

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**  
**FACULTAD DE TECNOLOGÍA**  
**CARRERA DE TOPOGRAFÍA Y GEODESIA**



**MEMORIA LABORAL**  
**NIVEL: TÉCNICO SUPERIOR UNIVERSITARIO**

**ELABORACION DE:**  
**PERFILES Y RASANTES EN ÁREAS URBANAS**

**POSTULANTE: MACEDONIO QUISPE HUANCA**

**TUTOR: Lic. JAIME SILVA MOLLINEDO**

**LA PAZ – BOLIVIA**

**2017**

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A Dios**

Por darme la oportunidad de Vivir en este Maravilloso Planeta Tierra junto a ustedes y por darme Salud y bien estar.

### **A la Universidad Mayor de San Andrés Facultad de Tecnología**

Agradezco a esta Casa de Estudio Superior de mucho prestigio por permitirme formar como Profesional Técnico al Servicio de la Sociedad.

### **A los Docentes de la Carrera de Topografía y Geodesia**

Agradecer a todos los Docentes Profesionales de esta prestigiosa Carrera por haberme Transmitido todo sus conocimientos Teóricos y Prácticos.

### **A mi Tutor**

Por su Capacidad de Guiarme y Orientarme en la Elaboración de la Presente Memoria Laboral.

# INDICE

INDICE .....	1
RESUMEN.....	8
<b>AREA I</b> .....	9
ACTIVIDADES LABORALES .....	9
1. GENERALIDADES .....	9
1.1 EXPERIENCIA LABORAL: .....	9
1.1.1. INRA – KAMPSAX S.A. BOLIVIA .....	9
1.1.2. INRA – COWI S.A. BOLIVIA.....	9
1.1.3. GOBIERNO AUTÓNOMO MUNICIPAL DE EL ALTO.....	10
1.1.4. GOBIERNO AUTÓNOMO MUNICIPAL DE ACHOCALLA .....	10
1.1.5. EMPRESA CONSTRUCTORA G&G CONSULTORIA S.R.L. ....	10
1.1.6. GOBIERNO AUTÓNOMO MUNICIPAL DE ACHOCALLA .....	11
1.1.7. IDECO CONSULTORES (INGENIERÍA, DISEÑO & CONSTRUCCIÓN).....	11
1.1.8. FONDO FINANCIERO PRIVADO (FFP - FIE S.A.).....	11
1.1.9. MOSCOSO (EMPRESA CONSTRUCTORA) .....	12
1.1.10. CEMENTERIO BOLÍVAR .....	12
1.1.11. DOCUMENTO PRIVADO (DR. PEDRO Y RIGOBERTO FUENTES).....	12
1.1.12. DOCUMENTO PRIVADO (DR. RUDY VILLEGAS T.).....	13
1.1.13. DOCUMENTO PRIVADO (SRA. MARIA N. CONDE VDA. DE CONDORI) .....	13
1.1.14. DOCUMENTO PRIVADO (DR. RIGOBERTO FUENTES TORREZ) .....	13
1.1.15. DOCUMENTO PRIVADO (SR. FREDDY E. ORTUÑO CHOQUE) .....	14
1.1.16. DOCUMENTO PRIVADO (SR. JAVIER E. VARGAS JIMENEZ) .....	14
1.1.17. CONTRATO DE TRABAJO (SR. ANGEL ROSENDO MAMANI) .....	14
<b>AREA II</b> .....	15
GENERALIDADES DEL TRABAJO .....	15
2.1. INTRODUCCION .....	15
2.2. ANTECEDENTES.....	15
2.3. OBJETIVOS .....	16
2.3.1. OBJETIVO GENERAL .....	16
2.4.3. JUSTIFICACION SOCIAL.....	18
2.4.4. JUSTIFICACION ACADENICA .....	18

2.4.5. JUSTIFICACION ECONOMICA .....	18
2.5. UBICACION GEOGRAFICA.....	19
2.6. UBICACIÓN POLITICA ADMINISTRATIVA.....	19
<b>AREA III</b> .....	21
FUNDAMENTO TEORICO.....	21
3. MARCO TEORICO.....	21
3.1. TOPOGRAFÍA .....	21
3.2. CONCEPTOS BÁSICOS DE TOPOGRAFÍA.....	22
3.2.1. PLANIMETRÍA.....	22
3.2.2. ALTIMETRÍA .....	22
3.2.3. EL PLANO TOPOGRÁFICO .....	22
3.2.4. GEODESIA .....	22
3.2.5. GEORREFERENCIACIÓN .....	23
3.2.6. DATUM .....	23
3.3. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	23
3.3.1. TOPOGRÁFICOS.....	23
3.3.2. GEODÉSICOS.....	24
3.4. SUPERFICIES DE REFERENCIA .....	24
3.4.1 SUPERFICIE TOPOGRAFIA .....	24
3.4.2 SUPERFICIE FISICA-GEOIDE .....	25
3.4.3 SUPERFICIE MATEMATICA-ELIPSOIDE.....	25
3.5. EQUIPO TOPOGRÁFICO.....	26
3.5.1. SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS).....	26
3.5.1.1. COMPONENTES DEL SISTEMA GPS.....	26
3.5.1.1.1 SEGMENTO ESPACIAL (ISSN VOL 16 -2009).....	27
3.5.1.1.3. SEGMENTO DE USUARIO (ISSN 16 – 2009).....	28
3.5.1.2. SISTEMA DE MEDICIONES CON GPS .....	29
3.5.1.2.1 MÉTODO ESTATICO .....	29
3.5.1.2.2. MÉTODO ESTATICO – RAPIDO .....	30
3.5.1.2.3. MÉTODO CINEMATICO.....	30
3.5.1.2.4. LEVANTAMIENTO RTK .....	31
3.5.1.3. REDES GPS EN BOLIVIA .....	31
3.5.1.3.1. RED DE ESTACIONES GPS ESTATICOS O PASIVOS .....	32

3.5.1.3.2. RED DE ESTACIONES GPS CONTINUAS .....	34
3.5.1.3.3. FUNDAMENTOS SISTEMA DE GNSS .....	37
3.5.2. NIVEL TOPOGRÁFICO .....	38
3.5.2.1. NIVELACIÓN .....	38
3.5.2.2. CLASES DE NIVELACIÓN .....	40
3.5.2.2.1. NIVELACIÓN TRIGONOMÉTRICA.....	40
3.5.2.2.2. NIVELACIÓN GEOMÉTRICA .....	41
3.5.2.2.2.1. TIPOS DE NIVELACIÓN GEOMÉTRICA.....	42
3.5.2.2.2.1.1. NIVELACION SIMPLE.....	42
3.5.2.2.2.1.2. NIVELACION COMPUESTA .....	42
3.5.3. ESTACIÓN TOTAL .....	43
3.5.3.1. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO .....	44
3.5.3.2. MEDICIÓN ELECTRÓNICA DE DISTANCIAS EDM.....	44
3.5.3.3. METODOLOGÍAS TOPOGRÁFICAS .....	46
3.5.3.3.1. RADIACIÓN .....	46
3.5.3.3.2. POLIGONAL.....	46
3.6. FACTOR DE CORRECCIÓN DE DISTANCIAS .....	47
3.6.1. FACTOR DE ESCALA ( <i>K ESCALA</i> ).....	48
3.6.2. FACTOR DE ELEVACIÓN ( <i>K ELEVACION</i> ).....	48
3.6.3. FACTOR COMBINADO (K).....	49
3.7. CONTROL VERTICAL TOPOGRÁFICO.....	50
3.8. CONTROL HORIZONTAL TOPOGRÁFICO .....	50
3.9. MODELOS DIGITALES DE TERRENO .....	50
9.1. TIPOS DE MODELO DIGITAL DEL TERRENO .....	51
3.10. CONCEPTOS DE RED VIAL URBANA .....	52
3.10.1. TIPOS DE RED VIAL URBANA .....	52
3.10.2. ALCANCE DEL ESTUDIO DE LA RED VIAL URBANA .....	53
3.10.3. CRITERIOS BÁSICOS A CONSIDERAR EN EL DISEÑO .....	54
3.10.4. PARÁMETROS Y CRITERIOS DE DISEÑO PLANIMÉTRICO .....	56
3.10.4.1. CONSIDERACIONES TEÓRICAS .....	56
3.10.4.1.1. USOS DE LA CLOTOIDE COMO CURVA DE TRANSICIÓN Y TIPOS DE CONCATENACIONES CON ELEMENTOS CURVOS.....	57
3.10.4.1.2. PERALTES.....	59

3.10.4.2. CONSIDERACIONES PRÁCTICAS PARA DISEÑO PLANIMÉTRICO.....	60
3.10.5. PARÁMETROS Y CRITERIOS DEL DISEÑO DE SECCIONES TRANSVERSALES...	62
3.10.5.1. ELEMENTOS DE DISEÑO DE LAS SECCIONES TRANSVERSALES .....	63
3.10.5.2. DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE REACCIÓN.....	64
3.10.5.3. DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA .....	65
3.10.6. PARÁMETROS Y CRITERIOS DEL DISEÑO ALTIMÉTRICO .....	66
3.10.6.1. CONSIDERACIONES TEÓRICAS .....	66
3.10.6.1.1. PENDIENTE MÍNIMA .....	66
3.10.6.1.2. PENDIENTE MÁXIMA.....	66
3.10.6.1.3. CURVAS VERTICALES .....	67
3.10.6.2. CONSIDERACIONES PRÁCTICAS PARA DISEÑO ALTIMÉTRICO .....	68
<b>AREA IV</b> .....	71
DESARROLLO DEL TRABAJO .....	71
4.1. Primera Fase - RECOPIACION DE INFORMACION .....	71
4.1.1. DATOS LEGALES:.....	71
4.1.2. DATOS TÉCNICOS:.....	71
4.2. Segunda Fase - RECURSOS .....	72
4.2.1. HUMANOS .....	72
4.2.2. LOGÍSTICA .....	72
4.2.3. EQUIPOS EMPLEADOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS .....	72
4.3. Tercera Fase - TRABAJO DE CAMPO.....	76
4.3.1. RECONOCIMIENTO DE CAMPO.....	76
4.3.2. MONUMENTACIÓN DE PUNTOS DE CONTROL HORIZONTAL Y VERTICAL .....	76
4.3.3. DENSIFICACIÓN DE PUNTOS DE CONTROL CON (GPS DE PRECISIÓN).....	76
4.3.4. ARRASTRE DE COTAS CON (NIVEL DE INGENIERO) .....	77
4.3.5. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON (ESTACIÓN TOTAL) .....	79
4.4. Cuarta Fase - TRABAJO DE GABINETE.....	80
4.4.1. SOFTWARES EMPLEADOS EN TRABAJO DE GABINETE.....	81
4.4.2. POST PROCESO DE DATOS GPS .....	81
4.4.2.1. PASOS SEGUIDOS PARA REALIZAR EL POST PROCESO .....	82
4.4.3. CÁLCULO DE LA NIVELACIÓN GEOMÉTRICA COMPUESTA.....	84
4.4.3.1. GRADO DE PRECISIÓN Y COMPENSACIÓN DE ERRORES DE LA NIVELACIÓN .....	84
4.4.4. TRANSFERENCIA DE DATOS DE ESTACIÓN TOTAL - PC .....	85

4.4.5. DISEÑO DE PLANOS PLANIALTIMÉTRICOS .....	87
4.4.5.1. IMPORTACIÓN DE PUNTOS TOPOGRÁFICO.....	87
4.4.5.2. CREACIÓN DE SUPERFICIE O DTM (DIGITAL TERRAIN MODEL).....	88
4.4.5.3. ALINEAMIENTO HORIZONTAL .....	88
4.4.5.4. ALINEAMIENTO VERTICAL.....	89
4.4.5.4.1. PERFIL LONGITUDINAL .....	89
4.4.5.4.2. TRAZO DE RASANTES .....	90
4.4.5.4.3. TRAZO DE LAS CURVAS VERTICALES .....	90
4.4.5.5. DISEÑO DE SECCIONES TRANSVERSALES .....	91
4.4.5.6. OBTENCIÓN DE PERFILES TRANSVERSALES DE TERRENO Y RASANTE.....	92
4.4.5.7. CALCULO DE VOLÚMENES .....	93
4.5. Quinta Fase – RESULTADOS .....	93
4.5.1. RESUMEN DE POST PROCESO DE DATOS GPS .....	93
4.5.2. RESUMEN DE NIVELACIÓN GEOMÉTRICA COMPUESTA (COTAS FINALES) .....	94
4.5.3. RESUMEN DE COORDENADAS TOPOGRÁFICAS DE LOS PUNTOS GPS1 Y GPS2 .	94
4.5.4. RESUMEN DE LOS PUNTOS DE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	95
4.5.5. RESUMEN DE DISEÑO DE PLANOS PLANIALTIMÉTRICOS .....	95
AREA V .....	96
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	96
5.1 CONCLUSIONES .....	96
5.2. RECOMENDACIONES .....	97
5.3. BIBLIOGRAFIA: .....	97
5.4. ANEXOS .....	98

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación Geográfica de la Zona de Estudio .....	20
Figura 2: Diferencias Entre Levantamientos Geodésicos y Topográficos .....	24
Figura 3: Superficies .....	24
Figura 4: Representación de la Superficie Física .....	25
Figura 5: Elipsoide y Geoide .....	25
Figura 6: Constelación GPS .....	27
Figura 7: Posición de las Estaciones de Seguimiento y Estación Principal de Control .....	28
Figura 8: Segmento de Usuario GPS .....	29
Figura 9: Red de Estaciones GPS Estáticas Campaña 1995- 2000.....	33
Figura 10: Estación Continúa GPS GNSS LPZB (INGA) .....	35
Figura 11: Marco de Referencia Geodésico Nacional (MARGEN) de Bolivia.....	37
Figura 12: Nivel Topográfico .....	38
Figura 13: Plano Común de Referencia .....	39
Figura 14: Desnivel entre dos Puntos (A y B).....	40
Figura 15: Nivelación Trigonométrica .....	41
Figura 16: Nivelación Simple.....	42
Figura 17: Nivelación Compuesta .....	43
Figura 18: Estación Total Modelo CX-105 Marca Sokkia.....	43
Figura 19: Principio de Funcionamiento del Teodolito.....	44
Figura 20: Onda Discretizadora de la Distancia .....	45
Figura 21: Método por Radiación .....	46
Figura 22: Método Poligonal.....	47
Figura 23: Medida entre Dos Puntos en el Elipsoide .....	48
Figura 24: Proyección de Dos Medidas .....	49
Figura 25: Modelo Digital de Elevación .....	51
Figura 26: Modelo Digital de Superficie y Modelo Digital de Terreno .....	51
Figura 27: Elementos de la Curva Circular .....	58
Figura 28: Elementos de la Concatenación Espiral-Circular-Espiral.....	59
Figura 29: Ciclorruta sobre el Separador Central .....	64
Figura 30: Sección Transversal Paradero de Toque en Corredor Local.....	64
Figura 31: Curva Vertical.....	67
Figura 32: Equipos GPS L1 L2 GNSS RTK marca SPECTRA Precisión SP80 .....	73



Figura 33: Especificaciones Técnicas de GPS SPECTRA Precisión SP80.....	73
Figura 34: Nivel Automático Marca SOKKIA modelo B40 .....	74
Figura 35: Especificaciones Técnicas, Nivel Automático Marca SOKKIA modelo B40 .....	74
Figura 36: Estación Total marca SOKKIA modelo SET550RX .....	75
Figura 37: Especificaciones Técnicas, Estación Total marca SOKKIA modelo SET550RX .....	75
Figura 38: Punto de Control Materializado .....	76
Figura 39: Sesión Satelital con Equipos GPS de Precisión.....	77
Figura 40: Ruta de Arrastre de Cota .....	78
Figura 41: Nivelación Sobre los Puntos de Control Horizontal GPS1 y GPS2.....	78
Figura 42: Levantamiento Topográfico con Estación Total.....	80
Figura 43: Post Proceso de datos GPS en el Software Spectra Precision Survey Office .....	83
Figura 44: Exportación de Vectores y Puntos GPS a Google Earth .....	83
Figura 45: Planilla de Compensación de Errores de Nivelación (Excel) .....	85
Figura 46: Planilla de Levantamiento Topográfico (SokkiaLink) .....	86
Figura 47: Inicio del Programa Autodesk Land Desktop 2005 .....	87
Figura 48: Importación de Puntos y Generación de Curvas de Nivel .....	88
Figura 49: Alineamiento Horizontal .....	89
Figura 50: Alineamiento Vertical .....	90
Figura 51: Diseño de Secciones Transversales.....	91
Figura 52: Secciones Transversales cada 10.00 metros .....	92
Figura 53: Planilla de Cálculo de Volúmenes .....	93

## RESUMEN

La presente Memoria Laboral, describe el trabajo realizado del Levantamiento Topográfico y la elaboración de los PERFILES Y RASANTES EN ÁREAS URBANAS, lo que se pretende es demostrar el modelo digital del terreno en su verdadera dimensión del área en estudio, con el fin de implementar y ejecutar todos los proyectos de Redes de Servicios Básicos como ser: Enlosetado u/o Pavimentación de Calles y Avenidas, Construcción de Cordones de Acera, Instalación de Agua Potable, Construcción de Alcantarillado Sanitario, Construcción de Alcantarillado Pluvial, Instalación de Red Energía Eléctrica y de Gas Natural Domiciliario y de Comunicación, todo en coordinación con las respectivas entidades prestadoras de servicios, estos proyectos mencionados coadyuvaran a los habitantes de esta urbanización a mejorar su calidad de vida.

El tema que se abordara en la presente memoria laboral es todo relacionado a las actividades realizadas en el levantamiento topográfico y ELABORACIÓN DE LOS PERFILES Y RASANTES EN ÁREAS URBANAS, el mismo que se explicará con detalle en las siguientes áreas:

**Área I** Presenta la experiencia laboral del postulante resultado varios trabajos realizados, en las diferentes instituciones privadas, públicas, empresas y urbanizaciones como consultor independiente,

**Área II** En el que se realiza la introducción, antecedentes, objetivos y justificación, de la actividad laboral.

**Área III** Se muestra todo el fundamento teórico, el cual nos da una referencia para el desarrollo del trabajo referido.

**Área IV** Se muestra el desarrollo y metodología del trabajo, en el cual se explica detalladamente todos los pasos realizados en el trabajo de campo y gabinete, resultados y equipos empleados.

**Área V** Se enuncia las conclusiones y recomendaciones a las cuales se arriba en el presente trabajo de la “elaboración de perfiles y rasantes en áreas urbanas”.

## AREA I

### ACTIVIDADES LABORALES

#### 1. GENERALIDADES

Las actividades laborales referentes al campo de la topografía las he realizado desde estudiante universitario con el fin de relacionar lo teórico con lo práctico y con mayor frecuencia desde la conclusión de mi estudio el año 2008 a nivel (Técnico Superior Universitario), realizando trabajos de topografía en distintas instituciones públicas, privadas y como consultor individual, en las cuales detallo a continuación:

#### 1.1 EXPERIENCIA LABORAL:

##### 1.1.1. INRA – KAMPSAX S.A. BOLIVIA

Proyecto: SANEAMIENTO INTEGRADO DE CATASTRO RURAL, MODALIDADES: CAT-SAN, SAN-SIM, SAN-TCO.

Cargo: Consultor Técnico - Topógrafo

Actividades Realizadas: Levantamientos Topográficos y Geodésicos para Saneamiento integrado al catastro rural de los Polígonos 13, 14, 15, 19, 21, 22, y 28.

Año de Servicio: Octubre 2002 a febrero 2004.

##### 1.1.2. INRA – COWI S.A. BOLIVIA

Proyecto: SANEAMIENTO INTEGRADO DE CATASTRO RURAL, MODALIDADES: SAN-SIM. HA PEDIDO DE PARTE

Cargo: Consultor Técnico - Topógrafo

Actividades Realizadas: Levantamientos Topográficos y Geodésicos para Saneamiento integrado al catastro rural de los Polígonos 101 y 102.

Año(s) de Servicio(s): Agosto 2004 a febrero 2005

### **1.1.3. GOBIERNO AUTÓNOMO MUNICIPAL DE EL ALTO**

Proyecto: ALCANTARILLADO SANITARIO DISTRITO N°. 8

Cargo: Topógrafo

Actividades Realizadas: Levantamientos Topográficos para el Alcantarillado Sanitario, Senkata, Ventila - Puchocollo.

Año de Servicio: Septiembre 2005 a diciembre 2005

### **1.1.4. GOBIERNO AUTÓNOMO MUNICIPAL DE ACHOCALLA**

Proyecto: ESTUDIO DE FACTIBILIDAD, IMPACTO AMBIENTAL Y DISEÑO FINAL CARRETERA MOLINO ANDINO - MALLASILLA

Cargo: Topógrafo

Actividades Realizadas: Levantamiento Topográfico para Estudio y Diseño Final Carretera Molino Andino – Mallasilla.

Año de Servicio: Marzo 2006 a junio 2006

### **1.1.5. EMPRESA CONSTRUCTORA G&G CONSULTORIA S.R.L.**

Proyecto: EMPEDRADO ANSALDO - ALFAMAYU  
(PROV. ESTEBAN ARCE- COCHABAMBA)

Cargo: Topógrafo

Actividades Realizadas: Levantamiento Topográfico para la Construcción de Puentes y Badenes.

Replanteo de alineamiento horizontal y vertical construcción de empedrado Ansaldo - Alfamayu.

Año de Servicio: Enero 2007 a octubre 2007

### **1.1.6. GOBIERNO AUTÓNOMO MUNICIPAL DE ACHOCALLA**

Proyecto: CONSOLIDACIÓN DE VÍAS COMUNIDAD  
MAGDALENA DE CAYO

Cargo: Consultor Técnico - Topógrafo

Actividades Realizadas: Levantamiento Topográfico del área en estudio y  
Replanteo de las vías definidas para la implementación  
de la Red de Energía Eléctrica y Agua Potable.

Año de Servicio: Octubre 2007 a diciembre 2007

### **1.1.7. IDECO CONSULTORES (INGENIERÍA, DISEÑO & CONSTRUCCIÓN)**

Proyecto: ESTUDIO DE FACTIBILIDAD, IMPACTO  
AMBIENTAL Y DISEÑO FINAL CARRETERA  
SANTA BÁRBARA – COROICO

Cargo: Topógrafo

Actividades Realizadas: Levantamiento Topográfico para Estudio y Diseño  
Final de Carretera Santa Bárbara – Coroico de  
8+5578.38 Km.

Año de servicio: Mayo 2008 a julio 2008

### **1.1.8. FONDO FINANCIERO PRIVADO (FFP - FIE S.A.)**

Proyecto: LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO  
GEOREFERENCIADO Y CATASTRO MUNICIPAL

Cargo: Consultor Técnico - Topógrafo

Actividades Realizadas: Levantamiento Topográfico Georeferenciado y  
Catastro Municipal para G.A.M.A. De los predios  
correspondientes a la institución financiera.

Año de Servicio: Julio 2009 a septiembre 2009

### **1.1.9. MOSCOSO (EMPRESA CONSTRUCTORA)**

Proyecto: PAVIMENTADO AV. 16 DE NOVIEMBRE Y CHILCANI Y EMBOVEDADO L/DISTRITAL LP/CPN-0/049/09

Cargo: Topógrafo

Actividades Realizadas: Levantamiento Topográfico y Replanteo del alineamiento horizontal y vertical construcción de las avenidas 16 de noviembre y chillcani.  
Levantamiento Topográfico y Replanteo construcción de Embovedado L/distrital LP/CPN-0/049/09.

Año de Servicio: Septiembre 2009 a octubre 2009

### **1.1.10. CEMENTERIO BOLÍVAR**

Proyecto: CEMENTERIO JARDÍN DE ACHUMANI

Cargo: Consultor Técnico - Topógrafo

Actividades Realizadas: Levantamiento Topográfico a detalle y Generación de Modelo Digital de Terreno, de los predios ubicados en Huayllani - Achumani. .

Año de Servicio: Octubre 2009 a noviembre 2009

### **1.1.11. DOCUMENTO PRIVADO (DR. PEDRO Y RIGOBERTO FUENTES)**

Proyecto: URBANIZACIÓN VALLE HERMOSO (Viacha)

Cargo: Consultor Técnico - Topógrafo

Actividades Realizadas: Levantamiento Topográfico, Elaboración de Plano de Lote Georeferenciado, Diseño Final de Planimetría de Urbanización, Replanteo de Manzanos y Lotes Individuales, Elaboración de Perfiles y Rasantes, para G.A.M.V.

Año de Servicio: Enero 2010 a abril 2010

**1.1.12. DOCUMENTO PRIVADO (DR. RUDY VILLEGAS T.)**

Proyecto: LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Cargo: Consultor Técnico - Topógrafo

Actividades Realizadas: Levantamiento Topográfico Georeferenciado bajo Normativas Técnicas INRA de cinco predios ubicados en Mallasa.

Año de Servicio: Junio 2010 a agosto 2010

**1.1.13. DOCUMENTO PRIVADO (SRA. MARIA N. CONDE VDA. DE CONDORI)**

Proyecto: URBANIZACIÓN CONDE (Achocalla)

Cargo: Consultor Técnico - Topógrafo

Actividades Realizadas: Levantamiento Topográfico, Elaboración de Plano de Lote Georeferenciado, Catastro Municipal, Diseño Final de Planimetría de Urbanización, Replanteo de Manzanos y Lotes Individuales, para G.A.M.A.

Año de Servicio: Febrero 2012 a mayo 2012

**1.1.14. DOCUMENTO PRIVADO (DR. RIGOBERTO FUENTES TORREZ)**

Proyecto: URBANIZACIÓN SANTA MARTHA (Viacha)

Cargo: Consultor Técnico - Topógrafo

Actividades Realizadas: Levantamiento Topográfico, Elaboración de Plano de Lote Georeferenciado, Diseño Final de Planimetría de Urbanización, Replanteo de Manzanos y Lotes Individuales, Elaboración de Perfiles y Rasantes, para G.A.M.V.

Año de Servicio: Noviembre 2012 a febrero 2013

#### **1.1.15. DOCUMENTO PRIVADO (SR. FREDDY E. ORTUÑO CHOQUE)**

Proyecto: URBANIZACIÓN LA UNION (Viacha)

Cargo: Consultor Técnico - Topógrafo

Actividades Realizadas: Levantamiento Topográfico, Elaboración de Plano de Lote Georeferenciado, Diseño Final de Planimetría de Urbanización, Replanteo de Manzanos y Lotes, Elaboración de Perfiles y Rasantes, para G.A.M.V.

Año de Servicio: Noviembre 2013 a febrero 2014

#### **1.1.16. DOCUMENTO PRIVADO (SR. JAVIER E. VARGAS JIMENEZ)**

Proyecto: REPLANTEO DE URBANIZACIÓN BLANCA FLOR (Viacha)

Cargo: Consultor Técnico - Topógrafo

Actividades Realizadas: Replanteo de Manzanos y Lotes Individuales de 41 Has. 800 Lotes ubicados en Ex Fundo Challajhuira.

Año de Servicio: Marzo 2015 a mayo 2015.

#### **1.1.17. CONTRATO DE TRABAJO (SR. ANGEL ROSENDO MAMANI)**

Proyecto: URBANIZACIÓN MAZO CRUZ (Viacha)

Cargo: Consultor Técnico - Topógrafo

Actividades Realizadas: Levantamiento Topográfico, Elaboración de Plano de Lote Georeferenciado, Diseño Final de Planimetría de Urbanización, Elaboración de Planos de Lotes de Terreno, Replanteo de Manzanos y Lotes Individuales, Elaboración de Perfiles y Rasantes, para G.A.M.V.

Año de Servicio: Septiembre 2016 a abril 2017



## **AREA II**

### **GENERALIDADES DEL TRABAJO**

#### **2.1. INTRODUCCION**

De acuerdo al marco normativo vigente, los Gobiernos Autónomos Municipales deberán diseñar aprobar y ejecutar el régimen de su desarrollo urbano, formular y aprobar y ejecutar políticas de asentamientos urbanos a través de la aplicación de instrumentos normativos, los planes operativos y el Plan de Desarrollo Municipal. El Gobierno Autónomo Municipal de Achocalla dentro de su competencia y en usos de sus atribuciones viene implementado varios proyectos de redes de Servicios Básicos como ser: Enlosetado de Calles y Avenidas, Construcción de Cordones de Acera, Instalación de Agua Potable, Construcción de Alcantarillado Sanitario, Construcción de Alcantarillado Pluvial, Instalación de Red Energía Eléctrica y de Gas Natural Domiciliario y de Comunicación, todo en coordinación con las respectivas entidades prestadoras de los servicios. Estos proyectos permitirán mejorar las condiciones de vida y salud de los habitantes de la urbanización. Para implementar los proyectos anteriormente citados previamente la urbanización deberá estar aprobada.

En la presente Memoria laboral se describirán las actividades desarrolladas de los trabajos de Levantamiento Topográfico y “ELABORACIÓN DE LOS PERFILES Y RASANTES EN ÁREAS URBANAS” efectuados en la Urbanización San Rafael, así como la metodología empleada y equipos empleados.

#### **2.2. ANTECEDENTES**

Achocalla es una pequeña Ciudad y un municipio del estado plurinacional de Bolivia, es la Tercera Sección Municipal de la Provincia Pedro Domingo Murillo del departamento de La Paz, se encuentra ubicado a 15 kilómetros de la ciudad de La Paz capital de departamento y a 10 kilómetros de la Ciudad de El Alto (Ceja), se halla a 3.750 metros sobre el nivel del mar. Según el censo nacional de 2012, la Ciudad de Achocalla cuenta con una población de 18.442 habitantes y con 9 distrito municipales.

La Urbanización “SAN RAFAEL” corresponde al distrito municipal N° 8. Del Gobierno Autónomo Municipal de Achocalla, la mencionada urbanización data desde el año 2002, como una urbanización clandestina, cuenta con una superficie de 2 hectáreas, con construcciones y muros perimetrales de lote de terreno dispersas, no cuenta con servicios básicos elementales.

A la actualidad se pretende regularizar la mencionada urbanización, de acuerdo a las normativas municipales vigentes.

## **2.3. OBJETIVOS**

### **2.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Realizar el levantamiento topográfico y elaborar los perfiles y rasantes de la urbanización San Rafael según procedimientos técnicos vigentes, basados en el manual de diseño de calles para las ciudades bolivianas y manual técnico para el diseño de carreteras en Bolivia, (BN 477 de 1985 ingeniería de carreteras, vías urbanas y obras de arte).

### **2.3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Densificar los puntos de control horizontal enlazados a la red Geodésica Nacional (Red Margen).
- Determinar la altura nivelada de los puntos de control vertical, enlazados o referidos al nivel medio del mar datum vertical Arica.
- Georeferenciar toda el área en estudio a través de los puntos de levantamiento topográfico ligados a los dos puntos densificados.
- Determinar el relieve topográfico del lugar en estudio con todas sus características naturales y artificiales existentes.
- Generar un modelo digital de terreno empleado software de modelamiento en 3d
- Determinar los valores de corte y relleno a través de la rasante y el terreno.
- Determinar los volúmenes de cortes y rellenos correspondientes a cualquier lugar dentro del al área en estudio.
- Efectuar las impresiones de los planos: en plantas, perfiles y rasantes, secciones transversales y plano topográfico.

## **2.4. JUSTIFICACIONES**

### **2.4.1. JUSTIFICACION LEGAL**

Mediante la Ley N° 031 Marco de Autonomías y Descentralización “Andrés Báñez”, Ley 482 de Gobiernos Autónomos Municipales, la Ley Autonómica Municipal No. 004/2014 de Contrato y Convenios y la Ley 003/2014 de Fiscalización del Gobierno Autónomo Municipal de Achocalla. Determinan que es función y atribución del Concejo Municipal Achocalla aprobar, autorizar, ratificar, rechazar, requerimientos de atención directa.

Mediante la Ordenanza Municipal No. 023/96 y posteriores reglamentaciones, basados en estas disposiciones se otorgan en la actualidad los requisitos y normas de urbanización en el Gobierno Autónomo Municipal de Achocalla.

A solicitud escrita el propietario de la Urbanización San Rafael solicita las Normas de Urbanización a Gobierno Autónomo Municipal de Achocalla. En el Certificado de Normas de Urbanización (G.A.M.A. – SMT – DPUC – JMQ - CERT. No. 016/2017) otorgado por el Gobierno Autónomo Municipal de Achocalla a través de la Secretaria Municipal Técnica y Dirección de Planificación Urbana y Catastro, en lo cual indica que deberá presentar los Proyectos de: Sistema de Alcantarillado, agua potables, estudio geológico, **planos de perfiles y rasantes y plano topográfico**, para su posterior aprobación de los proyectos citados y del proyecto de Urbanización.

### **2.4.2 JUSTIFICACION TECNICA**

El levantamiento Topográfico y la elaboración de los perfiles y rasantes será de mucha utilidad para realizar los futuros proyectos que requiera la urbanización como ser: enlosetado u/o pavimentación de calles u/o avenidas, construcción de cordones de acera, instalación de Agua Potable, Construcción de Alcantarillado Sanitario, Construcción de Alcantarillado Pluvial, Instalación de Red Energía Eléctrica y de Gas Natural Domiciliario y de Comunicación y también para complementar de acuerdo a los requisitos técnicos exigidos por el Gobierno Autónomo Municipal de Achocalla para la aprobación de la planimetría de urbanización.

Representar el terreno en su forma topográfica implementando el uso de software nos dará como resultado de un modelo digital de terreno para poder modelarlo en 3D toda el área de estudio.

#### **2.4.3. JUSTIFICACION SOCIAL**

El levantamiento topográfico y la Elaboración de perfiles y rasantes en áreas urbanas es de gran importancia, además las empresas constructoras, unipersonales, pequeñas Microempresas encargadas de realizar cualquier proyecto que demande la urbanización podrán ejecutar construir supervisar en función a este estudio. Es por eso dicha actividad se efectúa, previo acuerdo y compromiso entre las autoridades de turno del Gobierno Autónomo Municipal y la junta de vecinos de la urbanización.

#### **2.4.4. JUSTIFICACION ACADENICA**

Permite aplicar todos los conocimientos adquiridos durante el proceso de enseñanza y aprendizaje en la formación Universitaria, a la vez se aplicará los conocimientos adquiridos en Campo y Gabinete de otros proyectos similares. En conclusión será de mucha importancia, porque se tiene un conocimiento pleno en cuanto la planificación, desarrollo de trabajos en Campo y procesamiento de datos en Gabinete, hasta obtener un producto final que es el Modelo Digital del Terreno (MDT). Para los estudiantes y afines a la carrera, será un aporte más porque tendrán una visión de profundizar y mejorar, no son las mismas de siempre, por razones de que gracias a la tecnología se tiene a nuestro alcance Equipos Topográficos y Programas que desarrollan el mismo trabajo que antes pero optimizando el tiempo.

#### **2.4.5. JUSTIFICACION ECONOMICA**

En base a esta información se cuantificaran costos de demanda social, es base para la planificación, ejecución y la obtención del producto deseado como es el Modelo Digital del Terreno, permite cumplir el cronograma de tiempos establecidos en trabajos de Campo y Gabinete optimizando costos, mejorando en cuanto a los rendimientos y garantizando resultados adecuados.

## 2.5. UBICACION GEOGRAFICA

La urbanización San Rafael se encuentra ubicado en el Gobierno Autónomo Municipio de Achocalla, a 14 Kilómetros de la Ceja Ciudad de El Alto. Ver (Figura 1)

Latitud:	16°37'28.88" S
Longitud:	68°10'28.23" W
Elevación:	3965.00 m

El principal acceso a la mencionada Urbanización es por la Avenida Amachuma partiendo desde el Cruce Ventilla hacia el Cementerio Prados de ventilla.

## 2.6. UBICACIÓN POLITICA ADMINISTRATIVA

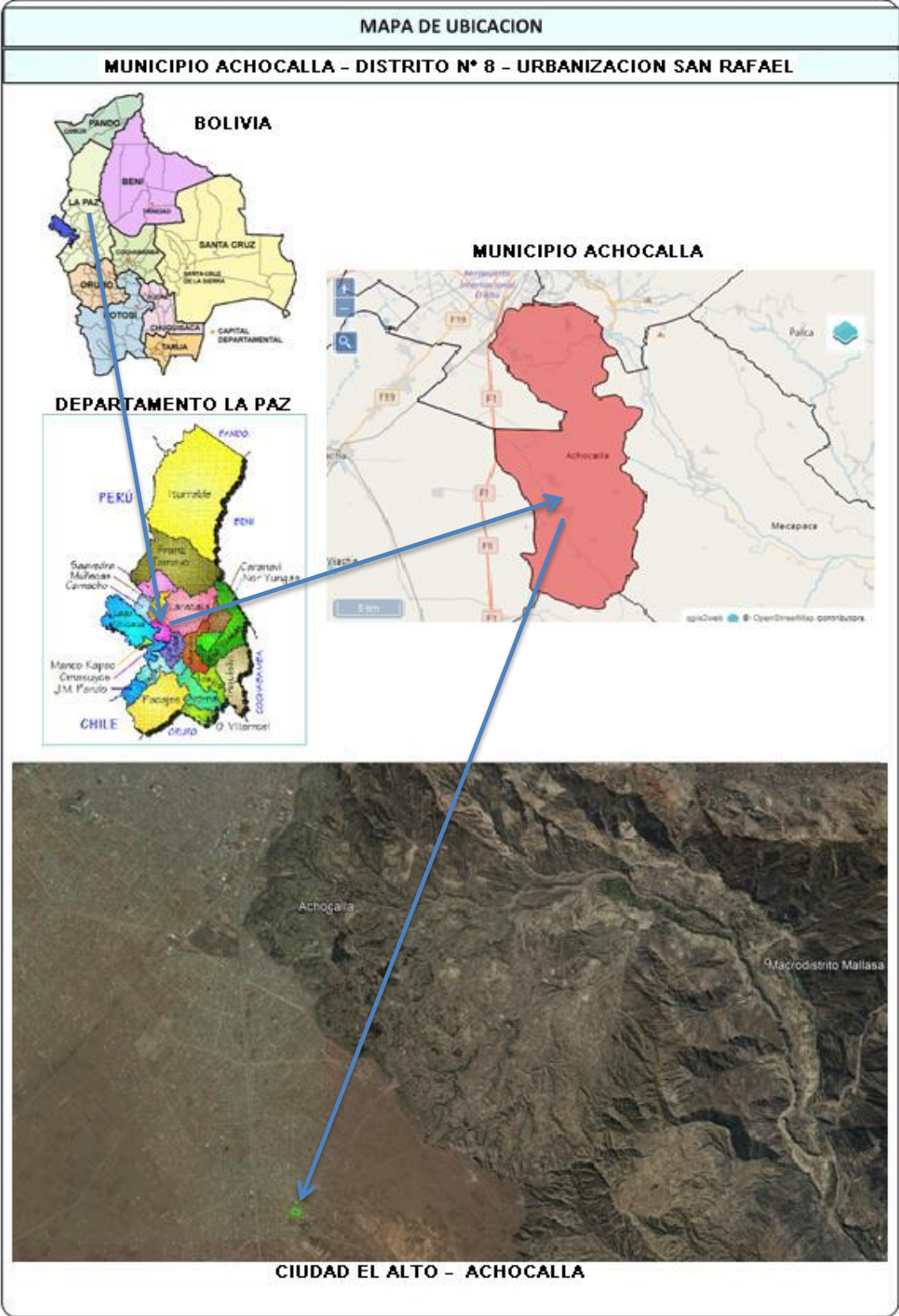
Departamento:	LA PAZ
Provincia:	MURILLO
Sección:	TERCERA
Gobierno Autónomo Municipal:	ACHOCALLA
Distrito Municipal No.:	OCHO
Zona:	EX FUNDO VENTILLA

### Colindancia:

Norte:	GOBIERNO AUTÓNOMO MUNICIPAL DE LA PAZ
Sur:	GOBIERNO AUTÓNOMO MUNICIPAL DE CALAMARCA
Este:	GOBIERNO AUTÓNOMO MUNICIPAL DE MECAPACA
Oeste:	GOBIERNO AUTÓNOMO MUNICIPAL EL ALTO Y VIACHA

### Clima:

En la parte de la planicie altiplánica se caracteriza por un clima frio, con temperaturas medias anuales de 15°C por otro lado, la cuenca o cabecera de valle ubicada al sur este del municipio, con clima templado y temperaturas medias anual de 15°C.



**Figura 1: Ubicación Geográfica de la Zona de Estudio**  
**Fuente: Elaboración Propia**

## AREA III

### FUNDAMENTO TEORICO

#### 3. MARCO TEORICO

##### 3.1. TOPOGRAFÍA

La Topografía es una ciencia que estudia un conjunto de principios y procedimientos que tienen por objeto la representación gráfica de una parte de la superficie terrestre, con sus formas y detalles tanto naturales como artificiales que son: elevación distancia y dirección, la palabra topografía procede del griego “topo” que quiere decir lugar y “grafos“, que quiere decir dibujo, la topografía necesita apoyarse en la geodesia para su fin. (<http://conceptodefinicion.de/topografia/>)

“La topografía se define originalmente como la exacta descripción y delimitación de las características de un lugar particular que puede ser tanto una ciudad como cualquier parte de la superficie terrestre. Se trata de procedimientos que permiten la ejecución y la explotación de las observaciones que conciernen a la posición, la forma, las dimensiones y la identificación de los elementos que existen en la superficie.” (Elissalde, 2004: 2).

La técnica topográfica tiene por objeto realizar relevamientos de cartas y de planos. Consiste en ubicar en el plano y en elevación todos los fenómenos de superficie repartidos en una trama geodésica. Para esto, la topografía utiliza las técnicas de la planimetría (representación de los detalles en dos dimensiones, en proyección plana) y la altimetría (explotación de las observaciones relativas a la determinación de las altitudes). (Brinker y Wolf, 1992)

- a) **Toma de decisiones.** Selección del método de levantamiento, del instrumental, de la ubicación más probable de vértices, etc.
- b) **Trabajo de campo o adquisición de datos.** Realización de mediciones y registro de datos de campo.
- c) **Cálculo o procesamiento de Datos.** Elaboración de cálculos con base en los datos registrados para determinar ubicaciones, áreas, volúmenes, etc.

d) **Elaboración de planos o mapas (representación gráfica de los datos).** Dibujo o representación de las medidas para obtener un plano, un mapa o un gráfico, o para transcribir datos de un formato numérico o de computadora.

e) **Señalamiento.** Colocación de señales (mojoneras y estacas) para delinear o marcas linderos, o bien, guiar trabajos de construcción.

### **3.2. CONCEPTOS BÁSICOS DE TOPOGRAFÍA**

En esta sección se realiza una descripción y análisis de los conceptos básicos de topografía relacionada con la ejecución de obras.

#### **3.2.1. PLANIMETRÍA**

Es la representación bidimensional de los datos de un terreno con el objeto de determinar sus dimensiones. La planimetría estudia los procedimientos para fijar las posiciones de puntos proyectados en un plano horizontal, sin importar sus elevaciones.

#### **3.2.2. ALTIMETRÍA**

Tiene como objeto principal determinar la diferencia de alturas entre puntos situados en el terreno.

#### **3.2.3. EL PLANO TOPOGRÁFICO**

Se entiende por plano topográfico la superficie plana sobre la que se representan los detalles y elementos de un levantamiento, con el fin de presentar en forma sencilla una porción de la superficie terrestre.

#### **3.2.4. GEODESIA**

La Geodesia tiene como objetivo el estudio y determinación de la forma de la Tierra, de su campo de gravedad; y sus variaciones temporales. Se trata de una disciplina fundamentada en la física y en las matemáticas, cuyos resultados constituyen la base geométrica para otras ramas del conocimiento geográfico, como son la Topografía, la Cartografía, la Fotogrametría y la navegación.



### **3.2.5. GEORREFERENCIACIÓN**

Es un proceso que permite determinar la posición de una entidad geográfica sobre la superficie terrestre. Se sirve de un sistema de proyección y sistema de coordenadas que representan el geoide terrestre, para transformarlo en un mapa o en un plano. Para la realización de trabajos topográficos se recomienda utilizar cartografía referida a un sistema de representación, ya sea en coordenadas geográficas o planas como el Sistema UTM (Sistema de Coordenadas Universal Transversal de Mercator). Para el elipsoide de referencia, base del sistema de proyección seleccionado, las elevaciones se expresan generalmente en metros sobre el nivel del mar.

### **3.2.6. DATUM**

El Datum es un conjunto de puntos de referencia, en la superficie del elipsoide de referencia, de los que las coordenadas geográficas son tomadas. El sistema de datums horizontales son utilizados para describir un punto sobre la superficie terrestre, y los datums verticales, para elevaciones o profundidades.

Un Datum de referencia (modelo matemático) es una superficie constante y conocida utilizada para describir la localización de puntos sobre la Tierra. Dado que diferentes datums tienen diferentes radios y puntos centrales, un punto medido con diferentes datums puede tener coordenadas diferentes. Existen cientos de datums de referencia desarrollados para señalar convenientemente puntos en determinadas partes del planeta.

## **3.3. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO**

El levantamiento es un conjunto de operaciones y medios puestos en práctica para determinar las posiciones de puntos terrestres y su representación cartográfica. El levantamiento puede ser de dos tipos:

### **3.3.1. TOPOGRÁFICOS**

Los levantamientos topográficos son una serie de mediciones y recopilaciones de datos terrestres que se desean representar, en el que los resultados se plasman en planos que muestran su distribución espacial (planimetría y altimetría).

### 3.3.2. GEODÉSICOS

Los levantamientos geodésicos se distinguen por la técnica y el uso que se les da. En los levantamientos geodésicos, de grandes áreas, se debe tomar en cuenta la curvatura de la superficie terrestre. La red de mediciones, entre puntos de este mismo sistema, es necesaria para controlar el levantamiento y así determinar el lugar de grandes áreas; debiendo tomar estas medidas con la más alta calidad posible.

Geodésicos	Topográficos
1. Considera la verdadera configuración de la superficie de la Tierra.	1. Considera la superficie de la Tierra como plana.
2. Se realizan en grandes extensiones de la superficie de la Tierra	2. Se realiza en pequeñas extensiones de superficie.

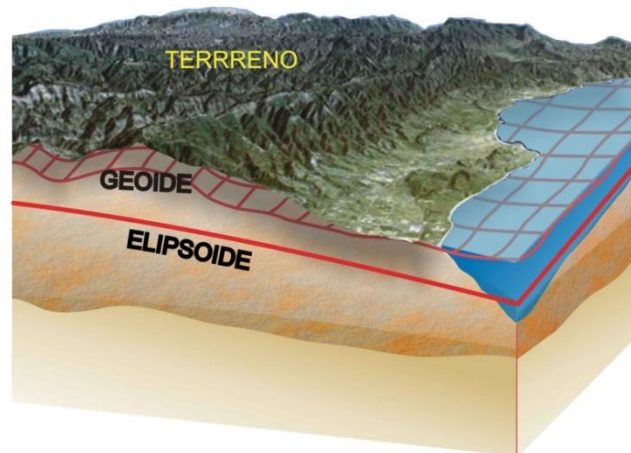
**Figura 2: Diferencias Entre Levantamientos Geodésicos y Topográficos**

**Fuente:** *Topografía Aplicada a Obras Coussa*

### 3.4. SUPERFICIES DE REFERENCIA

#### 3.4.1 SUPERFICIE TOPOGRAFIA

Está constituida materialmente por el terreno, el cual es de forma irregular sobre esta superficie realizamos todas las mediciones y observaciones geodésicas topográficas.

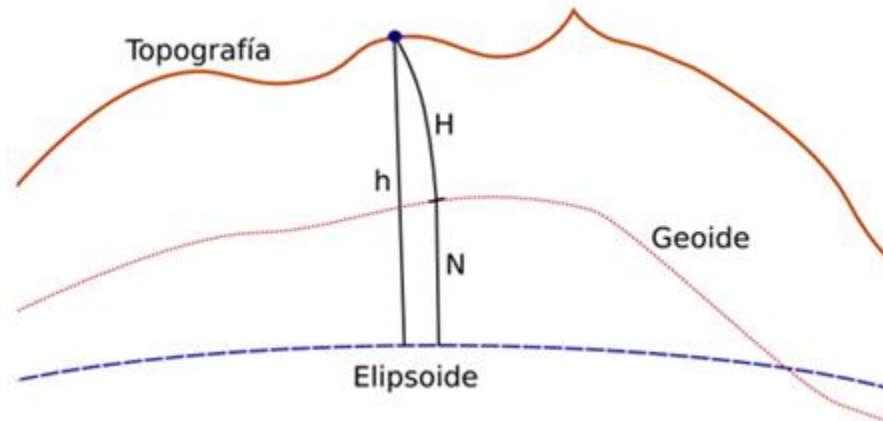


**Figura 3: Superficies**

**Fuente:** <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geodesia>

### 3.4.2 SUPERFICIE FISICA-GEOIDE

El Geoide es la superficie equipotencial relacionada con el nivel medio de los mares donde el potencial de la gravedad en cada uno de sus puntos es constante y el vector de gravedad (dirección de la plomada) es perpendicular al geoide.

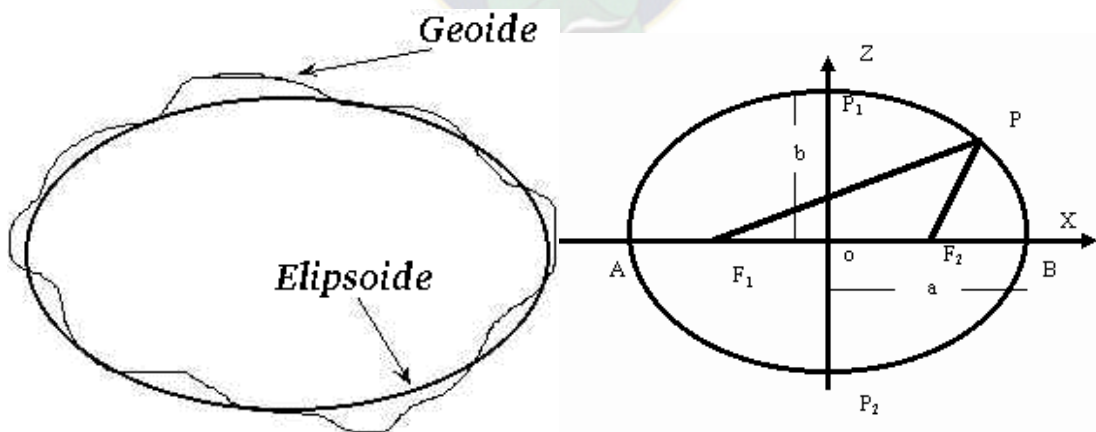


**Figura 4: Representación de la Superficie Física**

**Fuente:** <https://www.xatakaciencia.com/sabias-que/la-forma-de-la-tierra-superficies-de-referencia>

### 3.4.3 SUPERFICIE MATEMATICA-ELIPSOIDE

El elipsoide es aquella superficie generada por una elipse en revolución que mejor se adapte al geoide, es la forma matemática (geométrica) de representar a la tierra.



**Figura 5: Elipsoide y Geoide**

**Fuente:** [http://www.um.es/geograf/sigmur/temariohtml/node5\\_ct.html](http://www.um.es/geograf/sigmur/temariohtml/node5_ct.html)

### **3.5. EQUIPO TOPOGRÁFICO**

Existen diversos equipos para efectuar un levantamiento topográfico; en este apartado se explica la metodología para realizar levantamientos topográficos usando GPS, Nivel y Estación Total, así como otro tipo de equipo que se puede utilizar durante el proceso.

#### **3.5.1. SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS)**

El sistema de posicionamiento global (GPS), es un sistema mundial de navegación desarrollado por el departamento de defensa de los Estados Unidos. Actualmente este sistema consta de 24 satélites artificiales (21 regulares y 3 respaldo), sus respectivas estaciones en tierra, proporcionando información para el posicionamiento las 24 horas del día sin importar las condiciones de tiempo.

El funcionamiento del Sistema se monitorea a través de un sistema de control, el cual consiste de una estación de control máster localizada en Colorado Springs, EEUU, 5 estaciones de monitoreo repartidas por el mundo, y 3 antenas.

A través del procesamiento de la información en la estación de control máster se calculan las efemérides y parámetros de los relojes de los satélites NAVSTAR. La información sobre efemérides y relojes son periódicamente transmitidas en forma de mensajes de navegación a los satélites desde las antenas en la Tierra, para su transmisión posterior desde los satélites a los usuarios. El segmento de control también tiene a cargo el funcionamiento apropiado de los satélites.

Los equipos receptores constan básicamente de una antena, un receptor, capacidad para procesamiento de señales y almacenamiento de datos. La señal de radio transmitida por cada satélite es recibida por el equipo conociendo el código de la señal PRN (ruido pseudoaleatorio), obteniendo de esta manera la información de la pseudodistancia y detectando el mensaje de navegación. La información obtenida de 4 satélites permite calcular la posición tridimensional, la velocidad y la hora. (AIG).

##### **3.5.1.1. COMPONENTES DEL SISTEMA GPS**

Un sistema GPS, está compuesto por el segmento espacial conocido como la constelación NAVSTAR conformado por 24 satélites, el segmento de control conformado por estaciones de control máster y de alimentación y el segmento del usuario constituido por los receptores, colectores de datos y programas de aplicación o software. Los GPS que se usan en nuestro

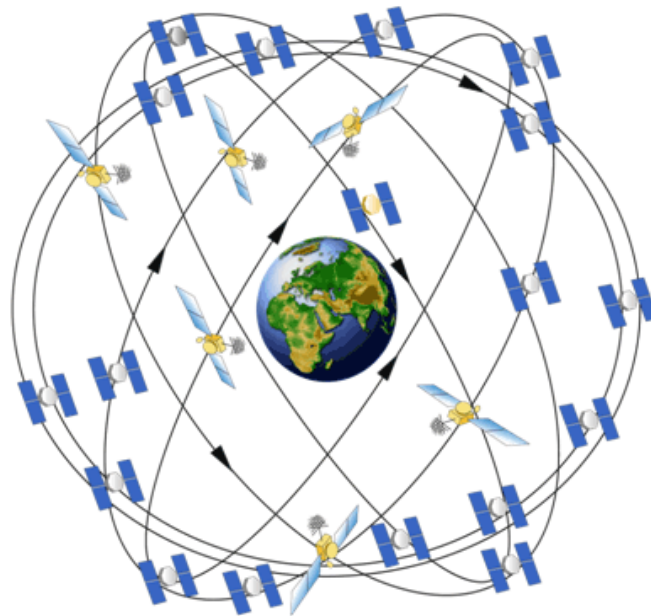
medio con el objetivo de facilitarnos y proporcionarnos información cuentan con tres componentes para su funcionamiento (Dr. Javier Sánchez Espejo-Universidad de Cantabria).

A continuación se desglosan cada una de los componentes.

### 3.5.1.1.1 SEGMENTO ESPACIAL (ISSN VOL 16 -2009)

El segmento espacial está formado por los llamados vehículos espaciales o satélites que envían señales de radio desde el espacio. y estos están Compuesto por:

- 24 sv (satélites) 3 sv de reserva
- 6 planos orbitales (A, B, C, D, E, F) con inclinación de  $55^\circ$  respecto al Plano de Ecuador
- Altura orbital 20180 Km.
- Periodo: 12 horas sidéreos, se desplaza 4 min. Al día
- Cobertura asegurada de 6 11 sv



**Figura 6: Constelación GPS**

**Fuente:** [http://catedraisdefe.etsit.upm.es//\\_del\\_Sistema\\_de\\_Posicionamiento\\_Global\\_\(GPS\)](http://catedraisdefe.etsit.upm.es//_del_Sistema_de_Posicionamiento_Global_(GPS))

### 3.5.1.1.2. SEGMENTO DE CONTROL. (ISSN VOL 16 -2009)

Está formado por una red de estaciones de monitoreo, ubicadas alrededor del mundo: Colorado (estación master), Hawaii, Ascensión, Diego Garcia y Kwajalein. El propósito del segmento de control (Wells et al, 1986) es monitorear el funcionamiento de los satélites, determinar sus órbitas y el funcionamiento de los relojes atómicos así como enviar la información que será transmitida en forma de mensaje desde los satélites al segmento de Control.



**Figura 7: Posición de las Estaciones de Seguimiento y Estación Principal de Control**  
Fuente: Earthmap: NASA; <http://visibleearth.nasa.gov>

### 3.5.1.1.3. SEGMENTO DE USUARIO (ISSN 16 – 2009)

Está integrado por los receptores que captan las señales emitidas por los satélites y empleados para el posicionamiento estático o cinemático. En general se conoce como receptor GPS (Casanova, 2002) al instrumento que recibe y decodifica la señal del satélite calculando las coordenadas del punto deseado; es un equipo constituido, por una antena con preamplificador para capturar las señales emitidas por los satélites, canal de radio frecuencia, microprocesador para la reducción, almacenamiento y procesamiento de datos, oscilador de precisión para la generación de códigos pseudoaleatorios, fuente de energía

eléctrica, interface del usuario constituida por la pantalla, teclado y por un dispositivo de almacenamiento de datos.

Generalmente son las sesiones que se realizan en el campo estos pueden ser también con navegadores, son los datos que recibimos los usuarios para luego realizar el post proceso.



**Figura 8: Segmento de Usuario GPS**

**Fuente:** <http://www.oas.org/dsd/AAPAD2/Workshops/Amazonas/Javiermurcia.pdf>

Se dice también que el receptor GPS está formado básicamente por tres componentes: el hardware, el software y el componente tecnológico que acompaña a cada uno de ellos.

### **3.5.1.2. SISTEMA DE MEDICIONES CON GPS**

Los instrumentos de recepción de datos GPS, nos presentan un abanico de posibilidades a la hora de realizar las mediciones. Será el Topógrafo quien decida la técnica de medición que deberá aplicar en función de las necesidades del trabajo.

Se distinguen 4 métodos de medición, que cubrirán las necesidades en cualquier tipo de trabajo geodésico. (De topografia.blogspot.com)

#### **3.5.1.2.1 MÉTODO ESTÁTICO**

Se trata del primer método desarrollado para levantamientos GPS. Tiene la posibilidad de utilizarse para la medición de líneas-base largas (aproximadamente 20km o más). Se caracteriza por ofrecer una alta precisión en largas distancias pero un tiempo necesario alto, de manera que es un método lento.

Para la metodología de trabajo, se coloca un receptor en un punto cuyas coordenadas son conocidas, que será el receptor de referencia, mientras el otro receptor será colocado en el otro extremo de la línea base, registrando datos de manera simultánea durante un periodo de tiempo. Este tiempo de observación está en torno a la hora para distancias de 20 kilómetros, siempre teniendo en cuenta la geometría, el número de satélites y la longitud de onda. Una vez registrados los datos necesarios, se desplaza el segundo receptor (móvil) y se mide una nueva línea base. Para que la medida de este tipo de redes sea fiable, deberá haber redundancia en los datos, por lo que se recomienda un tercer receptor móvil, incrementando la productividad.

#### **3.5.1.2.2. MÉTODO ESTÁTICO – RÁPIDO**

Al igual que en el estático, se elige un punto de referencia y el resto de móviles operan respecto a este primero. La principal diferencia entre ambos será la longitud de la línea base medida, de manera que los tiempos serán mucho menores en este método. Es usado sobre todo para establecer redes de control locales o incrementar la densidad de redes existentes.

El Receptor de Referencia se ubica por lo general sobre un punto conocido y puede ser incluido en los cálculos de los parámetros de transformación. Si no se conoce ningún punto, puede ser ubicado en cualquier lugar de la red. Los receptores móviles se situarán durante un tiempo que dependerá de la longitud de la línea base y del GDOP obtenido. Los datos serán registrados en campo y procesados en gabinete, siempre asegurándonos de la obtención de la redundancia adecuada. El siguiente dibujo nos presenta la metodología de trabajo en este método. (Fuente: detopografia.blogspot.com)

#### **3.5.1.2.3. MÉTODO CINEMÁTICO**

Empleado para levantamientos de detalles y para la medición de muchos puntos de sucesión corta. Se trata de un método muy eficiente para medir muchos puntos que están muy cerca uno de otro. Este levantamiento involucra un Móvil que se desplaza y cuya posición puede ser calculada en relación con la Referencia.

El Móvil tiene que realizar el procedimiento conocido como iniciación. La Referencia y el Móvil se activan y permanecen absolutamente estáticos por 5-20 minutos, registrando datos.



Tras este periodo, el Móvil puede moverse libremente, de manera que se pueden registrar posiciones con un intervalo de tiempo predeterminado, o una combinación de las dos. Esto es lo que se conoce como cadena cinemática.

Una técnica de proceso conocida como On-the-Fly (OTF), minimiza esta restricción. Se trata de un método de procesamiento que se aplica a la medición durante el post-proceso.

Al inicio de la medición el operador puede comenzar a caminar con el receptor móvil y registrar datos. Si camina bajo un árbol y pierde la señal de los satélites, el sistema se volverá a iniciar automáticamente al momento de tener suficiente cobertura de satélites.

#### **3.5.1.2.4. LEVANTAMIENTO RTK**

Se trata de un tipo de levantamiento cinemática que resuelve las coordenadas de los puntos medidos en tiempo real.

En este método se necesita un Receptor de Referencia y uno Móvil. Ambos estarán conectados a través de un enlace de radio, de manera que la Estación de Referencia retransmite los datos que recibe de los satélites al Móvil, que a su vez recibe también los datos directamente de los satélites a través de su propia antena.

A partir de estos dos conjuntos de datos, es posible la resolución de las ambigüedades y obtener una posición bastante precisa con respecto al Receptor (Estación) de Referencia.

Estas coordenadas serán diferenciales respecto de la Referencia, alcanzando precisiones entre 1 y 5 centímetros. El contacto entre ambos receptores debe existir siempre para alcanzar estas precisiones. Si en algún momento esta conexión se pierde (interferencia de árboles o edificios), debe establecerse para seguir midiendo, ya que de otra manera, la precisión bajaría mucho en calidad.

El RTK se está convirtiendo en el método más común para realizar levantamientos GPS de alta precisión en áreas pequeñas y puede ser utilizado en aplicaciones donde se utilizan las estaciones totales convencionales. (Fuente [detopografia.blogspot.com](http://detopografia.blogspot.com))

#### **3.5.1.3. REDES GPS EN BOLIVIA**

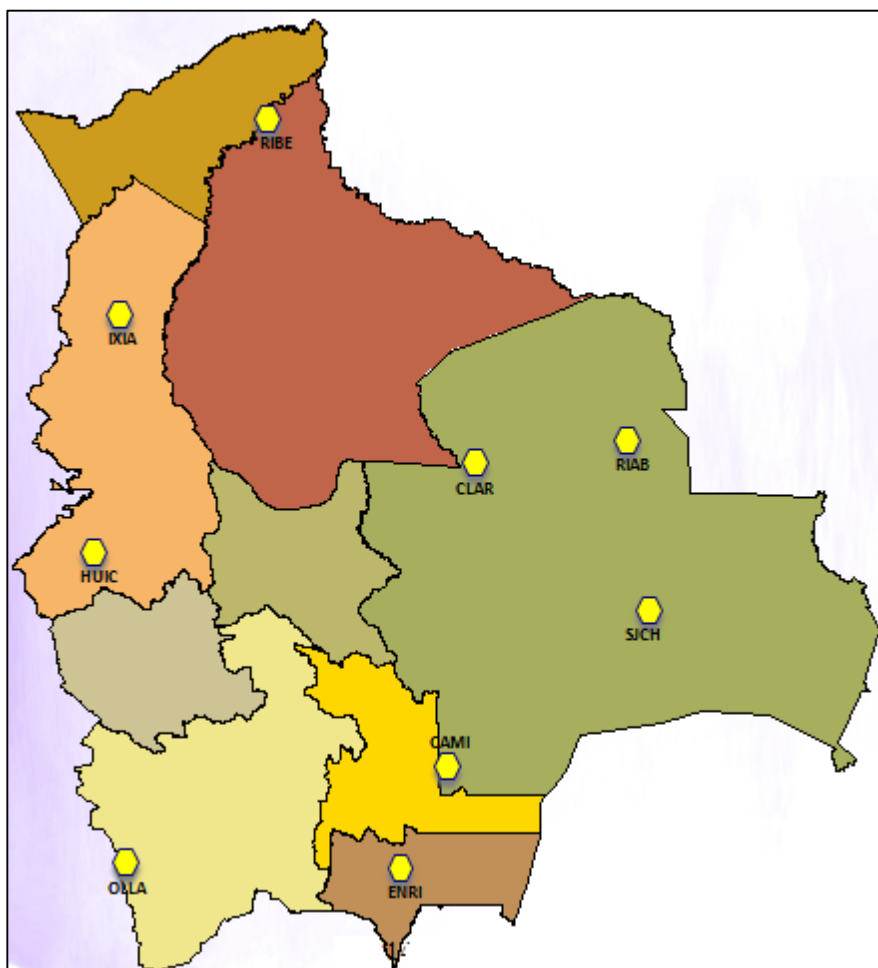
El Marco de Referencia Geodésico Nacional (MARGEN) de Bolivia está conformado por una red GPS de operación continua de 8 estaciones, una red GPS semi-continua de 9 estaciones y una red GPS pasiva de 125 vértices. Durante el mes de marzo de 2010 se adelantó una campaña GPS con el propósito de vincular directamente las estaciones semi-

continuas con las continuas y éstas a su vez con el marco de referencia continental SIRGAS. Los resultados presentados en este reporte son los obtenidos del procesamiento adelantado por el DGFI (Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut) dentro de las actividades del Grupo de Trabajo II de SIRGAS (SIRGAS-GTII: Datum Geocéntrico).

La estrategia de análisis aplicada se basa en el método de diferencias dobles (double differences), apoyado en las siguientes características de procesamiento: 1) Se introducen como valores conocidos las órbitas satelitales, los parámetros de orientación terrestre y las correcciones a los relojes de los satélites calculados por el IGS (International GNSS Service) en sus combinaciones semanales; 2) Las variaciones de los centros de fase de las antenas GPS utilizadas en la ocupación de la red son corregidas aplicando los valores absolutos publicados por el IGS; 3) Las ambigüedades de las ondas L1 y L2 se determinan mediante la estrategia QIF (quasi ionosphere free), incluyendo modelos ionosféricos a priori; 4) Los movimientos periódicos generados por la carga oceánica sobre las estaciones son reducidos de acuerdo con el modelo de mareas oceánicas FES2004; 5) El retardo causado por la refracción troposférica (componente húmeda de la troposfera) se estima dentro del ajuste de la red a intervalos de dos horas. 6) En el cálculo de la red se incluyen 27 estaciones SIRGAS-CON (red SIRGAS de operación continua) para definir el datum geodésico de la red MARGEN y validar las coordenadas obtenidas. Este procedimiento es aplicado para calcular soluciones libres de las estaciones ocupadas en un mismo día (subredes diarias). (Fuente: IGM –Bolivia)

#### **3.5.1.3.1. RED DE ESTACIONES GPS ESTATICOS O PASIVOS**

El Instituto Geográfico Militar (IGM), en su calidad de entidad responsable de las redes de referencia en Bolivia, ha participado activamente en el establecimiento y mantenimiento de SIRGAS. Inicialmente, contribuyó en las campañas GPS continentales llevadas a cabo para el establecimiento de SIRGAS. En la primera campaña en mayo de 1995 (llamada SIRGAS95) se ocuparon 6 estaciones bolivianas 10 días continuos, las cuales fueron procesadas en conjunto con las demás de América del Sur (en total 58). Las coordenadas de estas estaciones están dadas en el ITRF94, época 1995.4 (SIRGAS 1997). Posteriormente, en mayo de 2000, las 58 estaciones de 1995 volvieron a ser medidas con el propósito de conocer el cambio de sus coordenadas a través del tiempo.



**Figura 9: Red de Estaciones GPS Estáticas Campaña 1995- 2000**  
**Fuente: IGM-Bolivia**

Es esa oportunidad, el IGM estableció tres estaciones adicionales, quedando Bolivia con 9 estaciones SIRGAS fundamentales. En esta campaña (llamada SIRGAS2000) la red suramericana se extendió a El Caribe, Centro- y Norteamérica e incluyó en total 184 puntos.

A partir de estos 9 puntos se fueron densificando en 134 estaciones que se encuentran de del MARGEN “B” (Margo de referencia Geocéntrico Nacional) con la finalidad de densificar el marco de referencia clase “B”.

Con el objetivo de establecer un marco de referencia clase “C” para el servicio nacional de catastro minero (SENCAM), se densifica 402 estaciones enlazados al margen “B”, el año 1994 al 2007 el proyecto de SNAPP (South American Nazca Platte Motion Proyect) densifica 23 estaciones con la finalidad de determinar el comportamiento de la placa de

nazca con respecto a la placa sudamericana con en magnitud y dirección. Pero este marco de referencia es aprovechada por SENCAM INRA para luego densificar 402 estaciones georeferenciado al proyecto SNAPP de esta forma podemos definir que los puntos densificados por INRA no está enlazado a la red SIRGAS.

### **3.5.1.3.2. RED DE ESTACIONES GPS CONTINUAS**

La Red de Operaciones Continuas, componente del Marco de Referencia Geocéntrico Nacional (MARGEN), es parte de la Red SIRGAS (Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas), que a su vez está enlazado al Marco Internacional de Referencia Terrestre (ITRF: International Terrestrial Reference Frame). Además del sistema de referencia geométrico, se ocupa de la definición y representación física de un sistema vertical de referencia basado en alturas elipsoidales y en números geopotenciales.

La Red de Operaciones Continuas del Estado Plurinacional que forma parte de esta iniciativa, es la base para el desarrollo de proyectos comprometidos con la generación y utilización de información georeferenciado en la región, tanto a nivel nacional como internacional. Además de proveer las coordenadas de referencia para aplicaciones prácticas como proyectos de ingeniería, administración digital de información geográfica, infraestructuras de datos espaciales, etc.; MARGEN-ROC es la plataforma para una variedad amplia de aplicaciones científicas como observación de deformaciones de la corteza terrestre, movimientos verticales, variación del nivel del mar, estudios atmosféricos, etc.



**Figura 10: Estación Continúa GPS GNSS LPZB (INGA)**  
**Fuente: IGM-Bolivia**

MARGEN-ROC se encuentra funcionando las 24 horas del día y los 365 días del año, sus estaciones están construidas tomando en cuenta la estabilidad de la formación rocosa del sector, distancia a lugares muy poblados, interferencia creada por líneas de energía, seguridad a eventos climatológicos y otras características técnicas. Asimismo, al ser una tecnología moderna debe estar protegida contra el robo, vandalismo y la naturaleza por lo cual es necesario constante vigilancia y mantenimiento sobre los mismos.

Parte de la Red de Operaciones Continuas cuentan con conexión a internet y un protocolo IP (Protocolo de Internet) como mecanismo de comunicación primario, lo que asegura una facilidad del acceso a los datos que almacena, siendo sus equipos totalmente configurables desde ubicaciones remotas, vía Internet o Teléfono.

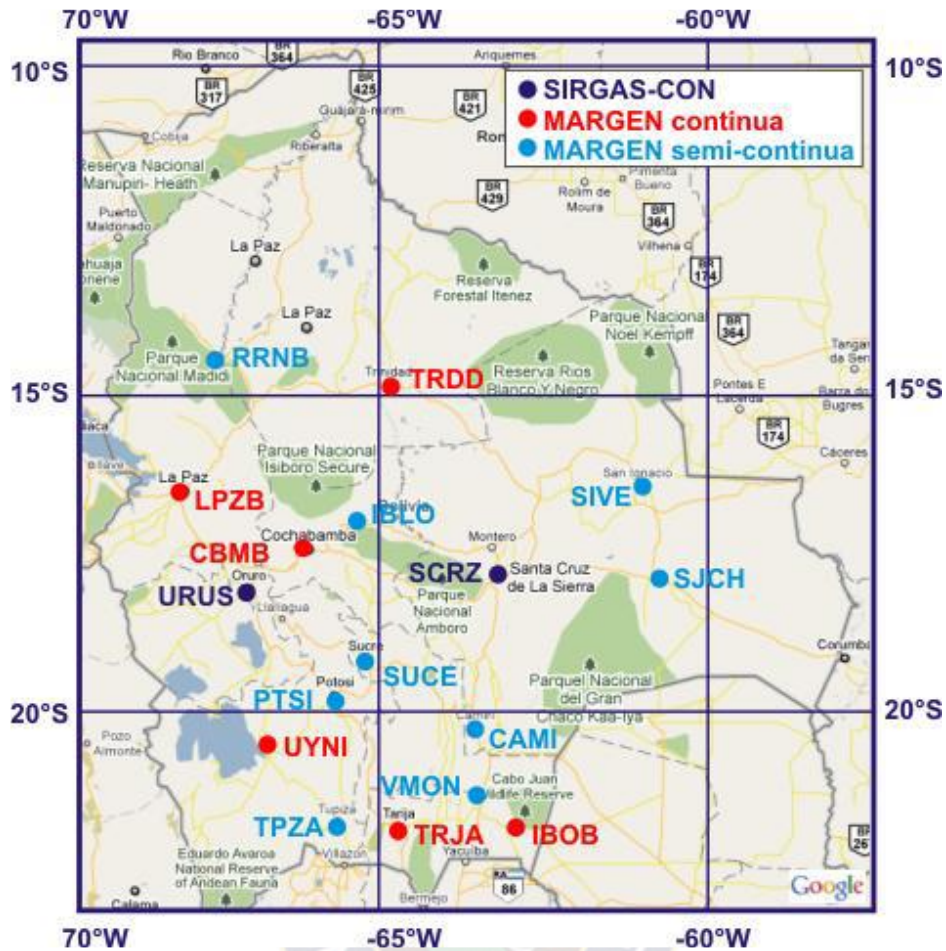
Las Coordenadas de Posición de las Estaciones Continuas con conexión a Internet, son recalculadas cada Semana a través de CEPAG - Centro Experimental de Procesamiento y Análisis GNSS (Sistema Global de Navegación por Satélite) del IGM, éste centro se encuentra en proceso de evaluación para consolidarse como un Laboratorio de Datos GNSS Oficial para América Latina a través de SIRGAS. Esto implica que se podrá ajustar datos

GNSS para toda América Latina, empleando para ello software de procesamiento Científico en lugar de las conocidas plataformas comerciales.

Finalmente, la Base Legal que sustenta la implementación y mantenimiento de la Red Geodésica MARGEN, está dispuesta en la Ley 339 DELIMITACIÓN DE UNIDADES TERRITORIALES, que es el Marco de Referencia terrestre sobre el cual se realiza el trabajo de campo para la Delimitación y Demarcación de Unidades Territoriales del Estado Plurinacional, es decir que todas las coordenadas que se obtienen en campo para establecer un punto que divide a Departamentos, Provincias y Municipios, deben estar ligadas a la Red MARGEN. Asimismo no debemos olvidar que los Límites Internacionales, que Bolivia sostiene con los países que nos rodean, son demarcados por el IGM como brazo técnico del Ministerio de Relaciones Exteriores, en base a la misma Red.

Según el simposio realizado en Bolivia cabe señalar que las estaciones continuas que tiene el IGM están en SIRGAS pero para optar las coordenadas enlazadas a la red SIRGAS se debe introducir el error conocido como desviación estándar.

Asimismo no debemos olvidar que los Límites Internacionales, que Bolivia sostiene con los Países que nos rodean, son demarcados por el IGM como brazo técnico del Ministerio de Relaciones Exteriores, en base a la misma Red. (CEPAG-IGM-BOLIVIA).



**Figura 11: Marco de Referencia Geodésico Nacional (MARGEN) de Bolivia**  
 Fuente: <http://www.igmbolivia.gob.bo/margen.pdf>

### 3.5.1.3.3. FUNDAMENTOS SISTEMA DE GNSS

Bajo el sistema GNSS (Global Navigation Satellite Systems) se engloban todas las técnicas de posicionamiento mediante satélites, la más conocida de ellas es el GPS (Global Positioning System) pero hoy en día existen otras constelaciones disponibles como GLONASS y próximamente GALILEO y BEIDOU. Tiene como la finalidad determinar la posición tridimensional de puntos ubicados sobre la superficie de la tierra, valiéndose para ello a la recepción de señales de satélites ubicados en el espacio. (ISSN 16 – 2009).

### 3.5.2. NIVEL TOPOGRÁFICO

El nivel topográfico también llamado nivel óptico, es un instrumento que tiene como finalidad la medición de desniveles entre puntos que se hallan a distintas alturas o el traslado de cotas de un punto conocido a otro desconocido.



**Figura 12: Nivel Topográfico**  
Fuente: <http://www.geolevel.com.ar>

El nivel óptico consta de un anteojo, similar al del teodolito, con un retículo estadimétrico para apuntar, y un nivel de burbuja muy sensible (o un compensador de gravedad o magnético en el caso de los niveles automáticos), que permite mantener la horizontalidad del eje óptico del anteojo. Anteojo y nivel están unidos solidariamente de manera que cuando el nivel está desnivelado, el eje del anteojo no mantiene una perfecta horizontalidad.

Este tipo de niveles se considera de alta precisión y son empleados en trabajos que exigen detalle, como el diseño de obras hidráulicas, caminos, etc.

#### 3.5.2.1. NIVELACIÓN

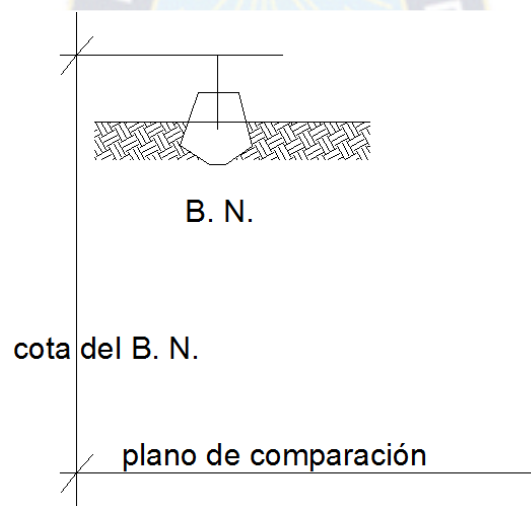
Es la técnica de medir con apoyo de un nivel topográfico para hallar la diferencia de altura entre dos puntos, es llamado también control vertical o altimetría, las elevaciones y/o cotas, están representadas por curvas de nivel en un plano topográfico. (Fuente Wkipedia.org)



Todas las alturas de un trabajo de topografía, están referidas a un plano común de referencia. Este plano llamado de comparación es una superficie plana imaginaria, cuyos puntos se asumen con una elevación o altura cero (Figura 3).

Comúnmente se usa como plano de comparación el nivel medio del mar; Se llama Banco de Nivel (BN) a un punto fijo, de carácter permanente, cuya elevación con respecto a algún otro punto de referencia, es conocida. Se usa como punto de partida para un trabajo de nivelación o como punto de comparación de cierre. Los BN se emplean como puntos de referencia y de control para obtener las cotas de los puntos del terreno. Se establecen sobre roca fija, troncos de árboles u otros sitios notables e invariables y también por medio de monumentos de concreto, con una varilla que defina el punto.

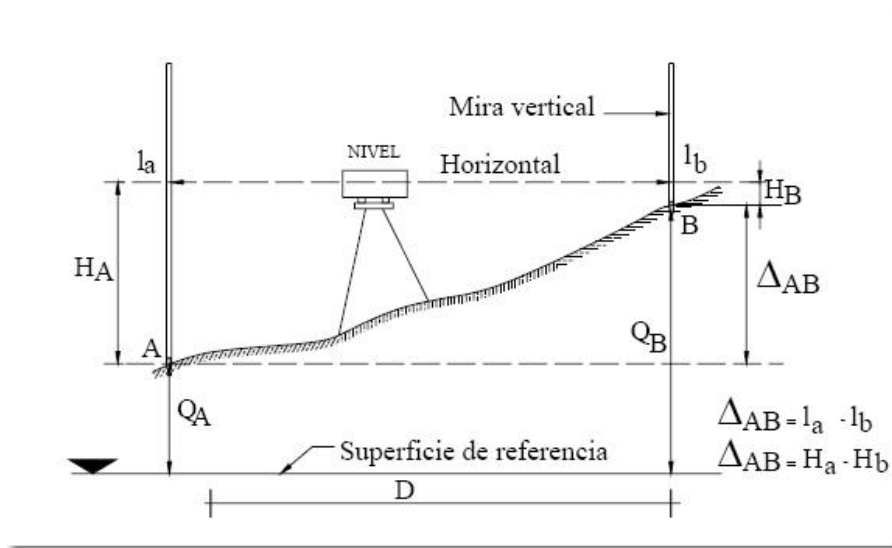
Se denomina cota, elevación o altura de un punto determinado de la superficie terrestre, a la distancia vertical que existe desde el plano de comparación a dicho punto. (Figura 3).



**Figura 13: Plano Común de Referencia**  
**Fuente:** *Topografía Aplicada a Obras Coussa*

El objetivo primordial de la nivelación es referir una serie de puntos, a un mismo plano de comparación, para poder deducir los desniveles entre los puntos observados. Se dice que dos puntos o más están a nivel cuando se encuentran a la misma cota o elevación respecto al mismo plano de referencia, en caso contrario, se dice que existe un desnivel entre éstos.

Para determinar con el nivel óptico el desnivel entre dos puntos A y B (Figura 4), se estaciona el instrumento a igual distancia y se toman las lecturas de la mira en A y B.



**Figura 14: Desnivel entre dos Puntos (A y B)**

Fuente: <http://wilches-topografia.blogspot>

### 3.5.2.2. CLASES DE NIVELACIÓN

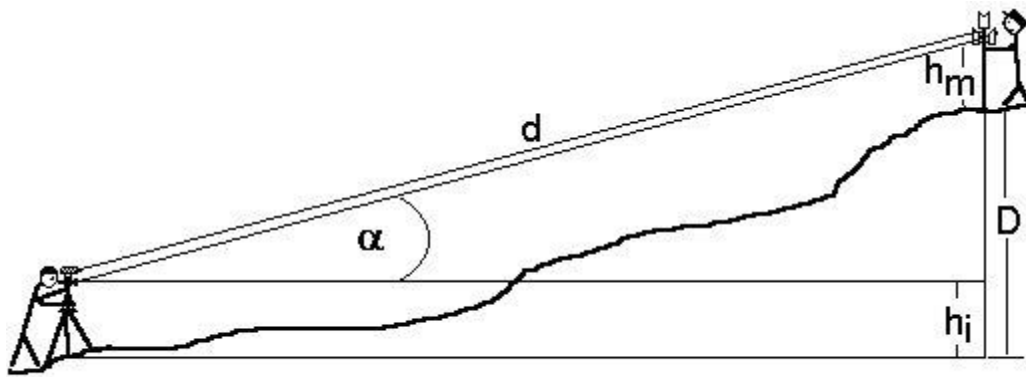
Existen tres métodos de nivelación utilizados en los trabajos topográficos: nivelación geométrica, nivelación trigonométrica y nivelación satelital; este último utiliza el sistema de posicionamiento global y realiza una variante de la nivelación trigonométrica.

La geodesia utiliza estos tres métodos, y agrega dos métodos más: el método gravimétrico y el barométrico. Por su parte, la cartografía utiliza también la restitución fotogramétrica. (Fuente Wikipedia.org).

#### 3.5.2.2.1. NIVELACIÓN TRIGONOMÉTRICA

Es la nivelación que se realiza a partir de la medición de ángulos cenitales, de altura o depresión, y de distancias que luego se usarán para la resolución de triángulos rectángulos, donde la incógnita será el cateto opuesto del ángulo a resolver, que en estos casos son el desnivel existente entre el punto estación y un, otro, punto cualquiera.

El ejemplo más simple es cuando con una estación total medimos un ángulo, la distancia inclinada existente entre la estación y un punto cualquiera.



$$D = (\text{sen } \alpha \times d) + h_i - h_m$$

**Figura 15: Nivelación Trigonométrica**

**Fuente:** [https://es.wikipedia.org/wiki/Nivelaci%C3%B3n#Nivelaci.C3.B3n\\_trigonom.C3.A9trica](https://es.wikipedia.org/wiki/Nivelaci%C3%B3n#Nivelaci.C3.B3n_trigonom.C3.A9trica)

### 3.5.2.2.2. NIVELACIÓN GEOMÉTRICA

Es el más preciso y utilizado de todos, se lleva a cabo mediante la utilización de un nivel óptico o electrónico, existen cuatro tipos de nivelación geométrica definidos según su precisión: 1° y 2° orden (utilizados en geodesia), 3° y 4° orden (utilizados en topografía), el procedimiento es igual en todos ellos, solo cambian los elementos utilizados para medir; y también podríamos diferenciar dos tipos más según el trabajo a realizar: nivelación geométrica lineal (si se nivela desde un punto hasta otro siguiendo una trayectoria que una ambos) o nivelación geométrica de superficie (cuando nivelamos un sector o una línea desde una misma estación referida a un mismo plano de referencia).

El procedimiento para nivelaciones lineales sean estas topográficas o geodésicas es igual, solo cambia la precisión a alcanzar y los instrumentos a utilizar. Se realiza mediante lecturas efectuadas con el Hilo Medio del retículo del nivel, sobre una mira graduada que se coloca a una distancia no mayor de 60 o 70 m, estas lecturas se restan convenientemente entre sí obteniéndose de esta manera el desnivel existente entre los dos puntos donde estuvo apoyada la mira.

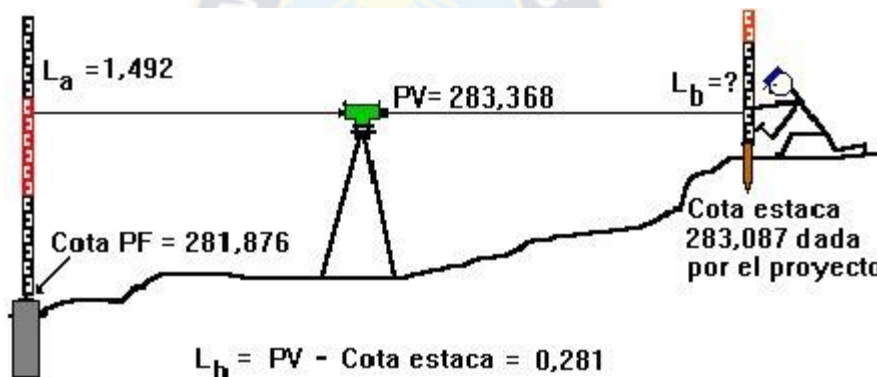
En la nivelación geométrica distinguimos dos tipos de nivelación, nivelación simple y nivelación compuesta y consiste en determinar desniveles entre puntos mediante visuales horizontales.

### 3.5.2.2.2.1. TIPOS DE NIVELACIÓN GEOMÉTRICA

#### 3.5.2.2.2.1.1. NIVELACION SIMPLE

La nivelación diferencial, topográfica, simple o directa, se llama directa porque al mismo tiempo que se va ejecutando, se van conociendo los desniveles del terreno.

La nivelación es simple cuando el desnivel entre dos puntos puede obtenerse haciendo solamente una estación con el instrumento. Este caso se presenta cuando los puntos cuyo desnivel se desea conocer no están separados por una distancia mayor a 200 m, y el desnivel entre los mismos no es mayor que la longitud de la mira. La mira es parte indispensable del equipo de nivelación y consiste de una regla graduada con precisión milimétrica sobre la cual se hacen las lecturas con el nivel.

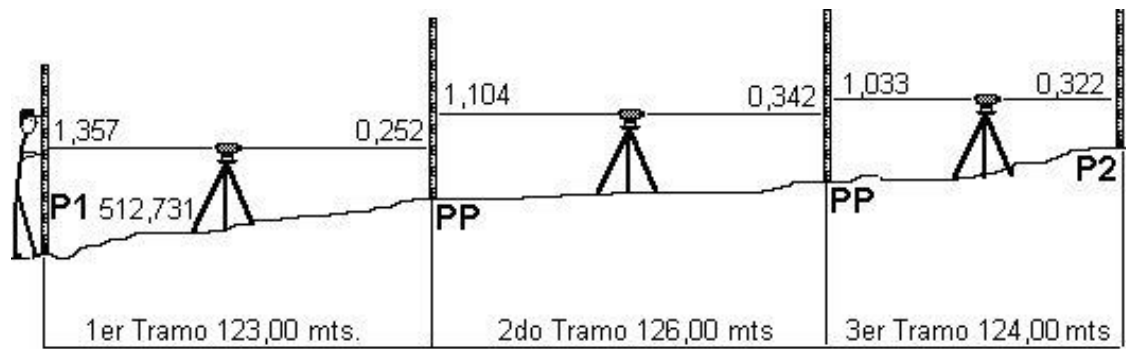


**Figura 16: Nivelación Simple**

**Fuente:** [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/38/Unidad\\_06\\_imagen\\_004.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/38/Unidad_06_imagen_004.jpg)

#### 3.5.2.2.2.1.2. NIVELACION COMPUESTA

Consiste en repetir la operación indicada de la nivelación simple, tantas veces como sea necesario, estableciendo puntos intermedios denominados puntos de liga donde se hacen dos lecturas en la mira, una adelante y otra atrás; este procedimiento se lleva a cabo hasta llegar al punto final



**Figura 17: Nivelación Compuesta**

**Fuente:** [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/38/Unidad\\_06\\_imagen\\_004.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/38/Unidad_06_imagen_004.jpg)

### 3.5.3. ESTACIÓN TOTAL

La Estación Total es un instrumento electro-óptico topográfico, capaz de medir ángulos y distancias. Es un goniómetro (instrumento que sirve para medir ángulos) de ángulo variable, como el Teodolito, al que se le incorporó un distanciómetro (instrumento para medir distancias), un microprocesador y memoria interna. Se puede medir con él, ángulos horizontales y verticales (Montes de Oca, 2012).



**Figura 18: Estación Total Modelo CX-105 Marca Sokkia**

**Fuente:** <http://www.topcon.co.jp/en/positioning/sokkia/products>

### 3.5.3.1. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

El principio de su funcionamiento es igual que el del teodolito y consiste en la concepción de tres ejes teóricos ortogonales entre sí (ver gráfico): eje principal (o vertical), eje secundario (u horizontal) y eje de colimación.

El eje principal debe pasar por el punto de estación, que se corresponde con el vértice del ángulo que se quiere medir definiendo un diedro en el espacio. Se construye con la plomada, que materializa la vertical (línea perpendicular al geoide) del punto donde se estaciona el instrumento. Se incorpora un limbo o círculo graduado que tiene como centro este eje, para medir los ángulos horizontales.

El eje secundario es horizontal y perpendicular al principal y se le hace coincidir en el centro un limbo o círculo graduado, para medir ángulos verticales o cenitales. Es a su vez, coincidente con el eje de giro del telescopio. El eje de colimación se define con el centro del lente ocular y el centro del retículo (Montes de Oca, 2012).

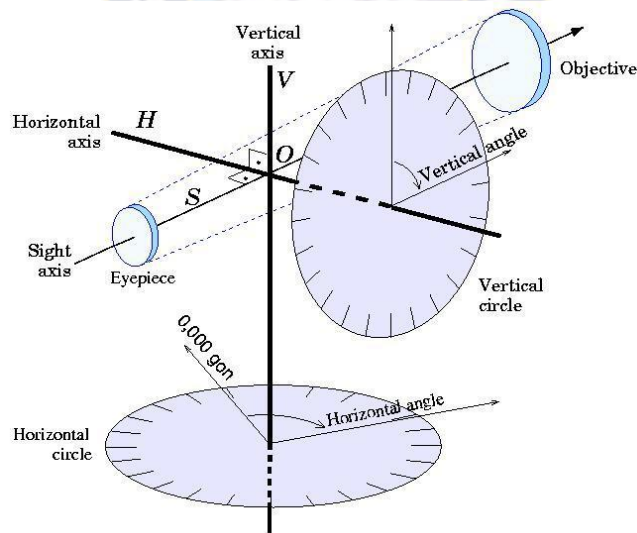


Figura 19: Principio de Funcionamiento del Teodolito

Fuente: [www.letraherido.com](http://www.letraherido.com)

### 3.5.3.2. MEDICIÓN ELECTRÓNICA DE DISTANCIAS EDM

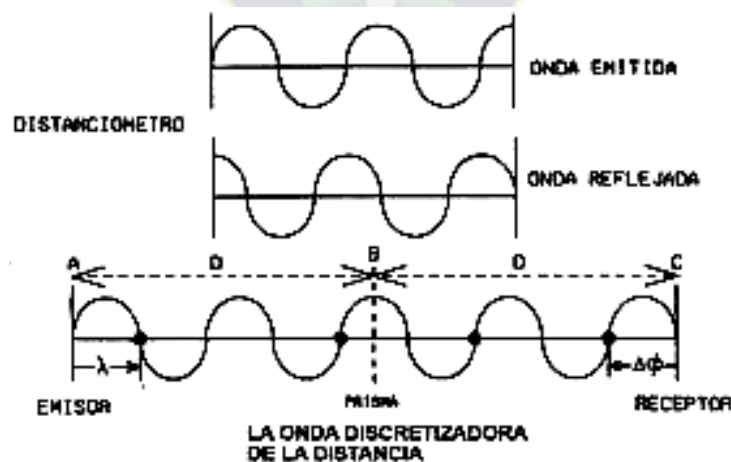
La medición de distancias se realiza mediante la incorporación de un distanciómetro electrónico. Esta forma de medir distancias se conoce como EDM por las siglas en inglés

de medición electrónica de distancias (electronic distance measurement) basada en la emisión y reflexión de ondas electromagnéticas y el cálculo de la diferencia de fase entre la onda emitida y la reflejada.

A partir de la medida de ángulos y distancias (coordenadas polares), se calculan coordenadas cartesianas (x, y, z) en un sistema arbitrario definido por el eje principal como origen de coordenadas y orientado según una dirección elegida. Las coordenadas son la base para la representación de puntos de la realidad.

En topografía se toman diferentes puntos utilizando estación total, por ejemplo, y a la hora de procesar los datos, lo que se realiza es una Proyección Cartográfica Plana en la que nos consideramos planos perpendiculares al eje principal del equipo de medición. Lo que se hace es proyectar de forma ortogonal, los puntos de la superficie terrestre, sobre ese plano de referencia. En estas proyecciones, se mantienen las distancias, mientras que las cotas pasan a ser un atributo, debido a las diferencias presentes entre las superficies relevadas y los planos de proyección considerados. (Curso de Sistema de Referencia, FING 2008).

Esta proyección se interpreta por una proyección plana ortográfica acimutal en cada punto de estación ya que el foco de esta proyección cartográfica se halla en el infinito y por ello las líneas de proyección son paralelas y perpendiculares al plano de proyección que es tangente a la esfera de referencia (Montes de Oca, 2012).



**Figura 20: Onda Discretizadora de la Distancia**

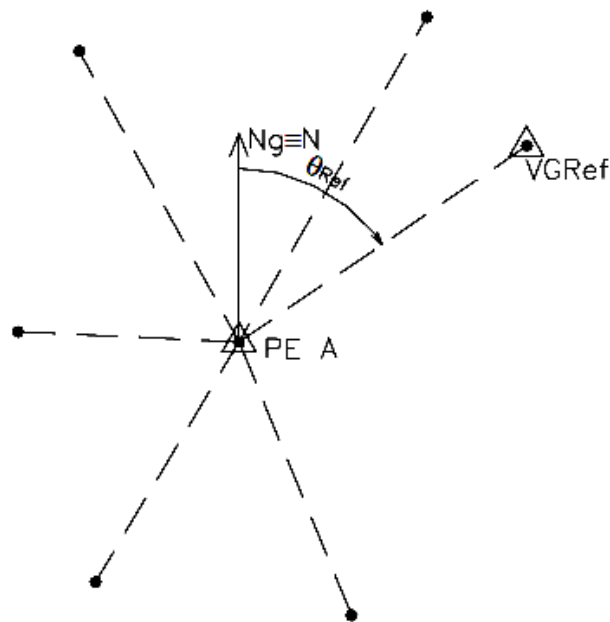
Fuente: Web: [ftp.unsj.edu.ar](http://ftp.unsj.edu.ar)

### 3.5.3.3. METODOLOGÍAS TOPOGRÁFICAS

Se muestran algunos de los métodos utilizados en topografía para el levantamiento o relevamiento y replanteo de puntos.

#### 3.5.3.3.1. RADIACIÓN

El método de radiación se fundamenta en el sistema polar de referencia y consiste en determinar la posición de los puntos relacionándolos con otro de posición previamente conocida mediante dos parámetros: ángulo horizontal y distancia reducida. El procedimiento consiste en estacionar el aparato en un punto de coordenadas conocidas, desde el que se vean todos los que componen el relevamiento, y realizando las correspondientes punterías a cada uno de ellos, se toman los ángulos horizontales y los datos para calcular las distancias reducidas (Antoni Fernández, 2005).



**Figura 21: Método por Radiación**  
Fuente: Ing. Antoni Fernández Ortiz

#### 3.5.3.3.2. POLIGONAL

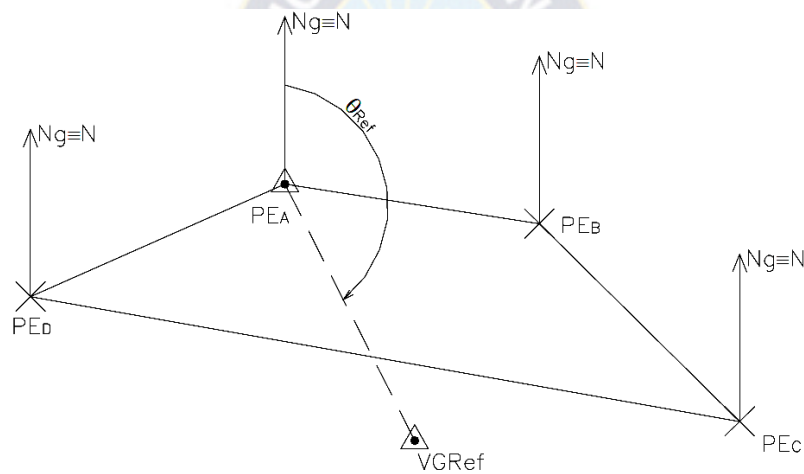
Consiste en determinar la posición de una serie de puntos distribuidos a lo largo de un recorrido, en función del azimut y la distancia reducida de cada uno de ellos con su



inmediatamente anterior y su inmediatamente siguiente, partiendo de al menos uno de posición conocida, y es especialmente indicado para establecer los trazados viales, canalizaciones, así como para levantamientos perimetrales de edificios o urbanizaciones.

El método consiste en comenzar en un punto de estación conocido, tomar una dirección de referencia, destacando por radiación el siguiente punto que será la segunda estación y sobre este se estaciona de nuevo el instrumento, tomando los datos de la primera y destacando la tercera y así sucesivamente hasta el último punto de estación.

Las poligonales se clasifican en: poligonal cerrada (el punto de inicio coincide con el de fin), poligonal enmarcada (los puntos de inicio y fin son conocidos) y poligonal abierta (no se conoce el punto final).



**Figura 22: Método Poligonal**  
Fuente: Ing. Antoni Fernández Ortiz

### 3.6. FACTOR DE CORRECCIÓN DE DISTANCIAS

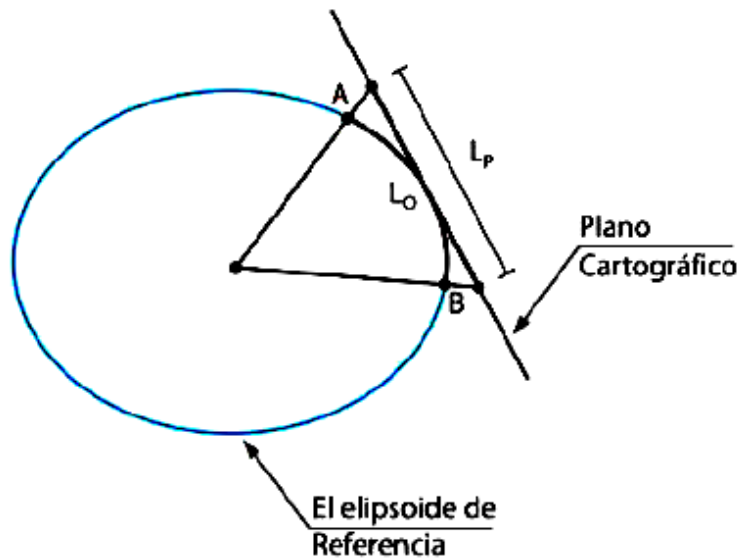
Multiplicador utilizado principalmente en los sistemas de proyección conformes para convertir distancias del elipsoide en distancias sobre el plano y viceversa, entre las cuales se menciona:

### 3.6.1. FACTOR DE ESCALA ( $K_{ESCALA}$ )

Es el valor que permite proyectar la longitud medida entre dos puntos en el elipsoide de referencia sobre el plano cartográfico.

$$L_P = K_{ESCALA} \times L_O$$

$L_P$ :	Longitud proyectada al plano
$L_O$ :	Longitud medida en el elipsoide de referencia
$K_{ESCALA}$ :	Factor de escala

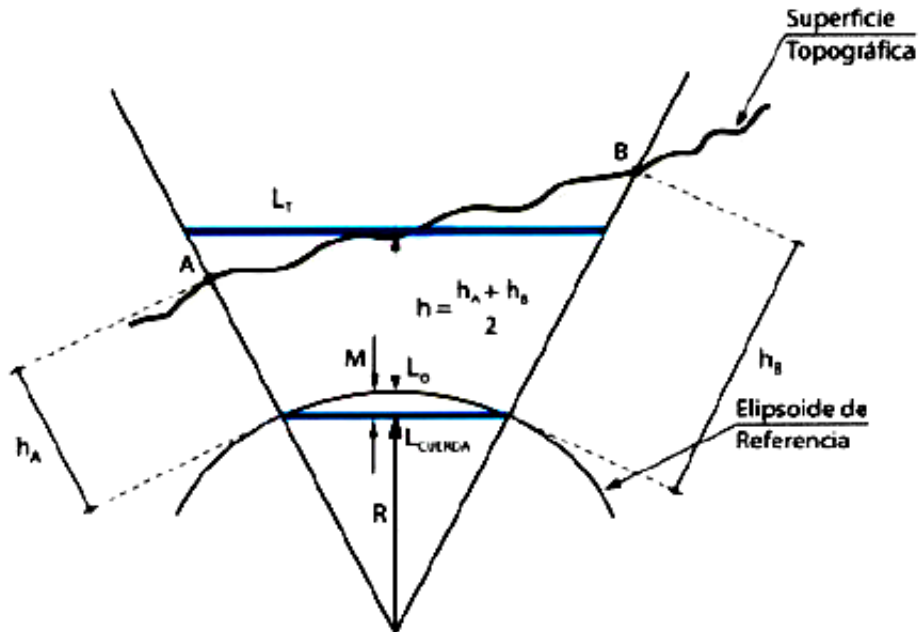


**Figura 23: Medida entre Dos Puntos en el Elipsoide**

Fuente: *Ing.Msc.Ralfo Herrera, Web: es.scribd.com*

### 3.6.2. FACTOR DE ELEVACIÓN ( $K_{ELEVACION}$ )

Es aquel valor que permite proyectar la longitud medida entre dos puntos en el terreno (distancia reducida al horizonte) sobre el Elipsoide de referencia ( $L_O$ ).



**Figura 24: Proyección de Dos Medidas**  
Fuente: Ing. Msc. Ralfo Herrera, Web: es.scribd.com

### 3.6.3. FACTOR COMBINADO (K)

Es el producto proveniente entre el factor de elevación y el factor de escala.

$$K = (K_{ELEVACION}) \square \times (K_{ESCALA})$$

- $K$ : Factor combinado entre A y B
- $(K_{ELEVACION}) \square$ : Factor de elevación entre A y B
- $(K_{ESCALA})$ : Factor de escala entre A y B

El factor combinado K, permite transformar la distancia topográfica existente entre dos Puntos a distancia de cuadrícula, directamente:

$$L_C = K \times L_T$$

- $L_C$ : Longitud de cuadrícula
- $K$ : Factor combinado
- $L_T$ : Longitud Topográfica

### **3.7. CONTROL VERTICAL TOPOGRÁFICO**

El control vertical topográfico para un proyecto de ingeniería está constituido por un conjunto de BMs. Formando circuitos o redes de nivelación, partiendo de un banco de nivel conocido.

### **3.8. CONTROL HORIZONTAL TOPOGRÁFICO**

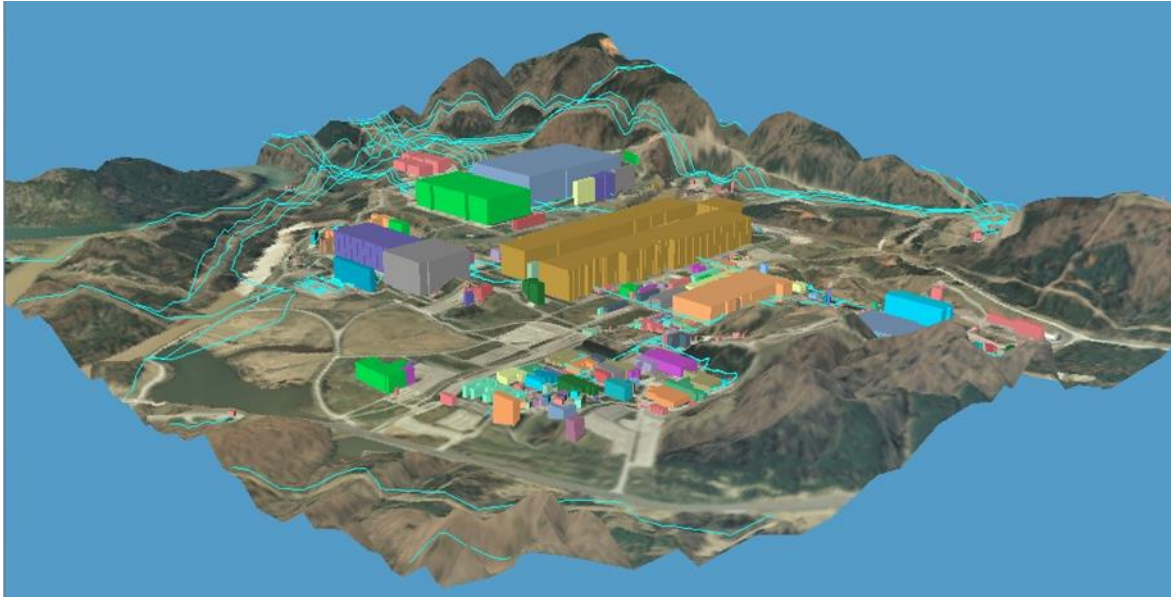
El control horizontal está constituido por un conjunto de puntos que han sido establecidos por medio de una poligonal, triangulación, trilateración o combinaciones de éstas técnicas, también a través de observaciones satelitales.

### **3.9. MODELOS DIGITALES DE TERRENO**

Un Modelo Digital de Elevación es una representación de las elevaciones sobre un terreno, incluyendo las plantas y los edificios.

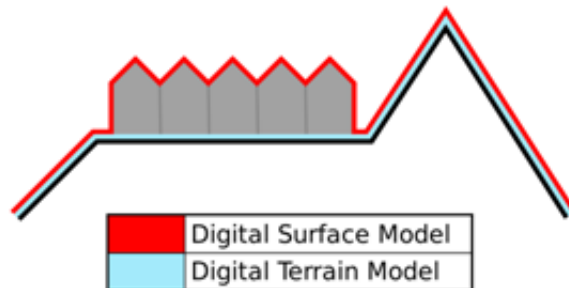
Un Modelo Digital de Terreno (MDT) es una estructura numérica de datos que representa la distribución espacial de una variable cuantitativa y continua.

El tipo de Modelo Digital del Terreno (MDT) más conocido es el Modelo Digital de Elevaciones (MDE), un caso particular de aquel, en el que la variable representada es la cota del terreno en relación a un sistema de referencia concreto.<sup>1</sup> No obstante no hay un uso normalizado en la literatura científica de los términos Modelo Digital de Elevaciones (MDE), Modelo Digital del Terreno (MDT) y Modelo Digital de Superficie (MDS). En la mayoría de los casos, el término Modelo Digital de Superficie se refiere a la superficie de la tierra e incluye todos los objetos que esta contiene. En cambio un MDT representa la superficie de suelo desnudo y sin ningún objeto, como la vegetación o los edificios.



**Figura 25: Modelo Digital de Elevación**

**Fuente:** <http://mundocartogeo.blogspot.com/2016/04/modelos-digitales-de-terreno-mdt.html>



**Figura 26: Modelo Digital de Superficie y Modelo Digital de Terreno**

**Fuente:** [https://es.wikipedia.org/wiki/Modelo\\_digital\\_del\\_terreno](https://es.wikipedia.org/wiki/Modelo_digital_del_terreno)

### 9.1. TIPOS DE MODELO DIGITAL DEL TERRENO

En cartografía, las altitudes suelen representarse mediante curvas de nivel y cotas. En función del tamaño de la zona cubierta, la mayoría de los MDT utilizan, para las pequeñas zonas, una red cuadrada regular, mientras que para las zonas grandes utilizan una red pseudo cuadrada cuyos lados son meridianos y paralelos. Los MDT se pueden dividir según el tipo de red utilizado:

- Red cuadrada/rectangular.
- Red hexagonal.
- Red triangular regular.
- Red triangular de otro tipo.

En función del tipo de red, varía la representación informática del MDT. En el caso de redes rectangulares, se pueden utilizar cuadros, pero en el resto de casos, las estructuras de datos son más complejas.

### **3.10. CONCEPTOS DE RED VIAL URBANA**

En el sentido etimológico, el concepto de vía procede del latín, y en concreto puede significar “camino”. El concepto de vía tiene diversos usos vinculados al lugar por el que se transita, se circula o se desplaza. Puede tratarse entonces, del espacio que posibilita que la gente y los vehículos circulen y accedan a los predios adyacentes. Además las vías generan soporte para las redes de servicios e información con las que usualmente comparten espacio en zonas definidas para tal fin. Un conjunto de vías funcionalmente organizado, a través de un plan vial, en el que se definen, jerarquías, vocaciones de circulación, secciones transversales, requerimientos y condicionantes para la operación, conforman una red vial. Para efectos de la presente el término corredor vial, hará alusión al concepto de vía urbana. Preliminarmente es indispensable definir el significado de vía urbana:

- Son aquellas que atraviesan o demarcan áreas urbanas consolidadas o previstas por el ordenamiento territorial, en suelo urbano o de expansión respectivamente.
- Corredores que circunscriban zonas urbanas (vías circunvalares)
- Aquellas utilizadas parcial o totalmente por tráfico urbano
- Aquellas que sirven a las necesidades de movilidad, conectividad, permeabilidad y accesibilidad de la estructura y los usos urbanos.

#### **3.10.1. TIPOS DE RED VIAL URBANA**

La clasificación funcional de las vías atiende a una agrupación según las características del servicio que ofrecen en el marco de una red vial, es decir, si su configuración aporta a la movilidad, a la conectividad y/o a la accesibilidad local y se clasifican en:

**Vía arterial de integración regional:** En sector suburbano conecta el sistema vial n el sistema vial regional permitiendo viajes regionales y nacionales. En sector urbano aporta a la movilidad.

**Vía arterial principal:** Aporta a la movilidad de viajes de larga distancia interurbanos.

**Vía arterial secundaria:** Aporta a la movilidad y conectividad de viajes de media y larga Distancia a escala urbana.

**Vía arterial intermedia:** Aporta a la permeabilidad de la red y la distribución del tráfico a escala zonal.

**Vía local:** Permite el acceso directo a los destinos finales del tráfico local.

Otros lo jerarquizan por niveles (Manual de Diseño de calles para las ciudades Bolivianas)

<b>Vías de primer nivel</b> - vías principales a través la ciudad	Vías cuya función principal es la circulación del tráfico particular o público
<b>Vías de segundo nivel</b> - vías colectoras entre barrios	
<b>Vías de tercer nivel</b> - vías vecinales en el barrio	Vías cuya función principal es promover la convivencia entre vecinos en los barrios y el acceso a las casas
<b>Vías de cuarto nivel</b> - sólo acceso a viviendas	

### 3.10.2. ALCANCE DEL ESTUDIO DE LA RED VIAL URBANA

- Clases de proyectos
- Etapas del ciclo del proyecto
- Estudios topográficos
- Estudios de tránsito
- Estudios de transporte
- Urbanismo, paisajismo y mobiliario urbano
- Estudios de seguridad vial

- Estudios ambientales y sociales
- Estudios geotécnicos y geológicos
- Estudios hidrogeológicos e hidráulicos
- Estudios estructurales
- Estudios de pavimentos
- Servicios públicos
- Estudios prediales
- Estudios geométricos

### **3.10.3. CRITERIOS BÁSICOS A CONSIDERAR EN EL DISEÑO**

Existe una serie de criterios básicos que deben tenerse en cuenta desde el inicio del proyecto de diseño geométrico y objeto de revisión constante durante el proceso. A continuación se resumen en una lista de chequeo los principales criterios, referidos a velocidades, anchos de carril, anchos mínimos de andén, gálibos, peraltes máximos, entre otros.

- La curvatura debe ser consistente con la velocidad de diseño del tramo o zona a diseñar, en vías arteriales.
- Los radios mínimos dependerán de la velocidad específica requerida y las trayectorias de los vehículos en accesos y bifurcaciones.
- En Arterias Principales para deflexiones menores a 5° la longitud mínima de la curva es de 150 m (30 m más por cada grado menos), esto para evitar quiebres bruscos que afecten la seguridad y comodidad en la circulación.
- En Arterias Principales, la longitud de una curva compuesta en ningún caso podrá ser menor a 250 m.
- En Arterias Principales y Complementarias, el radio mayor no debe exceder en más de 2,5 veces al menor en curvas circulares compuestas.



- En Arterias Principales y Complementarias, así como en vías Intermedias y Locales, las curvas revertidas están prohibidas. En casos extremos podrían llegar a utilizarse, pero siempre espiralizadas.
- Los tramos rectos entre curvas circulares del mismo sentido deben tener una longitud tal que se garantice la transición del peralte de acuerdo con las recomendaciones para pendientes relativas de borde.
- Para vías de varias calzadas debe existir un eje de diseño por calzada; no son aceptables ejes de diseño que vayan por los separadores.
- Se requieren pendientes longitudinales mínimas de 0,3% para garantizar el drenaje superficial.
- Longitudes de curva vertical deben garantizar la distancia de visibilidad de frenado.
- El galibo vehicular mínimo a garantizar es de 4.9 m en vías arteriales, y 4.5 m en vías locales e intermedias. En zonas donde existan pasos del ferrocarril el galibo mínimo deberá ser de 5.5 m.
- El bombeo normal debe ser mínimo del 2%.
- Cuando las calzadas tengan más de dos carriles, el eje de diseño debe localizarse por una de las líneas de demarcación de carril y drenar de la siguiente manera: para 3 carriles, 2 hacia un costado y 1 hacia el otro, para 4 carriles, 2-2 y para 5 carriles 3-2.
- El peralte máximo recomendado a nivel urbano es de 4%, en Arterias Principales podrá aceptarse hasta 6%. En puentes y túneles puede aceptarse hasta el 8%.
- El ancho mínimo de carril para tránsito particular es de 3.0 m, de 3.2 para transporte público y 3.5 m para transporte masivo tipo BRT (no incluye tachones de separación).
- Los anchos mínimos de la franja de circulación peatonal son de 7.0 m en escala metropolitana, 4.0 m en escala zonal y 1.5 m en escala local.

### **3.10.4. PARÁMETROS Y CRITERIOS DE DISEÑO PLANIMÉTRICO**

En el sector urbano, los elementos básicos que integran un diseño planimétrico, están ligados a aquellos que condicionan la geometría del corredor vial de manera directa; estos son:

- Franja de operación vehicular, compuesta por las calzadas y los separadores. El diseño geométrico de las calzadas vehiculares está gobernado por los criterios y normas para establecer los alineamientos horizontales y los que tengan que ver con la variación de la curvatura,
- Franja de espacio público lateral, comprendida entre la línea de pavimentación y los bordes exteriores de las calzadas. Esta zona tiene un ancho variable, y la tipificación del ancho, depende en buena medida. Esta zona puede estar comprendida por los andenes, ciclorrutas, zonas abridoras, se refiere a la franja destinada al cambio intermodal de transporte) sin generar conflictos para el ascenso y descenso de pasajeros; podría incluir arborización, señalización y mobiliario, franjas de protección ambiental, zonas de amoblamiento urbano, etc.

Un diseño planimétrico debe ser seguro, económico, funcional y a su vez armonizar con el entorno que lo rodea. El diseño planimétrico se integra a partir de la creación de ejes de diseño por cada una de las calzadas que hacen parte de una solución vial. Asociados a estos ejes, se van configurando los demás elementos que la componen. Las secciones típicas por cada tipo de vía, muestran los dimensionamientos y contenidos reglamentarios que se deben respetar, de tal manera que, el diseño planimétrico una vez terminado, sea el producto de un estudio multidisciplinario, coherente con las necesidades de movilidad para la ciudad.

#### **3.10.4.1. CONSIDERACIONES TEÓRICAS**

El diseño geométrico en planta se define en torno a uno o más ejes, que consisten en una sucesión continua de rectas y curvas. Estos últimos pueden ser arcos de circunferencias y/o espirales tipo clotoides.

Las alineaciones rectas son de uso habitual en las calles urbanas debido a la simplicidad con que los problemas geométricos propios de todo diseño pueden ser resueltos. Sumado a

esto, los tramos rectos ofrecen facilidad de manejo a los usuarios y menores costos de construcción, operación y mantenimiento del proyecto en zonas con topografía plana. De otro lado, es común encontrar tramos rectos unidos con curvas para solucionar los cambios de dirección en los vehículos, especialmente en vías locales o zonas con velocidades bajas. Sin embargo, un alineamiento solo con curvas y rectas podría tener una serie de problemas causados por los cambios bruscos de curvatura que se originan por el cambio de esta desde un valor cero en la tangente hasta un valor infinito y constante en la curva, justo en el punto de unión de los alineamientos. Adicionalmente en este punto se debe realizar el cambio del bombeo normal al valor del peralte de la curva, siendo estas, situaciones que hacen que los alineamientos con curvas circulares resulten incómodos y peligrosos para los conductores. Debido a los factores mencionados, en el diseño planímetro se deben utilizar alineamientos de transición entre los alineamientos rectos y curvos de una vía con el fin de garantizar que la curvatura pase gradualmente desde cero hasta un valor finito en el arco circular y que además la inclinación transversal de la vía pase gradualmente del bombeo normal al peralte de la curva. Normalmente, este concepto se conoce como curva de transición o espiral. Las curvas de transición permiten evitar deformaciones ópticas en los bordes de la vía mejorando la apariencia de la vía e incrementando la visibilidad de la misma, además la curva de transición se adapta mejor al terreno y asimila el comportamiento usual de la mayoría de conductores al aproximarse a las trayectorias recorridas por los vehículos en las curvas. Aunque existen numerosos tipos de curva de transición, el más utilizado en el diseño de vías corresponde a la espiral de Cornu o clotoide, el cual satisface los requerimientos exigidos por la dinámica del movimiento, garantiza la maniobrabilidad del vehículo, permite desarrollar la transición del peralte de forma cómoda y segura, aumenta el confort del conductor, al tiempo que mejora la geometría del trazado.

#### **3.10.4.1.1. USOS DE LA CLOTOIDE COMO CURVA DE TRANSICIÓN Y TIPOS DE CONCATENACIONES CON ELEMENTOS CURVOS**

Las clotoides permiten enlazar alineamientos rectos con circulares o en sentido contrario, también enlazar dos alineamientos rectos o dos alineamientos circulares de igual o sentido contrario (Carciente, 1980).

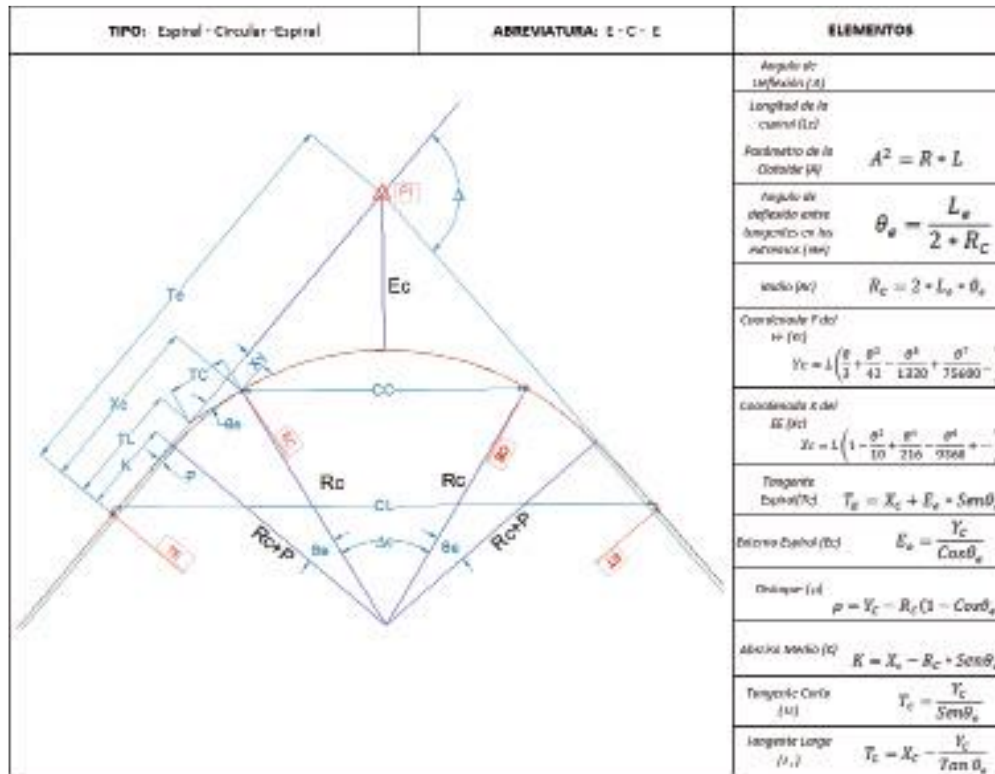
En el primer caso cuando se une un alineamiento recto con uno curvo por medio de una clotoide, esta recibe el nombre de clotoide simple, ahora, si la curva circular entre la clotoide de entrada y la clotoide de salida se elimina, se obtendría una clotoide de vértice o una concatenación E-E.

Las concatenaciones más utilizadas y seguras para realizar el empalme de dos tangentes en medios urbanos son las siguientes:

- Concatenación Circular C.
- Concatenación Circular compuesta CC.
- Concatenación Espiral-Circular-Espiral. Simétrica ECE.
- Concatenación Espiral-Espiral simétrica E-E.
- Concatenación Espiral-Circular compuesta Espiral ECCE.
- Concatenación Espiral Circular Tangente ECT.
- Concatenación Tangente circular espiral TCE.

TIPO: CIRCULAR	ABREVIATURA: C	ELEMENTOS	
		Ángulo de Deflexión ( $\Delta$ )	
		Radio ( $R$ )	
		Longitud Circular ( $L_c$ )	$L_c = R \cdot \Delta$ $L_c = \frac{R \cdot \pi \cdot \Delta}{180}$
		Cuerda Larga ( $CL$ )	$CL = 2R \cdot \text{Sen} \frac{\Delta}{2}$
		Externa ( $E$ )	$E = R \left( \text{Sec} \frac{\Delta}{2} - 1 \right)$
		Tangente ( $T$ )	$T = R \cdot \text{Tan} \left( \frac{\Delta}{2} \right)$
		Grado Curvatura ( $G_c$ )	$G = 2 \cdot \text{Sen}^{-1} \frac{CC}{2R}$
		Radio utilizando Grado Curvatura ( $G_c$ )	$R = \frac{180 \cdot a_b}{\pi \cdot G_c}$ $R = \frac{C_b}{2 \cdot \text{sen} \left( \frac{G_c}{2} \right)}$

**Figura 27: Elementos de la Curva Circular**  
**Fuente:** *Guía para el Diseño de Vías Urbanas para Bogotá D.C*



**Figura 28: Elementos de la Concatenación Espiral-Circular-Espiral**  
**Fuente:** *Guía para el Diseño de Vías Urbanas para Bogotá D.C*

### 3.10.4.1.2. PERALTES

Cuando el vehículo se mueve en una curva horizontal, experimenta una fuerza centrípeta que lo hala hacia el centro de la curva. Esta aceleración se contrarresta con la fricción lateral y la componente horizontal del peso generada al inclinar la calzada hacia el centro de la curva, así pues, el coeficiente de fricción lateral del pavimento y la inclinación transversal en curva, también denominada peralte, son los elementos que contribuyen a la estabilidad de los automotores en su tránsito por elementos con diferentes grados de curvatura.

A lo largo del tramo de carretera que precede al alineamiento curvo, para pasar de una sección con bombeo a otra con peralte, es necesario efectuar un cambio de la inclinación transversal de la calzada. Este cambio no puede efectuarse bruscamente, sino que debe hacerse a través de una variación gradual de la pendiente de la calzada. (Carciente, 1980).

### **3.10.4.2. CONSIDERACIONES PRÁCTICAS PARA DISEÑO PLANIMÉTRICO**

Para lograr un diseño de una vía urbana, el diseñador deberá chequear cada una de las limitantes encontradas antes, durante y después de la elaboración de su eje de diseño, para ello deberá seguir un procedimiento que facilite la elaboración de su eje y le permita cumplir con todos los requerimientos necesarios.

#### **Paso 1. Diagnóstico y restricciones al diseño**

En este paso se deben revisar las características físicas, operacionales y restrictivas de la vía a diseñar de acuerdo con la jerarquía vial establecida que lleven a tener un diagnóstico completo de aspectos como los controles primarios, la topografía, el tránsito (vehicular, peatonal, ciclistico, de carga, de buses), el transporte (corredores exclusivos, paraderos, estaciones, portales y patios), la seguridad vial y otros.

#### **Paso 2. Selección del vehículo de diseño**

El proceso de selección del vehículo parte de un análisis por niveles de Jerarquía funcional, composición vehicular, vocación de transporte, área de actividad y condiciones especiales. Se debe seccionar el vehículo que presente las mayores exigencias al diseño con el objetivo de realizar un diseño que cumpla con todos los aspectos en cuanto a seguridad, comodidad y finalidad.

#### **Paso 3. Elección de velocidad de diseño**

Se debe seleccionar una velocidad de diseño de acuerdo con la metodología descrita Velocidades de diseño. Una vez determinada continuar al paso 4.

#### **Paso 4. Elección eje de diseño (Por demarcación de carril o borde)**

En este paso se debe evaluar el tipo de diseño que se piensa realizar;

- Si se piensa diseñar un corredor continuo se debe empezar a diseñar por un eje por calzada vehicular, que corresponda a una de las líneas de demarcación de carril, en función de los criterios para el manejo del peralte. Así, el eje de diseño coincidirá con el eje de rotación seleccionado para el manejo del peralte.

### **Paso 5. Trazado del alineamiento**

Se define la poligonal base del diseño con el fin de conocer los lugares del corredor donde se requerirán curvas, y chequear el ángulo de deflexión, para elegir el tipo de concatenación requerida.

Las espirales están definidas por el parámetro de la clotoide A, estimable a partir de la siguiente ecuación:

$$A = \sqrt[2]{L_e + R_c}$$

A = Parámetro de curva (m)

$L_e$  = Longitud de la espiral (m)

$R_c$  = Radio de la circular (m)

Ante todo, debe entenderse que la función geométrica de una espiral es transicionar desde un radio infinito hacia un radio determinado, para poder obtener una variación gradual de la curvatura y adaptarse de mejor manera a la trayectoria vehicular. Para definir el diseño de la transición, en función de la fórmula anteriormente expuesta, el ángulo de deflexión es el elemento geométrico que mejor permite condensar los criterios de selección del tipo de concatenación.

### **Paso 6. Revisión de Criterios de Diseño**

Curvas con espirales:

Radio mínimo

Longitud mínima de la espiral

Chequeo de velocidades específicas

### **Paso 7. Diseño de la calzada asociada al eje de diseño**

Para la conformación de la calzada (debe recordarse que se diseña con un eje por cada calzada) se deberá tener en cuenta el número de carriles que la componen, el ancho de cada uno, el tipo de vehículo que va a transitar por la vía, así como saber si es bidireccional o de un solo sentido.

### **3.10.5. PARÁMETROS Y CRITERIOS DEL DISEÑO DE SECCIONES TRANSVERSALES**

Una sección transversal incluye diferentes componentes apreciables en función de un plano dispuesto perpendicularmente al eje, en un punto cualquiera del trazado. El diseño de secciones transversales hace parte integral del diseño de un proyecto vial, pues en conjunto con la planta y el perfil, permiten la visualización tridimensional de la infraestructura, mediante la incorporación de elementos del diseño geométrico como la inclinación transversal para garantizar la seguridad en curva y el drenaje superficial. El valor agregado en el diseño de las secciones transversales radica en la incorporación de las zonas peatonales, de ciclousuarios, la señalización, el mobiliario urbano, obras de drenaje, y en general el esquema de integración a la estructura urbana de la zona. Además facilitan la cuantificación de las cantidades de obra.

- Jerarquía vial y velocidad del proyecto. El tipo de vía que se planea construir según reglamentación y la velocidad de diseño de la misma, permite conocer las dimensiones reglamentadas, la disposición de las calzadas, y los anchos de las mismas.
- Trafico. Como es bien sabido, el número de carriles que constituyen la calzada vehicular en una vía urbana, influye directamente en la capacidad de la vía y en su nivel de servicio. También es importante conocer el tipo de tráfico que circula por la vía, para determinar los anchos mínimos de los carriles (MOPT, 1992), el modelo de ocupación del territorio y los usos del suelo. Estudios de densidad urbana y gestión de suelo pueden incidir en mayores requerimientos de capacidad y consiguientes modificaciones a la sección transversal, en casos de intersecciones. Análisis urbanísticos vinculados, por ejemplo, al efecto barrera pueden exigir la incorporación de vías de servicio bidireccionales, con determinados aislamientos respecto a las calzadas principales, y tratamientos peatonales especiales.
- Gradualidad en los planteamientos, en función de las necesidades de ampliación o modificaciones futuras, vigentes.



### 3.10.5.1. ELEMENTOS DE DISEÑO DE LAS SECCIONES TRANSVERSALES

A nivel urbano las secciones transversales pueden incluir:

Zonas vehiculares, entre bordes de vía:

- Calzadas
  - o De servicio
  - o Principales
  - o Solo Bus
  - o Ciclorruta
- Separadores
  - o Laterales
  - o Centrales
- Taludes, terraplenes o muros de contención

Zonas de circulación exclusiva

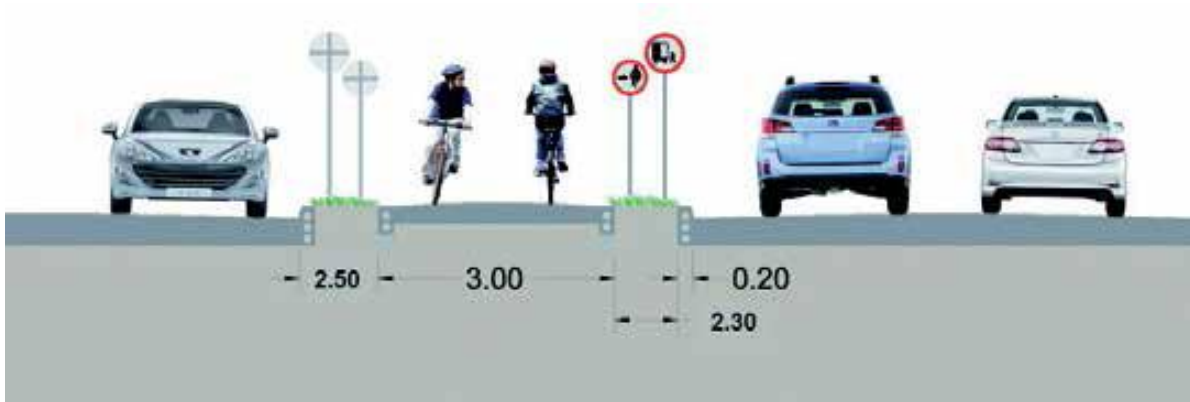
- Carriles exclusivos para Transporte Publico
- Estaciones de Transporte Publico sobre separador central

Zonas Laterales: entre borde vía y paramento:

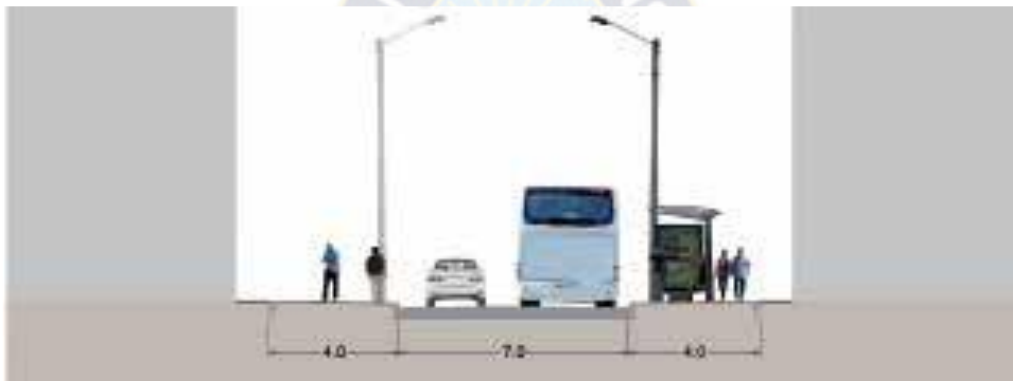
- Zonas de Protección Ambiental
- Andenes
- Ciclorrutas
- Zonas abordadoras
- Zonas verdes

Zonas Complementarias

- Paraderos o Zonas de ascenso y descenso de pasajeros laterales
- Estacionamientos



**Figura 29: Ciclorruta sobre el Separador Central**  
**Fuente:** *Guía para el Diseño de Vías Urbanas para Bogotá D.C.*



**Figura 30: Sección Transversal Paradero de Toque en Corredor Local**  
**Fuente:** *Guía para el Diseño de Vías Urbanas para Bogotá D.C.*

### 3.10.5.2. DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE REACCIÓN

La distancia de reacción se refiere a la longitud requerida para detectar algo inesperado o para percibir una fuente de información en un ambiente urbano, especialmente aplicable a arterias principales y secundarias, definir la reacción o acto a implementar, seleccionar la velocidad y el recorrido o ruta e iniciar la maniobra (basado en (American Association of State and Transportation Officials, AASHTO, 2011)).

$$D_{rv} = 0.695 \times Ve \quad (1)$$

$D_{rv}$  = Distancia de reacción del conductor en metros para la velocidad de diseño.

Esta es la distancia básica y mínima a considerar en ambientes urbanos, y su principal uso en corredores se asocia a la localización efectiva de señales informativas, reglamentarias y preventivas, localización de cruces peatonales, análisis de seguridad vial, entre otros aspectos. La distancia de visibilidad de reacción suele asociarse también a la distancia de decisión, referida a situaciones en las que los conductores deben tomar alguna determinación en un instante en que se requiere percepción, intelección, emoción y volición (2.5 segundos), así como en la elección de un recorrido, el acato de una señal de tránsito, o la ejecución de una maniobra inusual o repentina.

### 3.10.5.3. DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA

Es la distancia necesaria para que un vehículo que circula a la velocidad de diseño se detenga al ver un objeto en su camino, sin que haya lugar a maniobras peligrosas, colisiones o paradas súbitas. Este concepto se puede entender como la suma de dos distancias, la primera es la distancia recorrida por el vehículo desde el instante en que el conductor observa el objeto o señal delante de él y el instante en que aplica los frenos del vehículo. La segunda es la distancia recorrida por el vehículo desde cuando el conductor aplica los frenos del vehículo y el instante en que se detiene.

Para estas consideraciones, se asume una altura del ojo del conductor, de 1.08 m, la cual es aceptable para medir distancias de parada y distancias de adelantamiento. Para tractocamiones debe considerarse una altura de 1.8 a 2.4 m, siendo 2.33 m la recomendada. Por su parte, la altura del objeto deberá ser de 0.20 m sobre la superficie de pavimento. Basado en INVIAS(2008).

A continuación se muestra la formulación con la cual se determina la distancia de visibilidad de parada a diferentes velocidades de diseño basada en (American Association of State and Transportation Officials, AASHTO, 2011), utilizando un tiempo PIEV de 2.5 segundos y una rata de desaceleración de 3.6 m/s<sup>2</sup>.

$$D_{vp} = D_{rv} + D_{fv} \quad (2)$$

$D_{vp}$  = Distancia de visibilidad de parada en metros.

$D_{rv}$  = Distancia de reacción del conductor en metros para la velocidad de diseño.

$$D_{fv} = 0.039 * \frac{(ve)^2}{a} \quad (3)$$

$V_e$  = Velocidad específica del elemento en Km/h.

$D_{fv}$  = Distancia de frenado en metros para la velocidad de diseño.

$a$  = Desaceleración uniforme del vehículo al momento de frenar en  $m/s^2$ .

### **3.10.6. PARÁMETROS Y CRITERIOS DEL DISEÑO ALTIMÉTRICO**

En el sector urbano, el diseño altimétrico debe satisfacer condiciones especiales que garanticen toda la seguridad y comodidad necesaria para los actores de la vía, de manera que se adapte lo mejor posible a la topografía y entorno del proyecto buscando además una integración de los distintos elementos que componen la sección transversal de la vía de una manera armónica y estética.

La topografía, suele ser el condicionante principal de los diseños altimétricos de vías urbanas, debido a que en muchos casos los diseños se deben acomodar a los distintos condicionantes y retos que la topografía impone. Sumado a esto, la presencia de predios consolidados a los cuales se les debe garantizar la accesibilidad de una forma segura y cómoda, es la topografía del terreno existente la que determine el diseño altimétrico. Lo mismo sucede con el manejo de accesos y empalmes existentes, los cuales se convierten en controles primarios del proyecto, y condicionaran todo el diseño de rasantes.

#### **3.10.6.1. CONSIDERACIONES TEÓRICAS**

##### **3.10.6.1.1. PENDIENTE MÍNIMA**

En vías urbanas, la pendiente mínima está gobernada por los problemas de drenaje, pues se debe garantizar el rápido y eficiente escurrimiento de las aguas lluvias en la superficie de rodadura, de forma que se eviten fenómenos de hidropneumático. De acuerdo con lo anterior la pendiente mínima que se utilizara en el diseño vertical de vías urbanas es de 0.3%; estas pendientes deben ir acompañadas de las respectivas obras de drenaje a fin de garantizar la evacuación del agua.

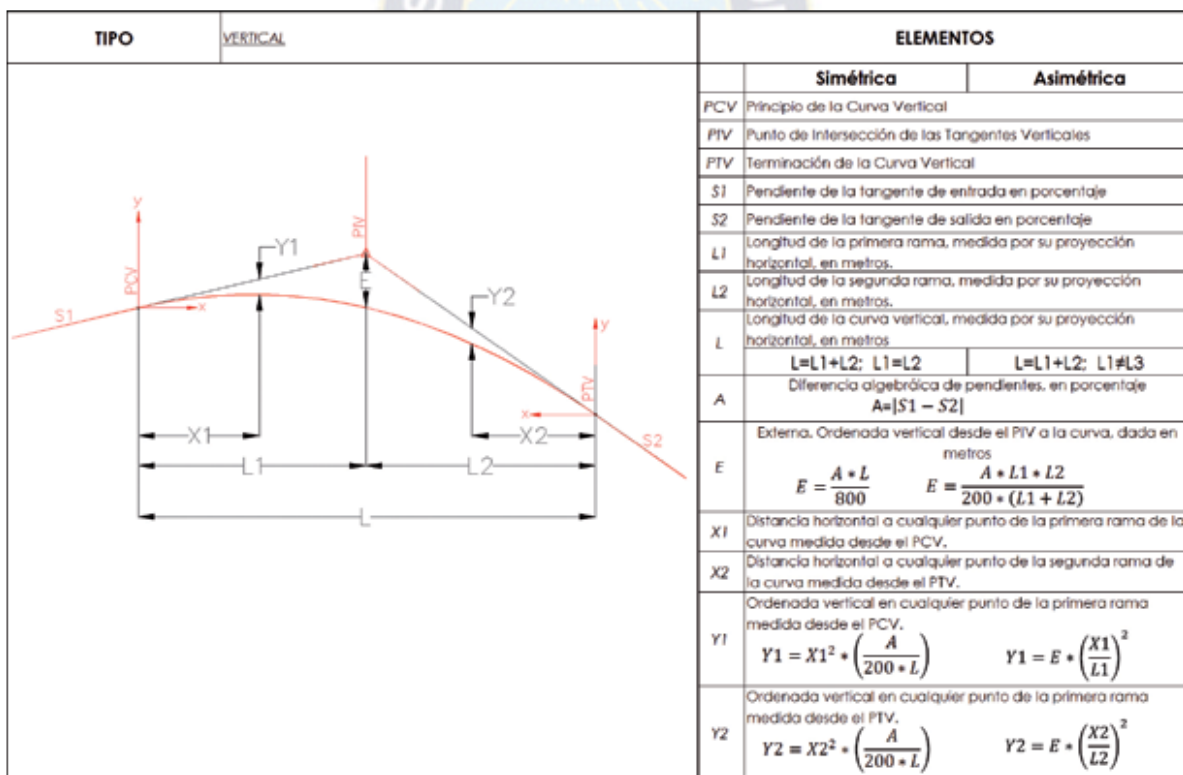
##### **3.10.6.1.2. PENDIENTE MÁXIMA**

En cuanto a las pendientes máximas, los límites están condicionados por la velocidad de diseño, la jerarquía funcional de las vías, el tipo de terreno y las condiciones propias del entorno y el urbanismo de la zona. Así, el diseño altimétrico de las vías urbanas debe

acomodarse a la topografía existente debido a condicionantes urbanos que exigen que así sea. No obstante en vías arteriales y en otro tipo de vías en donde exista la posibilidad de elegir la pendiente del alineamiento vertical, como es el caso de puentes, túneles y corredores con control total de accesos, las pendientes longitudinales no deben superar el 5% o el 6%, Por su parte, para proyectos nuevos en vías locales, se sugiere una pendiente máxima del 18%, con tránsito de vehículos livianos, exclusivamente, y con velocidades de diseño de 20 km/h.

### 3.10.6.1.3. CURVAS VERTICALES

Las curvas verticales son las que enlazan dos tangentes consecutivas del alineamiento vertical, permitiendo la transición de pendientes entre el alineamiento de entrada y el alineamiento de salida. Las curvas verticales pueden ser cóncavas o convexas, simétricas o asimétricas y están compuestas por los elementos geométricos.



**Figura 31: Curva Vertical**

**Fuente:** *Guía para el Diseño de Vías Urbanas para Bogotá D.C*

La longitud de las curvas verticales está directamente relacionada con la distancia de visibilidad de parada considerando una altura del ojo del conductor, de 1.08 m, y una la

altura del objeto de 0.6 m sobre la superficie de pavimento (American Association of State and Transportation Officials, AASHTO, 2011).

Para curvas convexas, la longitud mínima de la circular, por criterios de seguridad vial, estará dada por la expresión (4).

$$L = \frac{A * D_p^2}{658} \quad (4)$$

A = es la diferencia algebraica de pendientes,

$D_p$  = la distancia de visibilidad de parada

L = la longitud mínima de la circular.

Para el caso de curvas cóncavas la expresión para determinar la longitud mínima de la curva (5) considera las restricciones que se presentan en la noche y estima la longitud del sector de carretera iluminado hacia adelante, como la distancia de visibilidad. Dicha distancia depende de la altura de las luces delanteras del vehículo, para la cual se asume un valor de sesenta centímetros (0.60 m) y un ángulo de divergencia del rayo de luz hacia arriba respecto al eje longitudinal del vehículo de un grado ( $1^\circ$ ). Incluyendo dichas constantes, la formula a aplicar es:

$$L = \frac{A * D_p^2}{120 + 3.5 * D_p} \quad (5)$$

A = es la diferencia algebraica de pendientes,

$D_p$  = la distancia de visibilidad de parada

L = la longitud mínima de la circular.

### 3.10.6.2. CONSIDERACIONES PRÁCTICAS PARA DISEÑO ALTIMÉTRICO

A continuación se presenta un diagrama de flujo que resume los pasos y elementos a considerar en el proceso de diseño altimétrico de un corredor:

**Paso 1:** deben considerarse todas las restricciones estimadas del diagnóstico, los procedimientos señalados y los resultados de la aplicación, el diagrama de flujo resumen del diseño geométrico en planta.

**Paso 2:** corresponde en primera instancia a la generación y edición del perfil del terreno; deberá revisarse la coherencia de la topografía de forma tal que en el perfil sean evidentes las corrientes de agua, el cruce con vías existentes y otras diferencias de altura apreciables en la realidad. Para esto se requerirá de un modelo digital del terreno generado con base en los puntos con elevación del levantamiento y líneas 3D de los ejes y los bordes de vía. Tras la generación de los perfiles se iniciará el diseño de las rasantes, teniendo en cuenta los gálibos vehiculares y peatonales, Pendientes máximas permitidas, Longitudes mínimas para curvas verticales.

**Paso 3:** una vez construido el eje se debe revisar el cumplimiento de los siguientes criterios:

- Distancia de visibilidad de parada:
- Distancia de visibilidad de adelantamiento, si el corredor es bidireccional
- Pendientes y longitudes de curva: máximas y mínimas, gálibos vehiculares: peatonales y de ciclousuarios,

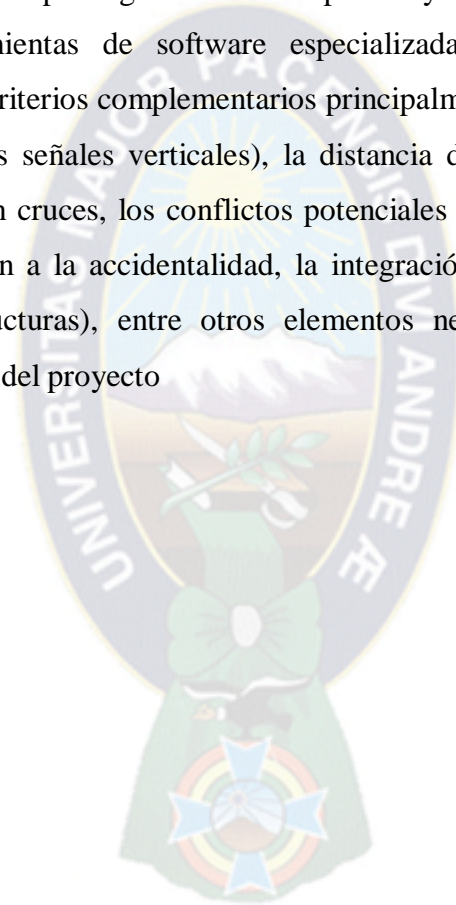
**Paso 4:** los peraltes deben ser diseñados a partir de la definición del peralte máximo, el peralte máximo en vías arteriales e intermedias. El diagrama deberá generarse según los resultados que se obtengan. Grados de Curvatura máximos para diferentes velocidades de diseño y peraltes máximos.

**Pasos 5 y 6:** una vez revisado el diseño de rasantes y peraltes podrán establecerse las cotas de pavimento por eje y borde de calzada, las cuales serán útiles para obtener las rasantes de tales bordes, representadas mediante ejes y rasantes adicionales o polilíneas con elevación. Las cotas de los bordes, además de ser necesarias para la construcción, se requieren para el control altimétrico que debe darse transversalmente entre ejes, para garantizar por ejemplo: zonas con pendiente longitudinal 0% requeridas para estaciones del sistema Transmilenio, separadores con pendientes transversales que garanticen paso peatonal seguro, control de gálibos verticales por borde, control de accesos respecto a la rasante de paramentación, entre otros aspectos.

**Paso 7:** una vez construidos todos los ejes y teniendo las cotas de eje y borde de todos los corredores involucrados se podrá construir una superficie o modelo de elevación digital que permita la visualización del proyecto en tres dimensiones.

**Paso 8:** al modelo en 3D será necesario incorporarle el diseño de espacio público y paisajismo, el diseño estructural, así como el diseño de la señalización vertical, con el fin de visualizar integralmente el proyecto, incluyendo todas las áreas involucradas y permitiendo un mejor acercamiento a las condiciones en que quedaría el proyecto construido.

**Paso 9:** sobre el modelo completo generado en el paso 8 y haciendo uso del criterio del especialista y de herramientas de software especializadas, se podrá identificar el cumplimiento de algunos criterios complementarios principalmente asociados a la distancia de decisión (respecto a las señales verticales), la distancia de visibilidad de parada, los triángulos de visibilidad en cruces, los conflictos potenciales (vehículo-vehículo y con no motorizados), la exposición a la accidentalidad, la integración del diseño con el entorno (árboles, mobiliario, estructuras), entre otros elementos necesarios para la operación eficiente, segura y cómoda del proyecto





## **AREA IV**

### **DESARROLLO DEL TRABAJO**

Esta actividad de desarrollo en cinco fases:

- 4.1. Primera Fase - Recopilación de Información
- 4.2. Segunda Fase - Recursos
- 4.3. Tercera Fase - Trabajo de Campo
- 4.4. Cuarta Fase - Trabajo de Gabinete
- 4.5. Quinta Fase - Resultados

#### **4.1. Primera Fase - RECOPIACION DE INFORMACION**

Es esencial esta información nos permite generar un cierto conocimiento de los datos del lugar y de la documentación existente.

Al inicio de la presente actividad se solicitó la información necesaria referente a la documentación técnico legal del predio a los propietarios de la urbanización, los cuales presentaron:

##### **4.1.1. DATOS LEGALES:**

- Testimonio del propietario actual
- Folio real vigente
- Ultimo impuesto de la gestión 2017
- Normas de urbanización
- Requisitos de aprobación de planimetría
- Solicitud de aprobación de proyecto de urbanización

##### **4.1.2. DATOS TÉCNICOS:**

- Plano de lote Geo referenciado
- Catastro Municipal
- Proyecto de planimetría de Urbanización “San Rafael”

Revisada la documentación técnica y legal, se pudo observar que las documentaciones corresponden a la tercera sección de la provincia murillo corresponde al Gobierno Autónomo Municipal de Achocalla.

## **4.2. Segunda Fase - RECURSOS**

Son todos aquellos elemento que se requieren para que una actividad planificada pueda lograr sus objetivos y con satisfacción, es necesario contar con recursos humanos, logística, y equipos, programas o softwares y materiales de escritorio etc.

### **4.2.1. HUMANOS**

Para esta actividad nos acompañaron tres estudiantes universitarios de último semestre de la carrera de topografía y geodesia de la facultad tecnología UMSA. Con el fin de realizar prácticas de campo y un maestro albañil para la materialización de los mojones de los puntos de control horizontal y vertical.

### **4.2.2. LOGÍSTICA**

Para todas las actividades realizadas en el área en estudio, se empleó vehículo particular vagoneta 4x4, para el traslado del personal y de los equipos y materiales empleados.

### **4.2.3. EQUIPOS EMPLEADOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

Es necesario contar con todos los accesorios correspondientes a cada equipo, como ser: trípodes, tripies, jalones, prismas, cables USB de transferencias, colector de datos, (equipo completo).

Los equipos empleados para esta actividad fueron:

- 2 Equipos GPS L1 L2 GNSS RTK marca SPECTRA Precisión SP80,
- 1 Nivel Automático Marca SOKKIA modelo B40
- 1 Estación total marca SOKKIA modelo SET550RX
- 2 radios, Handy UHF marca MOTOROLA modelo TALKABOUT MR-270
- 1 Cámara Fotográfica digital marca SONY Cyber-Shot
- 1 Computador Portátil marca HP Pavilion Entertainment PC



**Figura 32: Equipos GPS L1 L2 GNSS RTK marca SPECTRA Precisión SP80**  
*Fuente: Elaboración Propia*

## Especificaciones técnicas del SP80

### Especificaciones GNSS

- 240 canales GNSS
  - GPS L1C/A, L1P(Y), L2P(Y), L2C, L5
  - GLONASS L1C/A, L2C/A
  - BeiDou B1 (fase 2), B2
  - Galileo E1, E5a, E5b
  - QZSS L1C/A, L2C, L1SAIF, L5
  - SBAS (WAAS/EGNOS/MSAS/GAGAN)L1C/A
- Soporta servicio a tiempo real de Trimble RTX
- Tecnología Z-Blade patentada para un rendimiento GNSS óptimo
  - Aprovechamiento total de señales de los 6 sistemas GNSS (GPS, GLONASS, BeiDou, Galileo, QZSS y SBAS)
  - Algoritmo de centro GNSS mejorado: detección de señales GNSS totalmente independiente y procesamiento de datos óptimo, incluyendo soluciones solo GPS, solo GLONASS o solo BeiDou (desde autónomo hasta RTK completo)
  - Rápido motor de búsqueda para una adquisición y readquisición rápidas de señales GNSS
- Telemetría SBAS patentada para usar observaciones y órbitas de código y portadora SBAS en el procesamiento RTK
- Strobe™ Correlator patentado para reducir la recepción múltiple GNSS
- Hasta 20 Hz de datos brutos en tiempo real (código y portadora y salida de posición)
- Formatos de datos compatibles: ATOM, CMR, CMR+, RTCM 2.1, 2.2, 2.3, 3.0, 3.1 y 3.2 (incluyendo MSM)
- Salida de mensajes NMEA 0183

### Precisión en tiempo real (RMS) (1)(2)

- SBAS (WAAS/EGNOS/MSAS/GAGAN)**
  - Horizontal: < 50 cm
  - Vertical: < 85 cm
- Posición DGPS en tiempo real**
  - Horizontal: 25 cm + 1 ppm
  - Vertical: 50 cm + 1 ppm
- Tiempo-Real Posicionamiento Kinemático (RTK)**
  - Horizontal: 8 mm + 1 ppm
  - Vertical: 15 mm + 1 ppm
- Red GPS RTK (6)**
  - Horizontal: 8 mm + 0.5 ppm
  - Vertical: 15 mm + 0.5 ppm
- Rendimiento en tiempo real**
  - Inicialización Instant-RTK®
    - Típicamente 2 segundos para líneas de base < 20 km
    - Fiabilidad de hasta el 99,9
  - Rango de inicialización RTK: más de 40 km

### Precisión de posprocesado (RMS) (1)(2)

- Estático y estático rápido**
  - Horizontal: 3 mm + 0,5 ppm
  - Vertical: 5 mm + 0,5 ppm
- Estático de alta precisión (3)**
  - Horizontal: 3 mm + 0,1 ppm
  - Vertical: 3,5 mm + 0,4 ppm
- Características de registro de datos**
- Intervalo de grabación**
  - 0,05 - 999 segundos
- Características físicas**
- Tamaño**
  - 22,2 x 19,4 x 7,5 cm
- Peso**
  - 1,17 kg
- Interfaz de usuario**
  - Pantalla PMOLED gráfica
  - WEB IU (accesible via WIFI) para una configuración sencilla, operabilidad, situación y transferencia de datos
- Interfaz E/S**
  - Enlace serie RS232
  - USB 2.0/UART
  - Bluetooth 2.1 + EDR
  - WiFi (802.11 b/g/n)
  - 3.5G quad-band GSM (850/900/1800/1900 MHz) / penta-band UMTS module (800/850/900/1900/2100 MHz)
- Memoria**
  - Memoria interna de 2 GB (1,5 GB de datos de usuario)
  - Más de un año de datos GNSS brutos de 15 segundos desde 14 satélites
  - Tarjeta de memoria SD/SDHC extraíble (hasta 32 GB)
- Operación**
  - Base y remoto RTK
  - Receptor de red remoto RTK: VRS, FKP, MAC
  - NTRIP, Direct IP
  - Modo CSD
  - Posprocesado
  - RTK bridge
  - RTK repetidor
  - UHF en red
  - Trimble RTX (modem/IP)
- Características ambientales**
  - Temperatura de funcionamiento: -40° a +65 °C (4)
  - Temperatura de almacenamiento: -40° a +85 °C (5)
  - Humedad: 100% de condensación
  - IP67 resistente al agua, al polvo y la arena

### Características ambientales

- Caldas: resiste caldas verticales de 2 m sobre hormigón
- Golpes: ETS300 019
- Vibración: MIL-STD-810F
- Características de alimentación**
  - 2 pilas de ión litio intercambiables en caliente, 38,5 Wh (2 x 7,4 V, 2.600 mAh)
  - Duración de las pilas (dos pilas): 10 horas (GNSS activado, y GSM o UHF Rx activado)
  - Alimentación CC externa: 9-28 V
- Componentes del sistema estándar**
  - Receptor SP80
  - 2 pilas de ión litio
  - Cargador de pilas dual, fuente de alimentación y cable de alimentación internacional
  - Cinta de medición (3,6 m)
  - Bastón extensible 7 cm
  - Cable USB a mini-USB
  - Estuche rígido
  - Garantía de 2 años
- Componentes del sistema opcionales**
  - Kit UHF SP80 (410-470 MHz 2W Trx)
  - Kit de alimentación en campo SP80
  - Kit de alimentación en oficina SP80
  - Colectores de datos
    - Ranger 3
    - T41
    - MobileMapper 50
    - Nomad 1050
  - Software de campo
    - Survey Pro
    - FAST Survey
    - Survey Mobile (Android)
    - Aplicación SPace control para instrumentos de 3ª partes.

### Componentes del sistema estándar

- Receptor SP80
- 2 pilas de ión litio
- Cargador de pilas dual, fuente de alimentación y cable de alimentación internacional
- Cinta de medición (3,6 m)
- Bastón extensible 7 cm
- Cable USB a mini-USB
- Estuche rígido
- Garantía de 2 años

### Componentes del sistema opcionales

- Kit UHF SP80 (410-470 MHz 2W Trx)
- Kit de alimentación en campo SP80
- Kit de alimentación en oficina SP80
- Colectores de datos
  - Ranger 3
  - T41
  - MobileMapper 50
  - Nomad 1050
- Software de campo
  - Survey Pro
  - FAST Survey
  - Survey Mobile (Android)
  - Aplicación SPace control para instrumentos de 3ª partes.

### Software de campo

- Survey Pro
- FAST Survey
- Survey Mobile (Android)
- Aplicación SPace control para instrumentos de 3ª partes.

### Colectores de datos

- Ranger 3
- T41
- MobileMapper 50
- Nomad 1050

### Kit de alimentación en campo SP80

- Survey Pro
- FAST Survey
- Survey Mobile (Android)
- Aplicación SPace control para instrumentos de 3ª partes.

### Kit de alimentación en oficina SP80

- Survey Pro
- FAST Survey
- Survey Mobile (Android)
- Aplicación SPace control para instrumentos de 3ª partes.

### Colectores de datos

- Ranger 3
- T41
- MobileMapper 50
- Nomad 1050

### Software de campo

- Survey Pro
- FAST Survey
- Survey Mobile (Android)
- Aplicación SPace control para instrumentos de 3ª partes.

### Componentes del sistema estándar

- Receptor SP80
- 2 pilas de ión litio
- Cargador de pilas dual, fuente de alimentación y cable de alimentación internacional
- Cinta de medición (3,6 m)
- Bastón extensible 7 cm
- Cable USB a mini-USB
- Estuche rígido
- Garantía de 2 años

### Componentes del sistema opcionales

- Kit UHF SP80 (410-470 MHz 2W Trx)
- Kit de alimentación en campo SP80
- Kit de alimentación en oficina SP80
- Colectores de datos
  - Ranger 3
  - T41
  - MobileMapper 50
  - Nomad 1050
- Software de campo
  - Survey Pro
  - FAST Survey
  - Survey Mobile (Android)
  - Aplicación SPace control para instrumentos de 3ª partes.

### Características ambientales

- Temperatura de funcionamiento: -40° a +65 °C (4)
- Temperatura de almacenamiento: -40° a +85 °C (5)
- Humedad: 100% de condensación
- IP67 resistente al agua, al polvo y la arena

### Operación

- Base y remoto RTK
- Receptor de red remoto RTK: VRS, FKP, MAC
- NTRIP, Direct IP
- Modo CSD
- Posprocesado
- RTK bridge
- RTK repetidor
- UHF en red
- Trimble RTX (modem/IP)

### Memoria

- Memoria interna de 2 GB (1,5 GB de datos de usuario)
- Más de un año de datos GNSS brutos de 15 segundos desde 14 satélites
- Tarjeta de memoria SD/SDHC extraíble (hasta 32 GB)

### Interfaz E/S

- Enlace serie RS232
- USB 2.0/UART
- Bluetooth 2.1 + EDR
- WiFi (802.11 b/g/n)
- 3.5G quad-band GSM (850/900/1800/1900 MHz) / penta-band UMTS module (800/850/900/1900/2100 MHz)

### Interfaz de usuario

- Pantalla PMOLED gráfica
- WEB IU (accesible via WIFI) para una configuración sencilla, operabilidad, situación y transferencia de datos

### Peso

- 1,17 kg

### Tamaño

- 22,2 x 19,4 x 7,5 cm

### Características físicas

- Intervalo de grabación: 0,05 - 999 segundos

### Características de registro de datos

- Estático de alta precisión (3): Horizontal: 3 mm + 0,1 ppm; Vertical: 3,5 mm + 0,4 ppm
- Estático y estático rápido: Horizontal: 3 mm + 0,5 ppm; Vertical: 5 mm + 0,5 ppm

### Precisión de posprocesado (RMS) (1)(2)

- Precisión en tiempo real (RMS) (1)(2): SBAS (WAAS/EGNOS/MSAS/GAGAN): Horizontal: < 50 cm; Vertical: < 85 cm; Posición DGPS en tiempo real: Horizontal: 25 cm + 1 ppm; Vertical: 50 cm + 1 ppm; Tiempo-Real Posicionamiento Kinemático (RTK): Horizontal: 8 mm + 1 ppm; Vertical: 15 mm + 1 ppm; Red GPS RTK (6): Horizontal: 8 mm + 0.5 ppm; Vertical: 15 mm + 0.5 ppm

### Especificaciones GNSS

- 240 canales GNSS: GPS L1C/A, L1P(Y), L2P(Y), L2C, L5; GLONASS L1C/A, L2C/A; BeiDou B1 (fase 2), B2; Galileo E1, E5a, E5b; QZSS L1C/A, L2C, L1SAIF, L5; SBAS (WAAS/EGNOS/MSAS/GAGAN)L1C/A
- Soporta servicio a tiempo real de Trimble RTX
- Tecnología Z-Blade patentada para un rendimiento GNSS óptimo: Aprovechamiento total de señales de los 6 sistemas GNSS (GPS, GLONASS, BeiDou, Galileo, QZSS y SBAS); Algoritmo de centro GNSS mejorado: detección de señales GNSS totalmente independiente y procesamiento de datos óptimo, incluyendo soluciones solo GPS, solo GLONASS o solo BeiDou (desde autónomo hasta RTK completo); Rápido motor de búsqueda para una adquisición y readquisición rápidas de señales GNSS
- Telemetría SBAS patentada para usar observaciones y órbitas de código y portadora SBAS en el procesamiento RTK
- Strobe™ Correlator patentado para reducir la recepción múltiple GNSS
- Hasta 20 Hz de datos brutos en tiempo real (código y portadora y salida de posición)
- Formatos de datos compatibles: ATOM, CMR, CMR+, RTCM 2.1, 2.2, 2.3, 3.0, 3.1 y 3.2 (incluyendo MSM)
- Salida de mensajes NMEA 0183

### Características de alimentación

- 2 pilas de ión litio intercambiables en caliente, 38,5 Wh (2 x 7,4 V, 2.600 mAh)
- Duración de las pilas (dos pilas): 10 horas (GNSS activado, y GSM o UHF Rx activado)
- Alimentación CC externa: 9-28 V

### Componentes del sistema estándar

- Receptor SP80
- 2 pilas de ión litio
- Cargador de pilas dual, fuente de alimentación y cable de alimentación internacional
- Cinta de medición (3,6 m)
- Bastón extensible 7 cm
- Cable USB a mini-USB
- Estuche rígido
- Garantía de 2 años

### Componentes del sistema opcionales

- Kit UHF SP80 (410-470 MHz 2W Trx)
- Kit de alimentación en campo SP80
- Kit de alimentación en oficina SP80
- Colectores de datos: Ranger 3, T41, MobileMapper 50, Nomad 1050
- Software de campo: Survey Pro, FAST Survey, Survey Mobile (Android), Aplicación SPace control para instrumentos de 3ª partes.

### Características ambientales

- Caldas: resiste caldas verticales de 2 m sobre hormigón
- Golpes: ETS300 019
- Vibración: MIL-STD-810F
- Temperatura de funcionamiento: -40° a +65 °C (4)
- Temperatura de almacenamiento: -40° a +85 °C (5)
- Humedad: 100% de condensación
- IP67 resistente al agua, al polvo y la arena

### Operación

- Base y remoto RTK
- Receptor de red remoto RTK: VRS, FKP, MAC
- NTRIP, Direct IP
- Modo CSD
- Posprocesado
- RTK bridge
- RTK repetidor
- UHF en red
- Trimble RTX (modem/IP)

### Memoria

- Memoria interna de 2 GB (1,5 GB de datos de usuario)
- Más de un año de datos GNSS brutos de 15 segundos desde 14 satélites
- Tarjeta de memoria SD/SDHC extraíble (hasta 32 GB)

### Interfaz E/S

- Enlace serie RS232
- USB 2.0/UART
- Bluetooth 2.1 + EDR
- WiFi (802.11 b/g/n)
- 3.5G quad-band GSM (850/900/1800/1900 MHz) / penta-band UMTS module (800/850/900/1900/2100 MHz)

### Interfaz de usuario

- Pantalla PMOLED gráfica
- WEB IU (accesible via WIFI) para una configuración sencilla, operabilidad, situación y transferencia de datos

### Peso

- 1,17 kg

### Tamaño

- 22,2 x 19,4 x 7,5 cm

### Características físicas

- Intervalo de grabación: 0,05 - 999 segundos

### Características de registro de datos

- Estático de alta precisión (3): Horizontal: 3 mm + 0,1 ppm; Vertical: 3,5 mm + 0,4 ppm
- Estático y estático rápido: Horizontal: 3 mm + 0,5 ppm; Vertical: 5 mm + 0,5 ppm

### Precisión de posprocesado (RMS) (1)(2)

- Precisión en tiempo real (RMS) (1)(2): SBAS (WAAS/EGNOS/MSAS/GAGAN): Horizontal: < 50 cm; Vertical: < 85 cm; Posición DGPS en tiempo real: Horizontal: 25 cm + 1 ppm; Vertical: 50 cm + 1 ppm; Tiempo-Real Posicionamiento Kinemático (RTK): Horizontal: 8 mm + 1 ppm; Vertical: 15 mm + 1 ppm; Red GPS RTK (6): Horizontal: 8 mm + 0.5 ppm; Vertical: 15 mm + 0.5 ppm

### Especificaciones GNSS

- 240 canales GNSS: GPS L1C/A, L1P(Y), L2P(Y), L2C, L5; GLONASS L1C/A, L2C/A; BeiDou B1 (fase 2), B2; Galileo E1, E5a, E5b; QZSS L1C/A, L2C, L1SAIF, L5; SBAS (WAAS/EGNOS/MSAS/GAGAN)L1C/A
- Soporta servicio a tiempo real de Trimble RTX
- Tecnología Z-Blade patentada para un rendimiento GNSS óptimo: Aprovechamiento total de señales de los 6 sistemas GNSS (GPS, GLONASS, BeiDou, Galileo, QZSS y SBAS); Algoritmo de centro GNSS mejorado: detección de señales GNSS totalmente independiente y procesamiento de datos óptimo, incluyendo soluciones solo GPS, solo GLONASS o solo BeiDou (desde autónomo hasta RTK completo); Rápido motor de búsqueda para una adquisición y readquisición rápidas de señales GNSS
- Telemetría SBAS patentada para usar observaciones y órbitas de código y portadora SBAS en el procesamiento RTK
- Strobe™ Correlator patentado para reducir la recepción múltiple GNSS
- Hasta 20 Hz de datos brutos en tiempo real (código y portadora y salida de posición)
- Formatos de datos compatibles: ATOM, CMR, CMR+, RTCM 2.1, 2.2, 2.3, 3.0, 3.1 y 3.2 (incluyendo MSM)
- Salida de mensajes NMEA 0183

### Características de alimentación

- 2 pilas de ión litio intercambiables en caliente, 38,5 Wh (2 x 7,4 V, 2.600 mAh)
- Duración de las pilas (dos pilas): 10 horas (GNSS activado, y GSM o UHF Rx activado)
- Alimentación CC externa: 9-28 V

### Componentes del sistema estándar

- Receptor SP80
- 2 pilas de ión litio
- Cargador de pilas dual, fuente de alimentación y cable de alimentación internacional
- Cinta de medición (3,6 m)
- Bastón extensible 7 cm
- Cable USB a mini-USB
- Estuche rígido
- Garantía de 2 años

### Componentes del sistema opcionales

- Kit UHF SP80 (410-470 MHz 2W Trx)
- Kit de alimentación en campo SP80
- Kit de alimentación en oficina SP80
- Colectores de datos: Ranger 3, T41, MobileMapper 50, Nomad 1050
- Software de campo: Survey Pro, FAST Survey, Survey Mobile (Android), Aplicación SPace control para instrumentos de 3ª partes.

### Características ambientales

- Caldas: resiste caldas verticales de 2 m sobre hormigón
- Golpes: ETS300 019
- Vibración: MIL-STD-810F
- Temperatura de funcionamiento: -40° a +65 °C (4)
- Temperatura de almacenamiento: -40° a +85 °C (5)
- Humedad: 100% de condensación
- IP67 resistente al agua, al polvo y la arena

### Operación

- Base y remoto RTK
- Receptor de red remoto RTK: VRS, FKP, MAC
- NTRIP, Direct IP
- Modo CSD
- Posprocesado
- RTK bridge
- RTK repetidor
- UHF en red
- Trimble RTX (modem/IP)

### Memoria

- Memoria interna de 2 GB (1,5 GB de datos de usuario)
- Más de un año de datos GNSS brutos de 15 segundos desde 14 satélites
- Tarjeta de memoria SD/SDHC extraíble (hasta 32 GB)

### Interfaz E/S

- Enlace serie RS232
- USB 2.0/UART
- Bluetooth 2.1 + EDR
- WiFi (802.11 b/g/n)
- 3.5G quad-band GSM (850/900/1800/1900 MHz) / penta-band UMTS module (800/850/900/1900/2100 MHz)

### Interfaz de usuario

- Pantalla PMOLED gráfica
- WEB IU (accesible via WIFI) para una configuración sencilla, operabilidad, situación y transferencia de datos

### Peso

- 1,17 kg

### Tamaño

- 22,2 x 19,4 x 7,5 cm

### Características físicas

- Intervalo de grabación: 0,05 - 999 segundos

### Características de registro de datos

- Estático de alta precisión (3): Horizontal: 3 mm + 0,1 ppm; Vertical: 3,5 mm + 0,4 ppm
- Estático y estático rápido: Horizontal: 3 mm + 0,5 ppm; Vertical: 5 mm + 0,5 ppm

### Precisión de posprocesado (RMS) (1)(2)

- Precisión en tiempo real (RMS) (1)(2): SBAS (WAAS/EGNOS/MSAS/GAGAN): Horizontal: < 50 cm; Vertical: < 85 cm; Posición DGPS en tiempo real: Horizontal: 25 cm + 1 ppm; Vertical: 50 cm + 1 ppm; Tiempo-Real Posicionamiento Kinemático (RTK): Horizontal: 8 mm + 1 ppm; Vertical: 15 mm + 1 ppm; Red GPS RTK (6): Horizontal: 8 mm + 0.5 ppm; Vertical: 15 mm + 0.5 ppm

### Especificaciones GNSS

- 240 canales GNSS: GPS L1C/A, L1P(Y), L2P(Y), L2C, L5; GLONASS L1C/A, L2C/A; BeiDou B1 (fase 2), B2; Galileo E1, E5a, E5b; QZSS L1C/A, L2C, L1SAIF, L5; SBAS (WAAS/EGNOS/MSAS/GAGAN)L1C/A
- Soporta servicio a tiempo real de Trimble RTX
- Tecnología Z-Blade patentada para un rendimiento GNSS óptimo: Aprovechamiento total de señales de los 6 sistemas GNSS (GPS, GLONASS, BeiDou, Galileo, QZSS y SBAS); Algoritmo de centro GNSS mejorado: detección de señales GNSS totalmente independiente y procesamiento de datos óptimo, incluyendo soluciones solo GPS, solo GLONASS o solo BeiDou (desde autónomo hasta RTK completo); Rápido motor de búsqueda para una adquisición y readquisición rápidas de señales GNSS
- Telemetría SBAS patentada para usar observaciones y órbitas de código y portadora SBAS en el procesamiento RTK
- Strobe™ Correlator patentado para reducir la recepción múltiple GNSS
- Hasta 20 Hz de datos brutos en tiempo real (código y portadora y salida de posición)
- Formatos de datos compatibles: ATOM, CMR, CMR+, RTCM 2.1, 2.2, 2.3, 3.0, 3.1 y 3.2 (incluyendo MSM)
- Salida de mensajes NMEA 0183

### Características de alimentación

- 2 pilas de ión litio intercambiables en caliente, 38,5 Wh (2 x 7,4 V, 2.600 mAh)
- Duración de las pilas (dos pilas): 10 horas (GNSS activado, y GSM o UHF Rx activado)
- Alimentación CC externa: 9-28 V

### Componentes del sistema estándar

- Receptor SP80
- 2 pilas de ión litio
- Cargador de pilas dual, fuente de alimentación y cable de alimentación internacional
- Cinta de medición (3,6 m)
- Bastón extensible 7 cm
- Cable USB a mini-USB
- Estuche rígido</



**Figura 34: Nivel Automático Marca SOKKIA modelo B40**  
*Fuente: Elaboración Propia*

Especificaciones			
	B20	B30	B40
<b>Telescopio</b>			
Longitud	215 mm		
Aumentos	32x	28x	24x
Apertura de objetivo	42 mm	36 mm	32 mm
Resolución	3"	3,5"	4"
Campo visual (a 100 m)	1°20' (2,3m)	1°25' (2,5 m)	
Distancia de enfoque mínima	0,2 m desde el final del telescopio 0,3 m desde el centro del instrumento		
Imagen	Erecta		
Patrón de retículo	Cuña	Línea transversal	
Mando de enfoque	2 velocidades	1 velocidad	
Ayuda de mira	Mira dióptica		Visor colimador
<b>Precisión (desviación estándar para nivelación de doble recorrido de 1 km)</b>			
Sin micrómetro	0,7 mm	1,5 mm	2,0 mm
Con micrómetro	0,5 mm		
<b>Compensador</b>			
Tipo	Compensador de péndulo con sistema amortiguador magnético		
Precisión de ajuste/rango	0,3"/±15'	0,5"/±15'	
<b>Círculo horizontal</b>			
Diámetro	103 mm		
Graduaciones	1°/ 1gon		
<b>General</b>			
Movimiento horizontal	Sin sujeción, sin fin, mandos por ambos lados		
Resistencia al agua	IPX6 (IEC 60529:2001)		
Temperatura de funcionamiento	Entre -20 y +50°C		
Tamaño (an. x l. x al.)	130 x 215 x 140 mm		130 x 215 x 135 mm
Peso	1,85 kg	1,7 kg	

**Figura 35: Especificaciones Técnicas, Nivel Automático Marca SOKKIA modelo B40**  
*Fuente: [www. www.sokkia.eu](http://www.sokkia.eu)*



**Figura 36: Estación Total marca SOKKIA modelo SET550RX**  
Fuente: *Elaboración Propia*

### Series50RX Specifications

Reflectorless Total Stations SET250RX-SET350RX-SET550RX-SET650RX

Model		SET250RX	SET350RX	SET550RX	SET650RX
Telescope		Fully transiting, coaxial sighting and distance measuring optics			
Magnification / Resolving power		30x / 2.5"			
Others		Length: 171mm (6.7in.), Objective aperture: 45mm (1.8in.) (48mm (1.9in.) for EDM), Image: Erect, Field of view: 1°30' (26m/1,000m), Minimum focus: 1.3m (4.3ft.), Reticle illumination: 5 brightness levels			
Angle measurement		Absolute rotary encoder scanning, both circles adopt diametrical detection			
Display resolution		1" / 5", 0.0002 / 0.001gon, 0.005 / 0.02mil, selectable			
Accuracy (ISO 17123-3:2001)		2" / 0.6mgon / 0.01mil	3" / 1mgon / 0.015mil	5" / 1.5mgon / 0.025mil	6" / 1.9mgon / 0.03mil
IACS (Independent Angle Calibration System)		Provided			
Measurement mode	H	Clockwise / Counterclockwise, 0 set, Hold, Angle input, Repetition			
	V	Zenith 0 / Horizontal 0 / Horizontal 0± / Slope in %			
Dual-axis compensator / Collimation compensation		Dual-axis liquid tilt sensor, working range: ±6" (±111mgon) / Collimation compensation available			
Fine motion screws		2-speed motion		1-speed motion	
Distance measurement		Modulated laser, phase comparison method with red laser diode (690nm)			
Laser output <sup>1</sup>		Reflectorless mode: Class 3R / Prism/sheet mode: Class 1			
Measuring range	Reflectorless <sup>2</sup>	0.3 to 400m (1.0 to 1,310ft.)			
(under average conditions <sup>2,3</sup> )	Reflective sheet <sup>4</sup>	RS90N-K: 1.3 to 500m (4.3 to 1,640ft.), RS50N-K: 1.3 to 300m (4.3 to 980ft.), RS10N-K: 1.3 to 100m (4.3 to 320ft.)			
	Mini prisms	CP01: 1.3 to 2,500m (8,200ft.), OR1PA: 1.3 to 500m (1,640ft.)			
	One AP prism	1.3 to 4,000m (4.3 to 13,120ft.) / Under good conditions <sup>2</sup> : 1.3 to 5,000m (16,400ft.)			
	Three AP prisms	to 5,000m (16,400ft.) / Under good conditions <sup>2</sup> : to 6,000m (19,680ft.)			
Unit		Meter, Foot, Foot + inch, US foot, US foot + inch			
Display resolution		Fine/Rapid: 0.001m / 0.01ft. / 1/8in., Tracking: 0.01m / 0.1ft. / 1/2in.			
Accuracy <sup>2</sup>	Reflectorless <sup>2</sup>	0.3 to 200m: (3 + 2ppm x D) mm, over 200 to 350m: (5 + 10ppm x D) mm, over 350 to 400m: (10 + 10ppm x D) mm			
(ISO 17123-4:2001)	Reflective sheet <sup>4</sup>	(3 + 2ppm x D) mm			
	AP/CP prism	(2 + 2ppm x D) mm			
Measuring mode		Fine (single / repeat / average), Rapid (single / repeat), Tracking			
Measuring time <sup>5</sup>		Fine: 0.9s (initial 1.7s), Rapid: 0.7s (initial 1.4s), Tracking: 0.3s (initial 1.4s)			
Measuring beam spot size in reflectorless mode	Height x Width	3 x 5mm@2m, 6.5 x 7mm@10m, 13 x 14mm@40m			
Connections		1.2 x 2m,@6.6ft., 2.5 x 28m,@33ft., 7.5 x 55m,@131ft.			
Interface and Data management		Earth curvature & refraction (K=0.142/0.20/none) / Sea level correction / Scale factor (0.5 to 2.0)			
Display / Keyboard		Graphic LCD, 192 x 80 dots, backlight, contrast adjustment / Alphanumeric keyboard, 27 keys with backlight			
Control panel location		On both faces			
Data storage	Internal memory	Approx. 10,000 points			
	Plug-in memory device	SD card and SDHC card (max. 4GB) / USB flash memory (max. 4GB)			
Interface		Serial RS-232C (baud rate: 1,200 to 38,400bps)			
Bluetooth modem (option) <sup>7</sup> / SFX data transfer		Bluetooth Class 2, Ver.1.2 / SFX data transfer via Bluetooth connection with a cellular phone supporting GPRS			
<b>General</b>					
Laser pointer <sup>8</sup>		Coaxial red laser using EDM beam			
Guide light <sup>4</sup>		Green LED (524nm) and Red LED (626nm), Operating range: 1.3 to 150m (4.3 to 490ft.), Class 1 LED			
Levels	Plate level	30" / 2mm		40" / 2mm	
	Graphic / Circular	Graphic display range: ±6" (inner circle), Digital display range: ±6°30" / Circular level: 10" / 2mm			
Laser plummet (option)		Red laser diode (635nm±10nm), Beam accuracy: ≤1.0mm@1.3m, Class 2 laser product			
Optical plummet		Magnification: 3x, Minimum focus: 0.3m (11.8in.) from tribrach bottom			
Dust and water protection / Tribrach		IP66 (IEC 60529:2001) / Detachable tribrach (WA200)			
Operating temperature	Standard models	-20 to +50°C (-4 to +122°F)			
	High Temperature models <sup>9</sup>	-20 to +60°C (-4 to +140°F) <sup>10</sup>			
	Low Temperature models <sup>9</sup>	-30 to +50°C (-22 to +122°F)			
Size with handle & battery		W166 x D180 x H341mm (W6.5 x D7.1 x H13.5in.)			W166 x D173 x H341mm (W6.5 x D6.8 x H13.5in.)
Weight with handle & battery	Standard/High Temp. models	5.6kg (12.3 lb.)	5.5kg (12.1 lb.)	5.4kg (11.9 lb.)	
	Low Temperature models	5.6kg (12.3 lb.)			
Power supply					
Battery	BDC46B detachable battery	Li-ion rechargeable battery (7.2V, 2.4Ah), two batteries included in 2", 3", 5" models, one for 6" model			
Operating time (distance & angle) <sup>11</sup>	BDC46B detachable battery	Approx. 8.5 hours, approx. 12.5 hours in angle measurement only			
External battery (option) <sup>12</sup>	BDC60: approx. 25 hours, BDC61: approx. 30 hours				
External power <sup>12</sup>	Input voltage	6.0 to 8.0V DC			
Automatic power cut-off		5/10/15/30 minutes after operation / none, selectable			
Software					
Onboard programs		Resection, 3D Coordinate Measurement, Setting-out, Set-out Line, Set-out Arc, Point Projection, Intersection, Traverse Adjustment, Single-distance offset, Two-distance offset (hidden point), Off-set-angle, MLM (Missing Line Measurement), REM (Remote Elevation Measurement), Area Calculation			

**Figura 37: Especificaciones Técnicas, Estación Total marca SOKKIA modelo SET550RX**  
Fuente: [www.sokkia.com.sg](http://www.sokkia.com.sg)

### **4.3. Tercera Fase - TRABAJO DE CAMPO**

#### **4.3.1. RECONOCIMIENTO DE CAMPO**

La actividad inicial fue el de realizar el reconocer de campo del lugar de trabajo. En base a la información técnica proporcionada por el propietario se pudo identificar los límites y vértices de la urbanización, las avenidas y calles correspondientes al área de trabajo, identificar el lugar donde se implantarán los puntos de control horizontal y vertical y demás puntos auxiliares para el relevamiento topográfico.

#### **4.3.2. MONUMENTACIÓN DE PUNTOS DE CONTROL HORIZONTAL Y VERTICAL**

Una vez identificado los lugares donde se monumentaran los dos puntos de control se procedió a la materialización de los mojones para lo cual se empleó material de hormigón ciclópeo vaciados in situ y al centro del mojon lleva un clavo de calamina, posteriormente los dos mojones fueron pintados con pintura al aceite de color blanco. Estos dos puntos de control horizontal y vertical conformaran la poligonal base para el levantamiento topográfico planialtimetrico.



**Figura 38: Punto de Control Materializado**  
**Fuente:** *Elaboración Propia*

#### **4.3.3. DENSIFICACIÓN DE PUNTOS DE CONTROL CON (GPS DE PRECISIÓN)**

Las sesiones satelitales se realizaron sobre los dos puntos materializados, empleando equipos Geodésicos GPS de precisión de doble frecuencia marca SPECTRA Precisión SP80. El método empleado fue sesión estático en modo diferencial.

Los equipos fueron configurados e introducidos los siguientes datos:

Equipo Geodésico Serie	5520550119	5524550511
Nombre del Punto:	GPS-1	GPS-2
Altura Instrumento:	1.543 Metro	2.025 Metro
Marcará de Elevación:	15 Grados	15 Grados
Intervalo de registro de datos cada:	15 Segundos	15 Segundos
Tiempo de sesión:	140 Minutos	62 Minutos



**Figura 39: Sesión Satelital con Equipos GPS de Precisión**  
**Fuente: Elaboración Propia**

#### **4.3.4. ARRASTRE DE COTAS CON (NIVEL DE INGENIERO)**

Para determinar las alturas niveladas de los puntos de control horizontal GPS1 y GPS2, se tuvo que realizar el arrastre de cotas desde el punto de control vertical **E101** hasta llegar a los puntos de control horizontal GPS1 y GPS2, por el método de Nivelación Geométrica, empleando un nivel de topográfico (Nivel Automático Marca SOKKIA modelo B40), el arrastre de cota se realizó mediante la nivelación Geométrica - Compuestas que consiste en realizar varias estaciones intermedios o puntos de liga hasta llegar a los puntos finales GPS1 y GPS2,

La altura nivelada del punto de Control vertical **E101**, fue determinado por el instituto geográfico militar, para el proyecto de la Red Geodésica Municipal de El Alto de 2008.



**Figura 40: Ruta de Arrastre de Cota**  
Fuente: *Elaboración Propia*



**Figura 41: Nivelación Sobre los Puntos de Control Horizontal GPS1 y GPS2**  
Fuente: *Elaboración Propia*



#### 4.3.5. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON (ESTACIÓN TOTAL)

Antes de realizar el levantamiento topográfico planialtimétrico, previamente fue ajustado los datos de los puntos densificados y calculados compensados los valores de las cotas producto de la nivelación Geométrica – Compuesta, estos valores o datos absolutos fueron introducidos al equipo estación total (marca SOKKIA modelo SET550RX) para tener resultados eficientes:

Datos de configuración inicial e introducida al equipo Estación Total:

Archivo o JOB:	ALEJO_LOPEZ
Factor de Escala:	1.0000
Método del Levantamiento:	Radiación
Coordenadas punto ocupado GPS1:	588043.506, 8161781.586, 3959.966
Coordenadas punto atrás GPS2:	588129.982, 8161726.706, 3962.938
Altura de Instrumento:	1.311 Metros
Altura de Prisma:	1.510 Metros
Constante de Prisma:	-30 mm
Operador:	Macedonio Quispe Huanca
Fecha y hora:	09-09-20217, 09: 15 AM
Clima:	Bueno
Viento:	Ligero
Temperatura:	10°C
Presión atmosférica:	460 mmHg,
Corrección por Refracción:	SI

Una vez introducida los valores al equipo estación total, el equipo en su memoria interna podrá calcular la corrección por Refracción, la corrección Atmosférica en función a la presión y temperatura, la corrección Geométrica en función a los factores de escala y de elevación.

Las coordenadas introducidas Este, Norte y Elevación son coordenadas topográficas y altura nivelada (Ver anexo 2.2).

La planimetría proporcionada elaborada de la urbanización San Rafael presenta factor de escala = 1.0000, realizando un análisis de factores se decidió efectuar el levantamiento topográfico en el sistema de referencia local introduciendo las coordenadas topográficas al

equipo estación total el mismo factor de la planimetría, para no crear confusiones de medidas ni desplazamientos.



**Figura 42: Levantamiento Topográfico con Estación Total**  
Fuente: *Elaboración Propia*

Para realizar el levantamiento topográfico del área con estación total, se consideró los puntos de control horizontal y vertical GPS1 y GPS2 como línea base definida por dos puntos, el punto GPS1 fue nuestra estación o punto de partida, el punto GPS2 como punto atrás o de imposición, el método empleado para levantamiento fue por radiación.

#### **4.4. Cuarta Fase - TRABAJO DE GABINETE**

El trabajo topográfico de gabinete es muy importante, ya que dependerá de esta actividad la obtención de información para la elaboración de planos finales.

El trabajo de gabinete consiste en realizar los cálculos, procesar los datos, diseñar los planos, transcribir documentaciones etc.

Para el desarrollo de todo el trabajo de gabinete se empleó un computador u/o ordenador de escritorio que es capaz de almacenar, graficar y procesar datos.

#### **4.4.1. SOFTWARES EMPLEADOS EN TRABAJO DE GABINETE**

Los Softwares más importantes empleados en trabajo topográfico de gabinete fueron:

- **Spectra Precision Survey Office versión 3.90.1, con llave física.** Software para transformar, procesar y analizar datos de GPS y GNSS de la marca SPECTRA Precisión SP80.
- **SOKKIALink versión 2.20.** Software para descargar o transferir, transformar, analizar datos de estación total de la marca SOKKIA modelo SET550RX.
- **Autodesk Land Desktop 2005, Civil Design y Survey.** Este Software de Diseño nos permite modelar el terreno en 3D, y también diseñar los planos en 2D,
- **Microsoft Excel 2010.** programa de aplicación de hoja de cálculos, aplicable para realizar cálculos y compensaciones de los datos producto de la nivelación geométrica – compuesta.
- **Microsoft Office Picture Manager 2010.** este programa nos permite editar, corregir, compartir y ver imagen o fotografías.
- **Microsoft Word 2010.** Es una herramienta muy importante, nos permite editar documentos texto, como la presente memoria laboral

#### **4.4.2. POST PROCESO DE DATOS GPS**

Para determinar las coordenadas absolutas de los puntos densificados GPS1 y GPS2, Se empleó el software Spectra Precision Survey Office versión 3.90.1, con llave física. Previamente se tuvo que adquirir las coordenadas absolutas y los datos crudos de la estación continua LPZB,

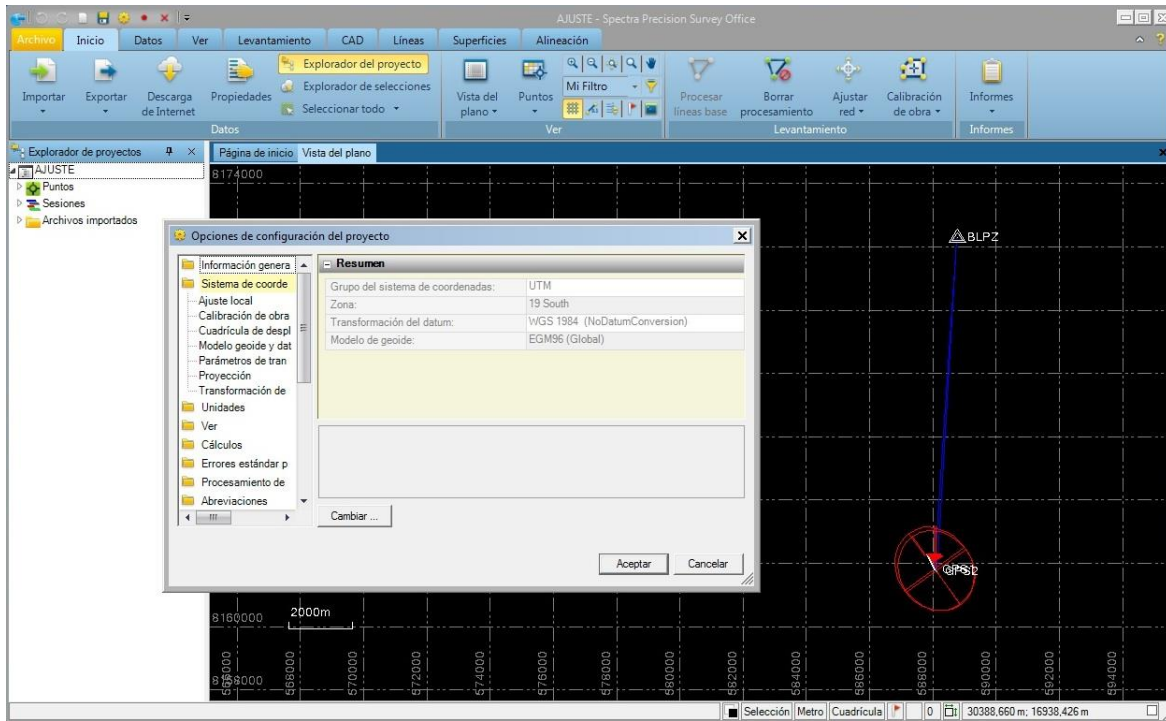
La conversión de datos crudos a archivos Rinex de los datos (LPZB, GPS1 y GPS2) se realizó con el software (RINEX Converter 4.2.5).

Atraves del software Spectra Precision Survey Office versión 3.90.1 se realizó el respectivo post-proceso de los vectores resultantes, para obtener precisión se utilizó el método

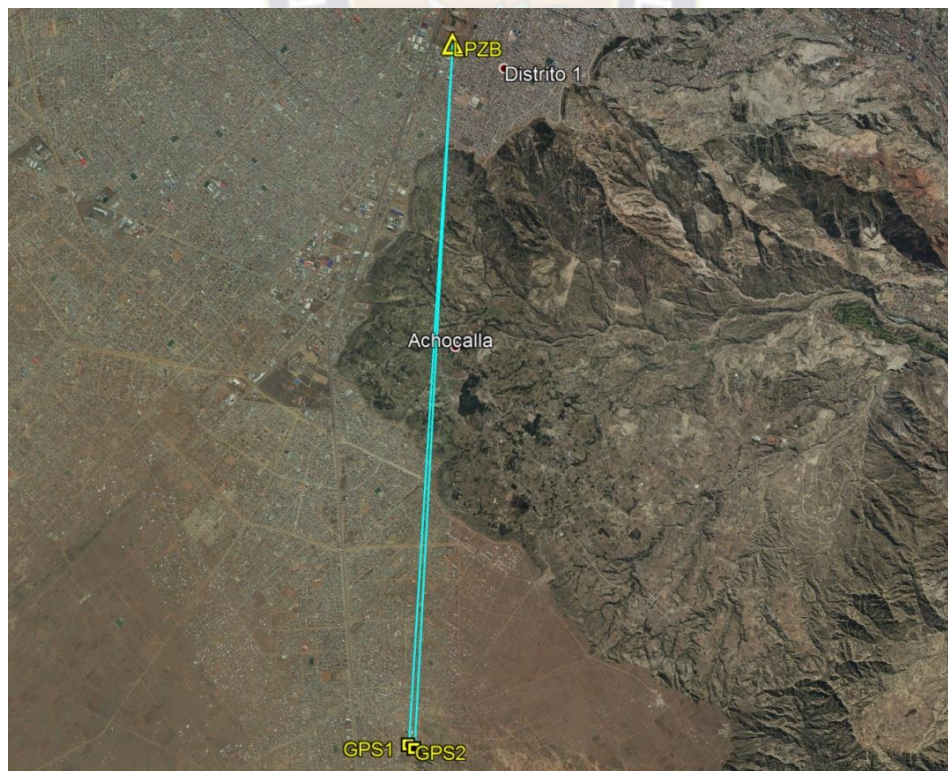
diferencial DGPS y el ajuste por mínimos cuadrados los cuales eliminan los errores generados por el sistema GPS y por las condiciones atmosféricas.

#### 4.4.2.1. PASOS SEGUIDOS PARA REALIZAR EL POST PROCESO

- Descargar los archivos al ordenador
- Crear carpetas en el ordenador de manera ordenada organizada
  - Día Juliano (DJ262\_2017)
    - ✓ Datos Crudo
      - Base
      - Rover
    - ✓ Datos Rinex
      - Base
      - Rover
    - ✓ Post Proceso
- Configuraciones Generales:
  - Proyección: U.T.M.
  - Elipsoide: WGS-84
  - Zona: 19 S
  - Modelo Geoide: EGM96
- Importación de datos GPS al software
- Verificación y supervisión de datos GPS
- Definición del punto de control horizontal LPZB como punto fijo
- Reprocesamiento diferencial por códigos y fases
- Análisis de los resultados del proceso
- Generación de informes
- Exportación de información a otro software (DXF, DWG, ASCII, CD)



**Figura 43: Post Proceso de datos GPS en el Software Spectra Precision Survey Office**  
**Fuente: Elaboración Propia**



**Figura 44: Exportación de Vectores y Puntos GPS a Google Earth**  
**Fuente: Elaboración Propia**

Las monografías de los puntos de control horizontal LPZB y de los puntos densificados GPS1, GPS2 se encuentran en los Anexo 1 (ver Anexos 1.1, 1.2, 1.3)

#### **4.4.3. CÁLCULO DE LA NIVELACIÓN GEOMÉTRICA COMPUESTA**

Para el cálculo de una nivelación tenemos varios procedimientos, el más sencillo es el de las sumatorias para este caso debemos agrupar todas las lecturas “hacia atrás”(es decir hacia el punto de partida) por un lado y todas las lecturas hacia “adelante” (es decir hacia el punto de llegada). El otro caso es el cálculo del plano visual más sencillo y rápido, no es más que ir realizando sucesivas nivelaciones simples, las cuales con una calculadora se realizan en el momento y se pueden comprobar y controlar en el lugar sin pérdida de tiempo.

$(\sum \text{lecturas atrás} - \sum \text{lecturas adelante})$

Una vez concluida el trabajo de campo se procedió a realizar los cálculos y compensaciones de los datos recogidos de campo, producto de un encadenamiento de observaciones. Los cuales fueron transcritos al programa Microsoft office Excel. (Ver Anexo 2.1)

#### **4.4.3.1. GRADO DE PRECISIÓN Y COMPENSACIÓN DE ERRORES DE LA NIVELACIÓN**

Cuando se hace una nivelación cerrada, se debe sumar las lecturas de mira de atrás y se debe igualar con la suma de las lecturas de mira adelante; si estas no son iguales entonces, tenemos un error de cierre, que es la diferencia de las sumas anteriores. Para hacer la corrección de cierre, existen métodos: en función del camino recorrido, en función al número de posiciones instrumentales.

Precisiones:

Primer orden:  $\pm (4 \text{ mm } \sqrt{k})$

Segundo orden:  $\pm (8 \text{ mm } \sqrt{k})$

Tercer orden:  $\pm (12 \text{ mm } \sqrt{k})$

k = Distancia en kilometro

Para el presente cálculo tomamos el de en función del camino recorrido o la distancia recorrida en kilómetros.

Datos:

Distancia k: 960 metros  
 Error de cierre: -0.008 metro  
 Precisión: de Segundo Orden

PLANILLA DE NIVELACION GEOMETRICA - COMPUESTA							error		
Operador: MACEDONIO QUISPE HUANCA							Cota inicial IGM	3938,199	
Fecha: 21 de septiembre 2017							Cota de Llegada Nivelada	3938,207	
De: E101		A		GPS-2		Instrumento: SOKKIA B 40			
							Error - diferencia	-0,008	
Progresiva O pto.	Lecturas			Cota Instrumental	Cota	Error	Cota Compensada		
	Atrás	Intermedia	Adelante					Punto	Cota
1	E-101	2,160		3940,359	<b>3938,199</b>		<b>3938,199</b>	<b>Resultados</b>	
2	1	1,942	0,900	3941,401	3939,459	0,000	3939,459	<b>Punto</b>	<b>Cota</b>
3	2	1,668	1,290	3941,779	3940,111	0,000	3940,111	E-101	3938,199
4	3	2,195	0,641	3943,333	3941,138	-0,001	3941,137	<b>GPS-1</b>	<b>3959,966</b>
5	4	2,679	1,368	3944,644	3941,965	-0,001	3941,964	<b>GPS-2</b>	<b>3962,938</b>
6	5	2,383	0,425	3946,602	3944,219	-0,002	3944,217	Mojon	<b>3955,171</b>
7	6	2,265	0,384	3948,483	3946,218	-0,002	3946,216		
8	7	3,471	0,239	3951,715	3948,244	-0,002	3948,242		
9	8	2,931	0,476	3954,170	3951,239	-0,002	3951,237		
10	9	3,199	0,611	3956,758	3953,559	-0,003	3953,556		
11	Mojon		1,584		3955,174	-0,003	3955,171		
12	10	3,790	0,261	3960,287	3956,497	-0,003	3956,494		
13	11	2,642	0,981	3961,948	3959,306	-0,004	3959,302		
14	GPS-1	3,100	1,978	3963,070	<b>3959,970</b>	-0,004	<b>3959,966</b>		
15	12	1,836	0,824	3964,082	3962,246	-0,004	3962,242		
16	GPS-2	0,921	1,140	3963,863	<b>3962,942</b>	-0,004	<b>3962,938</b>		
17	GPS-1 (vuelta)	0,555	3,891	3960,527	3959,972	-0,005	3959,967		
18	vuelta	0,356	3,091	3957,792	3957,436	-0,005	3957,431		
19	vuelta	1,209	2,141	3956,860	3955,651	-0,005	3955,646		
20	vuelta	0,581	3,580	3953,861	3953,280	-0,005	3953,275		
21	8(vuelta)	0,180	2,619	3951,422	3951,242	-0,006	3951,236		
22	7	0,702	3,175	3948,949	3948,247	-0,006	3948,241		
23	6	0,755	2,729	3946,975	3946,220	-0,006	3946,214		
24	5	0,586	2,752	3944,809	3944,223	-0,007	3944,216		
25	4	1,365	2,840	3943,334	3941,969	-0,007	3941,962		
26	3	0,694	2,189	3941,839	3941,145	-0,007	3941,138		
27	2	1,354	1,720	3941,473	3940,119	-0,007	3940,112		
28	1	1,022	2,008	3940,487	3939,465	-0,008	3939,457		
29	E-101		2,280	3938,207	3938,207	-0,008	<b>3938,199</b>		

Figura 45: Planilla de Compensación de Errores de Nivelación (Excel)

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.4.4. TRANSFERENCIA DE DATOS DE ESTACIÓN TOTAL - PC

La transferencia de datos es el volumen de datos que fluye a través de una línea de conectividad.

Los pasos seguidos fueron:

- Preparar la estación total para transferir conectando el cable (USB to Serial Convert) a PC
- Abrir el programa SokkiaLink
  - Realizar la conexión
  - Transferencia de datos (Send Data)
  - Grabar en un directorio (.sdr)
  - Importar los datos medidos (.sdr)
  - Exportar a (.dxf)

The screenshot shows the SokkiaLink software interface. The main window title is "Field Book/Reduced Coordinates - [SAMPLE] / [RELEVAMIENTO-gabinete2.sdr] - [Unit : Meters<m> / Degrees<dd.mmss>]". The interface includes a menu bar with "SDR20/SDR33", "Obs", "Open Data", "Drawing", and "Export". Below the menu is a table with columns: Pt., Rec. Type, DC, East/Hor, North/Vert, Elev./Dist, and Code. The table contains several rows of data, including station settings and a list of points with their coordinates and codes.

Pt.	Rec. Type	DC	East/Hor	North/Vert	Elev./Dist	Code
	Fbk Setting		Atmos Crn: No C&R Crn: No Ref: Const: 0.14	Sea Level Crn: No Include Elev.: Yes		
	JOB	NM	Job ID: >RED EXPORT 33	SAMPLE/RELEVAMIENTO-gab		
	NOTE	NM	Angle Unit: Degrees			
	NOTE	DU	1:Meters:			
	NOTE	NM	Pressure Unit: MmHg			
	NOTE	NM	Temperature Unit: Celsius			
	NOTE	NM	Coordinate Format: E-N			
	NOTE	CC	Plane Curvature Correction: Y			
	SCALE	NM	S.F.: 1.00000000			
1	STN	TP	East: 588043.516 Theo Ht: 1.311	North: 8161781.593	Elev: 3959.966	E
1	BKB	TP	Azimuth: 344.1444	Hor Obs: 0.0000		
2	POS	KI	East: 588129.971	North: 8161726.700	Elev: 3962.935	GPS2

On the right side, there are control panels for "Inst. Pt.", "User Input", "BS Pt.", "User Input [dd.mmss]", and "Edit". The "Inst. Pt." panel shows Pt. 1 with Theo Ht. 1.311 and coordinates N 8161781.593, E 588043.516, Z 3959.966. The "BS Pt." panel shows Pt. 1 with Azimuth 344.1444 and H. Angle 0.0000. The "Edit" panel shows Pt. 2 with Feature Code GPS2, Azimuth 122.2446, Zenith 89.0421, S. Dist 102.423, and coordinates N 8161726.700, E 588129.971, Z 3962.935. Buttons for "Update All", "[1] Update", "Azimuth Calc.", "Swing Calc.", "Edit", "Insert", and "Delete" are visible.

**Figura 46: Planilla de Levantamiento Topográfico (SokkiaLink)**

**Fuente: Elaboración Propia**

Todas las planillas completas referente al levantamiento topográfico se podrán ver en los anexos 2.3.



#### 4.4.5. DISEÑO DE PLANOS PLANIALTIMÉTRICOS

Para los diseños de planos planialtimétricos se empleó el programa Autodesk Land Desktop 2005, a la vez viene incorporado las aplicaciones Civil Design y Survey. Este Software nos permite modelar el terreno en 3D, y también diseñar los planos en 2D,

Para iniciar el trabajo en el programa es necesario crear una carpeta donde se generara automáticamente sus respectivas capas, datos, red de triangulaciones, curvas de nivel, alineamientos horizontales y verticales, secciones, perfiles etc.

Una vez ingresado al programa de deberá realizar las configuraciones como ser: unidades y precisión, escala, zona de proyección, orientación, tamaño de papel etc.

La configuración es de vital importancia para obtener resultados óptimos fiables y el producto final.

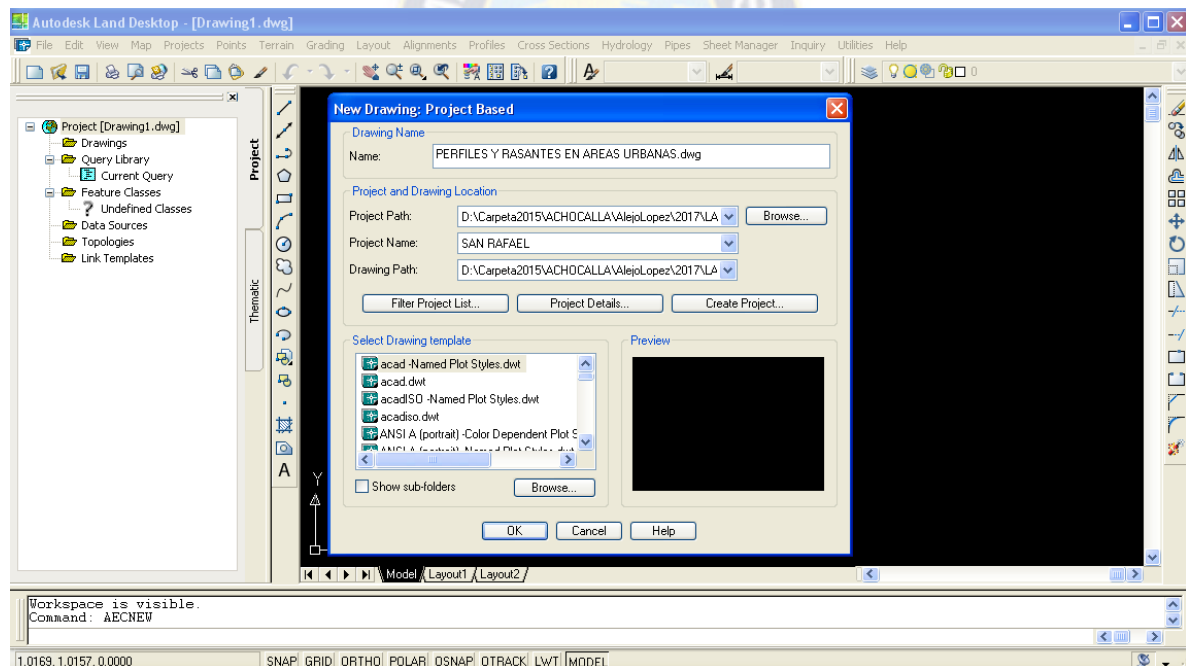


Figura 47: Inicio del Programa Autodesk Land Desktop 2005

Fuente: *Elaboración Propia*

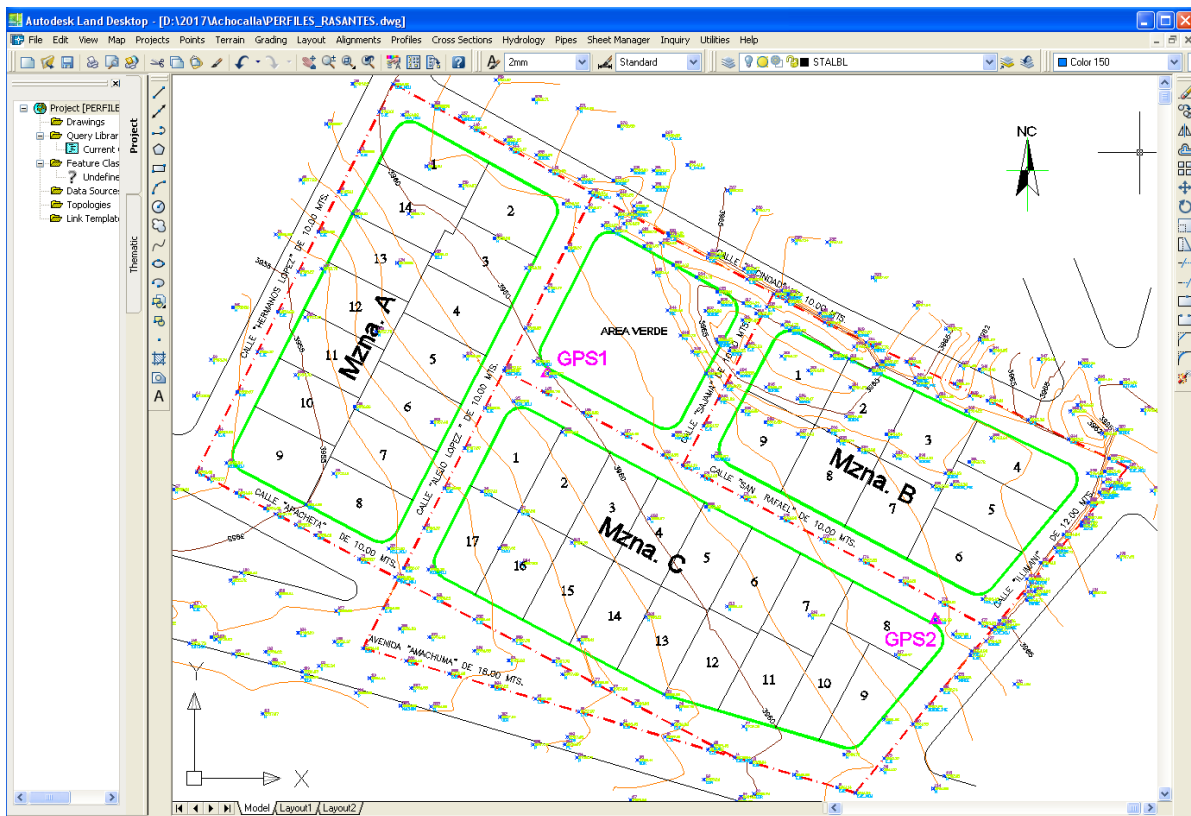
#### 4.4.5.1. IMPORTACIÓN DE PUNTOS TOPOGRÁFICO

Para importar los puntos topográficos debemos tener coordenadas con los tres componentes (X,Y,Z) los puntos son los elementos básicos para generar la superficie del terreno.

#### 4.4.5.2. CREACIÓN DE SUPERFICIE O DTM (DIGITAL TERRAIN MODEL)

Un DTM (digital Terrain Model) es una representación geométrica tridimensional de la superficie.

- Previamente se deberá generar una red de triangulación TIN que es la base para la generación de curvas de nivel.
- La generación de curvas de nivel se realizó con intervalos de: curvas índice cada 5 metros, curvas secundarias cada 1 metro.



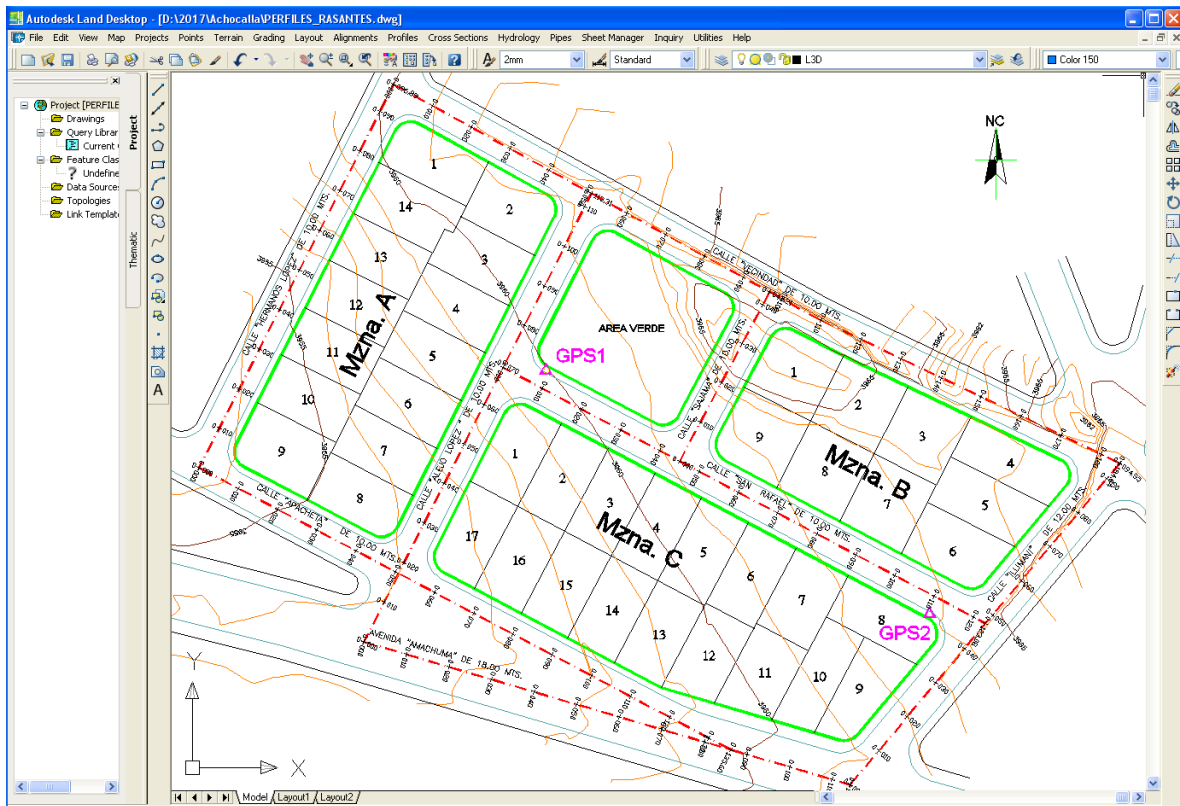
**Figura 48: Importación de Puntos y Generación de Curvas de Nivel**  
Fuente: *Elaboración Propia*

#### 4.4.5.3. ALINEAMIENTO HORIZONTAL

Es una proyección de líneas sobre los ejes de vías de calles y avenidas, el alineamiento está compuesto por una sucesión de rectas tangentes, curvas simples, curvas espirales simples y compuestas.

Para esta actividad empleamos solo las restas tangentes por ser tramos rectos, de las calles y avenidas: Vecindad, San Rafael, Apacheta, Hermanos López, Alejo López, Sajama, Illimani y Avenida Amachuna.

Para el trazo del alineamiento horizontal fueron tomadas todas las consideraciones prácticas para diseño planimétrico descritas en el Área III página 60.



**Figura 49: Alineamiento Horizontal**  
Fuente: *Elaboración Propia*

#### 4.4.5.4. ALINEAMIENTO VERTICAL

##### 4.4.5.4.1. PERFIL LONGITUDINAL

Se generó ocho perfiles longitudinales de terreno de las calles anteriormente mencionadas a escalas: horizontal 1:1000, vertical 1: 100.

#### 4.4.5.4.2. TRAZO DE RASANTES

Primero realizamos trazos rectos tangentes sobre los perfiles longitudinales para luego incluir las curvas verticales.

#### 4.4.5.4.3. TRAZO DE LAS CURVAS VERTICALES

Para el trazo de las curvas verticales se tomaron en cuenta los parámetros y consideraciones prácticas para diseño altimétrico descritas en el Área III página 66.

El método seleccionado para realizar las curvas verticales fue el de longitud horizontal.

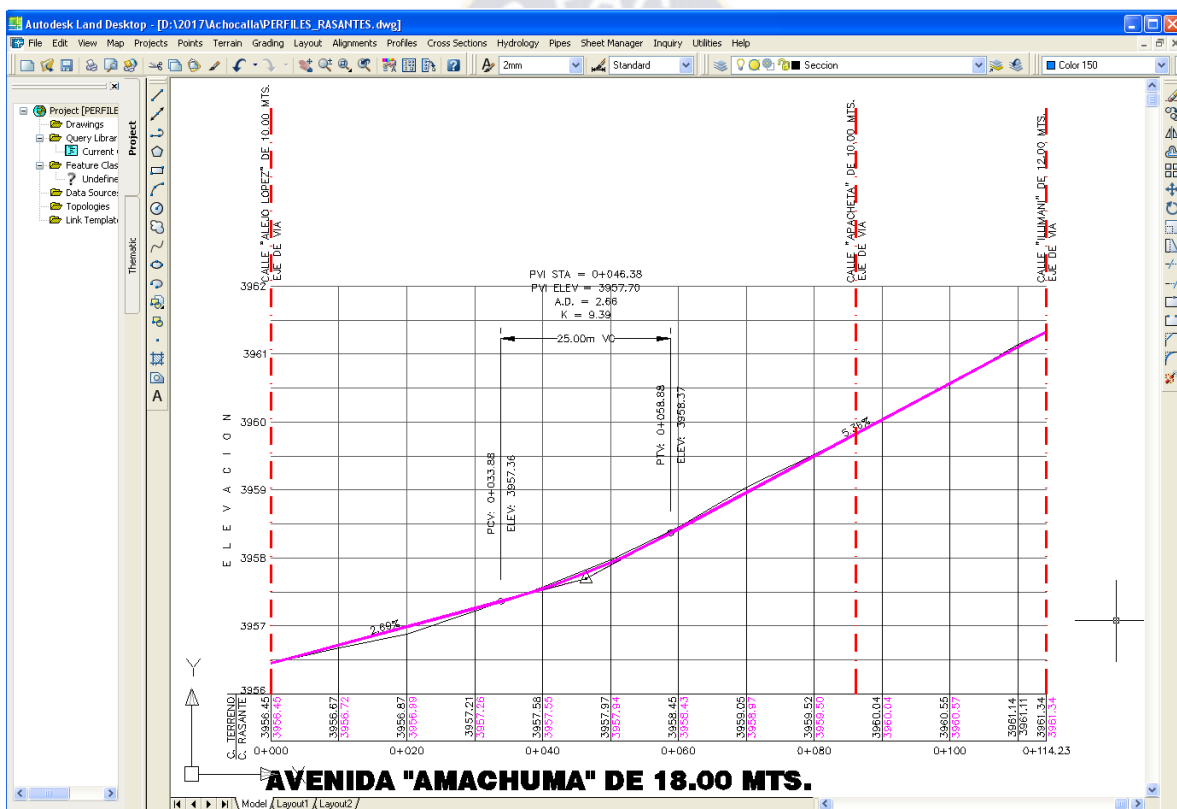


Figura 50: Alineamiento Vertical  
Fuente: *Elaboración Propia*

#### 4.4.5.5. DISEÑO DE SECCIONES TRANSVERSALES

Según la planimetría proporcionada de la Urbanización San Rafael, existen anchos de vías definidos de calzadas y aceras, lo cual nos obliga a regirnos a estos anchos de vías para el diseño.

Se diseñó tres tipos de plantillas para calles de 10.00 y 12.00 metros y para la avenida de 18.00 metros

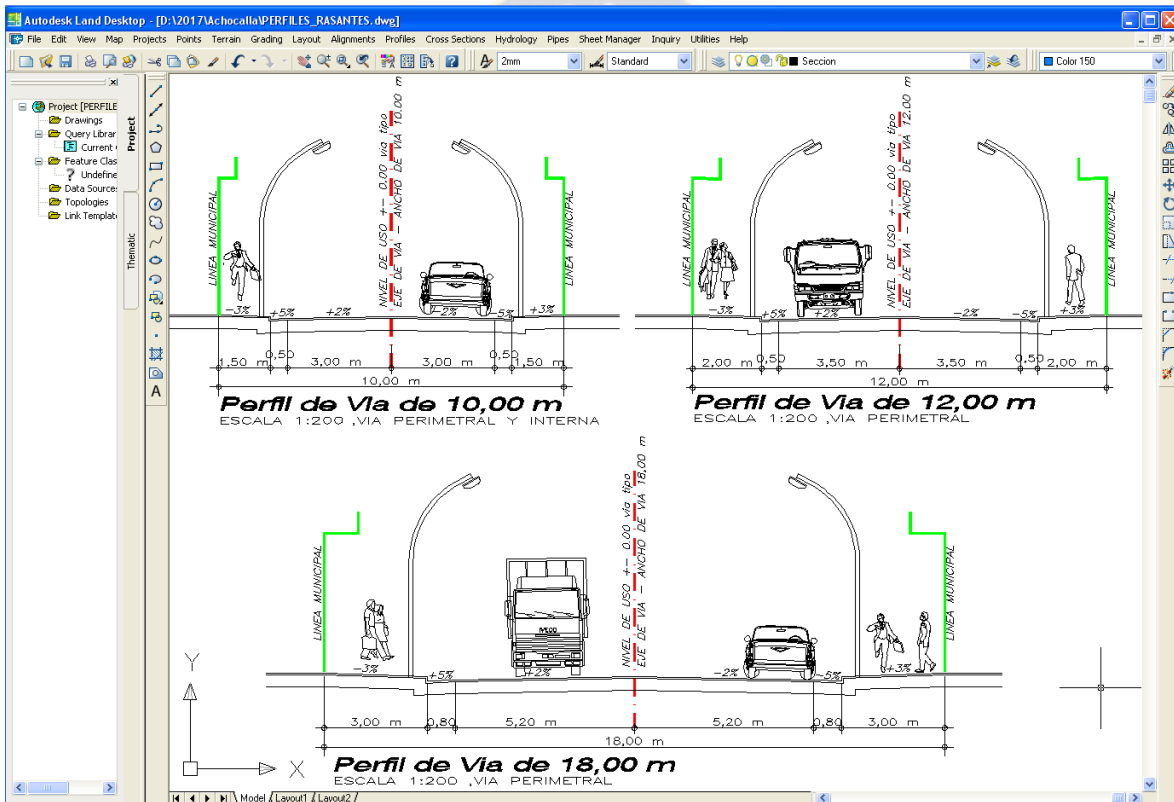
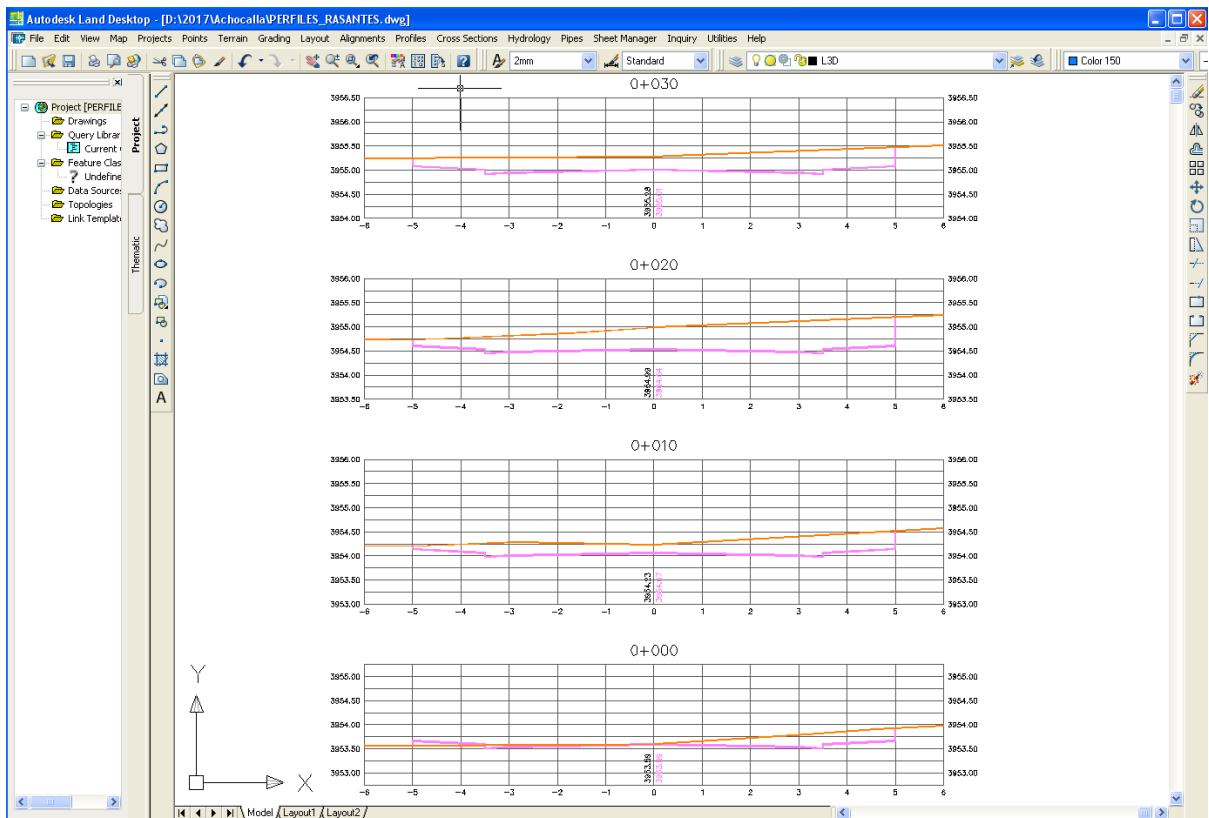


Figura 51: Diseño de Secciones Transversales  
Fuente: Elaboración Propia

#### 4.4.5.6. OBTENCIÓN DE PERFILES TRANSVERSALES DE TERRENO Y RASANTE

Previamente se configuro las escalas: horizontal 1:100, vertical 1: 100, para obtener los perfiles transversales.

Se extrajeron todos los perfiles transversales de las calles y avenidas con sus respectivas cotas de terreno y rasante cada 10.00 metros. (Ver Anexos 4.4)



**Figura 52: Secciones Transversales cada 10.00 metros**  
Fuente: *Elaboración Propia*

#### 4.4.5.7. CALCULO DE VOLÚMENES

Los volúmenes se obtuvieron por separado de cada calle y avenida, Empleando el método por áreas medias, sin considerar el esponjamiento ni el encogimiento. (Ver Anexos 4.4)

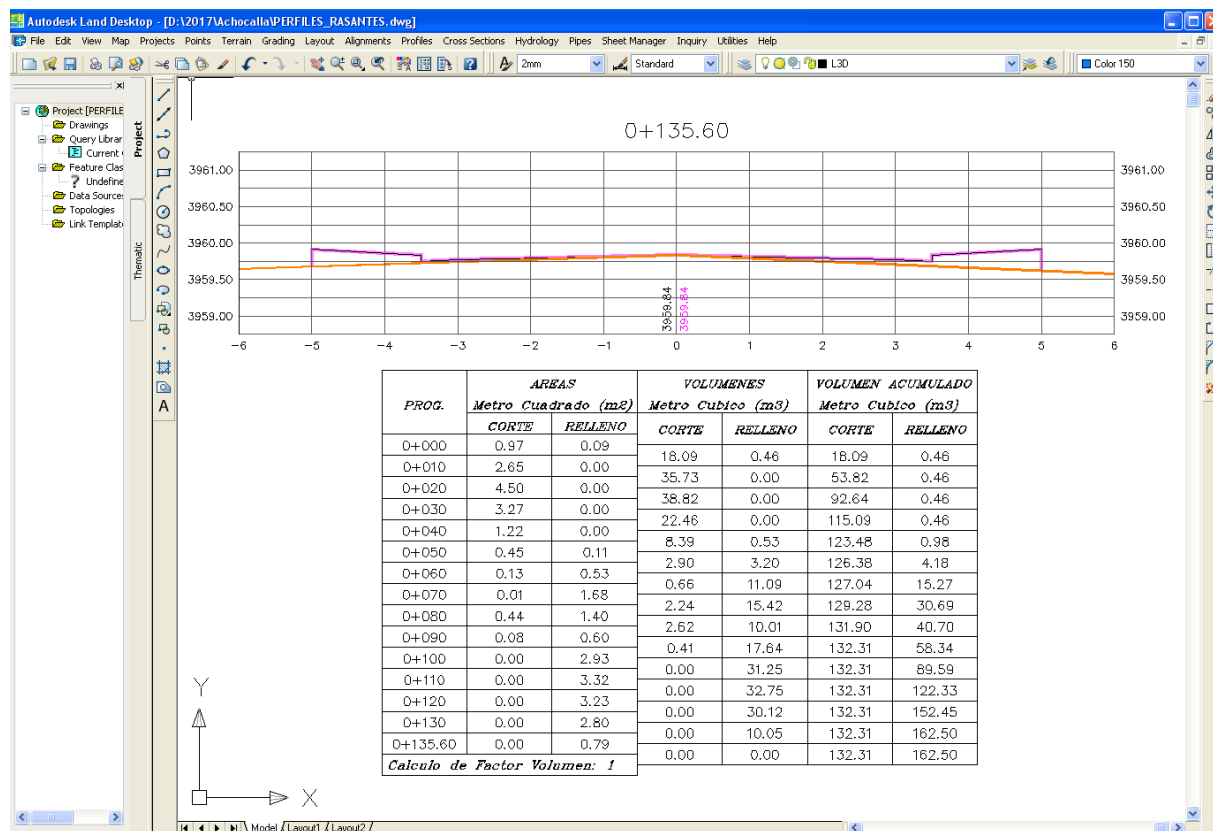


Figura 53: Planilla de Cálculo de Volúmenes  
Fuente: Elaboración Propia

### 4.5. Quinta Fase – RESULTADOS

#### 4.5.1. RESUMEN DE POST PROCESO DE DATOS GPS

Coordenadas de Cuadrícula Ajustadas

Punto	Este (Metro)	Este Error (Metro)	Valor norte (Metro)	Valor norte Error (Metro)	Elevación (Metro)	Elevación Error (Metro)	Límite
<u>BLPZ</u>	588751,180	?	8172270,659	?	4045,738	?	LLh
<u>GPS1</u>	588043,546	0,002	8161781,560	0,002	3965,604	0,018	
<u>GPS2</u>	588129,941	0,002	8161726,732	0,002	3968,589	0,018	

### Coordenadas Geodésicas Ajustadas

Punto	Latitud	Longitud	Altura (Metro)	Altura Error (Metro)	Límite
<u>BLPZ</u>	S16°31'47,465568"	O68°10'05,814333"	4090,652	?	LLh
<u>GPS1</u>	S16°37'28,878878"	O68°10'28,231267"	4010,550	0,018	
<u>GPS2</u>	S16°37'30,651377"	O68°10'25,307724"	4013,530	0,018	

El Informe de procesamiento de líneas base o informe de red se encuentra en el Anexo1 (Ver anexos 1.4)

#### 4.5.2. RESUMEN DE NIVELACIÓN GEOMÉTRICA COMPUESTA (COTAS FINALES)

Punto	Altura Nivelada (Cota)	Descripción
E101	3938.199	Punto de Enlace ( RGMEA)
GPS1	3959.966	Puntos densificado
GPS2	3962.938	Puntos densificado
MOJON	3955.171	Límite de Propiedad

La planilla de la Nivelación Geométrica Compuesta (arrastre de cotas) se encuentra en el Anexo 2 (ver Anexo 2.1).

#### 4.5.3. RESUMEN DE COORDENADAS TOPOGRÁFICAS DE LOS PUNTOS GPS1 Y GPS2

Punto	COORDENADAS U.T.M. WGS-84			COORDENADAS TOPOGRAFICAS		
	Este (Metro)	Norte (Metro)	Altura (Metro)	Este (Metro)	Norte (Metro)	Altura (Metro)
<u>GPS1</u>	588043,546	8161781,560	4010,550	588043,506	8161781,586	3959.966
<u>GPS2</u>	588129,941	8161726,732	4013,530	588129,982	8161726,706	3962.938

Los cálculos se encuentran reflejados en el anexo 2 (Ver Anexo 2.2).



#### 4.5.4. RESUMEN DE LOS PUNTOS DE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

< Codeition >

Project : PERFILES Y RASANTES URB. SAN RAFAEL

Print Date : 2017-09-20 1:22:44

Pt. Count : 358

Pt.	Azimuth	Zenith	S. Dist	H. Dist	C. Este	C. Norte	Elevación	Code
1					<b>588043,506</b>	<b>8161781,586</b>	<b>3959,966</b>	<b>GPS1</b>
2	122,2446	89,0421	102,423	102,410	<b>588129,982</b>	<b>8161726,706</b>	<b>3962,935</b>	<b>GPS2</b>
3	117,2448	88,5228	109,208	109,187	588140,442	8161731,323	3963,422	MZA_MOJ
4	122,4512	89,0318	107,453	107,438	588133,873	8161723,467	3963,049	MZA_MOJ
5	119,5658	88,5358	114,345	114,324	588142,574	8161724,519	3963,473	EJE_MOJ
6	135,4733	89,4854	107,502	107,501	588118,472	8161704,534	3961,624	AUX
7	143,4311	89,5811	115,902	115,902	588112,100	8161688,161	3961,338	EJE_MOJ
8	145,0042	90,0404	112,557	112,557	588108,057	8161689,379	3961,144	EJE
9	148,2534	90,2349	104,942	104,939	588098,462	8161692,188	3960,550	EJE
10	152,2208	90,4324	97,755	97,747	588088,849	8161694,993	3960,043	EJE

Toda la planilla referente a los puntos del levantamiento topográfico extraídos del programa SokkiaLink se encuentra en el Anexo 2 (ver Anexos 2.3).

#### 4.5.5. RESUMEN DE DISEÑO DE PLANOS PLANIALTIMÉTRICOS

El resultado final de todo el proceso de trabajo es la que se encuentra en esta sección.

Los planos elaborados e impresos de: Planta, Alineamiento Horizontal, Alineamiento Vertical, Diseño de Secciones Transversales Típica, Secciones Transversales y de cálculos de volúmenes se encuentra en el Anexo 4 (ver los Anexos 4.1, 4.2, 4.3, 4.4).

#### 4.6. CONTROL DE CALIDAD TRABAJOS DE CAMPO Y GABINETE

El control de calidad de los trabajos de campo y gabinete que se debe realizar al final de cada fase se refiere básicamente a: Correcta ubicación de puntos levantados, buena densificación de puntos, líneas de dibujo exactamente sobre los puntos, detección de nodos libres, eliminación de líneas dobles, etc.

Una vez concluido el control de calidad se procedió al colocado de tablas de referencia, cuadrícula de coordenadas, símbolos convencionales, etiquetado de curvas de nivel, etiquetado de puntos de control GPS, etc.

## **AREA V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 CONCLUSIONES**

En la presente memoria laboral, refleja el conocimiento teórico y práctico adquirido durante los años de estudio en la carrera de topografía y geodesia con la experiencia laboral adquirida.

La presente actividad desarrollada se encuentra dentro de las normativas técnicas municipales que existe en el gobierno municipal de Achocalla para aprobación de planimetría y también esta enmarcados a las normas manuales de diseño de calles para las ciudades bolivianas y manual técnico para el diseño de carreteras en Bolivia, (BN 477 de 1985 ingeniería de carreteras, vías urbanas y obras de arte).

Los puntos densificados u/o puntos de control horizontal GPS1 y GPS2, como se podrá ver en el anexo informe de ajuste de red, se puede afirmar que el resultado obtenido corresponde a una clasificación Geodésica de Clase “C” con una precisión 1 cm +10 ppm.

Con relación a la nivelación geométrica arrastre de cotas también podemos afirmar que corresponde a una clasificación de segundo orden  $\pm (8 \text{ mm } \sqrt{k})$ .

Para determinar la morfología del terreno a través de puntos de relevamiento se empleó equipo topográfico estación total marca SOKKIA modelo SET550RX de precisión 5” previa calibración y certificación de emitida por la empresa Mertind Santa Cruz.

Con relación al trazo de las rasantes, se pudo adaptar lo mejor posible a la topografía de las calles y avenidas, manteniendo las pendientes adecuadas enmarcados en normativas y manuales técnicos, satisfaciendo condiciones especiales y garantizando la seguridad y comodidad necesaria para los actores de la vía.

La presente memoria laboral servirá como guía técnica para la elaboración de cualquier trabajo similar o que guarde relación con la presente actividad realizada.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

La elaboración de la presente actividad efectuada, ha sido adecuada técnicamente con el objetivo de facilitar los datos u/o cálculos y elaboración de carpetas técnicas, los cuáles pueden ser fácilmente aplicables a diferentes proyectos que requiera la urbanización.

Para replantear cualquier detalle referente a los proyectos de la urbanización se deberá tomar el mismo factor de escala empleado en el levantamiento topográfico, para no crear confusiones de medidas ni desplazamientos.

En la etapa de la ejecución de obrar, verificar que se cumplan u/o respeten las cotas y pendientes establecidas en los planos de perfiles y rasantes, secciones transversales.

Para un análisis y verificación exhaustiva de datos se deberá recurrir a la información magnética que acompaña a la presente memoria laboral, donde se encuentra todos los datos crudos de los equipos empleados, software u/o programas utilizados.

## **5.3. BIBLIOGRAFIA:**

- Apuntes y anotaciones y material de clases de estadística, topografía, geodesia, cartografía durante la formación de la carrera de Topografía y Geodesia.
- Topografía Aplicada a Obras Coussa, Dr. Mario R. Martínez Menes, Dr. Demetrio S. Fernández Reynoso, Ing. Daisy Yessica Uribe Chávez
- Manual de Diseño de Calles para las Ciudades Bolivianas, Proyecto Aire Limpio, Ing. Alexa Wiskott, Ing. Peter Hotz.
- Guía Técnica para el Ordenamiento de Áreas Urbanas, Ministerio de Obras Publicas Servicios y Vivienda, Viceministerio de Vivienda y Urbanismo
- Guía para el Diseño de Vías Urbanas Bogotá D.C. Instituto de Desarrollo Urbano, Universidad Nacional de Colombia.

Consultas realizadas en página electrónica:

<http://www.autonomia.gob.bo/portal3/index.php/component/content/article/184-ley-339-de-delimitacion-de-unidades-territoriales.html>

<http://www.vivienda.gob.bo>

<http://www.igmbolivia.gob.bo/margen.pdf>

[https://www.oopp.gob.bo/uploads/Gu%C3%ADa\\_POUT\\_low.pdf](https://www.oopp.gob.bo/uploads/Gu%C3%ADa_POUT_low.pdf)

<http://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/9284>

<http://Google Earth.com>

<http://www.topografiaglobal.com.ar/teoria.php>

[http://es.wikipedia.org/wiki/Coordenadas\\_geogr%C3%A1ficas](http://es.wikipedia.org/wiki/Coordenadas_geogr%C3%A1ficas)

#### **5.4. ANEXOS**

Anexo 1:

- 1.1.- Monografía del Punto LPZB
- 1.2.- Monografía del Punto GPS 1
- 1.3.- Monografía del Punto GPS2
- 1.4.- Informe de Red GPS GNSS

Anexo 2:

- 2.1.- Planilla de Nivelación Geométrica Compuesta (Arrastre de Cotas)
- 2.2.- Planilla de Cálculo de Coordenadas Topográficas de los puntos GPS1 y GPS2
- 2.3.- Planilla de Levantamiento Topográfico

Anexo 4:

- 4.1.- Planimetría de Urbanización San Rafael
- 4.2.- Plano Topográfico
- 4.3.- Planos de Perfiles y Rasantes
- 4.4.- Planos de Secciones Transversales y de Volúmenes

# ANEXO 1

- 1.1.- MONOGRAFÍA DEL PUNTO LPZB
- 1.2.- MONOGRAFÍA DEL PUNTO GPS1
- 1.3.- MONOGRAFÍA DEL PUNTO GPS2
- 1.4.- INFORME DE RED GSP GNSS

# ANEXO 2

2.1.- PLANILLA DE NIVELACIÓN  
GEOMÉTRICA COMPUESTA  
(ARRASTRE DE COTAS)

2.2.- PLANILLA DE CÁLCULO DE  
COORDENADAS TOPOGRAFICAS DE  
LOS PUNTOS GPS1 Y GPS2

2.3.- PLANILLA DE LEVANTAMIENTO  
TOPOGRÁFICO

# ANEXO 3

3.1.- PLANIMETRÍA DE URBANIZACIÓN  
SAN RAFAEL

3.2.- PLANO TOPOGRÁFICO

3.3.- PLANOS DE PERFILES Y RASANTES

3.4.- PLANOS DE SECCIONES

TRANSVERSALES Y DE VOLÚMENES



**LIBRETA GPS ESTACION BASE**  
**DESCRIPCION DE LA ESTACION CONTINUA**  
**CGPS. LPZB (INGA)**

Según la **División Político-Administrativo** la Estación CGPS LPZB está ubicada en el:

- Departamento: La Paz.
- Provincia: Murillo
- Sección Municipal: Cuarta
- Ciudad: El Alto
- Lugar: Instalaciones REC- 4 INGAVI

Datos del Georeceptor GPS.

- Marca del receptor: Trimble
- Modelo receptor: NetRS
- Marca de la antena: Trimble
- Modelo antena: Zephyr Geodetic
- Altura de la antena: 2.072 m.
- Altura nivelada: 4040.941 S.N.M.

**Sistema de referencia:**

- WGS – 84 (Sistema de Referencia Global)

**Marco de referencia:**

- Red MARGEN (Marco de Referencia Geocéntrico Nacional) de Bolivia.
- Red SIRGAS (Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas)

**Coordenadas Geodésicas Ajustadas**

- **Latitud** 16° 31' 47.46557" S
- **Longitud** 68° 10' 05.81433 W"
- **Altura elipsoidal.** 4090.6520 m.



**UBICACIÓN DE LA ESTACION CONTINUA GPS LPZB (INGA)**

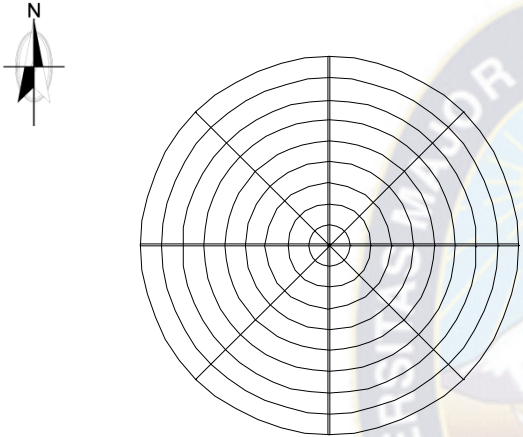




# LIBRETA GPS1

IDENTIFICACION Y UBICACIÓN GEOGRAFICA DEL PUNTO DENSIFICADO							
NOMBRE	GPS1	INCRIPCION	GPS1	DEPARTAMENTO	LA PAZ		
DIA JULIANO	262	LATITUD	16°37'28.878878" S	PROVINCIA	MURILLO		
SESION	A	LONGITUD	68°10'28.231267" W	SECCION	TERCERA		
FECHA	19-09-2017	ALT. ELIP.	4010.550 m.	G. AUTONOMO MCPAL.	ACHOCALLA		
INFORMACION RECEPTOR		INFORMACION ANTENA		ANTENA, HORARIO, ENLACES			
MARCA	SPECTRA PRECISIÓN	MARCA	SPECTRA PRECISIÓN	Altura Vertical	1.543 m	Alt. Inclínada	
MODELO	SP80	MODELO	SP80	Hr. Encendido	11:59	Hr. Apagado	14:24
TIPO	SPECTRA SP80	TIPO	SPP91564_2	Estación Base	BLPZ		
No. Ser.	5520550119	No. Ser.	5520550119	Est. Simultanea	BLPZ → GPS1, GPS2		
<b>DIAGRAMA DE OBSTRUCCION</b>				<b>DESCRIPCION DEL PUNTO</b>			
				<p>Para ocupar el punto de Control Horizontal se deberá partir de la Carretera La Paz - Oruro altura Cruce Ventilla, tomar la Avenida Amachuma o la vía principal que conduce al Parque Cementerio Prados de Ventilla, recorrer hasta llegar a la Urbanización San Rafael ubicado sobre la Avenida Amachuma. Los puntos se encuentran al centro de la urbanización en las siguiente coordenadas:</p> <p><b>COORDENADAS U.T.M. (WGS-84)</b></p> <p><b>NORTE = 8161781.560</b>  <b>ESTE= 588043.546</b>  <b>ELEV. = 3965.604</b>  <b>ALT. NIVELADA = 3959.966</b></p> <p>El Punto se encuentra materializado con mojón de hormigón ciclópeo.</p>			
<b>FOTOGRAFIA DEL PUNTO</b>				<b>CROQUIS DE UBICACIÓN DEL PUNTO</b>			
							
Fotografía Tomada de Norte a Sur							
<b>RESPONSABLE: MACEDONIO QUISPE HUANCA</b>							

## LIBRETA GPS2

IDENTIFICACION Y UBICACIÓN GEOGRAFICA DEL PUNTO DENSIFICADO					
NOMBRE	GPS2	INCRIPCION	GPS2	DEPARTAMENTO	LA PAZ
DIA JULIANO	262	LATITUD	16°37'30.651377" S	PROVINCIA	MURILLO
SESION	A	LONGITUD	68°10'25.307724" W	SECCION	TERCERA
FECHA	19-09-2017	ALT. ELIP.	4013.530 m.	G. AUTONOMO MCPAL.	ACHOCALLA
INFORMACION RECEPTOR		INFORMACION ANTENA		ANTENA, HORARIO, ENLACES	
MARCA	SPECTRA PRECISIÓN	MARCA	SPECTRA PRECISIÓN	Altura Vertical	2.025 m
MODELO	SP80	MODELO	SP80	Hr. Encendido	12:16
TIPO	SPECTRA SP80	TIPO	SPP91564_2	Hr. Apagado	13:18
No. Ser.	5524550511	No. Ser.	5524550511	Estación Base	BLPZ
				Est. Simultanea	BLPZ → GPS1, GPS2
<b>DIAGRAMA DE OBSTRUCCION</b>			<b>DESCRIPCION DEL PUNTO</b>		
			<p>Para ocupar el punto de Control Horizontal se deberá partir de la Carretera La Paz - Oruro altura Cruce Ventilla, tomar la Avenida Amachuma o la vía principal que conduce al Parque Cementerio Prados de Ventilla, recorrer hasta llegar a la Urbanización San Rafael ubicado sobre la Avenida Amachuma. Los puntos se encuentran al centro de la urbanización y en las siguiente coordenadas:</p> <p><b>COORDENADAS U.T.M. (WGS-84)</b></p> <p><b>NORTE = 8161726.732</b>  <b>ESTE= 588129.941</b>  <b>ELEV. = 3968.589</b>  <b>ALT. NIVELADA = 3962.938</b></p> <p>El Punto se encuentra materializado con mojón de hormigón ciclópeo.</p>		
<b>FOTOGRAFIA DEL PUNTO</b>			<b>CROQUIS DE UBICACIÓN DEL PUNTO</b>		
					
Fotografía Tomada de Norte a Sur					
<b>RESPONSABLE: MACEDONIO QUISPE HUANCA</b>					

## INFORME DE AJUSTE DE RED GPS GNSS

Información del proyecto	Sistema de coordenadas
Nombre: D:\2017\DatosGPS-DJ262-2017\PostProceso\AJUSTE.vce	Nombre: UTM
Tamaño: 102 KB	Datum: WGS 1984
Modificado/a: 20/09/2017 10:14:31 (UTC:-4)	Zona: 19 South (69W)
Zona horaria: Hora est. Sudamérica Pacífico	Geoide: EGM96 (Global)
Número de:	Datum vertical: ARICA
Referencia:	
Descripción:	

### Informe de Ajuste de Red

#### Configuraciones del Ajuste

Errores de configuración

GNSS

Error en la altura de antena: 0,003 m

Error de centrado: 0,000 m

Visualización de la covarianza

Horizontal:

Error lineal propagado [E]: EE.UU.

Término constante [C]: 0,000 m

Escalar en error lineal [S]: 1,960

Tridimensional

Error lineal propagado [E]: EE.UU.

Término constante [C]: 0,000 m

Escalar en error lineal [S]: 1,960

---

### Estadísticas del Ajuste

Número de iteraciones para un ajuste exitoso:	2
Factor de referencia de red:	1,00
Prueba de chi al cuadrado (95%):	Pasado
Nivel de confianza de la precisión:	95%
Grados de libertad:	3
Estadísticas de vectores con posprocesamiento	
Factor de referencia:	1,00
Número de redundancias:	3,00
Escalar a priori:	0,56

---

### Límites de punto de control

ID de punto	Tipo	Este $\sigma$ (Metro)	Norte $\sigma$ (Metro)	Altura $\sigma$ (Metro)	Elevación $\sigma$ (Metro)
<u>BLPZ</u>	Global	Fijo	Fijo	Fijo	

Fijo = 0,000001(Metro)

### Coordenadas de Cuadrícula Ajustadas

ID de punto	Este (Metro)	Este Error (Metro)	Norte (Metro)	Norte Error (Metro)	Elevación (Metro)	Elevación Error (Metro)	Límite
<u>BLPZ</u>	588751,180	?	8172270,659	?	4045,738	?	LLh
<u>GPS1</u>	588043,546	0,002	8161781,560	0,002	3965,604	0,018	
<u>GPS2</u>	588129,941	0,002	8161726,732	0,002	3968,589	0,018	

### Coordenadas Geodésicas Ajustadas

ID de punto	Latitud	Longitud	Altura (Metro)	Altura Error (Metro)	Límite
<u>BLPZ</u>	S16°31'47,465568"	O68°10'05,814333"	4090,652	?	LLh
<u>GPS1</u>	S16°37'28,878878"	O68°10'28,231267"	4010,550	0,018	
<u>GPS2</u>	S16°37'30,651377"	O68°10'25,307724"	4013,530	0,018	

### Coordenadas ECEF Ajustadas

ID de punto	X (Metro)	Y Err. (Metro)	Y (Metro)	Y Err. (Metro)	Z (Metro)	Z Err. (Metro)	3D Err. (Metro)	Límite
<u>BLPZ</u>	2275960,358	?	-5681183,750	?	-1804179,071	?	?	LLh
<u>GPS1</u>	2274200,419	0,007	-5678578,315	0,016	-1814221,534	0,005	0,018	
<u>GPS2</u>	2274276,167	0,007	-5678534,251	0,016	-1814274,630	0,005	0,018	

### Componentes de la Elipse de Error

ID de punto	Semieje mayor (Metro)	Semieje menor (Metro)	Acimut
<u>GPS1</u>	0,003	0,002	144°
<u>GPS2</u>	0,003	0,002	144°

### Observaciones GNSS Ajustadas

ID de observación		Observación	Error a posteriori	Residual	Estandarizada Residual
<u>BLPZ --&gt; GPS1 (PV1)</u>	<b>Acimut</b>	183°37'20"	0,039 seg	0,022 seg	1,045
	<b>ΔAlt.</b>	-80,102 m	0,018 m	-0,004 m	-0,711
	<b>Dist. elip</b>	10516,132 m	0,002 m	-0,002 m	-1,361
<u>GPS1 --&gt; GPS2 (PV2)</u>	<b>Acimut</b>	122°09'49"	2,037 seg	-0,217 seg	-0,737
	<b>ΔAlt.</b>	2,980 m	0,006 m	0,000 m	0,034
	<b>Dist. elip</b>	102,355 m	0,001 m	0,000 m	-1,343
<u>BLPZ --&gt; GPS2 (PV3)</u>	<b>Acimut</b>	183°08'05"	0,037 seg	-0,019 seg	-1,155
	<b>ΔAlt.</b>	-77,122 m	0,018 m	0,011 m	0,708
	<b>Dist. elip</b>	10565,416 m	0,002 m	0,001 m	1,088

### Términos de Covarianza

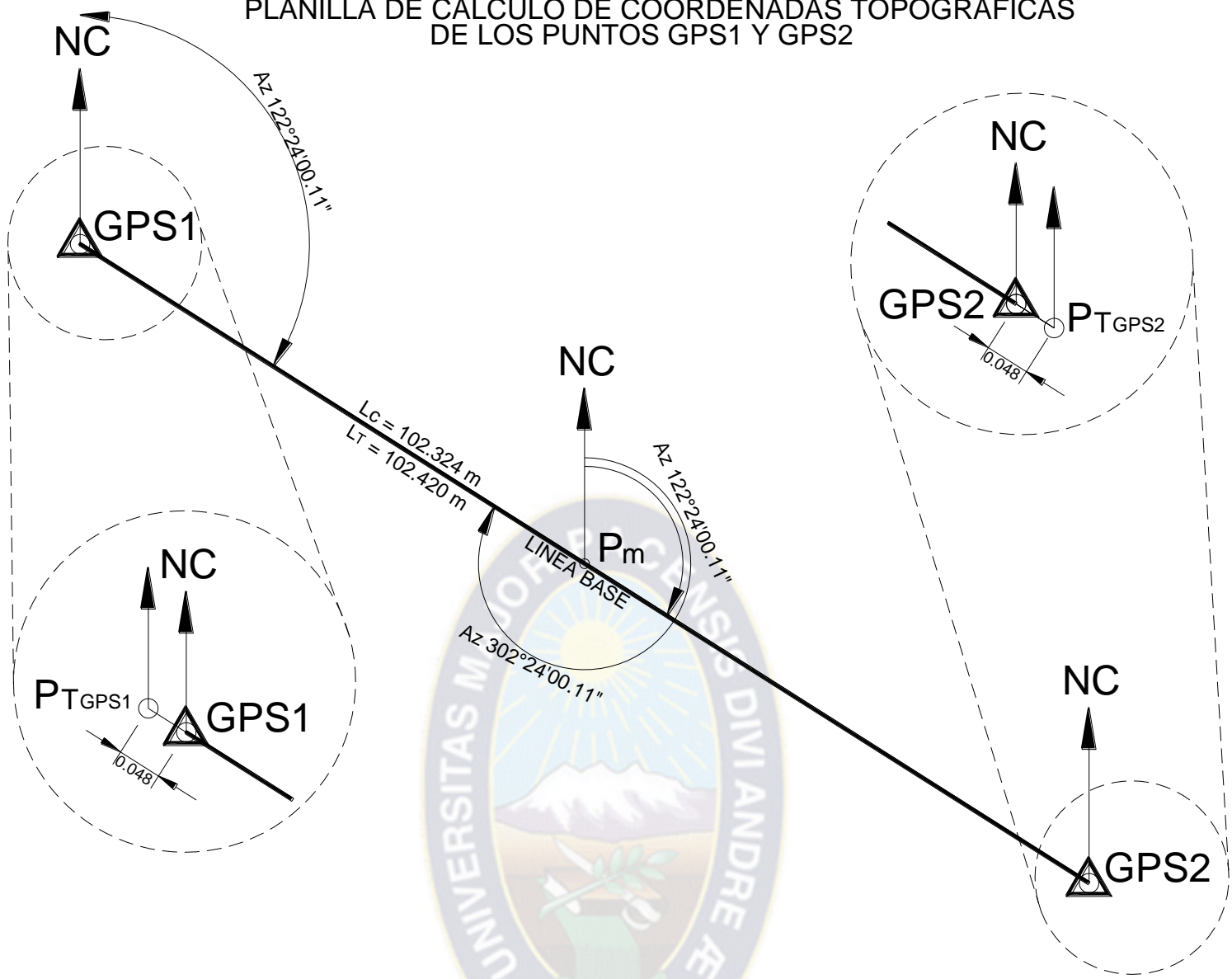
Punto de origen	Al punto		Componentes	Error a posteriori	Precisión Horiz. (Razón)	Precisión 3D (Razón)
<u>BLPZ</u>	<u>GPS1</u>	<b>Acimut</b>	183°37'20"	0,039 seg	1 : 5110509	1 : 5089394
		<b>ΔAlt.</b>	-80,102 m	0,018 m		
		<b>ΔElev.</b>	-80,134 m	0,018 m		
		<b>Dist. elip</b>	10516,132 m	0,002 m		
<u>BLPZ</u>	<u>GPS2</u>	<b>Acimut</b>	183°08'05"	0,037 seg	1 : 5382114	1 : 5353382
		<b>ΔAlt.</b>	-77,122 m	0,018 m		
		<b>ΔElev.</b>	-77,148 m	0,018 m		
		<b>Dist. elip</b>	10565,416 m	0,002 m		
<u>GPS1</u>	<u>GPS2</u>	<b>Acimut</b>	122°09'49"	2,043 seg	1 : 72462	1 : 73901
		<b>ΔAlt.</b>	2,980 m	0,006 m		
		<b>ΔElev.</b>	2,985 m	0,006 m		
		<b>Dist. elip</b>	102,355 m	0,001 m		

Fecha:20/09/2017 10:18:35	Proyecto:D:\2017\DatosGPS-DJ262-2017\PostProceso\AJUSTE.vce	Spectra Precision Survey Office
---------------------------	---	---------------------------------

PLANILLA DE NIVELACION GEOMETRICA - COMPUESTA								error	
Operador: <b>MACEDONIO QUIspe HUANCA</b>								Cota inicial IGM	<b>3938,199</b>
Fecha: 21 de septiembre 2017								Cota de llegada Nivelada	3938,207
De: E101 A GPS-1, GPS-2 Instrumento: SOKKIA B 40									
								Error - diferencia	<b>-0,008</b>
Progresiva O pto.	Lecturas			Cota Instrumental	Cota	Error	Cota Compensada		
	Atrás	Intermedia	Adelante						
1	<b>E-101</b>	2,160		3940,359	<b>3938,199</b>		<b>3938,199</b>	<b>Resultados</b>	
2	1	1,942	0,900	3941,401	3939,459	0,000	3939,459	<b>Punto</b>	<b>Cota</b>
3	2	1,668	1,290	3941,779	3940,111	0,000	3940,111	E-101	3938,199
4	3	2,195	0,641	3943,333	3941,138	-0,001	3941,137	<b>GPS-1</b>	<b>3959,966</b>
5	4	2,679	1,368	3944,644	3941,965	-0,001	3941,964	<b>GPS-2</b>	<b>3962,938</b>
6	5	2,383	0,425	3946,602	3944,219	-0,002	3944,217	Mojon	<b>3955,171</b>
7	6	2,265	0,384	3948,483	3946,218	-0,002	3946,216		
8	7	3,471	0,239	3951,715	3948,244	-0,002	3948,242		
9	8	2,931	0,476	3954,170	3951,239	-0,002	3951,237		
10	9	3,199	0,611	3956,758	3953,559	-0,003	3953,556		
11	Mojon		1,584		3955,174	-0,003	3955,171		
12	10	3,790	0,261	3960,287	3956,497	-0,003	3956,494		
13	11	2,642	0,981	3961,948	3959,306	-0,004	3959,302		
14	<b>GPS-1</b>	3,100	1,978	3963,070	<b>3959,970</b>	-0,004	<b>3959,966</b>		
15	12	1,836	0,824	3964,082	3962,246	-0,004	3962,242		
16	<b>GPS-2</b>	0,921	1,140	3963,863	<b>3962,942</b>	-0,004	<b>3962,938</b>		
17	GPS-1 (vuelta)	0,555	3,891	3960,527	3959,972	-0,005	3959,967		
18	vuelta	0,356	3,091	3957,792	3957,436	-0,005	3957,431		
19	vuelta	1,209	2,141	3956,860	3955,651	-0,005	3955,646		
20	vuelta	0,581	3,580	3953,861	3953,280	-0,005	3953,275		
21	8(vuelta)	0,180	2,619	3951,422	3951,242	-0,006	3951,236		
22	7	0,702	3,175	3948,949	3948,247	-0,006	3948,241		
23	6	0,755	2,729	3946,975	3946,220	-0,006	3946,214		
24	5	0,586	2,752	3944,809	3944,223	-0,007	3944,216		
25	4	1,365	2,840	3943,334	3941,969	-0,007	3941,962		
26	3	0,694	2,189	3941,839	3941,145	-0,007	3941,138		
27	2	1,354	1,720	3941,473	3940,119	-0,007	3940,112		
28	1	1,022	2,008	3940,487	3939,465	-0,008	3939,457		
29	<b>E-101</b>		2,280	3938,207	<b>3938,207</b>	-0,008	<b>3938,199</b>		



# PLANILLA DE CÁLCULO DE COORDENADAS TOPOGRÁFICAS DE LOS PUNTOS GPS1 Y GPS2



## DATOS:

PUNTOS DE CONTROL HORIZONTAL VERTICAL				
COORDENADAS U.T.M. WGS-84				
PUNTO	ESTE (X)	NORTE (Y)	ALT. ELIP.	ALT. NIV.
GPS1	588043.546	8161781.560	4010.550	3959.966
GPS2	588129.941	8161726.732	4013.530	3962.938
Azimut del Punto GPS1 a GPS2 = 122°24'00.11"				
Azimut del Punto GPS2 a GPS1 = 302°24'00.11"				
Longitud de Cuadrícula (Lc) = 102.3240 m				
Factor Combinado Promedio (Pm), K = 0.999066				

## CÁLCULOS:

1. Coordenada U.T.M. del punto medio del segmento GPS1 - GPS2

$$P_{m(x)} = \frac{X_{GPS1} + X_{GPS2}}{2} = 588086.7435 \text{ E}$$

$$P_{m(y)} = \frac{Y_{GPS1} + Y_{GPS2}}{2} = 8161754.1460 \text{ N}$$

2. Longitud Topografica (Lc)

$$L_c = K * L_T ; \quad L_T = \frac{L_c}{K} = 102.4197 \text{ m}$$

$$L_{T(media)} = 51.210 \text{ m.}$$

3. Coordenadas Relativas Topografica

$$\begin{aligned} \Delta X(P_m \rightarrow P_{T_{GPS1}}) &= L_{T(media)} \times \text{Sen}(Az_{P_m \rightarrow GPS1}) \\ &= -43.2380 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta Y(P_m \rightarrow P_{T_{GPS1}}) &= L_{T(media)} \times \text{Cos}(Az_{P_m \rightarrow GPS1}) \\ &= 27.4397 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta X(P_m \rightarrow P_{T_{GPS2}}) &= L_{T(media)} \times \text{Sen}(Az_{P_m \rightarrow GPS2}) \\ &= 43.2380 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta Y(P_m \rightarrow P_{T_{GPS2}}) &= L_{T(media)} \times \text{Cos}(Az_{P_m \rightarrow GPS2}) \\ &= -27.4397 \text{ m} \end{aligned}$$

4. Coordenadas Topograficas de los Puntos GPS1 y GPS2

$$\begin{aligned} P_{T_{GPS1}(x)} &= P_m(x) + \Delta X(P_m \rightarrow P_{T_{GPS1}}) \\ &= \underline{588043.506 \text{ E}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{T_{GPS1}(y)} &= P_m(y) + \Delta Y(P_m \rightarrow P_{T_{GPS1}}) \\ &= \underline{8161781.586 \text{ N}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{T_{GPS2}(x)} &= P_m(x) + \Delta X(P_m \rightarrow P_{T_{GPS2}}) \\ &= \underline{588129.982 \text{ E}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{T_{GPS2}(y)} &= P_m(y) + \Delta Y(P_m \rightarrow P_{T_{GPS2}}) \\ &= \underline{8161726.706 \text{ N}} \end{aligned}$$

5. Diferencia entre Longitudes Topografica y Cuadrícula

$$L_T - L_c = 0.096 \text{ m} ; \quad 0.096 \text{ m}/2 = 0.048 \text{ m}$$

## PLANILLAS DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

< Codeition >

Project : PERFILES Y RASANTES URB. SAN RAFAEL

Print Date : 2017-09-20 1:22:44

Pt. Count : 358

Pt.	Azimuth	Zenith	S. Dist	H. Dist	C. Este	C. Norte	Elevación	Code
1					588043,506	8161781,586	3959,966	GPS1
2	122,2446	89,0421	102,423	102,410	588129,982	8161726,706	3962,935	GPS2
3	117,2448	88,5228	109,208	109,187	588140,442	8161731,323	3963,422	MZA_MOJ
4	122,4512	89,0318	107,453	107,438	588133,873	8161723,467	3963,049	MZA_MOJ
5	119,5658	88,5358	114,345	114,324	588142,574	8161724,519	3963,473	EJE_MOJ
6	135,4733	89,4854	107,502	107,501	588118,472	8161704,534	3961,624	AUX
7	143,4311	89,5811	115,902	115,902	588112,100	8161688,161	3961,338	EJE_MOJ
8	145,0042	90,0404	112,557	112,557	588108,057	8161689,379	3961,144	EJE
9	148,2534	90,2349	104,942	104,939	588098,462	8161692,188	3960,550	EJE
10	152,2208	90,4324	97,755	97,747	588088,849	8161694,993	3960,043	EJE
11	154,0058	90,5158	95,145	95,134	588085,196	8161696,075	3959,839	EJE_MOJ
12	156,5315	91,0613	91,109	91,092	588079,273	8161697,812	3959,522	EJE
13	162,0531	91,3001	85,104	85,075	588069,676	8161700,640	3959,049	EJE
14	168,0133	92,0135	79,924	79,874	588060,088	8161703,457	3958,451	EJE
15	174,4206	92,3011	75,721	75,649	588050,502	8161706,267	3957,970	EJE
16	182,0420	92,5508	72,644	72,549	588040,893	8161709,091	3957,578	EJE
17	213,4909	93,4442	73,859	73,701	588002,496	8161720,362	3956,453	EJE
18	214,5415	94,4251	63,977	63,760	588007,032	8161729,303	3956,019	EJE
19	215,5556	95,2011	56,795	56,549	588010,332	8161735,805	3955,995	EJE_MOJ
20	216,2254	95,3131	54,099	53,848	588011,576	8161738,241	3956,068	EJE
21	218,3131	96,2135	44,316	44,044	588016,083	8161747,136	3956,368	EJE
22	221,5402	97,1807	34,603	34,322	588020,594	8161756,047	3956,879	EJE
23	227,5421	98,3037	25,070	24,794	588025,118	8161764,972	3957,567	EJE
24	240,5910	100,3445	16,144	15,870	588029,638	8161773,896	3958,313	EJE
25	277,2627	102,0526	9,649	9,435	588034,161	8161782,815	3959,256	EJE
26	273,3456	101,3213	9,885	9,685	588033,850	8161782,198	3959,300	EJE_MOJ
27	334,2646	96,1512	11,301	11,234	588038,670	8161791,728	3960,046	EJE
28	359,0534	92,0300	19,064	19,052	588043,214	8161800,643	3960,595	EJE
29	8,3308	90,3746	28,305	28,303	588047,725	8161809,581	3960,966	EJE
30	13,1800	90,1902	37,922	37,921	588052,240	8161818,497	3961,067	EJE
31	14,2336	89,5710	41,144	41,144	588053,744	8161821,446	3961,311	EJE_MOJ
32	5,2557	90,3214	37,972	37,971	588047,111	8161819,393	3960,921	MZA_MOJ
33	20,3053	90,0041	35,194	35,194	588055,850	8161814,555	3961,270	MZA_MOJ
34	312,2206	109,3305	4,270	4,024	588040,543	8161784,305	3959,848	MZA_MOJ
35	230,2426	102,5726	10,003	9,749	588036,004	8161775,380	3959,034	MZA_MOJ
36	208,5547	97,4233	30,288	30,014	588028,997	8161755,324	3957,214	CASA
37	191,3112	96,1147	31,463	31,280	588037,269	8161750,944	3957,881	CASA
38	211,1430	95,2821	51,327	51,093	588017,016	8161737,909	3956,382	MZA_MOJ
39	222,1042	95,5006	52,900	52,626	588008,180	8161742,594	3955,899	MZA_MOJ

40	241,2722	95,5138	61,532	61,211	587989,745	8161752,345	3954,994	MOJ
41	238,5658	95,2049	65,644	65,358	587987,523	8161747,882	3955,160	MOJ
42	254,2405	95,3848	74,579	74,217	587972,032	8161761,636	3953,939	MZA_MOJ
43	254,1711	95,2427	81,506	81,143	587965,405	8161759,617	3953,596	EJE
44	259,5556	95,5508	75,143	74,743	587969,924	8161768,527	3953,528	EJE
45	266,3430	96,0149	69,554	69,169	587974,470	8161777,461	3953,970	EJE
46	274,1443	96,0526	65,081	64,714	587978,980	8161786,383	3954,372	EJE
47	282,5213	96,0714	61,920	61,567	587983,496	8161795,307	3954,675	EJE
48	292,1026	95,4308	60,242	59,942	587988,007	8161804,216	3955,274	EJE
49	301,4419	94,1456	60,103	59,938	587992,541	8161813,123	3956,824	EJE
50	311,0317	92,5620	61,693	61,612	587997,056	8161822,058	3958,114	EJE
51	319,3943	91,3417	64,800	64,776	588001,587	8161830,967	3959,500	EJE
52	327,1834	91,0307	69,289	69,278	588006,099	8161839,897	3960,005	EJE
53	331,5840	90,5909	73,011	73,000	588009,220	8161846,035	3960,021	EJE_MOJ
54	330,4724	90,3902	65,959	65,954	588011,329	8161839,160	3960,528	MZA_MOJ
55	337,0302	90,1535	64,657	64,656	588018,305	8161841,132	3960,984	AUX2
56	344,4554	90,0247	70,269	70,269	588025,051	8161849,392	3961,220	N
57	338,1542	90,5741	78,967	78,956	588014,273	8161854,934	3959,952	N
58	326,0407	91,2755	77,777	77,752	588000,115	8161846,104	3959,288	N
59	318,2623	91,5118	74,269	74,230	587994,271	8161837,136	3958,873	N
60	308,0643	92,5914	69,966	69,871	587988,541	8161824,717	3957,631	N
61	297,0631	94,3414	68,104	67,887	587983,087	8161812,528	3955,850	N
62	281,5216	96,0924	71,937	71,522	587973,524	8161796,306	3953,562	N
63	272,1906	96,0221	75,403	74,984	587968,593	8161784,626	3953,344	N
64	266,2244	95,5610	79,260	78,835	587964,838	8161776,614	3953,080	N
65	259,1640	95,2113	88,946	88,558	587956,504	8161765,117	3952,978	N
66	253,4552	94,2731	94,949	94,661	587952,630	8161755,127	3953,896	N
67	252,4507	94,5341	87,489	87,170	587960,266	8161755,747	3953,812	N
68	252,4140	95,2537	79,344	78,988	587968,104	8161758,097	3953,773	P
69	244,2657	95,1813	70,040	69,740	587980,596	8161751,513	3954,803	P
70	248,5725	95,2515	74,540	74,207	587974,258	8161754,947	3954,235	EJE
71	242,3626	95,1642	68,375	68,085	587983,065	8161750,268	3954,987	EJE
72	235,0353	95,2631	63,225	62,940	587991,918	8161745,550	3955,281	EJE
73	225,2209	95,3214	59,195	58,919	588001,587	8161740,201	3955,565	EJE
74	216,4723	95,2458	56,924	56,670	588009,577	8161736,209	3955,904	EJE
75	187,0720	93,4323	60,047	59,920	588036,087	8161722,135	3957,378	EJE
76	178,4503	93,0729	64,247	64,152	588044,915	8161717,456	3957,775	EJE
77	171,3229	92,4135	69,663	69,586	588053,752	8161712,764	3958,004	EJE
78	165,2736	92,1116	76,018	75,963	588062,587	8161708,063	3958,375	EJE
79	160,2201	91,3926	83,059	83,024	588071,412	8161703,396	3958,875	EJE
80	156,0604	91,0917	90,701	90,683	588080,254	8161698,685	3959,449	EJE
81	143,5538	89,4533	128,424	128,423	588119,133	8161677,793	3961,817	PL
82	148,5622	90,1238	116,988	116,988	588103,875	8161681,379	3960,847	P
83	154,0854	90,2959	107,563	107,559	588090,416	8161684,798	3960,339	P
84	155,2601	90,4509	103,723	103,714	588086,635	8161687,267	3959,915	PL

85	156,0936	90,4527	104,296	104,287	588085,667	8161686,204	3959,898	MZA
86	175,3558	91,5539	85,832	85,784	588050,098	8161696,062	3958,390	P
87	168,5844	91,1147	96,798	96,777	588062,017	8161686,601	3959,256	EJE
88	166,5211	91,5115	88,479	88,433	588063,605	8161695,472	3958,414	COR
89	158,5349	91,1138	96,959	96,938	588078,418	8161691,156	3959,257	COR
90	153,4824	90,4329	104,364	104,355	588089,579	8161687,954	3959,957	COR
91	147,3416	90,0637	116,833	116,833	588106,168	8161682,979	3961,052	N
92	142,2322	89,4648	129,670	129,669	588122,652	8161678,872	3961,775	N
93	144,2607	89,2716	129,501	129,496	588118,834	8161676,254	3962,510	MOJ
94	147,2004	89,1654	137,216	137,205	588117,570	8161666,089	3962,997	N
95	139,4922	90,0617	115,526	115,526	588118,048	8161693,325	3961,066	N
96	142,0409	90,1551	107,610	107,609	588109,664	8161696,716	3960,781	N
97	150,5435	91,0655	89,959	89,942	588087,245	8161702,997	3959,526	N
98	158,4005	91,4852	79,717	79,677	588072,500	8161707,375	3958,753	N
99	168,2914	92,3912	71,801	71,724	588057,831	8161711,312	3957,953	N
100	177,0547	93,1921	67,226	67,113	588046,916	8161714,566	3957,381	N
101	187,3854	93,5651	64,669	64,515	588034,929	8161717,652	3956,825	N
102	187,5217	92,5937	77,336	77,230	588032,939	8161705,090	3957,238	COR
103	176,5047	92,3229	81,191	81,111	588047,978	8161700,605	3957,677	COR
104	177,1859	92,0408	82,763	82,709	588047,389	8161698,975	3958,289	PL
105	182,1524	92,2459	82,796	82,723	588040,259	8161698,934	3957,786	P
106	210,5347	92,5902	83,027	82,914	588000,941	8161710,444	3956,955	P
107	218,5101	92,5052	87,015	86,908	587989,000	8161713,911	3956,954	MZA
108	223,4531	92,5601	89,371	89,254	587981,786	8161717,129	3956,703	MZA
109	219,2617	93,0938	86,081	85,950	587988,917	8161715,213	3956,531	PL
110	210,1618	93,3118	78,758	78,610	588003,889	8161713,702	3956,439	N
111	217,5945	93,2510	82,790	82,643	587992,641	8161716,466	3956,339	N
112	225,2046	93,1647	88,343	88,198	587980,775	8161719,605	3956,223	N
113	219,5518	92,1544	98,930	98,853	587980,078	8161705,781	3957,372	N
114	231,5250	93,0655	95,259	95,118	587968,684	8161722,876	3956,100	N
115	228,1205	92,5723	93,881	93,756	587973,621	8161719,103	3956,435	P
116	232,5703	92,3631	99,907	99,803	587963,861	8161721,462	3956,730	ESTACA
117	237,3237	92,3612	107,306	107,195	587953,065	8161724,066	3956,403	MACHON
118	234,3758	91,5618	117,132	117,065	587948,054	8161713,834	3957,315	MACHON
119	236,4532	93,0841	94,877	94,734	587964,283	8161729,663	3956,072	EJE
120	243,2439	92,5535	106,827	106,688	587948,112	8161733,840	3955,823	EJE
121	241,1147	92,3759	114,374	114,253	587943,398	8161726,545	3956,023	MACHON
122	237,1131	92,5924	102,778	102,638	587957,250	8161725,981	3955,916	N
123	231,1414	93,0956	94,694	94,550	587969,791	8161722,396	3956,048	N
124	223,5132	93,3324	80,262	80,107	587988,011	8161723,832	3956,298	EJE
125	218,2430	93,4049	76,401	76,243	587996,149	8161721,849	3956,373	EJE
126	210,0200	94,1825	65,860	65,675	588010,646	8161724,736	3956,331	N
127	221,3746	94,1643	70,961	70,763	587996,507	8161728,700	3955,983	N
128	230,4910	94,0013	77,817	77,628	587983,342	8161732,551	3955,844	N
129	236,5135	93,4628	84,479	84,296	587972,932	8161735,509	3955,716	N

130	236,5345	93,5811	81,526	81,330	587975,387	8161737,173	3955,633	P
131	244,5602	96,4054	52,917	52,558	587995,908	8161759,326	3955,120	N
132	260,1155	96,3435	43,832	43,544	588000,608	8161774,180	3956,257	N
133	283,4126	95,1037	39,432	39,271	588005,361	8161790,888	3957,719	N
134	306,1947	93,3547	41,656	41,574	588010,024	8161806,223	3958,664	N
135	316,0631	92,5415	36,830	36,783	588018,015	8161808,101	3959,411	MOJ
136	309,2143	93,1952	56,140	56,045	588000,184	8161817,138	3958,015	MOJ
137	294,5407	95,4436	55,679	55,400	587993,267	8161804,920	3955,705	N
138	283,0317	96,0923	55,724	55,402	587989,546	8161794,107	3955,301	N
139	269,3947	96,4113	56,473	56,088	587987,429	8161781,263	3954,701	N
140	319,0221	91,5052	47,080	47,056	588012,669	8161817,127	3959,759	N
141	329,4244	90,2149	53,408	53,407	588016,581	8161827,710	3960,938	N
142	336,4823	90,1645	64,849	64,848	588017,976	8161841,200	3960,961	EJE
143	342,5635	89,5248	57,285	57,285	588026,713	8161836,358	3961,397	EJE
144	350,5110	89,4705	50,564	50,564	588035,478	8161831,514	3961,467	EJE
145	0,5334	89,5602	45,107	45,107	588044,219	8161826,694	3961,329	EJE
146	13,1335	89,4937	41,367	41,367	588052,981	8161821,863	3961,402	EJE
147	27,1209	89,1458	39,849	39,846	588061,731	8161817,032	3961,799	EJE
148	28,3310	86,3444	41,072	40,999	588063,112	8161817,606	3963,728	BORDE
149	27,2007	87,0519	42,075	42,021	588062,812	8161818,921	3963,414	BORDE
150	29,4123	87,0002	47,873	47,808	588067,195	8161823,124	3963,782	BORDE
151	27,3741	87,2028	51,087	51,032	588067,181	8161826,806	3963,647	BORDE
152	22,3747	87,2424	49,107	49,057	588062,392	8161826,873	3963,499	BORDE
153	18,5046	87,2722	45,446	45,401	588058,182	8161824,560	3963,294	BORDE
154	9,2837	87,3356	43,885	43,845	588050,735	8161824,840	3963,141	BORDE
155	357,0609	88,0624	48,701	48,674	588041,056	8161830,205	3962,886	BORDE
156	349,4321	88,1752	52,818	52,795	588034,097	8161833,541	3962,846	BORDE
157	341,1326	89,4949	60,457	60,457	588024,057	8161838,833	3961,456	BORDE_PIE
158	350,0208	89,2907	66,336	66,333	588032,038	8161846,926	3961,873	N
159	335,1150	90,5240	46,086	46,080	588024,185	8161823,423	3960,571	N
160	338,3925	91,3829	32,329	32,316	588031,755	8161811,692	3960,351	N
161	348,3956	91,4950	23,979	23,966	588038,806	8161805,092	3960,511	N
162	281,4517	97,1957	18,993	18,838	588025,073	8161785,431	3958,853	N
163	247,0324	97,4836	28,133	27,872	588017,849	8161770,728	3957,454	N
164	273,3505	101,3304	9,878	9,678	588033,857	8161782,198	3959,299	EJE_MOJ
165	191,2856	110,3310	4,441	4,158	588042,688	8161777,518	3959,718	EJE
166	137,3657	96,0313	11,929	11,862	588051,512	8161772,831	3960,019	EJE
167	128,3855	92,1147	21,578	21,562	588060,356	8161768,126	3960,450	EJE
168	125,1423	90,3512	31,447	31,446	588069,199	8161763,449	3960,955	EJE
169	124,1434	90,0818	36,449	36,448	588073,647	8161761,083	3961,189	EJE_MOJ
170	123,2819	89,5935	41,372	41,372	588078,027	8161758,775	3961,282	EJE
171	122,2440	89,4412	51,338	51,337	588086,856	8161754,077	3961,513	EJE
172	121,4059	89,2846	61,319	61,316	588095,694	8161749,388	3961,834	EJE
173	121,0858	89,2005	71,309	71,304	588104,540	8161744,709	3962,105	EJE
174	120,4542	89,1826	81,298	81,292	588113,370	8161740,015	3962,260	EJE

175	120,2647	89,1327	91,283	91,274	588122,204	8161735,341	3962,513	EJE
176	120,1230	89,0442	101,261	101,248	588131,015	8161730,650	3962,906	EJE
177	119,5959	88,5642	111,275	111,257	588139,867	8161725,965	3963,326	EJE
178	119,5707	88,5357	114,341	114,320	588142,568	8161724,516	3963,474	EJE_MOJ
179	138,4926	89,5710	113,947	113,947	588118,536	8161695,826	3961,371	EJE
180	133,4800	89,3811	112,844	112,842	588124,961	8161703,490	3961,993	EJE
181	128,4323	89,1511	112,620	112,610	588131,372	8161711,149	3962,745	EJE
182	123,3917	89,0242	113,288	113,272	588137,803	8161718,819	3963,165	EJE
183	118,4119	88,5132	114,831	114,808	588144,231	8161726,479	3963,564	EJE
184	113,5246	88,3116	117,200	117,161	588150,648	8161734,164	3964,302	EJE
185	109,1835	87,2420	120,440	120,316	588157,064	8161741,807	3966,729	EJE
186	104,5923	87,1111	124,352	124,203	588163,492	8161749,469	3967,381	EJE
187	100,5658	87,1356	128,899	128,748	588169,920	8161757,138	3967,501	EJE
188	99,1146	87,1911	131,135	130,991	588172,824	8161760,659	3967,409	EJE_MOJ
189	100,5749	87,3107	137,297	137,169	588178,181	8161755,506	3967,221	N
190	107,4729	87,1510	133,679	133,526	588170,656	8161740,794	3967,684	N
191	111,5826	87,2842	130,687	130,560	588164,592	8161732,740	3967,027	N
192	123,3727	88,3803	125,069	125,034	588147,630	8161712,357	3964,258	N
193	135,2257	89,3516	125,965	125,962	588131,988	8161691,932	3962,183	N
194	137,0624	89,4339	126,188	126,187	588129,403	8161689,146	3961,877	N
195	131,2011	89,2900	112,454	112,450	588127,948	8161707,323	3962,291	BORDE_PIE
196	126,3602	88,5821	113,487	113,469	588134,610	8161713,939	3963,312	BORDE
197	121,2406	88,2850	114,526	114,486	588141,234	8161721,942	3964,314	BORDE
198	118,4959	88,1429	116,075	116,020	588145,153	8161725,641	3964,839	BORDE
199	115,1739	87,5043	118,251	118,167	588150,354	8161731,104	3965,723	BORDE
200	114,0552	87,4241	118,993	118,898	588152,052	8161733,048	3966,029	BORDE
201	112,5547	87,3645	117,846	117,744	588151,956	8161735,720	3966,186	BORDE
202	108,5815	87,2156	119,703	119,577	588156,598	8161742,720	3966,779	BORDE
203	105,3455	87,1026	123,701	123,551	588162,526	8161748,405	3967,376	BORDE
204	102,1908	87,1020	126,506	126,352	588166,958	8161754,636	3967,518	BORDE
205	101,1338	87,1322	128,276	128,125	588169,189	8161756,647	3967,492	ESTANQUE
206	101,0454	87,1015	126,379	126,225	588167,388	8161757,332	3967,515	ESTANQUE
207	102,0833	87,1021	125,967	125,814	588166,515	8161755,129	3967,491	ESTANQUE
208	99,5816	87,1059	126,222	126,070	588167,681	8161759,764	3967,480	BORDE
209	98,3643	87,2027	126,711	126,575	588168,663	8161762,639	3967,156	EJE_BORDE
210	103,2052	88,2513	124,126	124,079	588164,243	8161752,948	3964,699	PIE
211	107,1917	88,2652	120,499	120,455	588158,508	8161745,730	3964,541	PIE
212	111,0023	88,3613	117,681	117,646	588153,343	8161739,421	3964,145	PIE
213	113,1034	88,4138	116,215	116,185	588150,325	8161735,867	3963,926	PIE
214	114,5041	88,3934	117,296	117,264	588149,927	8161732,323	3964,021	PIE
215	119,3159	88,5406	114,621	114,600	588143,226	8161725,104	3963,474	PIE
216	123,1236	89,0746	112,956	112,943	588138,012	8161719,733	3962,993	PIE
217	128,5524	89,1858	99,775	99,768	588121,134	8161718,911	3962,468	N
218	132,4122	89,4441	79,442	79,441	588101,908	8161727,730	3961,631	N
219	142,2314	90,4606	65,555	65,550	588083,522	8161729,668	3960,398	N

220	157,5820	92,1854	58,599	58,552	588065,476	8161727,316	3958,910	N
221	160,0315	91,4827	76,124	76,086	588069,471	8161710,071	3958,876	MOJ
222	173,1421	93,0744	59,837	59,748	588050,550	8161722,261	3958,011	N
223	171,4759	94,1925	38,242	38,133	588048,955	8161743,850	3958,394	N
224	187,4905	95,0022	42,893	42,730	588037,704	8161739,261	3957,534	N
225	165,3418	97,4852	13,650	13,524	588046,886	8161768,496	3959,421	N
226	130,0230	90,1128	46,199	46,198	588078,884	8161751,872	3961,123	N
227	116,3322	89,2739	41,231	41,229	588080,395	8161763,161	3961,665	MZA_MOJ
228	116,0635	89,5430	31,256	31,256	588071,582	8161767,838	3961,327	MZA_MOJ
229	108,3142	89,3246	36,725	36,724	588078,337	8161769,923	3961,568	EJE
230	94,0513	87,3657	39,687	39,653	588083,068	8161778,767	3962,928	EJE
231	105,2150	88,3721	93,385	93,358	588133,538	8161756,858	3963,522	BORDE_PIE
232	106,1921	88,4123	89,428	89,405	588129,317	8161756,466	3963,322	PIE
233	103,2037	88,3823	79,401	79,378	588120,751	8161763,273	3963,162	PIE
234	103,4538	88,4247	71,553	71,535	588112,998	8161764,577	3962,884	PIE
235	103,0213	88,4431	66,500	66,484	588108,286	8161766,596	3962,737	PIE
236	101,2731	88,3843	64,033	64,015	588106,255	8161768,876	3962,791	PIE
237	103,3558	88,5107	57,494	57,482	588099,387	8161768,077	3962,429	PIE
238	102,3452	88,4709	49,788	49,777	588092,098	8161770,750	3962,332	PIE
239	100,5357	88,5742	44,310	44,303	588087,020	8161773,216	3962,080	PIE
240	98,3100	89,1044	38,663	38,659	588081,749	8161775,868	3961,831	PIE
241	90,0223	89,0103	35,345	35,340	588078,856	8161781,568	3961,883	PIE
242	81,2816	89,1307	32,633	32,630	588075,785	8161786,432	3961,722	PIE
243	74,0749	89,1008	30,818	30,815	588073,157	8161790,019	3961,724	PIE
244	62,1907	89,1657	30,264	30,261	588070,314	8161795,651	3961,656	PIE
245	46,2843	89,2138	32,622	32,620	588067,169	8161804,056	3961,641	PIE
246	37,1913	89,3145	35,662	35,661	588065,136	8161809,953	3961,570	PIE
247	24,5042	89,5628	34,983	34,983	588058,215	8161813,338	3961,313	PIE
248	23,3057	89,5117	38,622	38,622	588058,926	8161817,008	3961,375	PIE
249	21,4040	89,3548	42,755	42,754	588059,309	8161821,324	3961,578	N
250	27,0218	87,5928	37,457	37,434	588060,533	8161814,936	3962,590	N
251	33,2151	87,4752	37,735	37,707	588064,253	8161813,086	3962,727	N
252	41,0126	87,2332	38,550	38,510	588068,793	8161810,647	3963,031	N
253	49,1726	85,4531	37,062	36,961	588071,533	8161805,700	3964,018	N
254	57,0811	85,0258	39,700	39,552	588076,739	8161803,056	3964,703	N
255	64,2038	84,4700	42,167	41,993	588081,368	8161799,775	3965,111	N
256	67,3008	84,1207	41,654	41,441	588081,803	8161797,450	3965,485	BORDE
257	68,2536	83,0910	38,138	37,866	588078,730	8161795,516	3965,824	BORDE
258	79,3611	82,3042	38,910	38,579	588081,461	8161788,555	3966,348	BORDE
259	82,5249	82,3859	41,216	40,877	588084,078	8161786,660	3966,550	BORDE
260	82,1616	84,2527	44,842	44,630	588087,741	8161787,595	3965,634	EJE
261	40,4214	85,5756	41,317	41,215	588070,394	8161812,838	3964,184	BORDE
262	53,2752	85,2837	44,929	44,789	588079,503	8161808,257	3964,820	BORDE
263	61,5950	84,2209	49,899	49,658	588087,361	8161804,908	3966,173	BORDE
264	70,2937	84,0536	55,524	55,229	588095,575	8161800,035	3966,991	BORDE

265	61,3408	84,3716	62,522	62,246	588098,255	8161811,229	3967,138	N
266	51,4207	85,3813	58,837	58,667	588089,558	8161817,952	3965,753	N
267	44,3410	86,1338	57,372	57,248	588083,691	8161822,376	3965,052	N
268	33,5413	87,0106	56,004	55,928	588074,712	8161828,012	3964,190	N_CALLE
269	26,0456	87,3017	59,052	58,996	588069,454	8161834,581	3963,848	N_CALLE
270	16,0636	87,4516	57,399	57,355	588059,431	8161836,696	3963,526	N
271	6,3555	88,2050	59,460	59,436	588050,346	8161840,635	3962,992	N
272	357,0539	88,3919	61,105	61,089	588040,419	8161842,603	3962,711	N
273	343,3003	90,5644	80,174	80,163	588020,750	8161858,455	3959,954	N
274	333,2833	91,3728	87,232	87,197	588004,576	8161859,612	3958,804	N
275	41,2604	88,1402	40,784	40,764	588070,492	8161812,155	3962,534	EJE
276	54,1100	88,0709	44,057	44,033	588079,222	8161807,361	3962,723	EJE
277	64,4709	87,4411	49,195	49,156	588087,989	8161802,534	3963,220	EJE
278	105,5509	87,1152	123,889	123,741	588162,511	8161747,653	3967,334	AUX3
279	254,1445	179,5724	1,318	0,001	588043,515	8161781,593	3959,959	E
280	195,1811	95,3613	40,555	40,361	588032,864	8161742,663	3957,317	CASA
281	206,3638	95,0523	56,225	56,003	588018,431	8161731,522	3956,289	EJE
282	196,3114	94,3551	57,338	57,153	588027,264	8161726,799	3956,681	EJE
283	187,0703	93,4341	60,044	59,917	588036,092	8161722,138	3957,373	EJE
284	189,5710	93,1711	70,858	70,742	588031,289	8161711,916	3957,215	EJE
285	198,0352	93,3453	70,469	70,331	588021,707	8161714,729	3956,875	EJE
286	206,0803	93,4124	71,489	71,341	588012,092	8161717,546	3956,676	EJE
287	203,2106	93,3250	76,464	76,318	588013,266	8161711,526	3956,546	N
288	203,5030	93,0619	81,044	80,925	588010,805	8161707,574	3956,887	MACHON
289	199,1151	93,1148	78,693	78,570	588017,680	8161707,392	3956,889	PL
290	194,4217	94,1400	64,050	63,875	588027,302	8161719,810	3956,549	N
291	204,0320	94,1532	64,502	64,324	588017,296	8161722,855	3956,487	N
292	144,5718	91,4442	39,509	39,490	588066,192	8161749,262	3960,074	N
293	78,3912	82,3717	38,731	38,411	588081,176	8161789,150	3966,251	BORDE
294	89,5019	84,1504	42,688	42,473	588085,989	8161781,713	3965,553	BORDE
295	93,3850	85,0822	48,980	48,803	588092,221	8161778,488	3965,427	BORDE
296	95,4633	85,4247	56,145	55,988	588099,219	8161775,959	3965,474	BORDE
297	98,1212	86,5712	67,321	67,226	588110,054	8161772,001	3964,855	BORDE
298	100,0936	87,3341	76,783	76,714	588119,027	8161768,061	3964,544	BORDE
299	102,5443	87,5709	84,530	84,476	588125,856	8161762,717	3964,297	BORDE
300	104,0544	88,1631	91,438	91,397	588132,161	8161759,334	3964,029	BORDE
301	101,5048	88,3242	96,059	96,028	588137,498	8161761,879	3963,716	N
302	98,1544	88,3840	99,932	99,904	588142,383	8161767,237	3963,641	N
303	95,0640	88,1201	93,747	93,701	588136,844	8161773,245	3964,221	N
304	93,2556	88,0244	87,117	87,066	588130,426	8161776,381	3964,248	N
305	91,2637	87,4008	81,867	81,799	588125,289	8161779,532	3964,607	BORDE_PIE
306	88,2412	87,0538	73,592	73,497	588116,985	8161783,641	3965,008	PIE
307	89,2829	86,5528	72,020	71,916	588115,429	8161782,252	3965,141	BORDE
308	86,2552	86,1222	63,552	63,413	588106,806	8161785,540	3965,482	BORDE
309	79,5509	85,4014	55,001	54,844	588097,513	8161791,193	3965,429	BORDE



310	73,5936	85,0940	48,582	48,408	588090,048	8161794,942	3965,375	BORDE
311	74,4448	83,2058	45,366	45,061	588086,989	8161793,448	3966,531	N
312	85,4451	84,1330	52,613	52,346	588095,718	8161785,474	3966,571	N
313	89,2144	84,5212	58,401	58,167	588101,679	8161782,240	3966,499	N
314	92,3950	85,4512	67,750	67,564	588111,007	8161778,453	3966,294	N
315	87,1447	86,4412	67,315	67,206	588110,644	8161784,822	3965,109	MOJ
316	78,1951	86,1707	53,621	53,508	588095,918	8161792,416	3964,751	MZA_MOJ
317	70,1416	85,2541	46,519	46,371	588087,156	8161797,272	3964,985	MZA_MOJ
318	73,0721	86,4818	51,154	51,075	588092,391	8161796,421	3964,128	EJE
319	70,3937	87,5648	53,444	53,410	588093,912	8161799,281	3963,192	EJE_MOJ
320	64,4721	87,4226	49,219	49,179	588088,011	8161802,541	3963,246	EJE
321	73,0949	87,5713	55,643	55,608	588096,740	8161797,699	3963,264	EJE
322	79,3506	88,0207	62,861	62,824	588105,304	8161792,950	3963,432	EJE
323	84,5809	88,1334	68,615	68,582	588111,833	8161787,607	3963,401	N
324	84,2434	85,0150	71,631	71,362	588114,538	8161788,545	3967,482	EJE
325	88,0830	86,3713	80,231	80,091	588123,565	8161784,190	3966,007	EJE
326	90,4119	86,4250	82,167	82,032	588125,542	8161780,607	3965,987	BORDE
327	87,5949	85,1319	74,973	74,713	588118,183	8161784,204	3967,522	BORDE
328	85,2357	84,5607	72,948	72,663	588115,945	8161787,422	3967,717	BORDE
329	82,2420	84,3726	69,612	69,306	588112,214	8161790,753	3967,799	BORDE
330	77,3320	84,2250	62,427	62,127	588104,183	8161794,981	3967,390	BORDE
331	71,5228	84,1223	56,754	56,464	588097,178	8161799,159	3967,006	BORDE
332	64,5357	85,0750	69,140	68,891	588105,901	8161810,817	3967,146	N
333	73,3427	85,1852	75,788	75,535	588115,968	8161802,952	3967,468	N
334	79,2838	85,5404	83,354	83,140	588125,258	8161796,777	3967,235	N
335	83,3652	87,0626	89,463	89,349	588132,310	8161791,530	3965,792	N
336	85,3208	89,3805	96,598	96,596	588139,819	8161789,112	3961,893	N
337	88,5630	89,5207	92,036	92,036	588135,536	8161783,293	3961,488	N
338	91,2734	89,5737	90,755	90,755	588134,242	8161779,282	3961,340	N
339	93,0352	88,5107	94,235	94,216	588137,598	8161776,556	3963,165	N
340	89,2808	88,4155	96,289	96,264	588139,776	8161782,486	3963,464	N
341	87,0240	88,4709	99,002	98,979	588142,364	8161786,696	3963,375	N
342	93,3143	88,3818	98,270	98,242	588141,572	8161775,547	3963,612	EJE
343	95,3013	87,4430	107,682	107,598	588150,618	8161771,273	3965,520	EJE
344	97,1149	89,0615	117,058	117,044	588159,637	8161766,930	3963,107	EJE
345	93,2441	89,2104	118,312	118,304	588161,611	8161774,553	3962,617	N
346	90,3800	88,2000	122,341	122,289	588165,798	8161780,242	3964,835	N
347	88,1956	87,1748	109,638	109,516	588152,986	8161784,780	3966,448	N
348	100,2739	88,2924	122,504	122,461	588163,942	8161759,358	3964,505	MZA_MOJ
349	93,3203	88,1845	132,851	132,793	588176,057	8161773,407	3965,189	N
350	95,3724	87,5441	127,582	127,497	588170,400	8161769,100	3965,927	BORDE
351	97,1848	88,0629	137,914	137,838	588180,233	8161764,047	3965,830	OCHA
352	98,0814	88,0350	138,671	138,592	588180,712	8161761,976	3965,962	OCHA
353	99,5027	87,5928	144,668	144,579	588185,968	8161756,882	3966,348	P
354	90,5440	88,2059	127,897	127,844	588171,344	8161779,560	3964,960	ESTACA

355	88,5307	88,3628	118,667	118,631	588162,125	8161783,901	3964,160	BORDE
356	94,0759	89,3014	116,786	116,782	588159,994	8161773,176	3962,288	N
357	96,1125	90,0509	124,319	124,318	588167,110	8161768,188	3961,091	N
358	103,2759	88,2500	123,919	123,871	588163,982	8161752,747	3964,701	PIE

