteados al comienzo del informe y las experiencias adquiridas durante el desarrollo del mismo.

### **DESARROLLO**

En base al desarrollo realizado podemos mencionar las siguientes conclusiones:

- En primer lugar analizaremos el alcance de los objetivos planteados.

El relevamiento de árboles y antenas (bases enfrentadas) realizado en la zona crítica, es decir en la franja cercana a las cabeceras de la pista, pudo ser realizado de forma satisfactoria ya que se relevaron todos los obstáculos identificados en la planificación de campaña. Tal como lo esperábamos, la precisión planimétrica del método en los casos que la geometría de los triángulos no era la adecuada, se alejó de los valores requeridos para el trabajo. De todos modos, contábamos con el mosaico digital para obtener la posición planimétrica de los obstáculos y así resolver este inconveniente. En cuanto a la altimetría se obtuvieron valores acordes a lo esperado, esto lo pudimos verificar a partir de la medición del mismo objeto desde las dos cabeceras.

En relación al método consideramos que no resulta práctico para la medición de elementos distribuidos en grandes superficies.

En lo que respecta al relevamiento de 4000m a partir de los umbrales de pista principal pudimos relevar planimétricamente más del 90 % de la superficie, incluyendo en ésta, la zona más crítica del relevamiento. Como se mencionó en el desarrollo, la información faltante se encuentra en el extremo de la superficie limitadora, la cual por lo analizado no traería complicaciones para la actividad de la pista.

Sin embargo, en altimetría no logramos obtener información fiable en el Modelo Digital de Elevaciones de toda esa área, debido a que no cumplíamos con la tolerancia

requerida. A pesar de ello, pudimos conocer las cotas de los objetos en zonas críticas a partir del método de bases enfrentadas

Además de los inconvenientes surgidos al utilizar el DEM, se le sumó la falta del vuelo programado por BAPI al inicio del trabajo.

De todos modos el IGN adquirió un Dron de ala fija. Con el mismo, realizó las primeras pruebas y relevamientos en la Base. Luego de que se procese esta información (tiempo indeterminado) se va poder contar con material de suma importancia para en un futuro concluir con la confección del plano.

En lo que respecta al uso del GPS para la obtención de cotas, observamos que luego de procesar los datos aplicando modelos geoidales y verificando estos resultados con tres puntos fijos IGN distribuidos en la zona de interés, se lograron resultados muy satisfactorios para este tipo de trabajos.

Debido a esto, la elevación de los umbrales de pista se realizó con el uso de GPS cumpliendo con la exactitud vertical exigida de 0,5m.

Por último podemos decir que la confección del plano llevada a cabo no es la definitiva para presentar ante la ANAC a causa de los inconvenientes ya expuestos (falta de datos), pero pudimos lograr grandes avances para que el mismo pueda ser finalizado y aprobado en un futuro. Hoy en día logramos generar un vínculo con el personal de la ANAC, el cual nos permite sostener un intercambio de e-mails, donde se pudo presentar los avances de los planos y recibir correcciones. En las mismas nos indicaron que el plano estaba correcto pero que faltaba información altimétrica de los objetos, a partir de ésta la ANAC define que objetos son considerados obstáculos. De este modo el día que se tenga la información altimétrica faltante se va a poder continuar en el desarrollo de planos ya avanzados y controlados.

- En segundo lugar expondremos las conclusiones personales a partir de las experiencias adquiridas a lo largo de todo el trabajo.

En la actualidad, creemos que este tipo de trabajos donde la superficie a relevar es muy extensa y las precisiones son centimétricas, puede ser una gran alternativa el uso de drones de ala fija. Realizando un buen apoyo al vuelo se podrían generar productos derivados de gran calidad que hacen más eficaz la confección de un plano.

A partir de esto y teniendo en cuenta el tratamiento de datos realizado en el trabajo, podemos decir que es necesario tener previsto al equipamiento acorde al volumen de información a manejar. La generación de mosaicos y modelos digitales de precisión producen archivos muy pesados los cuales son difíciles de procesar con una computadora estándar.

Por otro lado, notamos que la planificación de campaña es de suma importancia para trabajos de gran envergadura, donde además muchas veces los plazos son acotados. En nuestro caso nos fue muy útil planificar distintas alternativas de trabajo, lo que nos permitió elegir en campo la opción más apropiada para cumplir los objetivos de forma eficaz.

Además hay que tener en cuenta el lugar de realización de la campaña, sus costumbres, normas, etc ya que las mismas pueden incidir de forma directa en la ejecución del trabajo. En el caso particular de BAPI, al ser una Base militar posee un protocolo rígido, por lo que conllevó a un ajuste en la campaña para cumplir con el mismo. Si bien el personal de la Base estuvo a entera disposición nuestra, al trabajar con la pista operando un oficial nos acompañó permanentemente y mediante radio se le consultaba a la torre de control antes de hacer cualquier desplazamiento, esto produjo una modificación de tiempo originalmente previsto.

Por otro lado, vemos que es necesario realizar un control al momento de adquirir información de terceros, ya que al presentar un producto confeccionado a partir de estos datos, como futuros profesionales responsables debemos eliminar toda posible fuente de error.

También consideramos que este fue un trabajo el cual nos permitió integrar y poner en práctica gran cantidad de conocimientos adquiridos en el ámbito académico. La aplicación de estos conocimientos previo a obtener el título profesional, será de gran importancia ya que pudimos sortear distintos inconvenientes prácticos que nos ayudaran en el futuro.

Por último podemos decir que fue de gran agrado poder realizar un proyecto dentro de una Universidad pública, que contribuya con un organismo estatal como lo es BAPI.

## **CAPÍTULO X: BIBLIOGRAFÍA**

- Paul R. Wolf- Charles D. Ghilani, 2008. TOPOGRAFÍA. Edición 11a.
- Administración Nacional de Aviación Civil, 2016. RAAC-154. Diseño de Aeródromos. Edición 1º.
- Administración Nacional de Aviación Civil, 2017. REQUISITOS PARA TRAMITAR LA HABILITACIÓN DE AERÓDROMOS PÚBLICOS Y PRIVADOS (Excepto Agroaéreos)-ANEXO VI
- Administración Nacional de Aviación Civil, 2017. REQUISITOS PARA TRAMITAR LA HABILITACIÓN DE AYUDAS VISUALES NOCTURNAS EN AERÓDROMOS-ANEXO X
- Extracto, Manual de servicios de aeropuertos. PARTE 6.
- Apuntes de cátedra: Topografía 2
- Apuntes de cátedra: Ingeniería de Levantamientos
- Apuntes de cátedra: Sistemas de Información Geográfica.
- Apuntes de cátedra: Percepción Remota.
- Domínguez García-Tejero, 1993. TOPOGRAFÍA general y aplicada. Edición 12.

### **Enlaces de páginas web**

- <http://www.ign.gob.ar/>
- <https://www.isndf.com.ar/que-es-la-declinacion-magnetica/>
- <http://resources.arcgis.com/es/help/>
- <http://www.anac.gov.ar>
- [www.carto.arba.gov.ar](http://www.carto.arba.gov.ar)
- <http://www.cpa.org.ar/>

## **AGRADECIMIENTOS:**

Queremos expresar, en primer lugar, nuestro agradecimiento a las familias quienes nos brindaron la posibilidad de realizar los estudios de grado.

A todos los profesores, ayudantes, no docentes y compañeros que estuvieron a lo largo de toda la carrera.

A nuestro director de Trabajo Final, Agrim. César Romero y todos los que colaboraron para la elaboración de este trabajo, en particular a: Ing. Agrim. Ignacio Doporto, Agrim. Fernando Alba Posse, Ing. Agrim. Daniela Soto, personal de BAPI e IGN quien nos facilitó el mosaico digital.

## **ANEXO 1: INFORMACIÓN DEL MOSAICO PROVISTO POR EL IGN**





*Ilustración: Mosaico de ortofotos rápidas 2014, prueba Punta Indio*

## **DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO**

Un mosaico de ortofotos rápidas es básicamente una composición de diferentes fotografías ortorectificadas que poseen coherencia y continuidad entre ellas. Una fotografía ortorectificada es una imagen obtenida mediante un proceso donde se emplea un modelo de elevación con la finalidad de eliminar los efectos perspectivos de la foto generando un imagen semejante a una proyección normal.

En el caso de los mosaicos de ortofotos rápidos del IGN se emplean imágenes rectificadas con un modelo de superficie rápida, el mismo generalmente posee una grilla

de 30 m. Este modelo es conveniente para la realización de ortofotos tradicionales que corrigen la zona con el criterio de reproyectar pequeñas unidades de terreno.

Los mosaicos de ortofotos rápidos IGN no son ortofotos verdaderas puesto que el modelo de superficie empleado para esta tarea no corrige los abatimientos de elementos pequeños como construcciones pequeñas.

## **DATOS DEL SECTOR**

- Número de mosaicos que componen el sector: 1
- Tamaño del pixel: 0,20 m
- Unidades: metros
- Proyección utilizada y parámetros: Gauss-Krüger Faja 6 (Orig. Lat. = -90°; Falso norte=0; Orig. Long. = -57°; Falso este=6.500.000; factor de escala=1)
- Marco de referencia (con época): Posgar 07 – Época 2006.632.
- Sensor: Vecxel Ultracam XP
- Fecha de vuelo: 28/11/2014
- Bandas: 4 (Azul, verde, rojo, infrarrojo cercano).
- Formato de imagen y tfw: Tiff standard con tfw (archivo que contiene las coordenadas de la imagen).

## **ANEXO 2: ESPECIFICACIONES DEL INSTRUMENTAL**

### **Especificaciones Nivel Digital SDL50:**

Exactitud de altura (Electrónica)	1,5mm (Con varas de fibra de vidrio código RAB) Desviación estándar para nivelación de carrera doble de 1km
Exactitud de distancia (Electrónica)	[<10m=+/- 10mm][10m a 50 m=+/- 1%xD][>50m=2%Xd]
Resolución de pantalla (Altura)	0,0001/0,001m
Rango de medición	1,6 a 100m
Acercamiento	28x
Compensador	Compensador de péndulo con sistema de amortiguación magnética
Almacenamiento de datos	2000 puntos
Comunicaciones	RS-232C
Protección contra polvo y agua	IPX4
Temperatura de funcionamiento	-20 a +50 °C(-4 a +122°F)
Tiempo de funcionamiento	Más de 8,5 horas
Tamaño	An158 X P257 X A1182mm (An6, 2xP10, 2xA17, 2 pulg.)
Peso	2,4 Kg(5,3 lb)

**Especificaciones de Nivel Óptico Sokkia 32K:**

Telescopio	B20/B21
Longitud	215mm(8,5 pulgadas)
Imagen	Directa
Apertura	42mm(1,7 pulgadas)
Aumento	32x
Campo de visión	1°20´(2,3m a 100m)
Poder de resolución	3”
Enfoque mínimo	0,3m (1pie)
Constante multiplicativa	100
Constante aditiva	0
<b>Círculo Horizontal</b>	
Diámetro	103mm(4,1 pulgadas)
Graduación	1°
<b>Compensador Automático</b>	
Distancia	615´
<b>Nivel circular</b>	
Sensibilidad	10´/2mm
Desviación estándar para 1 km (1 milla) de nivelación ida y vuelta	61,0mm/61,5mm (60,004 pies)/(60,006 pies)
Resistencia al agua	IPX4
<b>Tamaño</b>	130(A)x 215(L)x140(H)mm 5,1 (A)x 8,5(L)x5,3 (H) pulgadas
<b>Peso</b>	
Instrumental	1,8 kg(4,1 lbs)

**Especificaciones Estación total Sokkia 510K**

<b>Anteoj</b>	
Longitud	170mm
Apertura	45mm
Aumentos	30X
Imagen	Directa
Campo de visión	1°30´
Enfoque mínimo	1,0m
Tornillo de enfoque	1 velocidad
Iluminación del retículo	5 niveles de brillo
<b>Medición de ángulos</b>	
Tipo de círculos horizontales y verticales	Codificador absoluto giratorio
Lectura mínima en pantalla	1”(0,0002gon/0,005mil)/5”(0,001gon/0,02mil)
Precisión	5”(0,0015gon/0,030mil)
Tiempo de medición	Menos de 0,5 segundos
Compensador automático	Encendido (V Y H/V)/Apagado
Tipo	Sensor líquido de inclinación de 2 ejes
Lectura mínima en pantalla	Acorde con el mínimo ángulo de medición mostrado en pantalla
Rango de compensación	63´
<b>Modo de medición</b>	
Ángulo horizontal	Derecha/izquierda(seleccionable)
Ángulo vertical	Cenit/Horizontal 0°/ Horizontal 690°
<b>Medición de distancia</b>	
Rango de medición	(Con un prisma reflectante/prisma de placa reflectante de Sokkia y en condiciones atmosféricas normales representa buenas condiciones atmosféricas) Placa reflectante RS90N-K: 2,0 a 120 m (390 pies) Placa reflectante RS50N-K: 2,0 a 50 m (160 pies) Placa reflectante RS10N-K: 2,0 a 20 m (70 pies) Prisma compacto CP01: 1,0 a 800 m (2.620 pies) Prisma estándar AP01AR X 1: 1,0 a 2.400 m (7.870 pies) 1,0 a 2.700 m (8.850 pies) Prisma estándar AP01AR X 3: 1,0 a 3.100 m (10.160 pies) a 3.500 m (11.480 pies)

	Prisma OR1PA con minisoporte: 1,0 a 500 m (1.640 pies)
Lectura mínima en pantalla	Medición precisa, medición rápida: 0,001 m (0,01 pies) Medición de seguimiento: 0,01 m (0,1 pie)
Distancia geométrica máxima	4199,999 m (13779,52 pies)
Unidad de distancia	m/pies/pies de EE.UU./pulgadas (seleccionable)
Precisión: Con prisma	Medición precisa: $\pm (2 + 2 \text{ ppm} \times D)$ mm Medición rápida: $\pm (5 + 5 \text{ ppm} \times D)$ mm
Con placa reflectante	Medición precisa: $(4 + 3 \text{ ppm} \times D)$ mm Medición rápida: $(5 + 5 \text{ ppm} \times D)$ mm
Modo de medición	Medición precisa (simple/repetida/promedio)/ Medición rápida (simple/repetida)/Seguimiento (seleccionable)
Tiempo de medición: Medición precisa	2,8 segundos (2,4 segundos) + cada 1,6 seg.
Medición rápida	2,3 segundos (1,9 segundos) + cada 0,8 seg.
Medición de seguimiento	1,8 segundos (1,4 segundos) + cada 0,3 seg.
Origen de la señal	LED infrarrojo (clase 1 IEC 60825-1: 2001-1)
<b>Corrección atmosférica</b>	
Rango de entrada de temperatura	- 30 a 60 °C (en incrementos de 1 °C)/ - 22 a 140 °F (en incrementos de 1 °F)
Rango de entrada de presión	500 a 1.400 hPa (incrementos de 1 hPa) 375 a 1,050 mmHg (en incrementos de 1 mmHg) 14,8 a 41,3 pulgHg (en incrementos de 0,1 pulgHg)
Rango de introducción de ppm	-499 499 ppm (incrementos de 1 ppm)
Corrección de la constante del prisma	-99 a 99 mm (incrementos de 1 mm)
Curvatura terrestre y corrección de refracción:	No/Sí K=0,142/Sí K=0,20 (seleccionable)
Ajuste del factor de corrección	0,5 a 2,0
Corrección del nivel del mar	No/Sí (seleccionable)
<b>Alimentación</b>	
Alimentación eléctrica	Batería de iones de litio recargable BDC46A Batería externa BDC57 (opción)

Indicador de estado de las baterías:	4 niveles
Autonomía a 25°: Medición de distancias y ángulos	aproximadamente 7,5 horas (Medición precisa simple = cada 30 segundos)
Sólo medición de ángulos	aproximadamente 10 horas
Tiempo de carga a 25°	2 horas aproximadamente (con CDC68)*
BDC46A	Tensión nominal: 7,2 V Rango de temperatura de almacenamiento: -20 a 35 °C
CDC68	Tensión de entrada: con EDC113A/113C:110 a 240 V CC 50/60 Hz con EDC113B:110 a 125 V CC 50/60 Hz Rango de temperatura de carga: 0 a 40 °C Rango de temperatura de almacenamiento: -20 a 65 °C
<b>Pantalla</b>	Pantalla gráfica LCD, 192 X 80 puntos 1 pantalla gráfica LCD en cada cara con iluminador
Panel de control (teclado)	27 teclas (funcionamiento normal, encendido, luz) con iluminador.
Apagado automático	5 niveles (seleccionable)
Memoria interna	sobre 10.000puntos
Comunicación de datos	Serie asíncrona, compatible con RS232C Compatible con Centronics (con DOC46) Impresora con modo ESC/PTM (función de emulación)
Sensibilidad del Nivel tubular	30"/2 mm
Sensibilidad del Nivel circular	10'/2 mm
<b>Plomada óptica</b>	
Imagen	Directa
Aumentos	3X
Enfoque mínimo	0,3 m
Tornillo de movimiento horizontal y vertical	1 nivel
Temperatura de funcionamiento	-20 a 50 °C
Temperatura de almacenamiento:	-30 a 70 °C
Resistencia al agua y al polvo:	IP66 (IEC 60529: 2001)
Altura del instrumento	236 mm desde la parte inferior de la base nivelante 193 mm a partir del recipiente de la base nivelante

Tamaño (con asa):	165 (A) X 180 (P) X 341 (Alt.) mm
Peso (con asa y batería incluidas)	5,2 kg (11,5 libras)

### **Especificaciones Estación total Trimble M3 5"**

<b>Medición de distancias</b>	
Con diana reflectante 5 cm x 5 cm 1", 2", 3", 5" 5"W	1,5m a 270m 1,5m a 300m
Con un solo prisma 6,25 cm 5"	1,5m a 3.000m
<b>Precisión (Desviación típica según ISO 17123-4)</b>	
Prisma	6(2+2ppmxD)mm
Sin Prisma	6(3+2ppmxD)mm
<b>Modelo de invierno</b>	
Prisma	$\pm(3 + 2 \text{ ppm} \times D) \text{ mm}$ (-10 °C a +40 °C) $\pm(3 + 3 \text{ ppm} \times D) \text{ mm}$ (-20 °C a -10 °C, +40 °C a +50 °C)
Sin prisma	$\pm(3 + 2 \text{ ppm} \times D) \text{ mm}$ (-10 °C a +40 °C) $\pm(3 + 3 \text{ ppm} \times D) \text{ mm}$ (-20 °C a -10 °C, +40 °C a +50 °C)
<b>Medición de ángulos</b>	
Precisión DIN 18723 (horizontal y vertical)	5"/1,5 mgon
Sistema de lectura	Codificador absoluto
Diámetro del limbo	62 mm
Ángulo horizontal/vertical	Diamétrico
Incremento mínimo (grados, gons, MIL6400)	Grados: 0,1"/1"/5"/10" Gons: 0,2/1/2 mgon MIL6400: 0,005/0,02/0,05 mil
<b>Telescopio</b>	
Longitud del tubo	125 mm

Imagen	Vertical
Aumentos	30× (18x/36x con lentes oculares opcionales)
5" Diámetro efectivo del objetivo	40 mm
5" Diámetro EDM	45 mm
Campo visual	1°20'
Potencia de resolución	3"
Distancia de enfoque mínima	1,5 m
Puntero láser	Luz roja coaxial
<b>Sensor de inclinación</b>	
Tipo	Eje doble
Método	Detección líquida-eléctrica
Rango de compensación	±3,5'
<b>Comunicaciones</b>	
Puertos de comunicación	1 en serie (RS-232C), 2 USB (host y cliente)
Comunicaciones inalámbricas	Bluetooth integrada
<b>Alimentación</b>	
2 baterías de Li-ión internas Voltaje de salida	3,8 V DC
<b>Tiempo de funcionamiento:</b>	
5"	aprox. 26 horas (medición de distancia/ángulo cada 30 segundos) aprox. 28 horas (medición de ángulo continua)
Tiempo de recarga, recarga completa	4 horas
<b>Especificaciones generales</b>	
Niveles de burbuja Sensibilidad de la burbuja esférica	10'/2 mm
Tangente/Abrazaderas	Sin fin (5"); Abrazadera (1")

Pantalla cara 1	QVGA, color de 16 bits, LCD TFT, con retroiluminación (320x240 píxeles)
Pantalla cara 2	LCD gráfica con retroiluminación (128x64 píxeles)
Memoria de puntos	128 MB de RAM, 1 GB de memoria Flash
Plomada interna	Óptica o Láser Clase 2
Dimensiones (Ancho x Profundidad x Alto).	149 mm x 145 mm x 306 mm
<b>Peso (aprox.):</b>	
5" Unidad principal	4,2 kg
Batería	0,1 kg
Maleta	2,3 kg
<b>Especificaciones medioambientales</b>	
Rango de temperatura de funcionamiento	-20 °C a +50 °C (-4 °F a +122 °F)
Modelo de invierno	-30 °C a +50 °C (-22 °F a +122 °F)
Rango de temperatura de almacenamiento	-25 °C a +60 °C (-13 °F a +140 °F)
Modelo de invierno	-30 °C a +60 °C (-22 °F a +140 °F)
Corrección atmosférica:	
Rango de temperatura	-40 °C a +60 °C (-40 °F a +140 °F)
Presión barométrica	400 mmHg a 999 mmHg/533 hPa a 1.332 hPa/ 15,8 inHg a 39,3 inHg
Protección contra el polvo e impermeabilidad	IP66

### **Especificaciones GPS Sokkia GRX1**

Capacidad de rastreo		
Cantidad de canales		72 canales
Señales rastreadas:	GPS GLONASS SBAS	L1 AC, L1/L2/ código P, L2C L1/L2 AC, L1/L2 código p WAAS, EGNOS, MSAS
Precisión del posicionamiento		
Estática	L1+L2 L1 únicamente	A: 3mm+0,5 ppm      V: 5mm+0,5 ppm A: 3mm +0,8ppm      V: 4mm+1ppm
Estática rápida	L1+L2	A: 3mm+0,5ppm      V: 5m+0,5ppm
Cinemática	L1+L2	A:10mm+1ppm      V: 15mm+1ppm
RTK	L1+L2	A: 10mm+1ppm      V: 15mm+1ppm
DGPS		<0,5m
<b>Interfaz del usuario</b>		
Operación		Manejo con un solo botón para encender y apagar, reinicializar el receptor, inicializar la memoria
Panel indicador		22 indicadores LED de estado
Navegación por voz		Mensajes de voz multilingüe para información de estado del receptor
Administración de datos		
Memoria		Tarjeta SD/SDHC(formatos FAT16/32)
Formato de datos		RTCM SC104 2.1/2.2/2.3/3.0/3.1, CMR,CMR+,NMEA, TPS
Velocidad de actualización/salida		1 Hz, 5Hz, 20Hz
<b>Puerto de comunicación</b>		RS-232C(4.800 a 115.200 bps)
Comunicación inalámbrica		
Módem Bluetooth		V.1.1, clase 1, 115.200 bps
Módem digital UHF		Receptor (RX) Y transmisor (TX) internos, 410 a 470 MHz)
Módem GSM/GPRS		Interno
<b>Ambiental</b>		
Protección contra polvo y agua		IP67 (IEC 60529.2001) al cerrar todas las tapas de los conectores. Protegido contra eventual inmersión hasta 1m(3,3 pies) de profundidad
Temperatura de funcionamiento: Receptor GRX1 Batería Módems UHF/GSM		-40 a +65°C (-40 a +149°F) -20 a +65°C (-4 a +149°F) -20 a +55°C(-4 a +131°F)
Temperatura de almacenamiento		-45 a 70°C (-49 a +158°F)
Humedad		100% por condensación

<b>Física</b>		
Carcasa		Alojamiento de aleación de magnesio
Tamaño		184mm(diámetro)x 95mm(altura)
Peso:	Receptor GRX1	1,1 KG (2,43 libras)
	Batería BDC58	195 g (6,9 onzas)
	Módem internos	115 a 230 g (4,1 a 8,2 onzas)
<b>Fuente de alimentación</b>		
Batería estándar BDC58		Batería de ión de litio desmontable y recargable, 7,2 V
Tiempo de funcionamiento a 20°C		>7,5 horas en modalidad estática con conexión Bluetooth
Cargador CDC68:	Tiempo de recarga	Aprox. 4 horas a 25°C (77°F)
	Voltaje de entrada	100 a 240 V CA (50/60Hz)
Suministro externo de energía:		
Voltaje de entrada		6,7 a 18 V CC

## **ANEXO 3: INFORMACIÓN DE PUNTOS FIJOS Y ESTACIONES PERMANENTES**

### **PUNTOS FIJOS**

PF	Ubicación	Coordenadas geodésicas	Coordenadas Planas GK	Cota SRVN16
2n(VII)j	Punta Indio	Latitud: -35°20'05.1" Longitud: -57°17'51.2" Precisión: 500m	Norte: 6090195m Este: 6472947m Faja: 6	Chapa pilar: 11.976m
12n(VII)f	Punta Indio	Latitud: -35°23'12.4" Longitud: -57°20'13.1" Precisión: 500m	Norte: 6084409m Este: 6469385m Faja: 6	Chapa pilar: 17.537m
13n(VII)f	Punta Indio	Latitud: -35°25'33.4" Longitud: -57°18'34.5" Precisión: 500m	Norte: 6080074m Este: 6471886m Faja: 6	Chapa pilar: 13.313m

### **ESTACIONES PERMANENTES**

#### Estación de Dolores:

- Código de identificación: DORE
- Código Internacional: 41567M001
- País: Argentina
- Provincia: Buenos Aires
- Ciudad/localidad: Dolores
- Fecha de instalación: 23 de octubre de 2012
- Coordenadas Geodésicas en el Marco POSGAR 2007:
  - Latitud: -36°18'54.36259"
  - Longitud: -57°40'51.58476"
  - Altura elipsoidal: 34.065m
  - Cota SRVN16: 17.968m
- Coordenadas Cartesianas en el marco POSGAR 2007:
  - X: 2750897.460m

- Y: -4348295.603m
- Z: -3756441.813m
- Receptor activo de la estación DORE:
  - Modelo: Leica GR10
  - Código IGS: LEICA GR10
  - Número de serie: 1700965
  - Fecha de instalación: 23 de octubre de 2012
  - Sistema de satélites: GPS+GLONASS
  - Ángulo de máscara: 3°
  - Intervalo de registro (seg): 1-5-15
- Antena activa de la estación DORE:
  - Modelo: Leica AR10
  - Código IGS: LEIAR10
  - Número de serie: 14245-065
  - Fecha de instalación: 23 de octubre de 2012
  - Altura de la antena: 0.000m (Referida a la base de la antena)

Estación del IGN:

- Código de identificación: IGM1
- Código internacional: 41505M003
- País: Argentina
- Provincia: Ciudad Autónoma de Buenos Aires
- Ciudad/ Localidad: Ciudad Autónoma de Buenos Aires
- Fecha de instalación: 17 de diciembre de 2003
- Coordenadas Geodésicas en el marco POSGAR 2007
  - Latitud: -34°34'20.07733
  - Longitud: -58°26'21.54958"
  - Altura elipsoidal: 50.694m
  - Cota SRVN16: 34.591m
- Coordenadas Cartesianas en el marco POSGAR 2007

- X:2751804.044m
- Y: -4479879.309m
- Z: -3598922.511m
- Receptor activo de la estación IGM1:
  - Modelo: Trimble NetR9
  - Código IGS: TRIMBLE NETR9
  - Número de serie: 5035K70010
  - Fecha de instalación: 7 de enero de 2014
  - Sistema de satélites: GPS + GLONASS
  - Ángulo de máscara: 3°
  - Intervalos de registro(seg): 1-5-15
- Antena activa de la estación IGM1
  - Modelo: Ashtech Dorne Margolin con Domo
  - Código IGS: ASH700936\_M+SNOW
  - Número de serie:
  - Fecha de instalación: 17 de diciembre de 2003
  - Altura de antena: 0.000m( Referida a la base de la antena)

## **ANEXO 4: MONOGRAFÍAS**



*Ilustración: Puntos PAF relevados con GPS.*



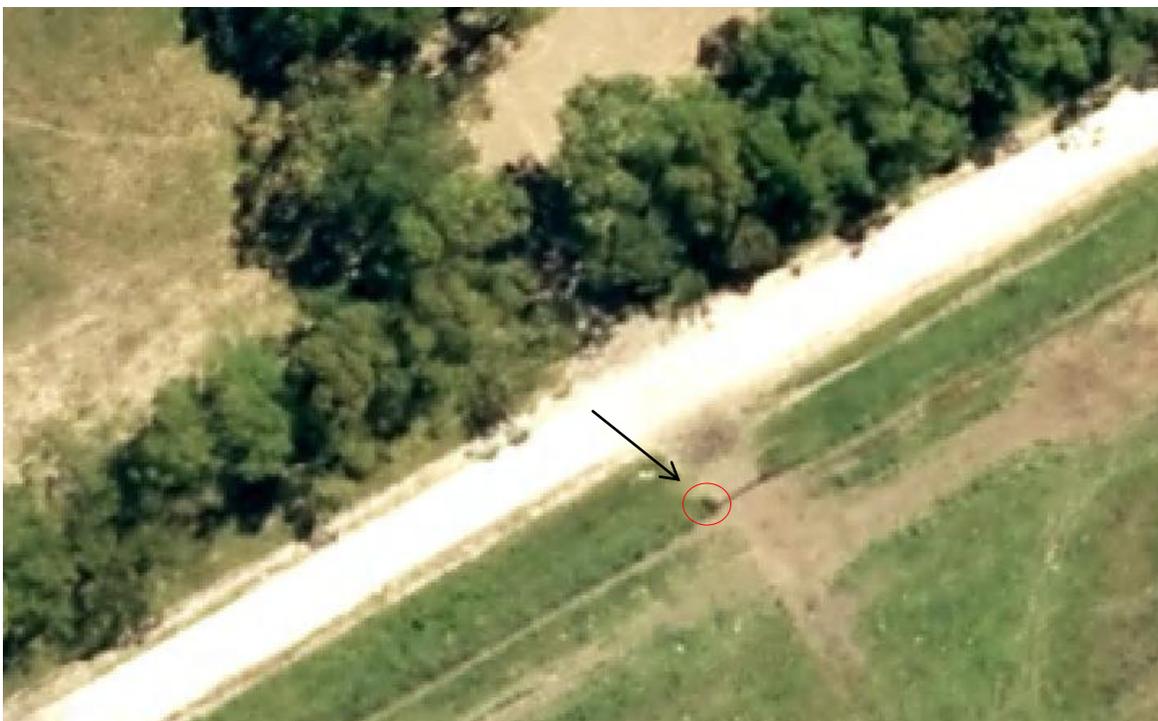
*Ilustración: Detalle de puntos PAF*

**Monografía PAF**

**PAF N° 1**

- Nombre PAF: oe\_ct
- Provincia: Buenos Aires Partido: Verónica
- Fecha de Apoyo: 8/4/2018
- Sistema WGS 84- Proyección Gauss Krüger- Faja 6
- Coordenadas:

***Norte: 6090179,011 – Este: 6472971,81***



*Ilustración: Poste de tranquera, camino de acceso a BAPI.*

**Monografía PAF**

**PAF N° 2**

- Nombre PAF: oe\_c
- Provincia: Buenos Aires Partido: Verónica
- Fecha de Apoyo: 8/4/2018
- Sistema WGS 84- Proyección Gauss Krüger- Faja 6
- Coordenadas:

**Norte: 6086664,405 – Este: 6470171,37**



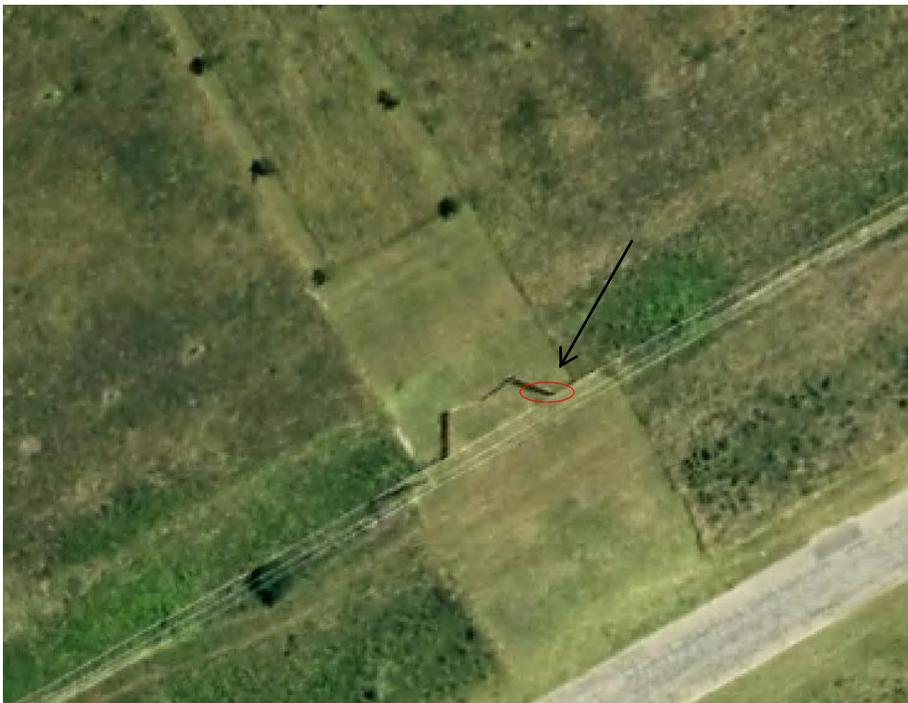
*Ilustración: Poste de tranquera, camino de acceso a BAPI.*

**Monografía PAF**

**PAF N° 3**

- Nombre PAF: se-j4
- Provincia: Buenos Aires Partido: Verónica
- Fecha de Apoyo: 8/4/2018
- Sistema WGS 84- Proyección Gauss Krüger- Faja 6
- Coordenadas:

**Norte: 6088925,309– Este: 6477363**



*Ilustración: Esquina de tranquera, lado del río.*

**Monografía PAF**

**PAF N° 4**

- Nombre PAF: sur\_c
- Provincia: Buenos Aires Partido: Verónica
- Fecha de Apoyo: 8/4/2018
- Sistema WGS 84- Proyección Gauss Krüger- Faja 6
- Coordenadas:

**Norte: 6085258,294– Este: 6470995,33**



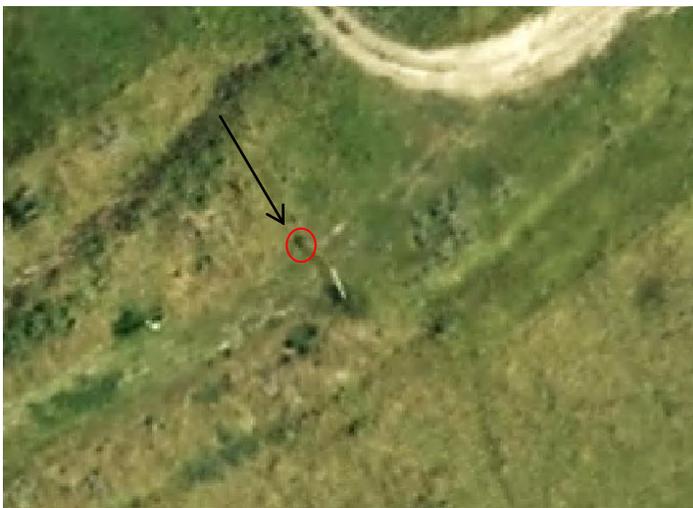
*Ilustración: Esquina de alcantarilla al suroeste de la entrada BAPI.*

**Monografía PAF**

**PAF N° 5**

- Nombre PAF: ne\_j6
- Provincia: Buenos Aires Partido: Verónica
- Fecha de Apoyo: 8/4/2018
- Sistema WGS 84- Proyección Gauss Krüger- Faja 6
- Coordenadas:

**Norte: 6089030,251 – Este: 6474280,95**



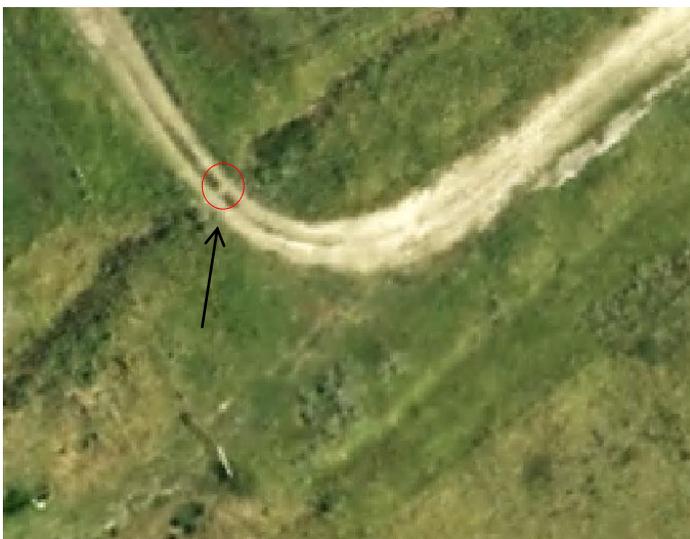
*Ilustración: Portón, poste norte por entrada trasera de BAPI.*

**Monografía PAF**

**PAF N° 6**

- Nombre PAF: ne\_j5
- Provincia: Buenos Aires Partido: Verónica
- Fecha de Apoyo: 8/4/2018
- Sistema WGS 84- Proyección Gauss Krüger- Faja 6
- Coordenadas:

**Norte: 6089048,22 – Este: 6474284,79**



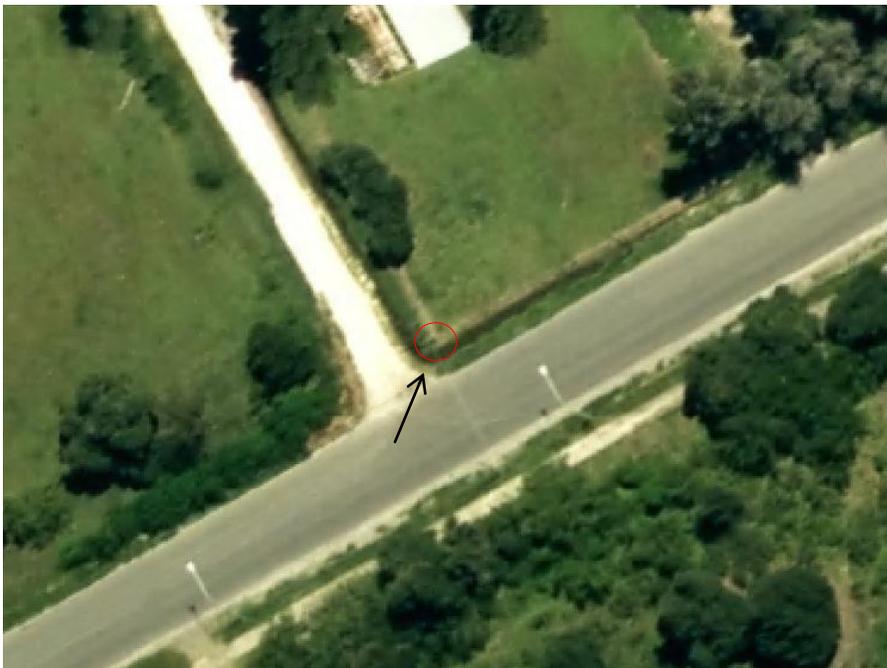
*Ilustración: Alcantarilla sobre huella por entrada trasera de BAPI.*

**Monografía PAF**

**PAF N° 7**

- Nombre PAF: w\_c2
- Provincia: Buenos Aires Partido: Verónica
- Fecha de Apoyo: 8/4/2018
- Sistema WGS 84- Proyección Gauss Krüger- Faja 6
- Coordenadas:

**Norte: 6086210,32 – Este: 6469330,98**



*Ilustración: Poste esquina sobre camino de acceso a BAPI.*

**Monografía PAF**

**PAF N° 8**

- Nombre PAF: s2\_c
- Provincia: Buenos Aires Partido: Verónica
- Fecha de Apoyo: 8/4/2018
- Sistema WGS 84- Proyección Gauss Krüger- Faja 6
- Coordenadas:

**Norte: 6084907,383 – Este: 6471872,86**



*Ilustración: esquina de tranquera al suroeste de la entrada BAPI.*

**Monografía PAF**

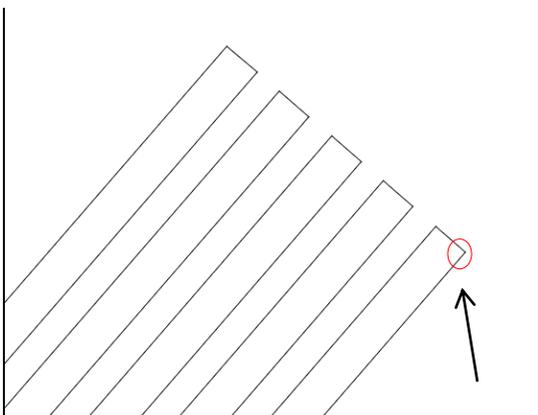
**PAF N° 9**

- Nombre PAF: V5\_3
- Provincia: Buenos Aires Partido: Verónica
- Fecha de Apoyo: 8/4/2018
- Sistema WGS 84- Proyección Gauss Krüger- Faja 6
- Coordenadas:

**Norte: 6087491,359 – Este: 6472996,68**



*Ilustración: Pintura de la pista, lado de Verónica.*



*Ilustración: croquis pintura de pista.*

**Monografía PAF**

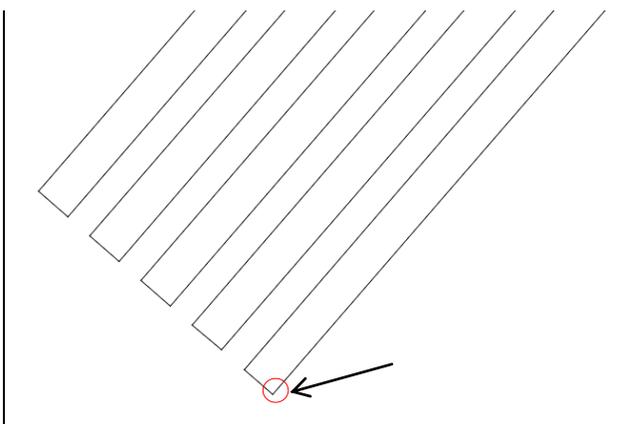
**PAF N° 10**

- Nombre PAF: r5\_3
- Provincia: Buenos Aires Partido: Verónica
- Fecha de Apoyo: 8/4/2018
- Sistema WGS 84- Proyección Gauss Krüger- Faja 6
- Coordenadas:

**Norte: 6088899,612 – Este: 6474490,5**



*Ilustración: Pintura de la pista, lado del río.*



*Ilustración: croquis pintura pista.*

**Monografía PAF**

**PAF N° 11**

- Nombre PAF: bapi2
- Provincia: Buenos Aires Partido: Verónica
- Fecha de Apoyo: 8/4/2018
- Sistema WGS 84- Proyección Gauss Krüger- Faja 6
- Coordenadas:

**Norte: 6088921,712 – Este: 6474519,2**



*Ilustración: Esquina de la pista, lado del río.*

## **ANEXO 5: COMPRESIÓN A JPG**

El algoritmo de compresión JPG, es un algoritmo de compresión con pérdida, esto quiere decir que pierde información y, por tanto, calidad de imagen, pero, gracias a cómo aprovecha los defectos del ojo humano, no nos damos cuenta de la pérdida.

Normalmente se parte de una imagen donde cada píxel o punto de la imagen está formado por una intensidad de rojo, otra de verde y otra de azul. Lo primero que hace el algoritmo es transformar esa manera de representar la imagen, a otra en la que tenemos dos canales de color y uno de brillo, en lugar de los tres canales de color rojo, verde y azul originales.

Después toma los canales de color y les quita resolución o, dicho de otra forma, les hace un submuestreo. Esto es algo así como pixelar la imagen. Se realiza asignando un mismo color a cada bloque de, por ejemplo, cuatro píxeles de los canales de color, procurando que sea lo más parecido posible a los colores que había en la imagen original ahí.

Esto se hace así porque el ojo tiene más resolución de brillo que de color. Tenemos un millón de bastones (los fotorreceptores del brillo en la retina), frente a 300.000 conos (fotorreceptores del color), así que si le quitamos resolución al canal de brillo lo notaremos en seguida, mientras que si lo hacemos con los canales de color, nos libraremos de gran parte de la información y no notaremos la diferencia.

Después se dividen todos los canales en cuadrados de 8x8 píxeles (los cuadrados que podemos apreciar cuando vemos una imagen muy comprimida) y se les aplica por separado los siguientes pasos del algoritmo de compresión.

Visualmente suaviza las variaciones bruscas de brillo y de color. Es como aplicar una especie de desenfoque imperceptible a la imagen. Esto se hace así debido a que la visión humana es menos sensible a las grandes variaciones en una zona pequeña que a las pequeñas variaciones en una zona amplia.

Y por último, se aplica un algoritmo de compresión sin pérdida de información, llamado algoritmo de Huffman.

## **ANEXO 6: REGLAMENTO**

**Reglamento para la ejecución del TRABAJO FINAL (G429) de la Carrera de AGRIMENSURA, correspondiente al Plan de Estudios 2002.**

**Universidad Nacional de La Plata.**

**Facultad de Ingeniería.**

**Área Departamental Agrimensura.**

**Carrera: Ingeniería en Agrimensura.**

**Aprobado por Expediente N° 310-013572/08 de fecha 28/ 10/2008.**

### **CAPÍTULO 1. DEFINICIONES**

#### **Artículo 1°. Objetivo del Trabajo Final**

Integrar los conocimientos adquiridos por los alumnos en el transcurso de la Carrera.

Para ello el trabajo tendrá el sentido de síntesis profesional, de investigación y/o desarrollo de una problemática, encuadrada dentro del contenido curricular de las asignaturas que conforman el Plan de Estudios de la Carrera, debiendo el alumno presentar un tema o elegir uno de un listado que proporcionará el Profesor de la materia, desarrollarlo y resolverlo. Este deberá referirse a problemas dentro del ejercicio profesional. En caso de tratarse de un trabajo original se podrá dar al mismo, tratamiento teórico. Considerando como original un trabajo que no cuente con antecedentes archivados y/o publicados en ámbitos de acceso público.

#### **Artículo 2°. Duración Prevista**

La duración prevista para la ejecución del trabajo, para cada alumno, será la siguiente:

Duración mínima: Trescientas (300) horas cátedra.

Duración máxima: Dos (2) semestres, con posibilidad de renovación por un semestre

más.

El Profesor evaluará la conveniencia de extender los plazos previstos en el plan de trabajos, no pudiendo superar dos semestres.

Las excepciones, a solicitud del(los) alumno(s) y avaladas por el Director, serán analizadas oportunamente por la cátedra de Trabajo Final.

Pasados cinco (5) semestres consecutivos sin que se solicite mesa de examen, el (los) alumno(s) deberán presentar un nuevo trabajo con un nuevo tema.

### **Artículo 3°. Condiciones para la inscripción y realización.**

Podrá(n) iniciar el Trabajo Final de la Carrera, él(los) alumno(s) que tenga(n) aprobadas, como mínimo, 30 materias aprobadas.

El trabajo podrá ser grupal, conformado por no más de tres (3) alumnos, siendo responsabilidad del Profesor de la asignatura asegurar el cumplimiento de los objetivos de la misma por parte de los alumnos que lo integren.

### **Artículo 4°. Director del Trabajo**

El Director del Trabajo Final será propuesto por él(los) alumno(s), y será Profesor (o ex Profesor), de alguna de las asignaturas de la Carrera o de otras materias de Carreras afines de la Facultad, quien en caso de aceptar, dará su conformidad por escrito.

También podrá proponerse como Director del Trabajo Final, a un profesional universitario, quien deberá tener una destacada trayectoria profesional en el tema del trabajo. En este caso, el Director propuesto deberá presentar, conjuntamente con su nota de aceptación, sus antecedentes, indicando en forma detallada los ítems relacionados con el tema del trabajo.

Con acuerdo del Director, podrá ser propuesto un Codirector, quien deberá cumplir con los requisitos indicados en este artículo.

En el caso establecido en el párrafo preanterior, dado que se trata de una tarea académica, es altamente recomendable que sea designado como Codirector un docente de la Carrera.

## **Artículo 5°. Plan de Trabajo**

Junto con la propuesta del nombre del Director (y Codirector), y su(s) aceptación(es) de conformidad, el(los) alumno(s) deberá(n) presentar el PLAN DE TRABAJO, detallado y bien fundamentado, que contenga por lo menos:

5. 0. Título.
5. 1. Objetivos generales y particulares.
5. 2. Alcances.
5. 3. Fuente de datos iniciales.
5. 4. Ámbito de realización.
5. 5. Metodología.
5. 6. Cronograma de ejecución.
5. 7. Estimación de resultados finales y conclusiones a las que se pretende arribar.
5. 8. Especificar, si hubiere lugar a ello, qué etapas serían de ejecución técnica y/o de investigación.
5. 9. Bibliografía estimada de consulta.
- 5.10. Información especializada que se prevé obtener de otras fuentes (especialistas, instituciones, Internet, etc.).
5. 11. Instrumental y medios disponibles por parte del(los) alumno(s).
- 5.12. Instrumental y medios que solicitará en préstamo, al Área Departamental Agrimensura.
- 5.13. En todos los casos se deberá tratar el encuadramiento legal de la tarea a realizar, incluyendo si correspondiere, los aspectos contractuales, la aplicación del arancel profesional y la estimación de los gastos que deberían acordarse con el comitente.

El Plan de Trabajo deberá presentarse avalado por el Director (y Codirector).

## **CAPÍTULO 2. ACCIONES**

### **Artículo 6°. Entrevistas previas**

Para considerar el posible tema de trabajo y orientarse en la elección del Director (y Codirector, si fuera necesaria su designación), él(los) alumno(s) deberá(n) mantener al menos una entrevista con el Profesor Titular de la materia Trabajo Final, quien dará la orientación pertinente.

### **Artículo 7°. Presentaciones**

7.1. Él(los) alumno(s) presentará(n) en el Área Departamental, su solicitud de iniciación del Trabajo Final, la que deberá contener:

7.1.1. Título del Trabajo.

7.1.2. Cantidad de alumnos que lo ejecutarán.

7.1.3. Datos personales de cada uno (Apellido y nombres, número de alumno).

7.2. Constancia(s) de haber aprobado 30 asignaturas del Plan de Estudios.

7.3. Plan de Trabajo, desarrollado según lo indicado en el Artículo 5°.

7.4. Nota firmada por el Director (y Codirector) propuesto(s), conteniendo:

7.4.1. Aceptación de la Dirección (y Codirección) del Trabajo Final y aval del Plan de Trabajo propuesto.

7.4.2 El Director (y Codirector) efectuará(n) la recomendación sobre las asignaturas que cada alumno deberá tener aprobadas o estar cursando simultáneamente con la ejecución del trabajo.

7.5. Copia del presente reglamento firmada por él(los) alumno(s) y el Director (y Codirector).

## **Artículo 8°. Tramitación General**

8.1. Los plazos indicados en este reglamento se contarán en días corridos.

8.2. Recibida la presentación a que hace referencia el Art. 7°, el Profesor de Trabajo Final elevará, dentro de los catorce (14) días, a la Comisión de Carrera las actuaciones con su análisis correspondiente y una propuesta de los integrantes de la Comisión Examinadora.

8.3. Cuando la Comisión de Carrera apruebe la propuesta sobre el tema del Trabajo Final, designará la Comisión Examinadora del mismo.

8.4. A partir de esta aprobación se cuentan los Plazos de la Duración prevista en el Artículo 2.

8.5. La Comisión Examinadora, estará compuesta por el Profesor a cargo de la cátedra de Trabajo Final y por dos (2) Profesores de asignaturas de la Carrera o de otras Carreras afines de la Facultad, que tengan afinidad con el tema del Trabajo a examinar.

En caso de que el Profesor a cargo de la cátedra de Trabajo Final sea el Director o Codirector del Trabajo, será reemplazado por un (1) Profesor de asignaturas de la Carrera o de otras Carreras de la Facultad, que tengan afinidad con el tema del Trabajo a examinar.

## **Artículo 9°. Ejecución**

9.1. Derechos y Obligaciones del(los) alumno(s).

9.1.1. El(los) alumno(s) deberá(n) concurrir a todas las reuniones con la cátedra cuando ésta lo solicite. Lo mismo para las reuniones que el Director y/o Codirector establezcan. Las ausencias deberán justificarse.

9.1.2. El(los) alumno(s) deberá(n) presentar los avances del trabajo al titular de la materia cada 30 días en un escrito de no más de 2 hojas, avalados por el Di-rector.

9.1.3. Él(los) alumno(s) podrá(n) solicitar al Profesor de Trabajo Final la destitución del Director (y/o Codirector), cuando incurra(n) en reiterados incumplimientos de sus responsabilidades; situación que deberá(n) poner de manifiesto por escrito con los

debidos fundamentos. Esta solicitud será evaluada por la Cátedra de Trabajo Final, conjuntamente con el Director de Carrera.

9.1.4. En el caso que el Director (y/o Codirector) no continúe(n) en la Dirección del Trabajo Final, él(los) alumno(s) deberá(n) presentar él(los) reemplazante(s), quien(es) deberá(n) satisfacer las condiciones establecidas en este Reglamento. Si esto sucediera, el nuevo Director (y/o Codirector) podrá(n) convalidar el Plan de Trabajo propuesto anteriormente o introducirle las modificaciones que considere(n) pertinentes, de común acuerdo con él(los) alumno(s) y con la cátedra de Trabajo Final.

9.1.5. Él(los) alumno(s) podrá(n) solicitar por intermedio de la Cátedra la recusación de uno o más evaluadores, justificando la misma con los debidos fundamentos. Esta solicitud será evaluada por la Comisión de Carrera.

9.1.6. Él(los) alumno(s) deberá(n) informar de manera fehaciente con la suficiente antelación la realización de las tareas a efectuar fuera de la U.N.L.P.

## 9.2. Derechos y Obligaciones del Director (y Codirector) del Trabajo:

9.2.1. El Director (y Codirector) del Trabajo, a partir de notificarse de su designación en tal carácter, asume(n) la obligación de atender las consultas del(los) alumno(s), en las oportunidades indicadas en (9.1.1.) y durante los tiempos establecidos en el Artículo 2°.

9.2.2. El Director (y Codirector) podrá(n) renunciar a su tarea cuando él(los) alumno(s) que actúan bajo su dirección incurra(n) en reiterados incumplimientos de sus responsabilidades, informando de su decisión al Profesor de Trabajo Final, situación que deberá(n) poner de manifiesto por escrito con los debidos fundamentos.

9.2.3. El Director (y Codirector) podrá(n) renunciar a su tarea por razones no especificadas en 9.2.2., informando de su decisión por escrito al Profesor de Trabajo Final, fundamentando los motivos de la misma.

9.2.4. La(s) renuncia(s) será(n) evaluada(s) por la Cátedra de Trabajo Final, conjuntamente con el Director de Carrera.

9.2.5. En todos los casos, el Director del Trabajo (y Codirector, si lo hubiere) deberá(n) estar presentes durante la exposición del(los) alumno(s), con voz pero sin voto. Solo se podrá contemplar su ausencia en casos de excepción debidamente justificados.

9.2.6. Cuando el Director no sea un Docente de la Carrera deberá mantener al menos

una entrevista con la Cátedra de Trabajo Final al comienzo de sus funciones como Director.

### **Artículo 10°. Tramitación Final**

10.1. Cuando el Director (y Codirector) del Trabajo considere(n) que se han cumplido los objetivos propuestos y así lo avale(n) por escrito, él(los) alumno(s) presentará(n) en la Cátedra de Trabajo Final, tres (3) ejemplares completos encuadernados de su Trabajo, un (1) ejemplar encuadernado de los anexos y tres (3) copias en soporte informático.

10.2. Dentro de los siete (7) días de recibido lo indicado en 10.1. el Profesor de Trabajo Final deberá remitir por Secretaría del Área Departamental, un ejemplar del trabajo a cada uno de los integrantes de la Comisión Examinadora.

10.3. Si hubiera observaciones los integrantes de la Comisión Examinadora deberán remitirlas por escrito a la Cátedra de Trabajo Final dentro de los veinte (20) días siguientes.

10.4. Las observaciones indicadas por los integrantes de la Comisión Examinadora deberán discriminarse en observaciones de fondo y observaciones de forma, debiendo ser las primeras aquellas que por su naturaleza impidan el cumplimiento de los objetivos del trabajo.

10.5. Si dentro de los treinta (30) días de la presentación efectuada no recibieran observaciones, él(los) alumno(s) integrante(s) del Trabajo Final, solicitará(n) por escrito al Profesor de Trabajo Final la fecha para la exposición de dicho trabajo, quedando condicionada esta solicitud a la inscripción en la materia Trabajo Final. Para ello agregarán la documentación necesaria que permita la verificación de dicha inscripción, lo que indicará la aprobación de todas las asignaturas de su plan de estudios.

10.6. Si hubiera observaciones, una vez que el Director (y Codirector) del Trabajo considere(n) que se han satisfecho las mismas y así lo avale(n) por escrito, él(los) alumno(s) presentará(n) en la cátedra de Trabajo Final, los ejemplares indicados en 10.1 con la respuesta a las observaciones indicadas.

Dentro de los diez (10) días posteriores a la nueva notificación, los integrantes de la Comisión Examinadora deberán revisar si la respuesta a sus observaciones es suficiente (salvo casos de excepción, no deberán agregar nuevas observaciones que no surjan de las anteriores), y harán llegar por escrito a la Cátedra Trabajo Final ( o al Director de Carrera en caso de que el Profesor de la misma sea el Director o Codirector del Trabajo), la aceptación o no aceptación de la respuesta a las observaciones efectuadas al Trabajo Final.

En el caso que las observaciones solicitadas por los integrantes de la Comisión Examinadora no sean compartidas por el Director (y Codirector) del Trabajo Final, es-tos deberán fundamentar su discrepancia por escrito, en una nota dirigida al Profesor de Trabajo Final.

El Profesor de Trabajo Final, conjuntamente con el Director de Carrera decidirá la cuestión.

10.7. Superada la instancia de las correcciones, las partes determinaran la fecha más conveniente para la constitución de la Mesa Examinadora.

10.8. Constituida la Mesa Examinadora, él(los) alumno(s) deberá(n) exponer la tarea realizada en clase pública, teniendo en cuenta que si bien se puede tratar de trabajos y exposiciones grupales, se evaluará a cada alumno de modo individual.

10.9. El original del Trabajo Final aprobado, con el anexo correspondiente quedará en el Área Departamental de Agrimensura, con la firma aclarada de los integrantes de la Comisión Examinadora. Una (1) copia del Trabajo Final, en iguales condiciones que el original, será enviada a la Biblioteca Central de la Facultad.

### **Artículo 11°. Excepción**

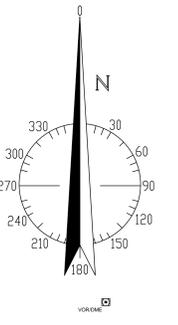
En caso de surgir circunstancias no contempladas en el presente reglamento, serán resueltas por la Comisión de Carrera.

En caso de surgir circunstancias ajenas a lo académico, previa, simultánea o posteriormente a la ejecución del Trabajo Final, la(s) misma(s) deberá(n) ser resuelta por

él(los) Alumno(s), el Director, las Autoridades de la Carrera, y de ser necesario, ter-ceros involucrados.



*Relevamiento y Confección de Plano de Obstáculos de la Pista Principal de la Base Aeronaval Punta Indio*



FECHA DE RELEVAMIENTO: MARZO 2018



ESCALA HORIZONTAL 1:2.500  
METROS

Proyeccion Gauss-Kruger Argentina  
-Faja 6 Meridiano Central 57°W  
Sistema de Referencia:  
Elipsoide WGS-84  
Marco de Referencia:  
POSGAR 2007

**SIMBOLOGIA**

PTO. DE REF. DEL AERODROMO-ARP	+
35°21'9,63"S/57°17'20,36"W	
ARBOL O ARBUSTO	*
ANTENA	⊙
EDIFICIOS O ESTRUCTURAS GRANDES	▭
CALLES	—
LUMINARIAS	●
LUCES PISTA	○

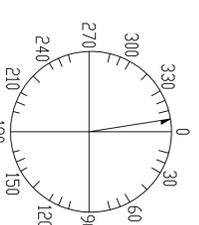
**DETALLE DE PISTA**

Lugar: Base Aeronaval "Punta Indio"	INTEGRANTES:
Partido de PUNTA INDIO	Bellusc, Juan Pablo
Notas:	Magnarelli, Agustín
Dimensiones en Metros	Medina, María José
	Villaverde, Agustín Ignacio

Escala 1:2.500

COORDENADAS GEOGRAFICAS WGS-84			
UMBRAL	LATITUD	LONGITUD	Elevacion Geode (N)
06	35°21'33.19"	57°17'51.07"	14.01
24	35°20'46.05"	57°16'49.66"	13.04
			15.46

DECLINACION g<sup>m</sup>w  
SEPTIEMBRE 2018  
VARIACION ANUAL 9"W



DISTANCIAS DECLARADAS			
RWY	TORA (m)	TODA (m)	ASDA (m)
06	2125	2125	2125
24	2125	2125	2125

ID	OBJETO	COORDENADA GEOGRAFICA		ELEVACION
		NORTE	ESTE	
1	ANTENA	6084066.98	6469361.73	85.47
2	ARBOLEDA	6086150.68	6473490.45	58.13
3	ARBOLEDA	6086474.84	6473072.00	45.53
4	ARBOLEDA	6086636.51	6472907.61	52.89
5	ARBOLEDA	6086677.71	6472942.73	49.46
6	ARBOLEDA	6086732.81	6472760.96	50.20
7	ARBOLEDA	6087022.08	6472455.88	32.83
8	ARBOLEDA	6087205.37	6472977.20	50.37
9	ARBOLEDA	6087212.97	6472498.04	35.96
10	ARBOLEDA	6087184.31	6472523.21	34.68
11	ARBOLEDA	6087266.34	6472538.09	40.46
12	ARBOLEDA	6087336.42	6472486.66	46.98
13	ARBOLEDA	6087521.24	6472586.25	36.01
14	ARBOLEDA	6087489.87	6472654.99	25.97
15	ARBOLEDA	6087620.28	6472529.58	43.59
16	ARBOLEDA	6087756.81	6472555.81	43.29
17	ANTENA	6087645.25	6472592.69	42.03
18	ANTENA	6087682.14	6472633.71	41.83
19	ANTENA	6087779.97	6472742.85	49.09
20	ANTENA	6087877.25	6472850.25	42.42
21	ANTENA	6087913.84	6472891.53	42.42
22	ANTENA	6088234.73	6472415.15	59.65
23	ANTENA	6088326.75	6472836.18	64.44
24	ARBOLEDA	6088213.17	6473057.57	44.42
25	ARBOLEDA	6088689.35	6473226.15	60.99
26	ARBOLEDA	6089643.22	6474151.34	45.00
27	ARBOLEDA	6089716.16	6474266.92	47.57
28	ARBOLEDA	6089759.40	6474487.07	42.11
29	ARBOLEDA	6090021.43	6474960.56	43.49
30	ARBOLEDA	6089583.44	6475187.27	40.45
31	ARBOLEDA	6089519.06	6475241.55	43.25
32	ARBOLEDA	6089126.86	6474596.23	23.39
33	ARBOLEDA	6089041.52	6474735.09	20.93
34	ANTENA	6088569.74	6474342.28	32.00
35	ARBOLEDA	6087715.84	6473350.92	24.03
36	ARBOLEDA	6087095.09	6473507.87	39.62
37	HANGAR	6088300.16	6473348.16	31.59
38	HANGAR	6088261.70	6473302.28	31.47
39	MANGA	6088856.18	6474246.86	12.60

SIMBOLOGIA	
	PTO. DE REF. DEL AERODROMO-ARR
	ARBOL O ARBUSTO
	ANTENA
	EDIFICIOS O ESTRUCTURAS GRANDES
	CALLES
	CASAS/GALPONES RURALES
	LUMINARIAS

**PLANO DE OBSTACULOS**

Lugar: Base Aeronaval "Punta Indio"	INTEGRANTES:
Partido de PUNTA INDDIO	Bellussi, Juan Pablo
Notas:	Meganelli, Agustín
Dimensiones y Elevaciones en Metros	Medina, María José
Fecha: 1:20:000	Villaverde, Agustín Ignacio



FECHA DE RELEVAMIENTO: MARZO 2018

Proyeccion Gauss-Kruger Argentina  
Faja 6 Meridiano Central 57°W  
Sistema de Referencia:  
Elipsoide WGS84  
Marco de Referencia:  
POSGAR 2007

