

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE TECNOLOGIA
CARRERA DE TOPOGRAFIA Y GEODESIA



INFORME DE TRABAJO DIRIGIDO
LEVANTAMIENTO GEODÉSICO TOPOGRÁFICO PARA EL DISEÑO DE LA
CARRETERA ARANJUEZ – MALLASA,
DEPARTAMENTO DE LA PAZ – PROVINCIA MURILLO

POSTULANTE:

FABIO CALLATA CALLE

TUTOR:

LIC. RICHARD JONEL SALAZAR ESPINOZA

LA PAZ – BOLIVIA
2013

DEDICATORIA

Al Dios de la Biblia

Por darme la vida, por permitir que termine mis estudios a nivel Licenciatura, porque escrito esta: Yo soy la vid, vosotros los pámpanos; el que permanece en mí, y yo en él, éste lleva mucho fruto; porque separados de mí nada podéis hacer. Juan 15:5

A mis Padres

Sr. Florentino Callata Huanca

Sra. Justina Calle de Callata

Por ser ejemplo de vida y superación.

A mis hermanos.

Sr. Erick Sixto Callata Calle (Hermano).

Sra. Carla Callata Calle (Hermana).

Sr. Fermin Callata Calle (Hermano).

Sr. Jorge Luis Callata Calle (Hermano).

Por el constante apoyo para realizar el proyecto.

A toda mi familia.

Por el apoyo moral y espiritual.

AGRADECIMIENTOS

A LA EMPRESA.

Ingeniería Politécnica Americana (IPA).

Ing. Teófilo Justo Chamas G.

Ing. Carlos Méndez Cárdenas

Por permitir que la información de los trabajos topográficos y geodésicos sean utilizados en el presente Informe de Trabajo Dirigido.

Al Tutor.

Lic. Richard Jonel Salazar Espinoza.

Por el esmero y dedicación que demostró durante la tutela en la elaboración del Informe de trabajo Dirigido. Implementando, sugerencias y correcciones para llegar a la culminación del mismo.

Al Plantel Docente de la Carrera.

Por haberme transmitido educación y conocimiento que forjaron mi formación profesional.

Al Personal Técnico y Apoyo.

Ingenieros Civiles.

Ing. Edgar Quispe Callisaya

Ing. Francisco Condori Condori

Topógrafo Geodesta.

Sr. Santos Nicolás Mamani Kantuta

Por la dirección, asesoramiento y participación en los trabajos de campo y gabinete del proyecto.

INDICE DE CONTENIDOS.

1. GENERALIDADES	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Antecedentes.....	1
1.2.1. Nuevas Tecnologías en los Trabajos de Topografía.....	2
1.2.2. “Levantamiento Geodésico Topográfico para el diseño de la Carretera Aranjuez – Mallasa.”	4
1.3. Ubicación del Proyecto.....	4
1.3.1. Población y/o Zonas Involucradas.....	5
1.4. Importancia del Proyecto Vial.....	6
1.5. Planificación del Proyecto.....	7
1.5.1. Puntualización del Proyecto.....	8
1.5.2. Formulación del Proyecto.....	8
1.6. Objetivos.....	9
1.6.1. Objetivo General.....	9
1.6.2. Objetivos Específico.....	9
2. MARCO TEÓRICO	10
2.1. Nociones Fundamentales de Topografía y Geodesia.....	10
2.2. Levantamiento Topográfico.....	12
2.3. Tipos de levantamientos topográficos.....	13
2.4. Tipos de Topografías.....	13
2.5. Métodos de levantamientos Topográficos.....	13
2.6. Aplicaciones.....	14

3	RECONOCIMIENTO TOPOGRÁFICO	14
3.1.	Reconocimiento de Campo.....	14
4.	FASE I - REFERENCIACIÓN GEODÉSICA	17
4.1.	Red de Precisión GPS.....	17
4.2.	Red de Puntos GPS.....	18
4.2.1.	Trabajos Efectuados	18
4.3.	Sistema de Referencia utilizado en el Proyecto.....	20
4.4.	Resultados	21
5.	IMPLANTACIÓN DE BM'S Y NIVELACIÓN GEOMÉTRICA	21
5.1.	Metodología de la Nivelación Geométrica.....	22
5.2.	Personal y equipo utilizado.....	23
6.	FASE II – LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	23
6.1.	Poligonal Principal entre Pares de Puntos GPS	23
6.2.	Proceso en Gabinete.....	23
6.2.1.	Organización de la Información de Campo.....	24
6.2.2.	Procesamiento de la Información.....	24
6.2.3.	Ajuste de la Poligonal Base.....	25
6.2.4.	Cálculo del Factor Combinado.....	27
6.2.5.	Módulo D.T.M. (Modelo Digital del Terreno)	27
7.	PROCESAMIENTO DE PLANOS	28
8.	EQUIPO TOPOGRÁFICO Y GEODESICO	29
8.1.	Características de los Equipos.....	30
8.1.1.	GPS Geodésico Maguellan Promark 3	30
8.1.2.	Estación Total KOLIDA KTS Serie 580 R.....	31

8.1.3. Estación Total LEYCA TS307	32
8.1.4. Nivel electrónico SOKKIA POWER SDL30	32
9. ELABORACION DE PLANOS.....	33
9.1. Dibujo en Planta.	33
9.2. Dibujo Perfil Longitudinal.....	34
9.3. Dibujo Secciones Transversales.	34
10. REPLANTEO TOPOGRÁFICO.....	34
11. CONCLUSIONES.....	34
12. RECOMENDACIONES.....	35
13. BIBLIOGRAFIA.....	35
14. REGISTRO FOTOGRAFICO.....	36
15. ANEXOS.....	37

INDICE DE FIGURAS.

Figura 1	UBICACIÓN DEL PROYECTO.....	4
Figura 2	MACRO DISTRITO 6, DISTRITO 20 MALLASA.....	6
Figura 3	IMAGEN SATELITAL DE LA ZONA DEL PROYECTO.....	16
Figura 4	PUNTO DE CONTROL DEL IGM- ZOO.....	21
Figura 5	TIPOS DE SUPERFICIE EN GEODESIA.....	22
Figura 6	CROQUIS DE LA POLIGONAL PRINCIPAL.....	26
Figura 7	EQUIPO MAGUELLAN PROMARK 3.....	30
Figura 8	ESTACION TOTAL KOLIDA WINDOWS.....	31
Figura 9	ESTACIÓN TOTAL LEYCA TS 307.....	32
Figura 10	NIVEL SOKKIA POWER SDL30.....	32

INDICE DE CUADROS.

Cuadro 1	LINEAMIENTOS GENERALES.....	7
Cuadro 2	TABLA DE PRECISIONES GEODÉSICAS.....	18
Cuadro 3	RESUMEN DE PUNTOS DE CONTROL HORIZONTAL.....	20
Cuadro 4	PERSONAL Y EQUIPOS PARA LA NIVELACIÓN.....	23
Cuadro 5	EQUIPO DE TOPOGRAFÍA.....	29

LEVANTAMIENTO GEODÈSICO TOPOGRÀFICO PARA EL DISEÑO DE LA CARRETERA ARANJUEZ – MALLASA, DEPARTAMENTO DE LA PAZ – PROVINCIA MURILLO

1 GENERALIDADES.

1.1 Introducción.

La infraestructura vial de nuestro país optimiza los flujos de circulación dentro el territorio nacional como a los países vecinos importando, exportando productos como viene y servicios, consumo, agrícolas, mineros, etc., hacia las ciudades, provincias y las fronteras es mas vincula los puertos marítimos del océano pacifico con el océano atlántico.

Sin embargo en nuestro país la infraestructura vial no fue debidamente atendida porque a nivel latinoamericano somos el país que menos carreteras dispone en todo el territorio nacional. Para entender las deficiencias que tenemos en cuanto se refiere a la infraestructura vial en nuestro país haremos mención a la clasificación de nuestras vías que fundamentalmente.

- RED FUNDAMENTAL
- RED COMPLEMENTARIA
- RED DE CAMINOS VECINALES

1.2 Antecedentes.

El estudio de diseño de una carretera es un proceso complejo, para ejecutarlo se debe realizar una planificación minuciosa dependiendo de la etapa de estudio que se está ejecutando, sin embargo podemos señalar que para la ejecución de un estudio de carreteras básicamente se sigue 2 etapas como ser:

- ✓ Estudio de Identificación (EI).
- ✓ Estudio Integral Técnico Económico Social y Ambiental (TESA).

El Estudio de Identificación (EI) es el estudio que define la relación problema-proyecto a través de la elaboración del diagnóstico de una situación objetivo basada en indicadores y necesidades técnicas, sectoriales y de los beneficiarios locales.

Actividad (EI):

- Elaboración del diagnóstico de la situación actual.
- Planteamiento de las alternativas técnicas de solución al problema.
- Selección de la alternativa más conveniente.
- Evaluación socioeconómica y financiera privada.

El Estudio Integral Técnico Económico Social y Ambiental (TESA), es la preparación del proyecto basada en la alternativa técnica seleccionada en el (EI) y la evaluación socioeconómica y financiera privada del mismo, con el fin de obtener indicadores de rentabilidad y tomar decisiones sobre la inversión del proyecto de inversión pública.

Actividades del TESA:

- Estudio de ingeniería detallado de la alternativa más conveniente.
- Evaluación socioeconómica y financiera privada.

¿Qué tipo de estudios requieren los proyectos?

Los estudios necesarios para proyectos se definen por el monto estimado del mismo. Para proyectos de inversión pública menores a Bs 1.000.000 es requisito indispensable el Estudio de Identificación del Proyecto (EI), el mismo que conforma la carpeta de proyecto. En caso de proyectos mayores a Bs. 1.000.000. se requiere, además, realizar el Estudio Integral Técnico Económico Social y Ambiental (TESA). Relación de estudios de proyectos:

1.2.1 Nuevas Tecnologías en los Trabajos de Topografía.

En la actualidad los planos topográficos de las fajas de estudio de una carretera deben estar georreferenciados a un sistema de referencia por lo que se debe recurrir a GPS GEODESICOS y NAVEGADORES, los cuales se convierten en instrumentos, cada vez más populares y necesarios para la topografía, geodesia y navegación, por lo que el topógrafo

geodesta ve la necesidad de comprender los fundamentos básicos de estos posicionadores GPS, los cuales están relacionados con los sistemas cartográficos comunes.

Por otro lado en los estudios de carreteras en la actualidad se utiliza instrumental topográfico de última generación como ser teodolitos electrónicos, niveles digitales y otros, por lo que el profesional topógrafo geodesta deberá tener amplios conocimientos sobre el manejo y funcionamiento de estos para la obtención de información más segura y fidedigna.

Cabe también mencionar que a comienzos de los años 2000 hasta la fecha en los términos de referencia y especificaciones técnicas para la adjudicación de proyectos a diseño final de carreteras se hace énfasis en el cumplimiento de normas, metodologías, precisiones, en cuanto se refiere a la topografía y geodesia por lo que para el cumplimiento de estos requisitos se debe recurrir a profesionales del área con amplia formación académica y práctica acorde a los avances tecnológicos del mundo moderno.



1.2.2 “LEVANTAMIENTO GEODÉSICO TOPOGRÁFICO PARA EL DISEÑO DE LA CARRETERA ARANJUEZ – MALLASA.”

El desarrollo del presente informe de trabajo dirigido considera datos del Proyecto de diseño de la nueva Vía urbana Aranjuez-Mallasa, en una longitud de 3 kilómetros.

1.3 Ubicación del Proyecto.

(1) El Municipio de La Paz se encuentra dividido en nueve Macrodistrictos, siete en el área urbana y dos en el área rural, distribuidos a su vez en 23 Distritos.

(2) El área del proyecto se encuentra ubicado en el Macrodistrito N° 6, Distrito N° 20 del Municipio de La Paz, Provincia Murillo del Departamento de La Paz.

(3) De acuerdo al Plan de Desarrollo Municipal 2007 – 2011, el territorio del Municipio de La Paz abarca dos importantes cuencas hidrográficas, separadas, una hacia el sur y otra hacia el norte por la Cordillera Real, cuencas que por sus características diferentes, definen la forma de apropiación del territorio condicionante de la situación actual que se diagnostica en el presente documento.

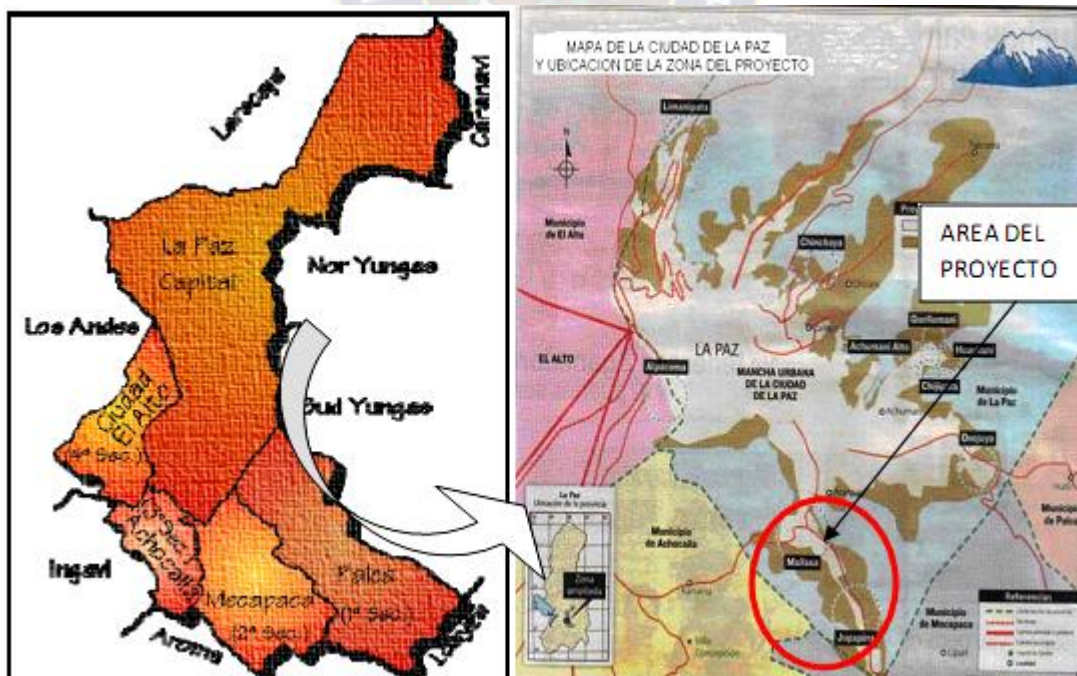


Figura: 1 UBICACIÓN DEL PROYECTO

Fuente: Plan de Desarrollo Municipal 2007-2011

1.3.1 Población y/o Zonas Involucradas.

(1) En el Macrodistrito 6 de Mallasa, Distrito 20, se encuentran un total de ocho Organizaciones Territoriales de Base, las cuales fueron implementadas a partir de la Ley de Participación Popular, que otorga a esas organizaciones un conjunto de deberes entre los cuales se destaca el identificar, priorizar, participar y cooperar en la ejecución y administración de obras para el bienestar colectivo.

MACRO DISTRITO 6 – MALLASA

Código	NOMBRE
512	AMOR DE DIOS
513	ARANJUEZ
514	CHARAQUI
515	ISLA VERDE
516	JUPAPINA (BAJO LIPARI)
517	MALLASA
518	MALLASILLA
519	PARQUE NACIONAL MALLASA

(2) La Población y/o Zona involucrada en el Proyecto comprende a los barrios de: Aranjuez y Mallasa más el Parque Nacional Mallasa.

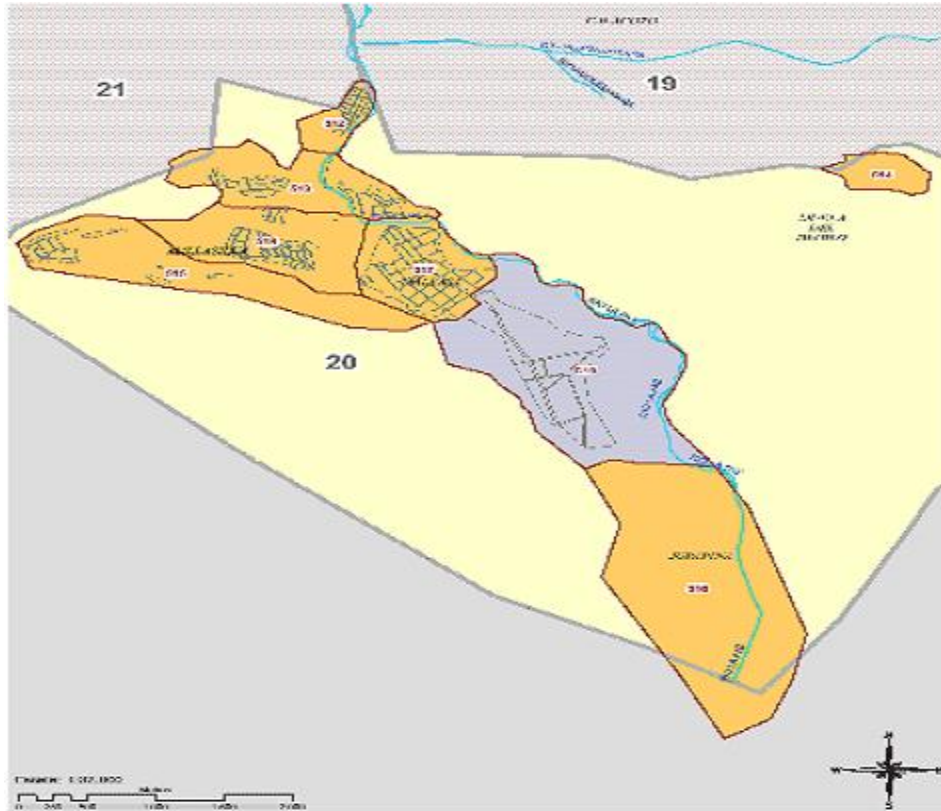


Figura No.2 MACRO DISTRITO 6, DISTRITO 20 MALLASA

Fuente: (PDM) Plan de Desarrollo Municipal

1.4 Importancia del Proyecto Vial.

(1) El Gobierno Autónomo Municipal de La Paz (GAMLP) en base a lineamientos de Municipio integrador y metropolitano ha previsto realizar el proyecto de reinversión denominado “Estudio construcción Av. Aranjuez - Mollasa”.

(2) Por otra parte el presente estudio está enmarcado dentro las políticas metropolitanas en el Eje 3 “La Paz Metropolitana y Moderna”, cuyo objetivo estratégico es estructurar, mantener y modernizar los sistemas y redes urbanas para integrarlas adecuadamente a los requerimientos de movilidad, interconexión y de infraestructura de apoyo al desarrollo económico, territorial, humano y del medio ambiente del municipio.

Problemática	Política	Grandes Proyectos
<p><i>Las redes y sistemas urbanos, principalmente los sistemas vial y de transporte, no están debidamente estructurados para lograr una integración que fortalezca la funcionalidad del Área Metropolitana hacia su consolidación como unidad físico-espacial y político administrativa.</i></p>	<p><i>El Gobierno Municipal diseña y construye proyectos de infraestructura vial y de apoyo al desarrollo integral del Área Metropolitana, para consolidar y modernizar el Sistema Vial de la ciudad.</i></p>	<p><i>El presente Estudio se encuentra priorizado dentro los grandes proyectos denominados:</i></p> <p><i>“Ampliación y Mejoramiento Vial Av. Hernando Siles, Tramo Aranjuez – Mallasa”,</i></p> <p><i>“Construcción Puente Vehicular y de Acceso a la Calle 2 Mallasa”</i></p>

Cuadro Nº.1 Lineamientos Generales

Fuente: Plan de Desarrollo Municipal 2007 – 2011

(3) Por lo tanto, la construcción de una nueva vía urbana entre Aranjuez y Mallasa, se hace imprescindible para cambiar las condiciones de circulación vehicular en este sector de la ciudad de La Paz, considerando el crecimiento urbano en el Distrito de Mallasa, así como una adecuada comunicación con los municipios aledaños en el sur del Departamento de La Paz.

1.5 Planificación del Proyecto.

El diseño de una carretera debe contar con toda la información global en formato digital e impreso en sus diferentes componentes como ser:

- ✓ Estructuras.
- ✓ Seguridad Vial.
- ✓ Obras Complementarias.
- ✓ Ítems de Construcción.

En base a esta información se realizara el estudio del diseño geométrico de la vía, alcantarillas, bancos de préstamo, buzones, puentes, túneles, etc. Por lo que la información topográfica en cuanto se refiere a las actividades de campo y gabinete debe ser confiable y

que el producto de las actividades se refleja en planos impresos y en formato digital, deben coincidir con las características reales de campo y que además los puntos de control horizontal y vertical deben estar materializados debidamente en campo y contar con información que cumplan las normas y especificaciones técnicas referidas a la precisión de los mismos, con cuyos datos podemos replantear la vía en sus diferentes componentes.

De acuerdo a lo mencionado en los párrafos anteriores, en el desarrollo del presente Trabajo Dirigido denominado “**Levantamiento Geodésico Topográfico para el Diseño de la Carretera Aranjuez - Mallasa**”, se utilizara la información topográfica y geodésica, remarcando el levantamiento de la poligonal GPS, la Nivelación Ortométrica, el Levantamiento Topográfico, obtenida para la realización del proyecto en el Diseño de la carretera “Aranjuez - Mallasa” (vía urbana).

1.5.1 Puntualización del Proyecto.

Para el diseño de una carretera se elabora el modelo digital del terreno el cual representa el terreno natural, haciendo el levantamiento Geodésico Topográfico con la mayor exactitud posible ya que de esta información se genera los correspondientes planos de planta, perfil y secciones transversales los cuales permitirán realizar el diseño final de la vía proporcionando de esta forma, funcionalidad, seguridad a los usuarios y de que además su construcción sea viable sostenible cuidando a la vez el medio ambiente.

En los siguientes capítulos del presente Trabajo Dirigido se desarrolla todas las actividades de topografía y geodesia en el diseño de la carretera “Aranjuez - Mallasa”.

1.5.2 Formulación del Proyecto.

La topografía y geodesia es considerada como la base para la realización de un diseño óptimo de una vía, ejecutado y supervisado por profesionales Topógrafos Geodestas con amplia formación académica y experiencia acordes a los avances tecnológicos de la época.

La información topográfica y geodésica que se proporciona a los diferentes especialistas en ingeniería de vías, que participan en la elaboración del diseño de la carretera debe ser confiable y precisa, la cual debe estar debidamente transferida de los equipos topográficos, geodésicos, mediante la depuración de datos, ajuste y compensación de los mismos

cumpliendo con los parámetros de precisión y normas establecidas para este tipo de proyecto.

Por lo dicho anteriormente, en los siguientes capítulos se desarrollara en detalle todos los estudios topográficos, geodésicos, de campo y gabinete que se realizaron en la implementación del proyecto de diseño de la carretera “Aranjuez - Mallasa”. Movilizando para ello brigadas topográficas y geodésicas con su correspondiente instrumental, personal técnico y apoyo en un vehículos a la zona del proyecto.

1.6 Objetivos.

1.6.1 Objetivo General.

En base al levantamiento Geodésico Topográfico se obtendrá un modelo digital del terreno georreferenciado a la Red Geodésica del IGM (Instituto Geográfico Militar), para el diseño de la carretera Aranjuez – Mallasa.

1.6.2 Objetivos Específicos.

- Implantar una red de puntos de control horizontal y vertical monumentados con mojones que servirá para el posterior control de planimetría y altimetría del área de trabajo.
- Obtener en cada punto de control coordenadas geodésicas, coordenadas UTM, coordenadas Cartesianas y cotas.
- Realizar el levantamiento topográfico manteniendo las fajas o bandas de levantamientos.
- Determinar las características topográficas del área levantada con la mayor precisión para generar el Modelo Digital del Terreno (MDT) en tres Dimensiones (3D).

2 MARCO TEORICO.

Para la implementación de un estudio a diseño final de carreteras, la base fundamental es la Topografía y Geodesia, por lo que el reconocimiento, obtención y procesamiento de datos fue realizado por el personal adecuado y especializado con amplia formación académica adecuada a los avances tecnológicos actuales.

2.1 Nociones Fundamentales de Topografía y Geodesia.

La topografía es la ciencia que con el apoyo de razonamientos matemáticos podemos representar gráficamente un determinado, punto, lugar, área, terreno, etc. todos sus accidentes, sean estos naturales o artificiales en un área de 10 km² que es la extensión del plano tangente a la tierra, cuando supera esta se debe recurrir a la geodesia por tanto se afirma que la topografía y geodesia está íntimamente ligados.

La necesidad de contar con información precisa que nos permita elaborar planos topográficos Georreferenciados a la cartografía nacional con coordenadas UTM, en el sistema de referencia WGS-84, los cuales nos servirán para diseñar, verificar, construir obras de ingeniería, para esto se debe recurrir a instrumental moderno como ser receptores geodésicos (GPS), Estaciones Totales, GPS navegadores, niveles digitales y otros.

Con el fin de comprender los principios básicos de funcionamiento de los equipos modernos con los que actualmente se viene realizando los levantamientos topográficos.

Si nos remontamos a los años 1900 donde se utilizaban anteojos de enfoque y micrómetros de coincidencia con los que se medía los ángulos horizontales, verticales y la estadía invar, para la medición de distancias, posteriormente se construyó el teodolito, el Taquímetro, la mira graduada dando lugar a los levantamientos taquimétricos.

Posteriormente se inventó el distanciómetro el cual montado sobre un teodolito se constituyó en un instrumento topográfico más eficiente en la obtención de ángulos y distancias que eran registrados en libretas de campo, estos datos registrados se transfería a un ordenador y mediante programas elaborados en base a algoritmos y un lenguaje determinado, se obtenía

las coordenadas X, Y, Z, los cuales a su vez eran transferidos a una graficadora para luego obtener los planos topográficos.

Como uso del sistema teodolito, distanciómetro, libreta de campo si bien eran de gran utilidad a la hora de obtener datos de campo, ya no satisfacía la inquietud de obtener con mayor rapidez los datos, de ahí que se concibió las Estaciones Totales que son un sistema integral que proporcione la información sin el manipuleo manual de datos, los cuales son transferidos a un ordenador y mediante programas especializados se procesan los datos y se obtienen las coordenadas de los puntos levantados con los que se elabora los planos topográficos.

En la actualidad todos los trabajos topográficos deben ser referenciados a la cartografía nacional para obtener planos topográficos georreferenciados, para lo que se recurre a un Sistema de Posicionamiento Global (GPS), para obtener información geodésica se recurre a equipos GPS geodésicos, navegadores, los cuales capturan señales que emiten los satélites que orbitan alrededor de la Tierra, empleando para ello un determinado método como ser método estático, cinemático y en tiempo real. Estos equipos GPS no miden distancias si no son receptores de señales de simple frecuencia (L1), doble frecuencia (L2) y en tiempo real, estas señales llamadas código CA, no son nada más que ondas de frecuencia L1, L2 medidos en Megahercios, esta información es almacenada en los receptores como datos específicos para cada modelo de GPS, sin embargo estos datos pueden ser transformados o convertidos a datos RINEX, los cuales son utilizados por diferentes programas especializados.

Los datos obtenidos mediante los métodos, estático, estático rápido, tiempo real, transformando en datos RINEX, son usados para el post procesamiento, obteniendo de esta forma una serie de vectores enlazados entre los puntos observados llamado red geodésica y en base a un análisis que realiza el software, ajuste de red y otras consideraciones obtenemos las coordenadas UTM de los puntos observados en determinado sistema de referencia previamente elegido.

El geoide o la tierra debido a las anomalías gravimétricas, el achatamiento de los polos y otros factores, presenta una superficie irregular con depresiones y protuberancias por lo que

para realizar los análisis matemáticos para la obtención de datos se determinó usar la figura geométrica que más se ajusta a su forma irregular, por lo que se determinó usar una elipse que al generar una rotación del mismo coincidente al eje de la tierra genera una figura tridimensional llamado elipsoide biaxial sobre el cual se realizara los procesos matemáticos necesarios para obtener la posición exacta de los puntos observados.

Para obtener información de la forma y dimensiones en la tierra utilizamos sistemas de referencia local o global, identificados por un conjunto de parámetros llamado también DATUM GEODESICO. La existencia de varios sistema de referencia es debido a que teóricamente se hace girar un elipsoide, el cual debe coincidir lo más que pueda a la superficie irregular de la tierra, obteniendo de esta forma dos parámetros importantes que determina el sistema de referencia (Semieje mayor (a), semieje menor (b)). En consecuencia y de acuerdo a la zona que ocupa las naciones del mundo pueden generar un sistema de referencia local. Pero sin embargo como se debe tener un sistema de referencia global el cual nos proporcionara información y que en términos figurativo podemos decir que debemos hablar el mismo idioma y en la actualidad se adoptó el sistema de referencia global WGS-84.

Toda información obtenida en campo y procesada da lugar a elaborar los planos topográficos georreferenciados. Para lo cual se recurre a graficadores como el AutoCAD, y otros programas elaboradores para cada actividad a realizar.

2.2. Levantamiento Topográfico.

Un levantamiento topográfico consiste en hacer la topografía de un lugar, es decir, llevar a cabo la descripción de un terreno en concreto. Mediante el levantamiento topográfico, un topógrafo realiza un escrutinio de una superficie, incluyendo tanto las características naturales de esa superficie como las que haya hecho el ser humano.

Con los datos obtenidos en un levantamiento topográfico se pueden trazar mapas o planos en los que aparte de las características mencionadas anteriormente, también se describen las diferencias de altura de los relieves o de los elementos que se encuentran en el lugar donde se realiza el levantamiento.

El principal objetivo de un levantamiento topográfico es determinar la posición relativa entre varios puntos sobre un plano horizontal. Esto se realiza mediante un método llamado planimetría. El siguiente objetivo es determinar la altura entre varios puntos en relación con el plano horizontal definido anteriormente. Esto se lleva a cabo mediante la nivelación directa. Tras ejecutar estos dos objetivos, es posible trazar planos y mapas a partir de los resultados obtenidos consiguiendo un levantamiento topográfico.

2.3. Tipos de Levantamientos Topográficos.

Existen diferentes tipos de levantamientos que dependen de los tipos de terrenos en los que se realicen:

- Levantamientos catastrales.
- Levantamientos urbanos.
- Levantamientos para proyectos de ingeniería.

2.4. Tipos de Topografías.

- Cartografía. Se trata de la representación de un terreno sobre un plano.
- Geodesia. Se trata de estudiar la forma y las dimensiones de la tierra a nivel global.
- Red geodésica.
- Proyecciones cartográficas.

2.5. Métodos de Levantamientos Topográficos.

- Levantamientos planimétricos.
- Levantamientos altimétricos.
- Levantamientos planialtimétricos.
- Poligonación.

2.6. Aplicaciones.

Los levantamientos topográficos y la topografía en general, tienen una gran importancia en el desarrollo de proyectos de construcción de infraestructuras debido a la evolución y avance que se ha producido en esta ciencia por la ayuda de las nuevas tecnologías que permiten llevar a cabo mediciones y descripciones más precisas y exactas; por eso una medida mal tomada o un plano mal realizado puede tener graves consecuencias pues eso supondría una incorrecta representación de la realidad que impediría llevar a cabo construcciones en dicho terreno.

3 RECONOCIMIENTO TOPOGRÁFICO.

3.1 Reconocimiento de Campo.

Para definir la faja de levantamiento necesaria para la implementación del proyecto, se realiza el reconocimiento de campo conjuntamente los profesionales que participan en la elaboración del diseño de la carretera con especialidad en diseño, hidráulica, geotecnia, sociología, topografía, geodesia y otros.

El reconocimiento de campo se realiza con la ayuda de un GPS navegador, al cual se le transfiere la ruta del eje de proyecto, alternativas o variantes propuestas en el estudio de factibilidad. Con el GPS navegador se realiza un replanteo aproximado del eje de proyecto, ya que las precisiones de estos GPS navegadores son de +/- 3m activando el sistema WASS.

Sobre el eje replanteado en campo y con las recomendaciones y consideraciones de los demás profesionales, se definirá mantener el eje propuesto en la etapa de factibilidad o hacer modificaciones, variantes o selección de alternativas de ruta para el diseño.

Las actividades específicas del Topógrafo Geodesta en el reconocimiento de campo que realiza para la implantación del proyecto están resumidas en los siguientes aspectos:

(1) El trabajo Topográfico se inició con el Reconocimiento Topográfico en Campo, con el fin de orientar y definir la metodología de los trabajos topográficos para el Levantamiento Geodésico y Topográfico, conociendo las características de la zona del Proyecto,

identificando Puntos de Control Primarios tales como: el Inicio y Final de Accesos, Zonas de Inundación, Quebradas, Límites de Propiedad y otros.

(2) Una vez identificado los puntos de control sobre las cartas del IGM Escala 1:50,000(Hoja LA PAZ SUR 5944-II) se realizó el reconocimiento de estos puntos en el terreno mediante la habilitación de accesos que permitieron llegar a los márgenes del Río La Paz, la Vía Aranjuez - Mallasa se ajustaran a las condiciones topográficas del terreno y parámetros técnicos tales como: alineamientos, pendientes y ancho acordes a los parámetros de diseño.

(3) Los trabajos Topográficos se realizan en dos fases:

Fase I se implantó en el terreno una Red Geodésica de puntos GPS enlazada a la Red I.G.M. para el control Horizontal, referencias que permiten el levantamiento topográfico a través de una Poligonal Principal, por otra parte se estableció una Red de Puntos de Nivelación de BM's para el control altimétrico.

Fase II se realiza el Levantamiento Topográfico en base al establecimiento de la poligonal base, siguiendo las Rutas elegidas, en una faja aproximada de 100 m, además de levantamientos complementarios en el sitio del Emplazamiento de la Estructura, aguas arriba y abajo del río La Paz, controlados siempre respecto a la Red Geodésica y Red de BM's.

(4) Por las condiciones topográficas que caracterizan el sitio del proyecto, se debe aclarar que la faja de levantamiento en algunos sectores está limitado por la topografía abrupta del lugar y las fuertes pendientes en las quebradas con presencia de cárcavas, realizando un levantamiento en un ancho que permita realizar el diseño de la Vía Aranjuez - Mallasa y obras complementarias.

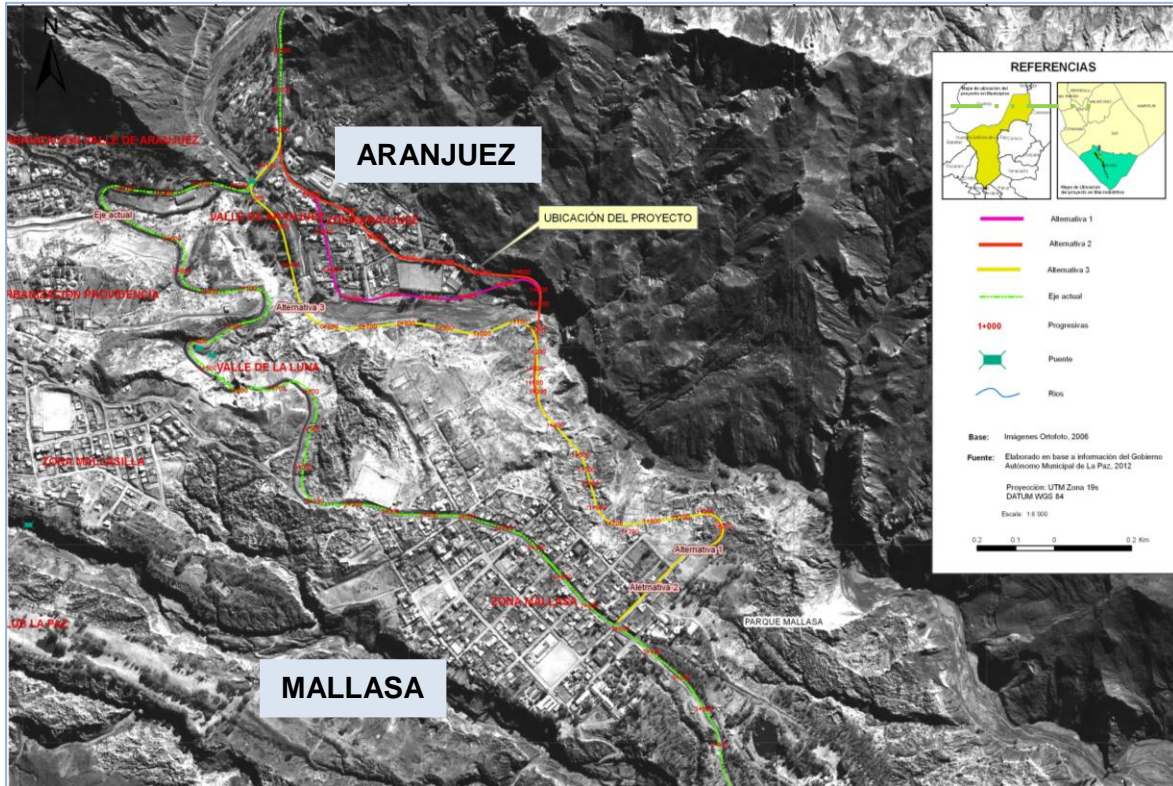


Figura No. 3 Imagen satelital de la Zona del Proyecto.

Fuente: Elaboración IPA 2012

(5) En términos generales, las actividades realizadas en la Planificación, Ejecución y Control de Trabajos Topográficos, tienen las siguientes características:

- Organización de las Brigadas de Trabajo.
- Determinación de Responsabilidades de cada Brigada de Trabajo
- Ordenamiento Secuencial del Trabajo de Campo y Gabinete
- Asignación de Equipo Geodésico y Topográfico.
- Apoyo Logístico.
- Control y Seguimiento de los Trabajos.
- Procesamiento de la Información.
- Generación de Planos Preliminares y Finales.

4 FASE I - REFERENCIACION GEODÉSICA.

(1) En la Fase I se movilizó una Brigada con el equipo adecuado y suficiente, para la Georreferenciación mediante el uso de GPS estacionarios.

(2) Las Brigadas de trabajo están bajo la dirección del Ingeniero de Carreteras, se encargaron de colocar pares de puntos y Georreferenciación de los mismos mediante el uso GPS estacionarios.

4.1 Red de Precisión GPS

La red geodésica de precisión representa que la implantación de pares de puntos monumentados por medio de mojones de hormigón a lo largo de la faja de estudio, utilizando las técnicas diferenciales del sistema de posicionamiento global para la recepción de señal electromagnética emitida por la constelación de satélites que orbitan la tierra. Señales obtenidos por receptores GPS de precisión.

Las precisiones que se debe alcanzar cuando se realiza las sesiones de observación de los puntos de la red GPS, dependerá del método, el tiempo de observación, la longitud de la línea base a medir, la cantidad de satélites observados.

Los datos obtenidos constituirá la base del control horizontal, vertical que serán necesarios para los demás trabajos topográficos que se realizaran. Sin embargo el control vertical GPS aun es motivo de análisis. Por lo que para el control vertical se realizó una nivelación geométrica de precisión.

Los datos obtenidos mediante las observaciones con GPS geodésico deben cumplir ciertos requisitos, métodos de observación y las características técnicas de los receptores de simple o doble frecuencia. Así como también la ubicación de los puntos a observar ya que la obstrucción natural o artificial al cual está expuesto del punto puede generar resultados no confiables.

TABLA DE REQUISITOS PARA OBTENER PRECISIONES OPTIMAS SEGÚN EL METODO DE OBSERVACIÓN Y EL RECEPTOR A UTILIZAR								
Metodo	Linea Base (Km)		Número de satelites observados	GDOP (PDOP+TDOP)	Tiempo de obs. (min.)		Intervalo (seg.)	Precisión Teórica
	De	A			De	A		
Estático	5	15	4 a 5	< 6	30	45	15	
	15	50	4 a 5	< 6	60	90		
	50	100	4 a 5	< 6	90	150		
	Superior a 100		4 a 5	< 6	Hasta 4 horas			
Cinemático	0	5	5	< 6	6	10	5	+ / - 1 cm en 5 Km
	5	10	5	< 6	10	15		
	10	15	5	< 6	15	20		
Reocupación	0	5	4	< 6	5	10	Variable	
	5	10	4	< 6	10	15		
	10	15	4	< 6	15	20		

CUADRO No 2 TABLA DE PRECISIONES GEODÉSICAS
FUENTE: ADMINISTRADORA BOLIVIANA DE CARRETERAS

4.2 Red de Puntos GPS.

El objeto de la colocación de una Red de Puntos GPS, fue el de contar con referencias precisas para verificar posteriormente los cierres de la Poligonal Principal implantada mediante Estaciones Totales. Estos puntos a su vez están enlazados a la Red Geodésica Nacional.

4.2.1 Trabajos Efectuados

(1) El establecimiento de la Poligonal Base en función a puntos georreferenciados GPS fue efectuada mediante los siguientes trabajos:

- Materialización de pares de puntos GPS mediante mojones de hormigón.
- Medición Geodésica de los pares de puntos con el empleo de equipos GPS estacionarios.
- Proceso en Gabinete de la información colectada en campo.

(2) El trabajo se realizó mediante la utilización de tres equipos GPS marca Promark3 de la línea Maguellan. La programación de los horarios de observación se realizó con el programa PLANNING del software GNSS Solutions, obteniendo un posicionamiento adecuado y una distribución geométrica adecuada; los registros se realizaron en un tiempo mínimo de 1 hora para cada punto, permitiendo trabajar las horas que consignan un mínimo de cuatro satélites, lo que garantiza la precisión de las observaciones.

(3) Las mediciones fueron realizadas mediante el método DIFERENCIAL ESTÁTICO con post proceso, permitiendo discriminar los errores debido a la falta de sincronización de relojes, efemérides y disponibilidad selectiva de satélites, corte de señal, al margen del empleo de receptores GPS.

(4) Al momento de empezar una medición GPS uno de los puntos que conforman un vector verdadero GPS debe ser conocido, mejor si se tiene dos puntos conocidos que sirvan de base. De lo último se desprende que durante una sesión de medición GPS; ¡siempre!; uno de los receptores se halla sobre un punto de coordenadas previamente conocidas, si durante una sesión con tres receptores, uno de ellos se halla sobre un punto de coordenadas previamente determinadas o conocidas, el post – procesamiento de dicha sesión arrojará dos vectores verdaderos y dos nuevos puntos GPS.

Este método se utilizó para obtener las coordenadas de un punto, denominado estación de medición, y desde allí medir su distancia y dirección respecto a otro punto de coordenadas conocidas, denominado punto o estación de referencia, donde se colocaron tres receptores fijos, uno en el punto de referencia y dos en las estaciones de medición, recibiendo en forma simultánea las señales de satélites por un periodo mínimo de 1 hora y registro cada 5 segundos.

(5) Así se generó una Red Geodésica, cuidando de que las observaciones confirmen circuitos cerrados con control de cierre y medidos por vectores independientes, donde cada punto está enlazado por un mínimo de tres líneas base.

(6) El procesamiento de la información geodésica fue realizada mediante el uso de satélites conectados por equipos G.P.S. Se utilizó el punto ZOOOL ubicado en el ingreso al Zoológico de Mallasa, establecido por el Instituto Geográfico Militar (I.G.M.). Con la finalidad de efectuar el ajuste y determinación de las Coordenadas de los Puntos en el Sistema Geodésico Mundial WGS-84 (Datum Global). Los resultados obtenidos en el Sector del proyecto, están expresados en Coordenadas, Geodésicas y Proyección UTM como se presentan en el **Cuadro No. 3.**

(7) El proceso de la información registrada por los G.P.S. fue realizada utilizando el Software denominado GNSS Solutions, que permitió el tratamiento de la información de ambas Frecuencias, Códigos y Fases, obteniendo los respectivos Factores de Ajuste.

Nº	Descripción	Latitud (Grados)	Longitud (Grados)	Elip. Ht. (m)	NORTE (m)	ESTE (m)	Alt. Ort (s.n.m.m.)	FACTOR DE ESCALA
1	ARMA 1	16° 33' 17.15933"S	68° 05' 36.15420" W	3250.1250	8169479.7720	596732.3430	3201.2430	0.9997157051970
2	ARMA 2	16° 33' 20.79346"S	68° 05' 38.03851" W	3248.4880	8169368.3430	596675.9900	3199.6020	0.9997155704060
3	ARMA 3	16° 33' 44.39469"S	68° 05' 15.83736" W	3243.1870	8168640.0750	597330.7290	3197.7740	0.9997171410430
4	ARMA 4	16° 33' 47.57769"S	68° 05' 17.24276" W	3276.2960	8168542.4470	597288.6310	3227.6870	0.9997170397170
5	ARMA 5	16° 34' 03.22750"S	68° 04' 58.42701" W	3309.1840	8168058.9720	597844.1040	3261.2660	0.9997183799790
6	ARMA 6	16° 34' 06.35175"S	68° 04' 56.36132" W	3308.4710	8167962.6800	597904.8880	3260.5660	0.9997185270980
7	AMP1	16° 33' 47.07832"S	68° 05' 27.91691" W	3235.3670	8168559.2260	596972.3355	3186.5420	0.9997162799250
8	AMP2	16° 33' 48.45192"S	68° 05' 13.49013" W	3244.6740	8168515.0760	597399.7310	3195.9970	0.9997173071810
9	AMP3	16° 33' 51.62120"S	68° 05' 15.56611" W	3274.5840	8168417.9600	597337.7600	3226.0010	0.9997171579380
10	AMP4	16° 34' 03.58406"S	68° 05' 06.10115" W	3310.9790	8168049.0510	597616.6100	3262.3620	0.9997178301240

Cuadro No. 3 Resumen de Puntos de Control Horizontal
 Fuente: Elaboración IPA 2012

(8) La monumentación de los Puntos GPS de Control Primario fue realizado mediante la ubicación de pares de Puntos de Control separados aproximadamente 500m. Cada uno de los puntos se materializó mediante un mojón de hormigón vaciado en sitio con un bulón de aluminio empotrado, en la parte superior está insertada la grabación respectiva y su identificación.

(9) En el **Anexo C** Se presenta el Resumen de puntos de control en Coordenadas Geodésicas y Coordenadas UTM (Z-19_PROY-WGS84).

4.3 Sistema de Referencia Utilizado en el Proyecto.

Un sistema de referencia geodésico es un modelo matemático que intenta aproximar y describir el tamaño y la forma de la superficie de la tierra que como se sabe no es una esfera regular, normalmente es un elipsoide que en una zona determinada permite calcular posiciones y áreas de una manera consistente y precisa.

En los estudios de factibilidad de carreteras generalmente se utilizaron cartas Topográficas 1:50000 elaborados por el IGM (Instituto Geográfico Militar). En la elaboración de estas cartas impresas se utilizaron el sistema de referencia PSAD-56 y como actualmente se recomienda utilizar el sistema de referencia global WGS-84 entonces se ve la necesidad de transformar los datos de un sistema a otro para lo cual existen una serie de programas que realizaran esta actividad.

4.4 Resultados

(1) Para el Datum Global (WGS 84) se utilizaron las coordenadas del punto denominado ZOOL emplazado por el IGM, se encuentra frente al ingreso principal del Zoológico de Mallasa a una distancia de 5 metros sobre la tercera grada de concreto.



Figura No. 4 Punto de Control del IGM- ZOOL
Fuente: Elaboración IPA 2012

(2) El establecimiento de la Red Geodésica con GPS está conformado por pares de puntos distribuidos a lo largo de los Accesos con un espaciamiento medio de 500 metros entre pares.

5 IMPLANTACIÓN DE BM'S Y NIVELACIÓN GEOMETRICA.

La observación con GPS geodésico proporciona un tipo de altura que es la elipsoidal porque es medida desde la superficie matemática llamada elipsoide hasta la superficie topográfica o real, por lo tanto la altura elipsoidal (h) sin la separación al geoide (N) no se podrá calcular la altura ortométrica (H) la cual es la deseada para el arrastre de cota.

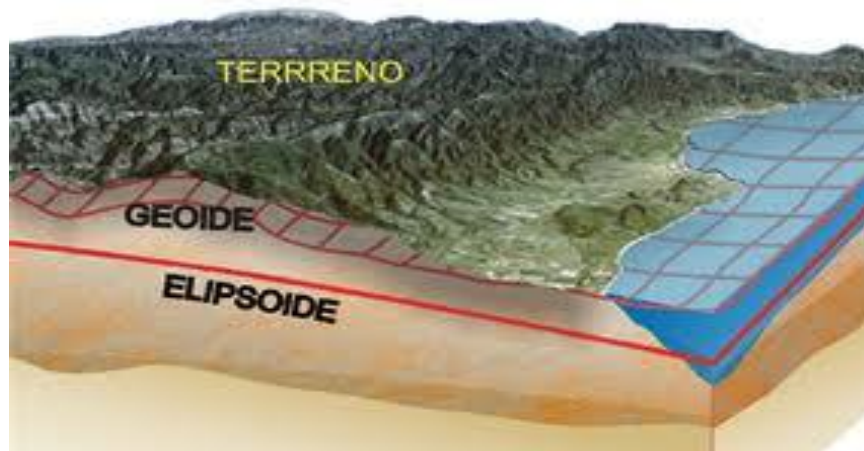


Figura No. 5 TIPOS DE SUPERFICIE EN GEODESIA
Fuente: www.geodesiaaplicada/imagenes/sup3

5.1 Metodología de la Nivelación Geométrica.

(1) Para la nivelación geométrica se implantaron Bancos de Nivel (BM's) en concordancia con los vértices de la Poligonal Principal y puntos GPS, apoyados en la nivelación de partida obtenidos a partir del punto denominado ZOOL.

(2) Se implantó una Red de BM's, enlazadas mediante nivelación geométrica del punto ZOOL del Instituto Geográfico Militar (IGM), se encuentra frente al ingreso principal del Zoológico de Mallasa a una distancia de 5 metros sobre la tercera grada de concreto.

El punto está empotrado al ras de las graderías y lleva al medio un disco de bronce de 9 cm. de diámetro y lleva la siguiente descripción "GPS, IGM, 1995, LA PAZ".

(3) La precisión de la nivelación de los puntos GPS no debe ser mayor a: $(8\text{mm} \cdot \sqrt{k})$ donde: k = La distancia entre los puntos nivelados). Para lograr las precisiones deseadas se utilizó el nivel digital SOKKIA POWER LEVEL SDL30.

El nivel digital toma lecturas con solo apuntar a la mira con códigos de barras y presionando el botón de disparo automáticamente se visualiza en la pantalla las lecturas de altura de la mira registrando esas lecturas en panillas con lo que se minimiza los errores de apreciación en las lecturas garantizando de esta manera la obtención de datos.

5.2 Personal y equipo utilizado.

PERSONAL	EQUIPO	MATERIALES
NIVELADOR	NIVEL ELECTRONICO SOKKIA SDL30	PLANILLA DE CAMPO
ALARIFE1	TRIPODE DE ALUMINIO	ESTACAS DE MADERA
ALARIFE2	MIRAS CON CODIGO DE BARRAS	SAPOS PARA LA ESTABILIDAD DE LAS MIRAS

CUADRO No 4 PERSONAL Y EQUIPOS PARA LA NIVELACIÓN
Fuente: Elaboración Propia

6 FASE II – LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

(1) El levantamiento topográfico se realizó con el empleo de brigadas de trabajo, estableciendo una poligonal en base a la Red Geodésica implantada; además de la nivelación a través de la implantación de BM's para luego efectuar el procesamiento de la información. Se aprovechó la totalidad de pares de puntos GPS para fines de cierre y control, manteniendo la Poligonal Principal y la red de nivelación con BM's cada 500 m. aproximadamente.

(2) A partir de la Poligonal Principal, siguiendo el eje de los accesos, se realizó el Levantamiento Topográfico de la faja del terreno, incluyendo aguas arriba y aguas abajo del Río La Paz, Quebradas, Pozos de Sondeo y otros datos relevantes. La densificación de puntos se realizó con estaciones totales, a través de secciones transversales y nube de puntos, de acuerdo a las características topográficas de la zona del proyecto.

6.1 Poligonal Principal entre Pares de Puntos GPS

Esta Poligonal está ubicado estratégicamente para facilitar la densificación de puntos en los márgenes del Río La Paz y en medio del proyecto.

6.2 Proceso en Gabinete.

(1) El procesamiento de datos fue orientado al control del Levantamiento Topográfico en base a la Poligonal Principal y su posterior Nivelación, verificando los datos obtenidos en

campo, la organización de los mismos, confección de esquemas básicos, verificación de la densidad de puntos levantados, determinación de errores y otros.

(2) La etapa de procesamiento en Gabinete consiste en:

- Transferencia y clasificación de los datos de campo en el Ordenador
- Procesamiento de Datos
- Establecimiento del Modelo Digital
- Graficación de la Poligonal Principal

(3) El Modelo Digital del Terreno se obtuvo con la transferencia de información planialtimétrica generada en la Zona del Proyecto. De esta manera se lograron planos topográficos parciales.

6.3.1 Organización de la Información de Campo.

Paralelamente a los trabajos de Campo, se organizó la información recibida desde las Estaciones Totales para introducir los datos en el Programa LAND DESKTOP. La información fue codificada por sectores de trabajo, debidamente numerada y registrada para proceder al procesamiento de datos.

6.3.2 Procesamiento de la Información.

(1) El procesamiento de los trabajos topográficos en Gabinete se realizó en dos etapas:

1. Procesamiento de los Registros de Campo
2. Procesamiento en Gabinete

(2) El procesamiento de los Registros de Campo se inició introduciendo los datos al ordenador mediante el transmisor Sokkia Link, posteriormente con la ayuda del programa LAND DESKTOP se calculó las coordenadas, ángulos, distancias horizontales y cotas, obteniendo un registro tridimensional de coordenadas X, Y y Z, para cada uno de los puntos levantados en el terreno, datos que sirvieron para realizar el dibujo de toda la franja en conjunto con la Planimetría y Altimetría.

(3) El programa LAND DESKTOP permite generar un Modelo de Terreno Digital a partir del conjunto de líneas planialtimétrica. Estas líneas se obtuvieron directamente de los registros de Restitución Digital. Así quedó definida la Poligonal Principal generada por el programa indicado. El perfil longitudinal y las secciones transversales del terreno fueron definidos a

través del programa LAND DESKTOP. En el caso de perfiles longitudinales, también se definieron gráficamente sobre la pantalla del ordenador.

6.3.3 AJUSTE DE LA POLIGONAL BASE.

Teniendo en cuenta que en cualquier levantamiento topográfico siempre existe desplazamiento con relación a los puntos de control que son coordenadas geodésicas.

Sabiendo que la Estación Total, taquímetros, teodolitos, etc., proporcionan coordenadas espaciales (coordenadas cartesianas), entonces se debe ajustar a estos puntos de control que son coordenadas geodésicas y transformadas a UTM.

Existen varios métodos para el ajuste de coordenadas cartesianas a coordenadas UTM las cuales son:

- ✓ POR MINIMOS CUADRADOS
- ✓ POR COORDENADAS
- ✓ POR ANGULO Y DISTANCIA
- ✓ POR EL ISOCENTRO

Pero entre estos métodos el más preciso es por MINIMOS CUADRADOS.

Lo más importante para el ajuste de una poligonal son los vértices de dicha poligonal, porque con dichos vértices ajustados se puede realizar levantamientos complementarios o corregir el levantamiento o rehacerlo.

Dando a conocer que en este trabajo Dirigido no se ajustó la poligonal base por ninguno de los métodos, porque en cada vértice de la poligonal base se sesiono con GPS geostacionarios dando mayor precisión a los vértices.

CROQUIS DE LA POLIGONAL PRINCIPAL

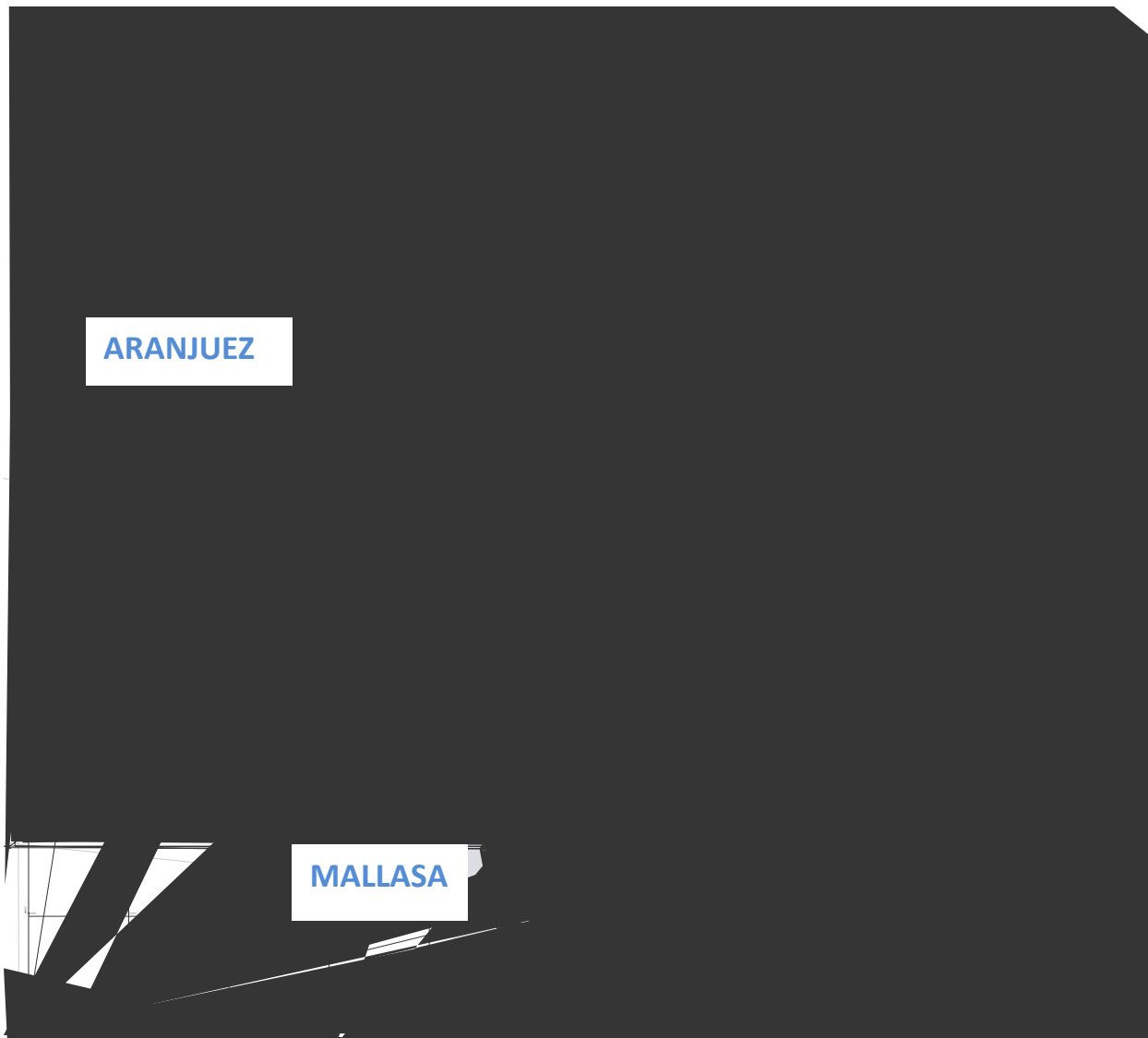


Figura NO. 6 CROQUIS DE LA POLIGONAL PRINCIPAL
 Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

Nº	Descripción	Latitude (Grados)	Longitud (Grados)	Elip. Ht. (m)	NORTE (m)	ESTE (m)	Alt. Ort (s.n.m.m.)	FACTOR DE ESCALA
1	ARMA 1	16° 33' 17.15933" S	68° 05' 36.15420" W	3250.1250	8169479.7720	596732.3430	3201.2430	0.9997157051970
2	ARMA 2	16° 33' 20.79346" S	68° 05' 38.03851" W	3248.4880	8169368.3430	596675.9900	3199.6020	0.9997155704060
3	ARMA 3	16° 33' 44.39469" S	68° 05' 15.83736" W	3243.1870	8168640.0750	597330.7290	3197.7740	0.9997171410430
4	ARMA 4	16° 33' 47.57769" S	68° 05' 17.24276" W	3276.2960	8168542.4470	597288.6310	3227.6870	0.9997170397170
5	ARMA 5	16° 34' 03.22750" S	68° 04' 58.42701" W	3309.1840	8168058.9720	597844.1040	3261.2660	0.9997183799790
6	ARMA 6	16° 34' 06.35175" S	68° 04' 56.36132" W	3308.4710	8167962.6800	597904.8880	3260.5660	0.9997185270980
7	AMP1	16° 33' 47.07832" S	68° 05' 27.91691" W	3235.3670	8168559.2260	596972.3355	3186.5420	0.9997162799250
8	AMP2	16° 33' 48.45192" S	68° 05' 13.49013" W	3244.6740	8168515.0760	597399.7310	3195.9970	0.9997173071810
9	AMP3	16° 33' 51.62120" S	68° 05' 15.56611" W	3274.5840	8168417.9600	597337.7600	3226.0010	0.9997171579380
10	AMP4	16° 34' 03.58406" S	68° 05' 06.10115" W	3310.9790	8168049.0510	597616.6100	3262.3620	0.9997178301240

6.3.4 Calculo del Factor Combinado.

Cálculo del factor combinado para mediciones de distancias con Estaciones Totales Topográficas, en replanteo de coordenadas UTM.

FORMULAS:

Distancia entre dos puntos:
$$L = \sqrt{(X_B - X_A)^2 + (Y_B - Y_A)^2}$$

Abcisa media entre dos puntos:

$$M = (X_B - X_A)/2$$

Factor de escala de la proyección UTM:

$$K = 0.9996 (1 + 0.012371 * Q^2)$$

Siendo: $Q = (M - 500,000) * 10^{-6}$

Factor de elevación

$$F = 1 / \left(\frac{E (R + H)}{R * Dt} \right)$$

Dónde: $E = L/K$ distancia en el elipsoide

$$T = E(6,376,000 + H) / 6,376,000 \dots \text{Distancia en el terreno}$$

$H =$ Altura promedio de los puntos A y B

Factor combinado

$$V = F * K$$

6.3.5 Módulo D.T.M. (Modelo Digital del Terreno)

Este Módulo permite asignar coordenadas X, Y, Z y la descripción de todos los puntos levantados dentro la faja de terreno en la que se ubicará la nueva Vía, generando planos con las curvas de nivel correspondientes a la Escala requerida por el Proyecto y con el espaciamiento necesario entre curvas de nivel.

El procedimiento para la elaboración del modelo digital del terreno se detalla en el punto 7.

7 PROCESAMIENTO DE PLANOS.

(1) La secuencia para el procesamiento de los planos topográficos fue desarrollada con la ayuda del Programa LAND DESKTOP, los pasos empleados durante el trabajo fueron los siguientes:

- Ordenamiento de los archivos de datos de campo.
- Verificación inicial de la corrección de las coordenadas y cotas de referencia introducidas en campo al iniciar cada levantamiento (cada archivo).
- Conversión de los archivos descargados de los diferentes equipos en archivos de texto (.txt), generando las tres coordenadas y descripción de cada punto en formato adecuado para su transferencia al software de diseño.
- Generación del modelo digital del terreno y plotteo de planos en borrador para su verificación en campo. En este punto normalmente se encontraron diferencias entre la representación del plano y el terreno real, las que son marcadas en los planos.
- Interpolación de las Curvas de Nivel de terreno a partir de la Red de Triangulación y de las Coordenadas de cada vértice de la Red.
- Dibujo de Curvas de Nivel basándose en la Red de Triangulación, con intervalos de un (1.00) metro.
- Revisión nueva de los datos crudos en los lugares específicos donde se encontraron errores de representación y corrección de estos. En algunos casos, cuando dos puntos en dos archivos originalmente diferentes se encuentran muy próximos, fue necesario eliminar uno de ellos, evitando errores en el proceso.
- Generación de nuevos planos para una segunda revisión en campo. Si todavía subsistieron diferencias, se realizaron nuevas correcciones.
- Preparación de planos topográficos correctos para su utilización en el diseño geométrico de la carretera, incluyendo la topografía, la representación de otros elementos (propiedades, ductos, quebradas, etc.)

(2) Los planos obtenidos reflejan la Planimetría de las Fajas en la que se emplazara las alternativas de Diseño para el proyecto.

8 EQUIPO TOPOGRÁFICO Y GEODESICO.

Los Trabajos Topográficos fueron realizados utilizando los siguientes equipos:

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Promark3	3 Receptores
Estación Total Kolda	KTS500
Estación Total Leica	TS307
Nivel Digital	SDL50
Cámaras Digitales	2
GPS Navegador	2
Radio Comunicadores	6

Cuadro No. 5 Equipo de Topografía

Fuente: Elaboración Propia

8.1 Características de los Equipos.

8.1.1 GPS Geodésico Maguellan Promark 3



ESPECIFICACIONES	Promark 3
Características GNSS	
Receptor	14 canales, L1 código y fase portadora
Tiempo real integrado	WAAS/EGNOS
Precisión	
Rendimiento1-3 (rms) Levantamiento estático Horizontal	0,005 m + 1 ppm (0,016 pies + 1 ppm)
Rendimiento1-3 (rms) Levantamiento estático Vertical	0,01 m + 2 ppm (0,032 pies + 2 ppm)
Rendimiento del levantamiento cinemática Horizontal	0,012 m + 2,5 ppm (0,039 pies + 2,5 ppm)
Rendimiento del levantamiento cinemática Vertical	0,015 m + 2,5 ppm (0,049 pies + 2,5 ppm)
En tiempo real SBAS (WAAS/EGNOS) (rms) Horizontal	<1m
En tiempo real DGPS (Baliza o RTCM) (rms) Horizontal	<1m
Comunicación	Puerto RS232 USB: host y esclavo. Tecnología inalámbrica Bluetooth
	Compatible con la especificación 1.2
	Punto a punto y punto a multipunto
	Perfiles: puerto serie, OBEX, red de marcado



Figura No. 7 EQUIPO MAGUELLAN PROMARK 3
 Fuente: www.topografia-global.com/catalogo_g.php

8.1.2 Estación Total Kolida KTS Serie 580 R



KTS Serie 580 R Estacion Total windows			
Model	KTS-582 R	KTS-585 R	KTS-587 R
Memoria	100000 P.	100000 P.	100000 P.
Telescopio	Lectura coaxial y medición óptica de distancia		
Imagen	Erecta		
Aumentos	30x		
Longitud	154mm		
Resolución de Enfoque	3"		
Campo de Visión	1°30'		
Distancia Mínima de Enfoque	1m		
Medida de ángulos			
Sistema de Medición	Centesimal, Sexagesimal; Seleccionable		
Método de Medición	Codificación absoluta de lecturas angulares H/V		
Medida de Distancia (Buenas condiciones Atmosférica)			
Precisión	Con Prisma $\pm(2\text{mm}+2\text{ppm}\times D)$ senza Prisma $\pm(5\text{mm}+3\text{ppm}\times D)$		
Unidad	M or Ft seleccionable		
Burbujas Circular/Tubular	Circular: 8'/2mm; Tubular: 30"/2mm		
Corrección atmosférica			
Temperatura	°C or °F		
PPM	Manual/Automática hPa/mmHg/inHg		
Factor corrección de prisma	0mm/30mm		
Plomada optica			
Imagen	Erecta		
Aumentos	3x		
Campo de Visión	5°		
Focusing Range	0.5m ~ ∞		
Compensador			
Tipo	Doble eje líquida eléctrica		
Precisión	3"		
burbuja Tubular	30"/2mm		
Rango de trabajo	±3'		
Teclado	Alfanumérico de 28 teclas Windows CE		
Puerto (Cable)	RS-232C / Mini USB / Pen drive		

FIGURA No. 8 ESTACION TOTAL KOLIDA WINDOWS
 Fuente: www.southgeosystems.com/

Mínimo presentado en pantalla:	Distancia	1,6 a 100m
	Altura	0,0001m / 0,001m (seleccionable)
Precisión:	Distancia	0,01m (modo sencillo, repetido o promedio) 0,1m (modo tracking)
	(con mira Sokkia BG27/40/50)	
	Altura	Desviación estándar para 1 km de doble nivelación 1,0mm
	Distancia	$\pm 10\text{mm}$ (en mediciones inferiores a 10m) $\pm(0,1\% \times D)$ (mediciones de 10 a 50m) $\pm(0,1\% \times D)$ (mediciones superiores a 50m) (D: distancia medida; unidades: m)

9 ELABORACION DE PLANOS.

(1) Con los datos de la Topografía, se confeccionaran Planos Generales, Planta, Perfil Longitudinal y Secciones Transversales los cuales se muestran en los anexos.

9.1 Dibujo en Planta (Alineamiento Horizontal).

(1) El dibujo en planta se realizó en láminas a escala 1:1000. En estos planos se muestra la Poligonal Principal con los siguientes datos:

- Número de cada Vértice
- Ángulo de Deflexión en cada Vértice
- Rumbo entre los Vértices.
- Distancia calculada entre los Vértices
- Coordenadas de cada Vértice

(2) Igualmente se indica en líneas finas, las Secciones Transversales con sus acotamientos respectivos, las curvas de nivel dibujadas de uno (1) en uno (1) metro, destacando las curvas correspondientes a las cotas que son múltiplos de cinco.

(3) En cada Plano se señala el Norte Geográfico y una Cuadrícula de Coordenadas.

9.2 Perfil Longitudinal (Alineamiento Vertical)

(1) Se realizó a escalas 1:1000 horizontal y 1:100 vertical. Esta relación de Escalas facilita la visualización de los datos del perfil.

(2) En estos Planos se dibuja el perfil natural del terreno, deducido de las curvas de nivel de la planimetría, indicando todos los detalles importantes de la topografía del terreno, quiebres del mismo, propiedades, servicios, quebradas, ríos, rumbos obligados, y otros.

9.3 Secciones Transversales.

(1) Las Secciones Transversales en función al diseño geométrico fueron dibujadas cada 20 m., en dirección transversal al eje del Levantamiento Topográfico.

(2) El dibujo de las Secciones Transversales fue realizado a escala 1:100.

10 REPLANTEO TOPOGRAFICO.

(1) Una vez definida la Poligonal de Diseño y desarrollara sobre ésta el Diseño de las alternativas de ruta, mediante la utilización del Programa especializado LAND DESKTOP, se procederá a efectuar en Campo el correspondiente Replanteo Topográfico previo a la Ejecución del Proyecto.

(2) El programa LAND DESKTOP calcula a partir de Coordenadas los valores necesarios para el Replanteo Cartesiano, que será materializado en Campo mediante la referenciación del eje de la vía cada 20 m. en tramos rectos y cada 10 en curvas.

11 CONCLUSIONES.

El levantamiento Geodésico Topográfico generó un Modelo Digital del Terreno georreferenciado, permitiendo realizar el diseño de la carretera.

- ✓ Se implantó una Red de puntos de control horizontal y vertical mediante la monumentación con mojones y plaquetas con su respectiva descripción, puntos que servirán para el posterior control de planimetría y altimetría del área de trabajo.
- ✓ Se obtuvo en cada punto de control, coordenadas geodésicas, coordenadas UTM y cotas.
- ✓ Se realizó el levantamiento Topográfico en una faja de Ruta de 100 a 200 metros de ancho, permitiendo establecer para las diferentes alternativas para el diseño de la

carretera Aranjuez – Mallasa.

- ✓ Se determinaron las características topográficas del área levantada, el trabajo se realizó en las laderas del valle que forma el río La Paz, el suelo es de limo arcilloso, con bastantes erosiones que formaron cárcavas.
- ✓ Se verificó la precisión de los levantamientos Geodésicos y Topográficos, dentro de márgenes de errores aceptables.
 - Levantamiento Geodésico, se obtuvo la precisión en milímetros con un margen de error menor a 3 milímetros en 500 m.
 - Arrastre de cotas, se obtuvo la precisión en milímetros con un margen de error menor a los 8 milímetros en 1 km.
 - Levantamiento topográfico, se obtuvo una precisión en centímetros con un margen de error menor a los 2cm.

12 RECOMENDACIONES.

- Se recomienda a las instancias pertinentes encargar el cuidado de los puntos de control horizontal y vertical, ya que estos serán utilizados para el replanteo de la vía en sus diferentes componentes.

13 BIBLIOGRAFIA.

- Ruano Nieto Miguel; Ing. Geógrafo: Apuntes cartográficos prácticos (1977-2005)
- Servicio Geodésico Interamericano: Manual Técnico No. 45, edición 1968.
- José Luis Gutiérrez Gorlat, Antonio Sampaño Cortiñas: Cartografía y Fotografía Aérea, Manual de Contratación. 1981.
- http://es.wikipedia.org/wiki/Ingenier%C3%ADa_topogr%C3%A1fica
- http://es.ingenieriatopografica.wikia.com/wiki/Diferencia_entre_topograf%C3%ADa_y_geodesia.
- Lic. Richar Salazar Espinoza: Apuntes de Topografía
- Lic. Daniel Flores: Apuntes de Geodesia Satelitaria, Geodesia Física y Geodesia Geométrica II


14 REGISTRO FOTOGRAFICO

- (1) En el **Anexo H** se presenta el registro fotográfico correspondiente a los trabajos topográficos, de campo y gabinete que fueron realizados en el trabajo dirigido.



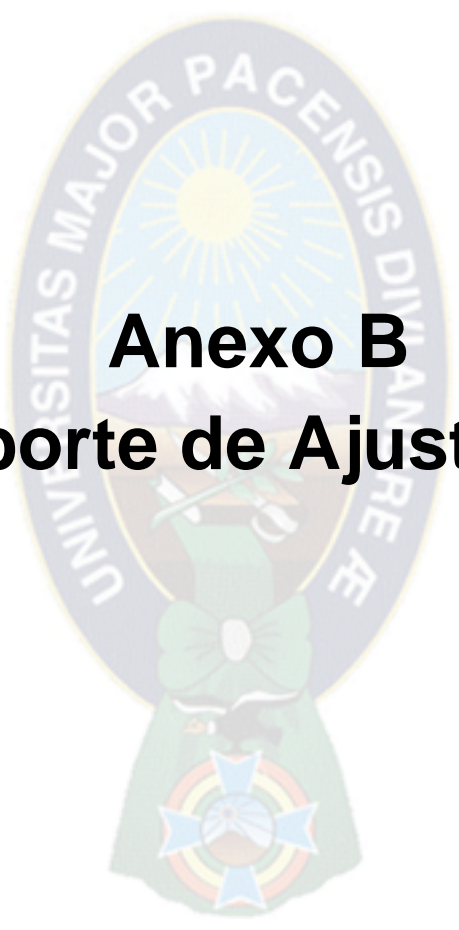
INDICE DE ANEXOS

Anexo A	Documentación Topográfica
Anexo B	Reporte de Ajuste GPS.
Anexo C	Resumen de Puntos de Control Horizontal
Anexo D	Monografías
Anexo E	Planillas de Nivelación
Anexo F	Listado de Puntos
Anexo G	Planos Topográficos
Anexo H	Registro Fotográfico

The logo of the Universidad Mayor de San Andrés is a large, faint watermark in the background. It features a sun at the top, a mountain range in the middle, and a green banner at the bottom with a blue cross and a white flower. The text 'UNIVERSITAS MAJOR PACENSIS DIVA ANDRE AE' is written around the perimeter of the logo.

Anexo A

Documentación Topográfica



Anexo B
Reporte de Ajuste GPS.




Anexo C

Resumen de Puntos de Control Horizontal




Anexo D

Monografías



Anexo E
Planillas de Nivelación



Anexo F
Listado de Puntos



Anexo G
Planos Topográficos



Anexo H

Registro Fotográfico