

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD TÉCNICA
CARRERA DE TOPOGRAFÍA Y GEODESIA



PROYECTO DE GRADO

**PLAN REGULADOR PARA LA POBLACIÓN
DE SANTA ROSA PROVINCIA SUD YUNGAS
DEL DEPARTAMENTO DE LA PAZ**

POSTULANTE: RONALD SANTOS GALLARDO

TUTOR: LIC. RICHARD J. SALAZAR ESPINOZA

LA PAZ - BOLIVIA
2011

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por sobre todo lo que me ha dado, mis padres que me dieron el mejor regalo como es el estudio y una carrera, a mis hermanos que siempre me apoyaron en todo momento a mis compañeros de carrera por el apoyo brindado, la enseñanza de los docentes de la carrera que implantaron su conocimiento en clases, a mi tutor de Proyecto de Grado por todo su apoyo y colaboración.

El temor de Jehová es para vida, y con el vivirá lleno de reposo el hombre;
No será visitado de mal.
PROVERBIOS 19, 23

RESUMEN

Tomando en cuenta los procesos que vive el país con la Ley de Participación Popular N° 1551 y la Ley de municipalidades N° 2028, faculta a los gobiernos autónomos municipales a realizar de la mejor manera su ordenamiento territorial, siendo parte de esto el catastro urbano, catastro rural, uso de suelos, la necesidad que tiene la población de Santa Rosa (Provincia Sud Yungas del Departamento de La Paz) de contar con una herramienta adecuada para su desarrollo y su planificación urbana, la distribución poblacional, servicios básicos y otros, se vio por conveniente la implementación de un plan regulador, que permitirá un mejor ordenamiento de los asentamientos y una adecuada construcción de sus viviendas, y que cada poblador tenga un buen conocimiento de lo que es propietario para un mejor y más justo ingreso por conceptos de tributos municipales sobre la propiedad inmueble.

La primera etapa que se realizó fue la socialización e información a los pobladores del trabajo que se realizaría para que tengan conocimiento y no haya ninguna desconfianza.

Como estación base se utilizó el punto CM 348, de la red geodésica nacional SETMIN-INRA, con la que se densificó los puntos denominados GPS SR1-SR2, se monumentaron en el área de trabajo puntos complementarios que formaran parte de una poligonal cerrada y tres poligonales abiertas con control utilizando estación total.

Se realizó la medición de los predios y todos los detalles de las construcciones utilizando cinta métrica que permitió la realización de planos Georeferenciados principalmente el plano general de la población de Santa Rosa y sus planos de lote.

Paralelamente a la mensura se recolectó los nombres de los propietarios para la implementación del Sistema de Información Geográfica y su base de datos en el software ArcGis.

La entrega final del plano general y los planos individuales se realizó en presencia de autoridades de Santa Rosa, se entregó la información en formato impreso los planos finales Plano General, Planos Prediales, Plano de Uso de Suelos y Asentamientos, Plano de Zonificación, Plano Regulador y otros, también se entregó esta información en formato digital incluida la Base de Datos.

	Página
INDICE GENERAL	
AGRADECIMIENTO	i
RESUMEN	viii
<hr/>	
CAPITULO I GENERALIDADES	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 ANTECEDENTES	1
1.3 UBICACIÓN GEOGRÁFICA	2
1.4 ORIGEN DE SANTA ROSA	4
1.5 ECONOMÍA DE SANTA ROSA	4
1.6 CLIMA	4
1.6.1 Precipitación Pluvial	5
1.7 POBLACIÓN	5
1.8 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	5
1.8.1 Importancia Social	5
1.8.2 Importancia Local	5
1.8.3 Importancia Regional	6
1.8.4 Importancia Académica	6
1.9 OBJETIVOS	6
1.9.1 Objetivo General	6
1.9.2 Objetivos Específicos	6
1.9.3 Objetivo Académico	7

CAPITULO II	ASPECTOS TEORICOS METODOLOGICOS	8
2.1	PLANTEAMIENTO URBANO	8
2.1.1	Plan Regulador	8
2.1.2	Plan Integral	8
2.1.3	Plan Director	9
2.1.4	Elementos del Plan Regulador	9
2.1.5	Requisitos del Plan Regulador	9
2.1.6	Finalidades de la Planificación	10
2.1.7	Zonificación	10
2.2	CATASTRO	10
2.3	ASPECTOS Y OPERACIONES TÉCNICAS DEL CATASTRO	10
2.3.1	Aspecto Físico	10
2.3.2	Aspecto Económico	11
2.3.3	Aspecto Jurídico	11
2.4	CODIFICACIÓN CATASTRAL	12
2.4.1	Distrito	14
2.4.2	Manzana	14
2.4.3	Parcela	14
2.4.3.1	Parcela Urbana.....	14

2.4.3.2 Parcela Rural	15	
2.5 TOPOGRAFÍA	15	
2.6 PLANIMETRÍA	15	
2.7 ALTIMETRÍA	16	iii
2.8 PROCEDIMIENTOS EN TOPOGRAFÍA	17	
2.9 ERRORES EN TOPOGRAFÍA	18	
2.10 CLASIFICACIÓN DE LOS ERRORES.....	18	
2.11 PRECISIÓN Y EXACTITUD.....	19	
2.12 POLIGONALES.....	19	
2.12.1 Calculo del Acimut de los lados de la Poligonal	20	
2.12.2 Calculo de Coordenadas Parciales	21	
2.12.3 Calculo del error de Cierre Lineal	21	
2.12.4 Calculo del error Relativo	22	
2.12.5 Compensación del error Lineal	23	
2.13 TOLERANCIAS PARA TRABAJOS TOPOGRÁFICOS	23	
2.14 CARTOGRAFÍA – PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA	24	
2.14.1 Proyección Universal Transversa de Mercator UTM	25	
2.14.2 Cuadrícula Universal Transversa de Mercator CUTM	28	
2.14.3 Factor de Escala	29	
2.15 GEODESIA	29	
2.15.1 Sistema Geodésico Mundial de 1984 WGS-84	29	
2.15.2 Superficies de Referencia	30	

2.16 SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL GPS.....	31
2.17 EL SISTEMA GPS	32
2.18 TIPOS DE POSICIONAMIENTO	33
2.18.1 Posicionamiento Puntual o Absoluto	34
2.18.2 Posicionamiento Diferencial, Diferido o Relativo	34
2.19 TÉCNICAS DE MEDICIÓN GPS	35
2.19.1 Método Estático	35
2.19.2 Método Estático Rápido	36
2.19.3 Método Cinemático	37
2.19.4 Método en Tiempo Real Cinemático RTK	38
2. 20 SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA SIG.....	38
2.20.1 Aspectos Generales	38
2.20.2 Diferencia entre SIG y CAD	39
2.20.3 Aplicaciones de los Sistemas de Información Geográfica	39
2.20.4 El SIG Como parte de la Planificación Municipal	40
2.20.5 Componentes de un SIG	40
2.20.6 Captura de la Información	41
2.20.6.1 Formato Raster.....	41
2.20.6.2 Formato Vectorial.....	42
2.20.6.3 Manejo de la Información SIG.....	42
<hr/> <hr/>	
<hr/> <hr/>	
CAPITULO III EQUIPO Y MATERIAL EMPLEDO.....	44

3.1 EQUIPO E INSTRUMENTOS UTILIZADOS	44
3.2 MATERIAL EMPLEADO	44
3.3 MATERIAL DE CAMPO.....	45
3.4 MATERIAL DE ESCRITORIO.....	45
3.5 RESUMEN DE COSTO DE PROYECTO	45

iv

CAPITULO IV DESARROLLO DEL PROYECTO.....	46
---	-----------

=

4.1 MÉTODOS, TÉCNICAS PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO	46
4.2 ETAPAS Y PROCESOS EN EL DESARROLLO DE TRABAJO DE CAMPO	46
4.2.1 Planificación y viaje a la Población de Santa Rosa	47
4.2.2 Instalación de Gabinete Topográfico	47
4.2.3 Reconocimiento del Área de Trabajo	47
4.2.4 Ubicación del Punto de Control CM-348	48
4.2.5 Planificación de la Sesión	49
4.2.6 Densificación de los Puntos GPS de la Poligonal Principal	50
4.2.7 Proceso de Líneas Base	51
4.2.8 Establecimiento de la Poligonal Principal Topográfica	52

4.2.9 Trabajo en campo de la Poligonal Principal	53
4.2.10 Establecimiento de la poligonal Abierta con Control	54
4.2.11 Proceso y ajuste de poligonales	55
4.2.11.1 Calculo de Coordenadas.....	55
4.2.11.2 Resumen de Fórmulas Utilizadas	55
4.2.12 Proceso de Medición y Levantamiento Topográfico con Estación Total	57
4.2.12.1 Mensura con Cinta Métrica	58
4.2.12.2 Datos del titular del predio	59
4.2.13 Representación Cartográfica	59
4.2.14 Software Utilizado	59
4.2.15 Elaboración Cartográfica de Planos y Mapas	61
4.2.16 Proceso de elaboración del Plan Regulador asociado a un SIG	61
4.2.17 Creación de la Base de Datos	62

CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 65

5.1 RESULTADOS OBTENIDOS 65

5.2 RESULTADOS PREVISTOS 65

5.2.1 Plano general de Santa Rosa	65
5.2.2 Planos individuales para cada propietario	66
5.2.3 Plano Topográfico	66
5.2.4 Mapa de Pendientes	66
5.2.5 Plano de Uso de Suelos	66

5.2.6 Plano de Zonificación	66
5.2.7 Plano de Consolidación	68
5.2.8 Plano Regulador	68
5.3 CONCLUSIONES	68
5.3.1 Conclusiones particulares	68
5.4 COSTO DE PROYECTO	69
5.5 RECOMENDACIONES	69
5.6 BIBLIOGRAFÍA	69

ANEXO

ANEXO I

de I-1 a I-3

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES POR MES AGOSTO 2009
 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES POR MES SEPTIEMBRE 2009
 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES POR MES OCTUBRE 2009
 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES POR MES NOVIEMBRE 2009

ANEXO II

de II-1 a II-6

COSTOS Y PRESUPUESTOS

RECONOCIMIENTO DE CAMPO
 RED GEODESICA PRINCIPAL
 RED GEODESICA SECUNDARIA
 LEVANTAMIENTO DE LOS PREDIOS
 REPRESENTACION CARTOGRAFICA Y SISTEMATIZACION DE LA INFORMACION
 CUADRO RESUMEN

ANEXO III

de III-1 a III-14

GEOREFERENCIACION DE LOS PUNTOS GPS SR-1 – SR-2

MONOGRAFIA DEL PUNTO CM-348
 LIBRETA DE CAMPO GPS SR-1
 LIBRETA DE CAMPO GPS SR-2
 UBICACIÓN DE LOS PUNTOS GPS SR-1 – SR-2
 REPORTE DE PUNTO GPS

ANEXO IV

de III-1 a III-12

ESTABLECIMIENTO DE POLIGONAL PRINCIPAL Y AUXILIAR

PLANILLA DE COORDENADAS POLIGONAL PRINCIPAL
POLIGONAL CERRADA, POLIGONAL PRINCIPAL
CROQUIS DE UBICACIÓN DE LA POLIGONAL PRINCIPAL Y PUNTOS GPS
PLANILLA TOPOGRAFICA DE COORDENADAS, POLIGONAL ABIERTA
POLIGONAL "A"
PLANILLA TOPOGRAFICA DE COORDENADAS, POLIGONAL ABIERTA
POLIGONAL "B"
PLANILLA TOPOGRAFICA DE COORDENADAS, POLIGONAL ABIERTA
POLIGONAL "C"
POLIGONAL ABIERTA CON CONTROL, POLIGONAL "A"
POLIGONAL ABIERTA CON CONTROL, POLIGONAL "B"
POLIGONAL ABIERTA CON CONTROL, POLIGONAL "C"

ANEXO V

de V-1 a V-7

PLANOS DEL PROYECTO

PLANO GENERAL
MAPA DE PENDIENTES
PLANO TOPOGRAFICO
PLANO DE ZONIFICACION
PLANO DE CONSOLIDACION
PLANO USO DE SUELOS Y ASENTAMIENTOS
PLANO REGULADOR
PLANO DE LOTE

vi

ANEXO VI

de V-1 a V-9

AREAS PATRIMONIALES Y FOTOGRAFIAS DE SANTA ROSA

PLANO DE AREAS PATRIMONIALES USO DE SUELO
DESCRIPCIÓN DE LAS ÁREAS PATRIMONIALES
FOTOGRAFIAS DE SANTA ROSA

ANEXO VII

de VI-1 a VI-22

LISTA DE COORDENADAS DEL PROYECTO

COORDENADAS OBTENIDAS EN CAMPO

INDICE DE FIGURAS

Figura I-1 Ubicación Geográfica país, departamento, provincia, comunidad, oblación.....	3
Figura I-2 Climadiagrama de los Yungas.....	4
Figura II-1 Codificación manzana y parcela radio urbano.....	13
Figura II-2 Codificación parcela rural.....	14
Figura II-4 Plano Planimétrico.....	16
Figura II-5 Plano Altimétrico.....	16
Figura II-6 Procedimientos en Topografía.....	17

Figura II-7 Poligonal Cerrada	20
Figura II-8 Poligonal abierta con control	20
Figura II-9 Poligonal abierta sin control	20
Figura II-10 En el gráfico, se aprecia la descomposición de los lados AB y CD, hay que advertir que es necesario obedecer el orden del recorrido del circuito ABCDE	21
Figura II-11 Si se ha cometido una equivocación en la en la medición de distancias de los lados de la poligonal, hay que sospechar del lado paralelo a la línea AA´ en el ejemplo CD	21
Figura II-12 Diagrama del Proceso necesario para llegar a la representación plana de una porción de la superficie terrestre	25
Figura II-13 Proyección Mercator	26
Figura II-14 Sistema de representación Proyección Cilíndrica Transversal tangente	26
Figura II-15 Proyección UTM cilindro secante a la tierra	27
Figura II-16 Proyección Cilíndrica Transversal: Secante	27
Figura II-17 Proyección Universal Transversa de Mercator	28
Figura II-18 Sistemas de referencia WGS-84 y PSAD-56	30
Figura II-19 Formas y determinaciones de las Superficies de Referencias en Geodesia	30
Figura II-20 Modelo de la superficie geoidal	31
Figura II-21 SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL	32
Figura II-22 Representación gráfica del sistema de satélites artificiales NAVSTAR	32
Figura II-23 Localización de las estaciones del Segmento de Control Es monitoreado por D.O.D	32
Figura II-24 Satélite GPS	33
Figura II-25 Constelación de satélites GPS	33
Figura II-26 Posicionamiento Puntual	34
Figura II-27 Posicionamiento diferencial	35
Figura II-28 Componentes de un SIG	40
Figura II-29 Formato Raster	41
Figura II-30 Formato Vectorial	42
Figura IV-1 Planificación en Quick Plan – Sesión, lista de horas de observación óptimas	49
Figura IV-2 Proceso de Líneas Base del trabajo de campo	51
Figura IV-3 Monograma, Presión Atmosférica	52
Figura IV-4 Poligonal Cerrada Principal	54
Figura IV-5 Poligonales Abiertas con control	55
Figura IV-6 Puntos ploteados del levantamiento con Estación Total	59
Figura IV-7 Di bujo de las Manzanas	60
Figura IV-8 Graficación de los Predios	60
Figura IV-9 Planos y Mapas obtenidos en el proceso Cartográfico	61
Figura IV-10: Construcción de polígonos de manzanas lotes y construcciones en formato CAD	62

Figura IV-11: Construcción de polígonos transformados en formato Shp ArcGIS.....	62
Figura IV-12: Creación de la Base de Datos en ArcGIS.....	63
Figura IV-13: Creación de campos para la introducción de datos.....	63
Figura IV-14: Datos geográficos relacionados en sus respectivas bases de datos y consulta a la base de datos.....	64

INDICE DE TABLAS

Tabla I-1 Ubicación Geográfica.....	2
Tabla I-2 Descripción Cartográfica.....	4
Tabla II-1 Codificación Catastral División Político Administrativa.....	13
Tabla II-3 Codificación Catastral Codificación Parcela Rural.....	13
Tabla II-4 Clasificación del error relativo.....	22
Tabla II-5 Tolerancias para trabajos Topográficos, error relativo.....	24
Tabla II-6 Zonas y Proyecciones de Bolivia.....	27
Tabla II-7 Parámetros del elipsoide WGS-84.....	30
Tabla III-1 Equipo e instrumentos utilizados.....	44
Tabla III-2 Material empleado.....	44
Tabla III-3 Material de campo.....	45
Tabla III-4 Material de escritorio.....	45
Tabla III-5 Cuadro de resumen Costo de Proyecto.....	45
Tabla IV-1 Coordenadas UTM-Geodésicas.....	48
Tabla IV-2 Datum adoptado para el Proyecto de Grado.....	48
Tabla IV-3 Sesión de puntos.....	51
Tabla IV-4 Puntos referenciados, GPS SR-1 SR-2.....	52
Tabla V-1 Puntos georreferenciados GPG SR-1 – SR-2.....	65
Tabla V-2 Cuadro de Costo de Proyecto.....	69

INDICE DE FOTOS

Foto IV-1 Reconocimiento del Área de Trabajo con los pobladores.....	48
Foto IV-2 Fotografía durante la sesión del punto GPS CM-348 de la Red Geodésica SETMIN INRA.....	49
Foto IV-3 Puntos GPS SR1-SR2.....	50
Foto IV-4 Fotografía durante el proceso y ajuste GPS.....	51

Foto IV-5 Estación en el punto V2.....58

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1 Introducción

Entre las demandas poblacionales dirigidas a contar con servicios básicos y de otra índole, sumados al desarrollo, determinan el potenciamiento económico de los municipios, dirigidos a otorgar mayor oportunidad en la atención del nivel de crecimiento efectivo a través de mejores alternativas en el desarrollo de su espacio Urbano y Rural, pudiendo afirmar que la elaboración de un plan regulador adecuara y fortalecerá las necesidades para el ordenamiento urbano, la planificación regional, el análisis de los medios: físico, natural, ecológico y morfológico del área urbana, la riqueza inmobiliaria, la situación socio económica de los habitantes y la densidad de los mismos, creando finalmente un sistema a través de una base de datos de cada uno de los pobladores, que permita la actualización de datos técnicos legales con mayor eficiencia.

1.2 Antecedentes

La Ley N°1551 y la Ley N°2028, faculta a los gobiernos autónomos municipales a realizar de la mejor manera su ordenamiento territorial, siendo parte de esto el catastro urbano, catastro rural, uso de suelos.

La población de Santa Rosa, tiene un crecimiento poblacional considerable a consecuencia de que en la ciudad de La Paz y el Alto no existe fuente laboral, hace que estas personas emigren hacia los Yungas paceños con la intención de contar con mejores ingresos económicos.

Estas personas tienen la necesidad de una vivienda por ende un lote de terreno urbano, que adquieren y se consolidan de acuerdo a sus condiciones, es por esta razón que actualmente la población de Santa Rosa tiene un crecimiento desordenado sin planificación, por lo que con el presente proyecto se pretende dar solución a este problema y dar nuevas alternativas.

La Ley de Participación Popular N° 1551 (20 de mayo de 1994)

El artículo 20° Título III dispone que entre las rentas consideradas en el art. 19 Inc. C de la misma Ley, los impuestos a la propiedad rural y urbana de los inmuebles son de

dominio exclusivo de los Gobiernos Municipales quienes son responsables de recaudarlos e invertirlos de acuerdo al presupuesto Municipal. Asimismo establece que los GM's podrán practicar el Autoevaluó hasta que se implanten los Avalúos Fiscales¹.

Ley de municipalidades N° 2028 (28 de octubre de 1999)

Establece que el Concejo Municipal aprobara los planos de zonificación y valuación zonal o distrital, tablas de valores según calidad de vía del suelo, calidad y tipo de edificación, servicios, calzadas, así como la delimitación literal de cada una de las zonas urbanas y rurales detectadas en el proceso de zonificación, conforme a normas a propuesta del Alcalde Municipal².

1.3 Ubicación Geográfica

La población de Santa Rosa, se encuentra en el Estado Plurinacional de Bolivia al Nor-Este del departamento de La Paz provincia Sud Yungas Municipio La Asunta, Sección Municipal La Calzada, población Santa Rosa, distante a 250 Km aproximadamente de la ciudad de La Paz.

DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA	UBICACIÓN GEOGRÁFICA
PAIS	ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA
DEPARTAMENTO	LA PAZ
PROVINCIA	SUD YUNGAS
SECCION	QUINTA
MUNICIPIO	LA ASUNTA
SECCION MUNICIPAL	LA CALZADA
SECTOR	POBLACION SANTA ROSA

Tabla I-1 Ubicación Geográfica
FUENTE: COMLIT División Político Administrativa de Bolivia 1996

¹ Instructivo de Zonificación y Valuación Zonal año 2000
² Instructivo de Zonificación y Valuación Zonal año 2000, Ley de Municipalidades U.S.P. Editorial s.r.l.

UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁREA DE TRABAJO

DEPARTAMENTO
AUTONOMO DE LA PAZ

MAPA POLITICO
ESTADO PLURI NACIONAL DE BOLIVIA

PROVINCIA SUD YUNGAS

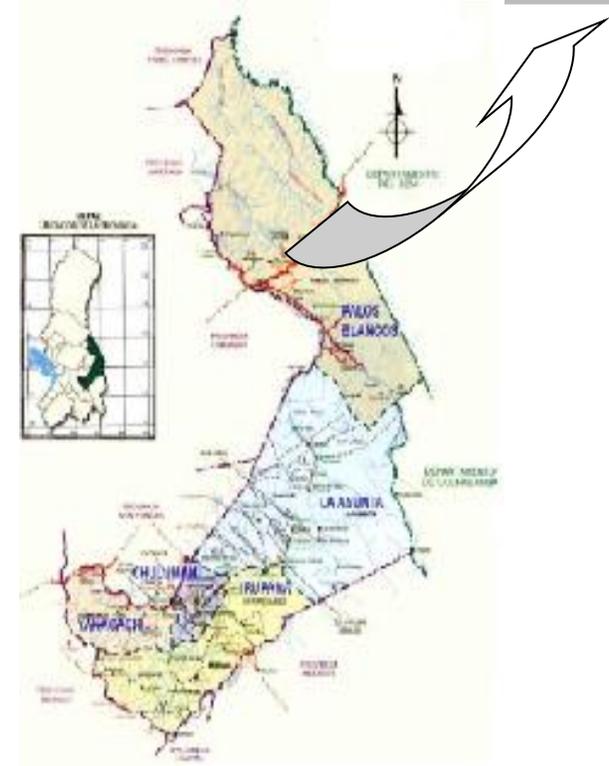


Figura I-1 Ubicación Geográfica país, departamento, provincia, comunidad, población
Fuente: Atlas digital de Bolivia IGM

Ubicación referente a coordenadas planas, Zona 19, Cuadrícula Universal Transversa de Mercator UTM, Sistema WGS-84.

DESCRIPCIÓN CARTOGRÁFICA	TIPO
Sistema de Proyección	UTM (Universal Transversal de Mercator)
Sistema Geodésico de Referencia	WGS-84 (Sistema Geodésico Mundial)
Zona Geográfica	19 S
Meridiano Central	69° W

Tabla I-2 Descripción Cartográfica

FUENTE: Apuntes de Geodesia Geométrica UMSA FAC-TEC

1.4 Origen de Santa Rosa

La población de Santa Rosa a la fecha no tiene el año efectivo de creación más que un promedio de hace 30 años de existencia, la característica con relación a parentesco familiar es una mezcla de diferentes árboles genealógicos en la que la mayoría de las personas son de origen del altiplano fuente de información de los pobladores.

1.5 Economía de Santa Rosa

La población de Santa Rosa tiene la actividad agrícola, (Cultivos de coca, café, frutas de su temporada, plátanos), entre lo más destacado se tiene el cultivo de la hoja de coca, la cual genera un importante movimiento económico durante el año.

1.6 Clima

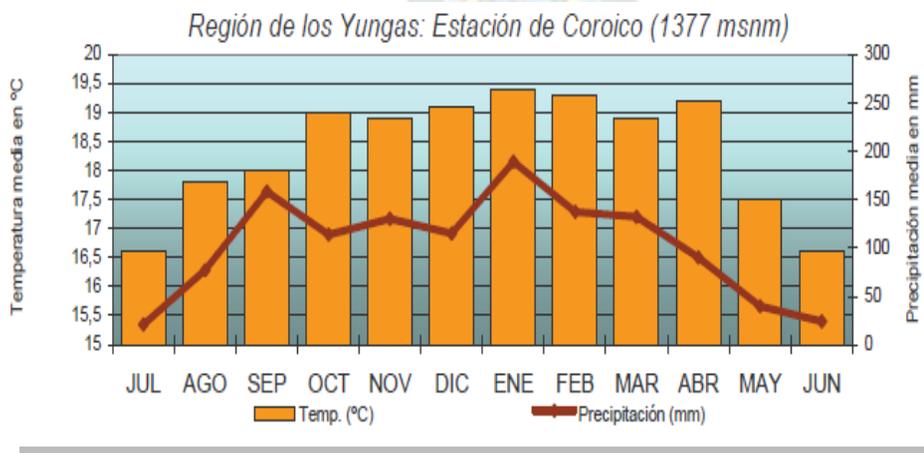


Figura I-2
Climadiagrama de los Yungas
FUENTE: SENAMHI año 2006

El clima es subtropical húmedo, tiene un promedio anual de 18°C la misma que alcanza a 28°C entre el mes de Septiembre y Febrero climadiagrama figura I-2 Pág. 5.

1.6.1 Precipitación Pluvial

Santa Rosa tiene una precipitación promedio de 1800 mm anualmente unos 150 mm/mes entre Diciembre y Abril, y menos de 50 mm/mes en Mayo y Octubre como se puede ver en la fig.I-2, Pag-5 SENAMHI año 2006³.

1.7 Población

La población de Santa Rosa tiene 1100 habitantes de los cuales 46% son hombres y 54% son mujeres. Cada familia tiene un promedio de 3 a 5 componentes (Fuente censo de la población de Santa Rosa cortesía del dirigente de la población año 2009).

1.8 Justificación del Proyecto

Una planificación urbana está ligada a un desarrollo adecuado para solucionar las necesidades de la región en los servicios básicos y principalmente en el crecimiento urbano; razón por la cual el presente proyecto de Plan Regulador para la población de Santa Rosa, pretende dotar de un sistema de información urbana multifinalitaria, que determine y ordene los anchos de vías y línea nivel.

1.8.1 Importancia Social

El Plan Regulador implica realizar un levantamiento topográfico georeferenciado a través de una adecuada medición parcela por parcela, con la finalidad de tener los perímetros de manzana y las formas reales del terreno, que permitirá crear el interés social de la población de Santa Rosa, en sanear su documentación y tener un crecimiento ordenado con la respectiva línea nivel.

1.8.2 Importancia Local

El trabajo realizado en Santa Rosa, tiene una importancia local ya que con la información obtenida podrá realizarse proyectos de planificación y tomar decisiones a la hora de realizar cualquier obra civil en beneficio de los pobladores de Santa Rosa.

³ Fuente, los datos de temperatura y precipitación utilizados para la elaboración de los climadiagramas fueron obtenidos del SENAMH 2006. (climadiagramas Dibujo en el que se muestran las relaciones entre las diferentes partes de un conjunto o sistema.)

1.8.3 Importancia Regional

Los pobladores de Santa Rosa contarán con una base técnica, que permitirá planificar la solución al problema jurídico del derecho propietario, permitiendo que el municipio de La Asunta cuente con la información técnica para la elaboración del Plan Operativo Anual (POA Plan Operativo Anual).

1.8.4 Importancia Académica

El proyecto de grado por su contenido y visión, no solo beneficia a la población de Santa Rosa, adquiere además una importancia académica en la formación profesional, del postulante, porque a través del presente proyecto, pondrá en práctica propuestas y soluciones académicas bajo el concepto de adquirir un perfil profesional, que coadyuve con la sociedad y lograr la titulación como Licenciado en Topografía y Geodesia.

1.9 Objetivos

1.9.1 Objetivo General

La elaboración de un Plan Regulador, para la población de Santa Rosa, contará con el apoyo de una base cartográfica actualizada, para favorecer el desarrollo y crecimiento urbano adecuado a la consolidación de futuras construcciones en línea nivel, normas que buscan armonizar el desarrollo en la población de Santa Rosa, usos de suelo y necesidades básicas.

1.9.2 Objetivos Específicos

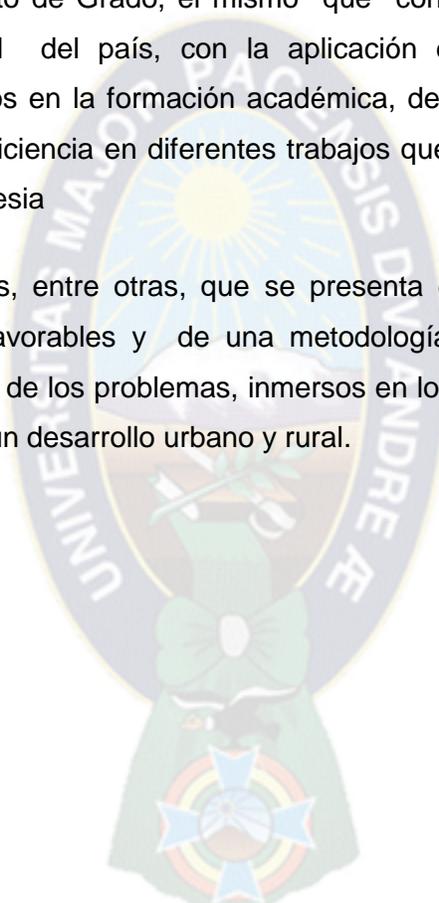
- Elaborar el plano topográfico georeferenciado planialtimétrico.
- Elaborar el plano regulador de trazos viales, que permitirá regularizar los anchos de calle referidos a la línea nivel.
- Elaborar el plano de pendientes, con la finalidad de identificar los sectores de baja pendiente adecuados para la construcción garantizando que no existan riesgos de deslizamientos.
- Elaborar el plano de uso de suelos, que ordenara las áreas futuras de expansión urbana de Santa Rosa.

- Elaborar el plano de zonificación y valoración, con la finalidad de determinar el Plus Valía que permitirá establecer el valor catastral, comercial e hipotecario.
- Elaborar la base de datos implementando un Sistema de Información Geográfica Multifinalitario.

1.9.3 Objetivo Académico

Una de las modalidades de Titulación Profesional a nivel Licenciatura para los egresados de la Carrera de Topografía y Geodesia de la Universidad Mayor de San Andrés, es el proyecto de Grado, el mismo que consiste en aportar al desarrollo económico y social del país, con la aplicación de conocimientos técnicos y específicos, adquiridos en la formación académica, de tal manera que se puedan realizar tareas con eficiencia en diferentes trabajos que se presenten en el área de la Topografía y la Geodesia

Es por estas razones, entre otras, que se presenta este Proyecto de Grado para obtener resultados favorables y de una metodología práctica que contribuya a la aplicación académica de los problemas, inmersos en los trabajos de elaboración de un plan regulador, para un desarrollo urbano y rural.



CAPITULO II

ASPECTOS TEÓRICOS METODOLÓGICOS

2.1 Planteamiento Urbano

Cuando el urbanista aplica sus conocimientos y técnicas a una ciudad existente, no es que vaya a cambiar su estructura, ni su forma, más bien trata de conocer las causas de sus problemas y virtudes después de un análisis histórico y actual, de cuya explicación conoceremos el orden que rige sus actividades y su conformación física⁴.

Por otra parte no siempre se logra un acuerdo entre aquel orden y el óptimo deseado, entonces existe la necesidad de un reajuste. La corrección de los defectos existentes se logra con el concurso de proposiciones y con el trabajo conjunto e interdisciplinario.

Como consecuencia natural de lo dicho, surge la necesidad de expresar el planeamiento urbano a través de un conjunto de documentos técnicos y normativos.

2.1.1 Plan Regulador

Es el primer documento dentro el proceso de planeamiento que permite a los técnicos, políticos, administradores y pueblo en general tener una base de referencia en su acción inmediata. Esto no llega a tener la flexibilidad de un plan integral, tampoco la rigidez de un plan de zonificación; más bien es el puente de entendimiento entre un planteamiento genérico y una acción final.

2.1.2 Plan Integral

Según Webster, el plan integral es un esquema para el desarrollo a largo plazo de la Comunidad, Este provee al organismo encargado del planteamiento de la información necesaria para que este pueda juzgar y evaluar las necesidades y demandas de la comunidad; y formular las recomendaciones correspondientes a las autoridades ejecutivas y al consejo comunal. Sus grandes objetivos son: relacionar, balancear y armonizar los aspectos físicos, sociales y jurídicos y económicos de la comunidad, con el objeto de producir la mayor satisfacción en la vida de ella.

⁴ Normas Técnicas Catastrales, INRA 1999

2.1.3 Plan Director

El plan director define los principios que deben guiar el planteamiento del territorio. Traza la línea de conducta que debe seguirse en este terreno, o sea su función es orientadora, la pauta ideal o algo así como la meta; mientras que el plan regulador es más bien el proceso ordenado para llegar al cumplimiento del Plan Director.

2.1.4 Elementos del Plan Regulador

Se conforman básicamente de los siguientes elementos:

Distribución general del uso del suelo urbano.- Dentro de sus características básicas tales como: residencial, comercial, industrial, y social.

Distribución general de la población en el área urbana.- En base al plano de zonificación que incluye las densidades previstas, reglamentación de áreas edificables, altura de edificación, retiros obligatorios y consideraciones estéticas.

Distribución general de equipamientos urbanos básicos.- Como áreas de parques, centros asistenciales, centros educativos.

Otros elementos.- Sistema general de vías y arterias en tránsito urbano.

Normas para el control de la subdivisión de la tierra urbana.

2.1.5 Requisitos del Plan Regulador

- El plan regulador debe tener fuerza legal suficiente para hacer viable su realización.
- El plan regulador puede sugerir reajuste de acuerdo a las necesidades cambiantes de la comunidad.
- El plan regulador debe ser suficientemente claro en su interpretación.
- El plan regulador demanda así mismo de una legislación conveniente que respalde o considere las distintas variantes legales que en el proceso de una implementación y control sean necesarios.
- El plan regulador debe poseer coordinación con los planes nacionales, regionales y programas específicos y los planes locales de los distintos sectores de la administración.

⁵ Silva Mollinedo Jaime, Apuntes de Catastro y Avaluos U.M.S.A. FAC. TEC. Normas Técnicas Catastrales, INRA 1999

2.1.6 Finalidades de la Planificación

Planificar es ordenar algo para comprender una acción, es decir es organizar una realidad y programar las modificaciones que se crean necesarias, con el fin de lograr un determinado objetivo.

2.1.7 Zonificación

Es la ordenación de áreas en base a la diferenciación de la división; de la tierra, uso del suelo y del tiempo de edificación realizada.

Ello constituye fundamentalmente, el corazón del plan regulador, ya que está dirigida justamente a regular el crecimiento y el desarrollo de la ciudad, de acuerdo a ciertas pautas tomadas como determinantes. Por lo demás no consiste en un proyecto de obra pública, sino que se transformara en un instrumento de orden legal, con el cual su realización será la obra completa de toda la población, a lo largo del periodo para el que se ha formulado el plan.

2.2 Catastro

El catastro es un censo, un registro público organizado y actualizado, en el que están inventariados todos los bienes inmuebles catastrales de un determinado espacio geográfico.

La medición catastral tiene como finalidad proporcionar información, no solo sobre la localización física de las parcelas de terreno, sino también de su situación legal, forma y características. Esta información constituye el elemento básico del registro de propiedad de la tierra, sirve también para coadyuvar al registro de Derechos Reales, garantizar el derecho de la propiedad.

El catastro de la propiedad inmueble es el conjunto de datos físicos, legales y económicos que caracterizan e identifican a cada una de las propiedades inmuebles existentes en el territorio nacional.

2.3 Aspectos y operaciones Técnicas del Catastro

2.3.1 Aspecto Físico

Se entiende por topografía de un área, al conjunto de investigaciones, levantamiento y la representación gráfica del mismo; que muestra en planimetría y altimetría las características de la configuración superficial del terreno.

El objeto de este aspecto es demostrar la correcta ubicación física de los inmuebles, límites, dimensiones, uso de suelo, superficies y linderos de los mismos con referencia a la posesión ejercida y a los títulos invocados.

2.3.2 Aspecto Económico

El objetivo principal es establecer la riqueza territorial y su distribución en función al levantamiento de las características del predio, construcciones y el respectivo estudio de valores, a fin de determinar el valor catastral, como base de la tributación inmobiliaria.

El valor catastral es un valor técnico que tomará como base el valor del terreno y el valor intrínseco de las construcciones.

El valor renal es el atribuible al inmueble como resultado del estudio del mercado inmobiliario, en la zona donde aquel está emplazado⁶.

2.3.3 Aspecto Jurídico

Tiene por objeto el saneamiento de títulos y la consolidación legal de la propiedad, además de mantener actualizada la información física y económica. Los datos sobre la titularidad del dominio, serán mantenidos en forma actualizado en los archivos catastrales a través de dos procedimientos:

Datos sobre cambios de titularidad enviados en forma periódica por la oficina de catastro urbano municipal.

Registro realizado por los propietarios, directamente ante la oficina de catastro urbano municipal y al correspondiente título de oficinas de Derechos Reales.

La información de datos deberá registrarse en las oficinas de catastro urbano municipal en función al código catastral y comprende los siguientes:

- Identificación titular del dominio
- Personaría
- Cedula de identidad o Registro Único Nacional RUN
- Domicilio
- Carácter de titularidad
- Modo de adquisición

⁶ Deagostini Routin Daniel 1991, Reglamento Nacional de Catastro Urbano
Silva Mollinedo Jaime, Apuntes de Catastro y Avalúos U.M.S.A. FAC. TEC.

- Beneficio tributario
- Identificación de la operación en la oficina de Derechos Reales
- Propietario anterior

2.4 Codificación Catastral

Es la identificación numérica única e irrepitible asignada a cada predio urbano o unidad de propiedad horizontal, que resulta del proceso de catastración.

En base al mapa general y como etapa preliminar, se deberán codificar primeramente los distritos, las manzanas y luego los predios, de acuerdo al siguiente criterio:

Para la codificación de los distritos, se tomara en cuenta zonas económicamente homogéneas; La codificación se iniciará a partir del centro de la ciudad incrementándose radialmente a medida que se aleja del mismo.

La codificación de la manzana se hará radialmente a partir del centro de la ciudad, pudiéndose utilizar el primer dígito para agrupar manzanas⁷.

La codificación de predios dentro de la manzana, se iniciara en la esquina Nor Oeste e ira incrementando en sentido horario.

La metodología empleada para para la codificación se realizó de acuerdo al Reglamento Nacional de Catastro Urbano (1991).

D	= Departamento	1 Numérico
PP	= Provincia	2 Numérico
S	= Sección	2 Numérico
CC	= Ciudad o centro Urbano	2 Numérico
DD	= Distrito Catastral	2 Numérico
mmmm	= Manzana	2 Numérico
ppp	= Predio	2 Numérico

⁷Deagostini Routin Daniel 1991, Reglamento Nacional de Catastro Urbano

Para la codificación de manzanas se realizó de la siguiente manera.

CODIFICACION PARCELA URBANA

DISTRITO CATASTRAL	MANZANA	PREDIO
01	0013	012

Tabla II-1 Codificación Catastral División Político Administrativa
Fuente: Adquisición propia



Figura II-1 Codificación manzana y parcela radio urbano
FUENTE: Obtención propia

CODIFICACION PARCELA RURAL

La codificación para áreas Rurales está dada por encontrar las coordenadas del Baricentro de la parcela rural, medida y georeferenciada al sistema de coordenadas UTM, utilizada por el proyecto, tomando de la coordenada norte los siguientes dígitos, después de coordenada este los seis dígitos, además acompañado por delante de la codificación del departamento hasta la sección de provincia, es decir si tenemos las siguientes coordenadas N=8198034.530;E=681724.297, se tiene:

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	SECCION	COORDENADA NORTE	COORDENADA ESTE
02	06	05	8198034.538	681724.297

Tabla II-3 Codificación Catastral Codificación Parcela Rural
Fuente: Adquisición propia

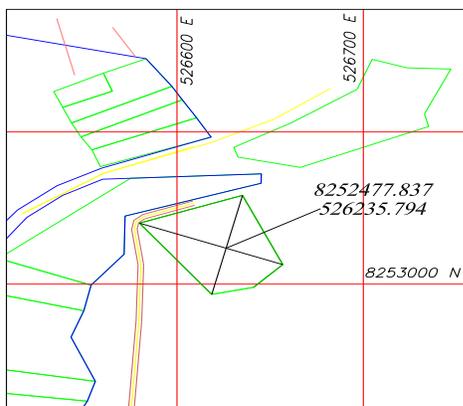


Figura II-2 Codificación parcela rural
FUENTE: Obtención propia

2.4.1 Distrito

Se denomina distrito, a cada una de las partes en que se divide el área comprendida dentro de la jurisdicción municipal con fines de codificación catastral. El distrito es un área determinada por afinidad y homogeneidad de características extensión de superficie compuesta por varias manzanas y deberá estar claramente definido y señalado por límites naturales o artificiales⁸.

2.4.2 Manzana

Es el espacio urbano continuo, formado por un conjunto de lotes o terrenos establecidos, delimitados por calles o avenidas.

2.4.3 Parcela

La unidad catastral a objeto del censo inmobiliario será la parcela, entendiéndose como tal, toda porción de terreno de dominio, cierto o presunto de una persona o de varias en condominio, constituido por uno o más títulos, configurada por la poligonal cerrada dimensionada en medidas perimétricas que delimita el total del derecho de dominio.

2.4.3.1 Parcela Urbana

Es la que existe en las ciudades y en parte de la zona urbanizada o amanzanada y cuyo destino fundamental no sea la industria y explotación agropecuaria, pudiendo esta existir al efecto del autoabastecimiento.

⁸ Deagostini Routin Daniel 1991, Reglamento Nacional de Catastro Urbano Normas Técnicas Catastrales, INRA 1999

2.4.3.2 Parcela Rural

Es aquella que se efectúa racionalmente la explotación agrícola, ganadera o forestal y recursos naturales.

2.5 Topografía

La topografía es la ciencia que determina las dimensiones y el contorno de la superficie de la Tierra a través de la medición de distancias, direcciones y elevaciones. Define también las líneas y niveles que se necesitan para la construcción de edificios, caminos, presas y otras estructuras. Además de estas mediciones en campo, la topografía incluye el cálculo de áreas, volúmenes y otras cuantificaciones, así como la elaboración de los diagramas y planos necesarios. La topografía tiene muchas aplicaciones industriales, por ejemplo, la instalación de equipo, ensamble de aeronaves, trazo de líneas de producción y otras.

Con el concepto mencionado en los renglones anteriores podemos ver que la base de toda implantación de obras civiles y arquitectónicas es la topografía, el Licenciado en Topografía y Geodesia debe estar entendido de un nuevo término que se está utilizando mucho para referirse a las labores que ha desarrollado la topografía, la cartografía y otras áreas afines en el pasado. Se trata de la Geomatica, que se refiere a la medición, representación e información relacionada con las características de la superficie de la Tierra, sean estas de origen natural o construidas por el hombre⁹.

2.6 Planimetría

En los proyectos de cartografía de gran tamaño se realizan ajustes para corregir los errores causados por la curvatura de la Tierra y por el hecho que las líneas norte-sur pasan por diferentes puntos de la superficie terrestre convergen en los polos Norte y Sur. Por lo tanto, estas líneas no son paralelas entre sí, excepto en la línea del Ecuador. Sin embargo, la planimetría se realiza en áreas tan pequeñas que puede ignorarse el efecto de dichos factores; es decir, se considera que la Tierra es una

⁹ Topografía Jack McCormac Limusa Wiley, 2008
Topografía y Sus Aplicaciones Leonardo Casanova
Apuntes de Topografía I y II U.M.S.A. FAC. TEC. TOP. GEO.

superficie plana y se supone que las líneas norte-sur son paralelas. Los cálculos que se hacen en superficies planas son relativamente simples, ya que se puede utilizar la geometría y la trigonometría plana. En resumen se puede decir que la planimetría se encarga de representar gráficamente una porción de la Tierra, sin tener en cuenta los desniveles o diferentes alturas que pueda tener el mencionado terreno.

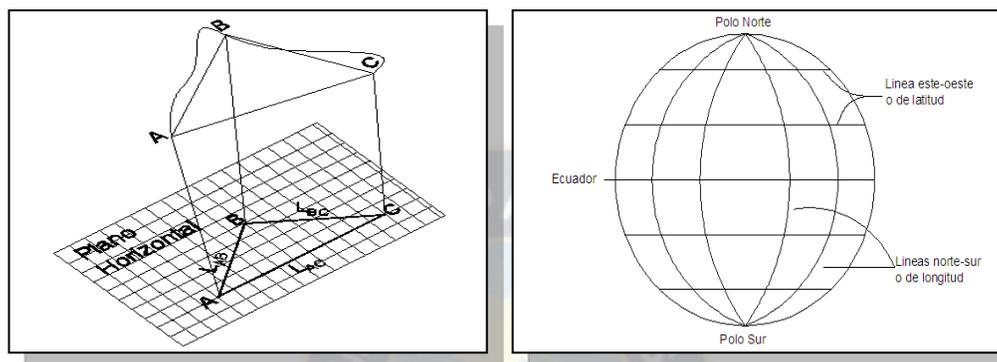


Figura II-4 Plano Planimétrico
FUENTE: Topografía Técnicas Modernas Jorge Mendoza Dueñas Edición 2009 Lima Perú

2.7 Altimetría

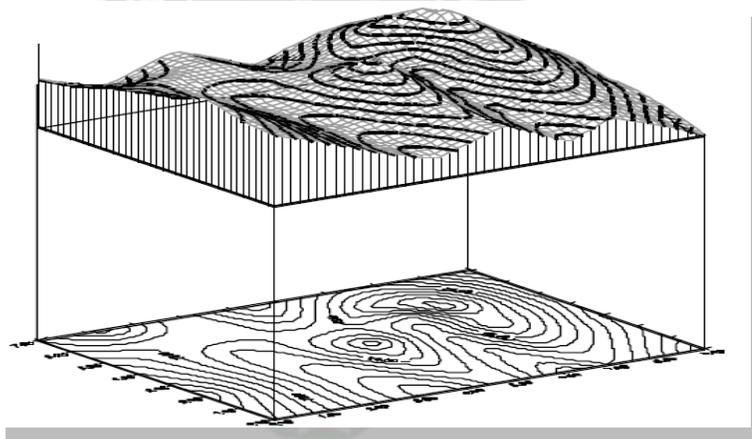


Figura II-5 Plano Altimétrico
FUENTE: Topografía Técnicas Modernas Jorge Mendoza Dueñas Edición 2009 Lima Perú

La altimetría o nivelación tiene por objetivo determinar la diferencia de alturas entre distintos puntos del espacio, a partir de una superficie de referencia. La altura de un punto determinado se denomina cota. Si la altura está referida con respecto al nivel del

mar se dice cota absoluta, si se asume una cota arbitraria es cota relativa. A la de altura entre dos puntos se denomina desnivel. Con la altimetría se determina la tercera coordenada (h), perpendicular al plano de referencia¹⁰.

Los instrumentos topográficos permiten medir ángulos verticales entre dos puntos (punto estación y punto visado): distancias cenitales, nadirales o ángulos de altura. Conociendo el ángulo vertical y la distancia entre los dos puntos se obtiene la diferencia de nivel y sus cotas. El conjunto de operaciones para determinar las cotas de puntos de referencia en el espacio, con la precisión adecuada, constituyen el método de levantamiento altimétrico.

Los métodos de levantamiento altimétrico son los siguientes: trigonométrico, eclimétrico, taquimétrico y geométrico.

El instrumento para determinar desniveles es el nivel del topógrafo mal llamado nivel de ingeniero. Con el nivel se aplica el método geométrico o de alturas.

2.8 Procedimientos en Topografía

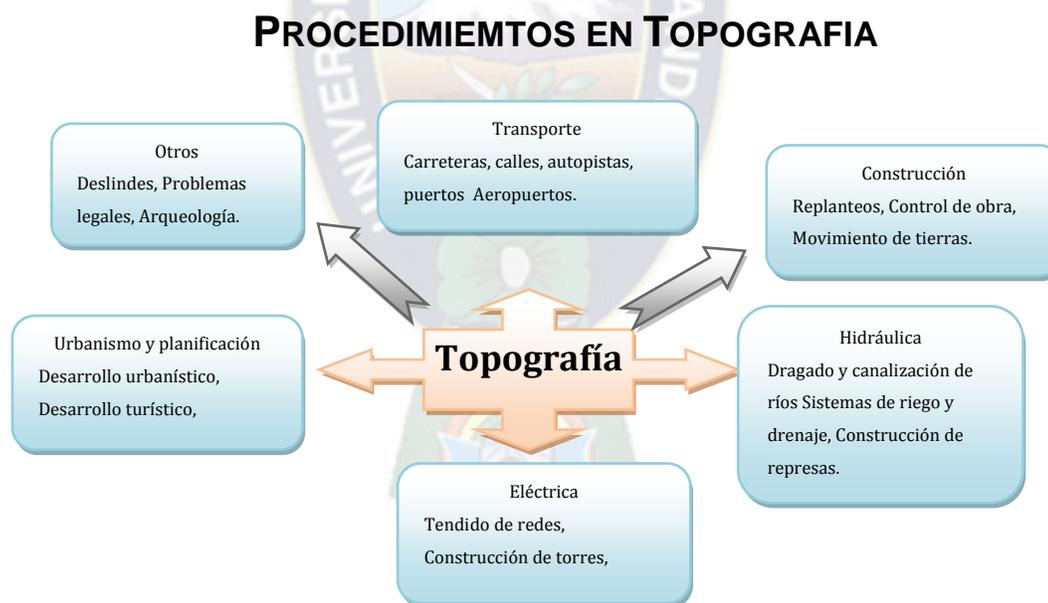


Figura II-6 Procedimientos en Topografía
FUENTE: Topografía Técnicas Modernas Jorge Mendoza Dueñas Edición 2009 Lima Perú

¹⁰ Topografía Jack McCormac Limusa Wiley, 2008
Topografía y Sus Aplicaciones Leonardo Casanova
Apuntes de Topografía I y II U.M.S.A. FAC. TEC. TOP. GEO.

Es difícil imaginar un proyecto de ingeniería, por sencillo que sea, en el que se debe recurrir a la topografía en todas y cada una de sus fases.

En el siguiente esquema se puede ver la relación que existe entre la topografía y otras disciplinas de la ingeniería.

2.9 Errores en Topografía

En todas las medidas que se realicen siempre se cometen errores que no es posible eliminarlos por mucho cuidado que se tenga en la operación de una medida.

Las causas de los errores pueden ser:

- ✓ Instrumentales.- Estos se debe a la imperfección de los instrumentos topográficos, falta de un mantenimiento¹¹.
- ✓ Personales.- Se debe a las limitaciones de los sentidos como la vista y el tacto.
- ✓ Naturales.- Son debido a las variaciones del clima: lluvia, diferencia de temperatura, viento.

2.10 Clasificación de los errores

Los errores se clasifican en errores sistemáticos y errores accidentales o (aleatorios).

- ✓ Sistemáticos.- son debido a la imperfección de los instrumentos utilizados como defectuosa graduación en los limbos o falta de exactitud en la longitud de la cinta empleada en la medición de distancias.
 - a. Por no tener la longitud exacta la cinta métrica.
 - b. Falta de horizontalidad de la cinta el error es negativo.
 - c. La falta de alineación es siempre negativa.
 - d. Cuando no se da la tensión necesaria.
 - e. Temperaturas altas y bajas.

¹¹ Apuntes de Topografía I y II U.M.S.A. FAC. TEC. TOP. GEO.

¹² Apuntes de Estadística. U.M.S.A. FAC. TEC. TOP. GEO.

- ✓ Errores accidentales o aleatorios.- Llamados también aleatorios y/o fortuitos se deben a la combinación de causas que el observador no puede eliminar por más cuidado que se ponga, los errores accidentales pueden tener signo positivo o negativo.

- a. No estar centrada la burbuja al instante de leer la mira o el prisma.
- b. Falta de apreciación en medición con cinta.

2.11 Precisión y Exactitud

- ✓ Precisión.- Es el grado de perfección o afinación de los instrumentos utilizados y los procedimientos utilizados¹².
- ✓ Exactitud.- es la aproximación a la verdad o grado de perfección a la que hay que procurar llegar en toda medida.

2.12 Poligonales

La poligonación es uno de los procedimientos topográficos más comunes. Las poligonales se usan generalmente para establecer puntos de control y puntos de apoyo, para el levantamiento de detalles y elaboración de planos, para el replanteo de proyectos y para el control de ejecución de obras.

Una poligonal es una serie de líneas rectas intersectada por ángulos, conectadas entre los vértices, para determinar la posición de los vértices de una poligonal en un sistema de coordenadas rectangulares planas, es necesario medir el ángulo horizontal en cada uno de los vértices y la distancia geométrica entre vértices consecutivos.

En forma general, las poligonales pueden ser clasificadas en:

- Poligonales cerradas, en las cuales el punto de inicio es el mismo punto de cierre, proporcionado por lo tanto el control de cierre angular y lineal.
- Poligonales abiertas o de enlace con control de cierre, en las que se conoce las coordenadas de los puntos inicial y final, y la orientación de las alineaciones

¹² Apuntes de Topografía I y II U.M.S.A. FAC. TEC. TOP. GEO.
Apuntes de Estadística. U.M.S.A. FAC. TEC. TOP. GEO.

inicial y final, siendo también posible efectuar los controles de cierre angular y lineal.

- Poligonales abiertas sin control, en las cuales no es posible establecer los controles de cierre, ya que no se conocen las coordenadas del punto inicial y/o final, o no se conoce la orientación de la alineación inicial y/o final¹³.

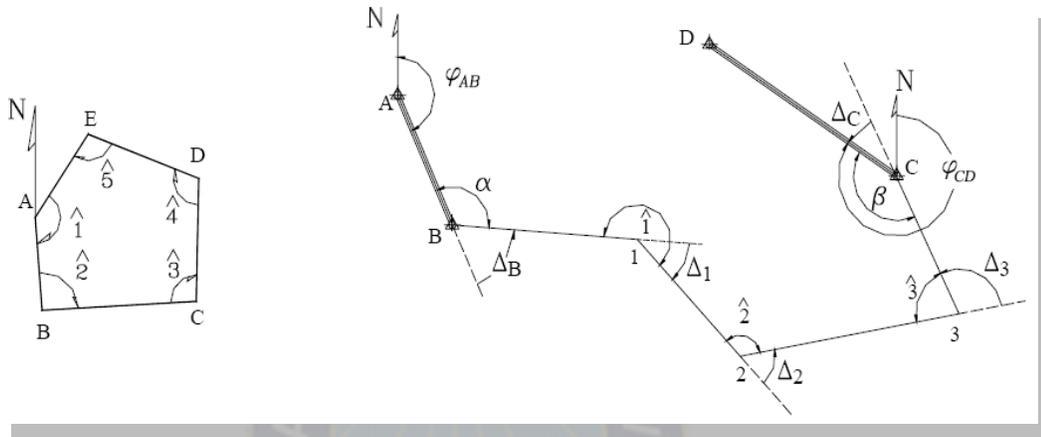


Figura II-7 Poligonal Cerrada
FUENTE: Topografía y Sus Aplicaciones Leonardo Casanova

Figura II-8 Poligonal abierta con control
FUENTE: Topografía y Sus Aplicaciones Leonardo Casanova

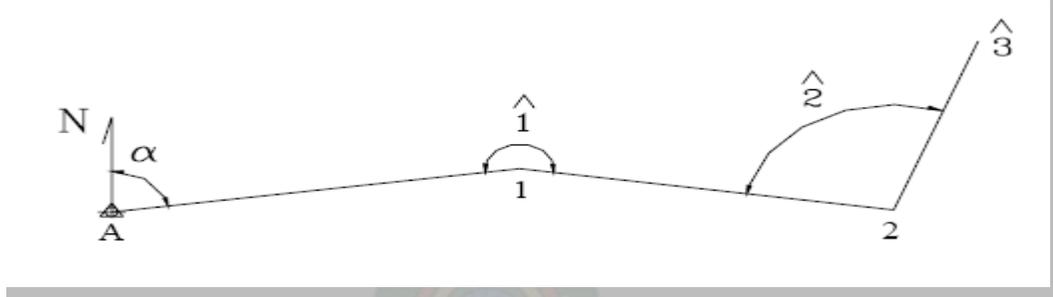


Figura II-9 Poligonal abierta sin control
FUENTE: Topografía y Sus Aplicaciones Leonardo Casanova

2.12.1 Calculo del Acimut de los lados de la Poligonal

Con ayuda de los ángulos compensados, se procede a ejecutar la regla práctica para este efecto¹⁴.

¹⁴ Topografía y Sus Aplicaciones Leonardo Casanova

$$Z_{BC} = Z_{AB} + \angle B - 180^\circ$$

$$Z_{BC} = Z_{AB} + \angle B + 180^\circ$$

2.12.2 Calculo de Coordenadas Parciales

Se procede a descomponer cada lado de la poligonal, tanto en el eje x (este) como en el eje y (norte).

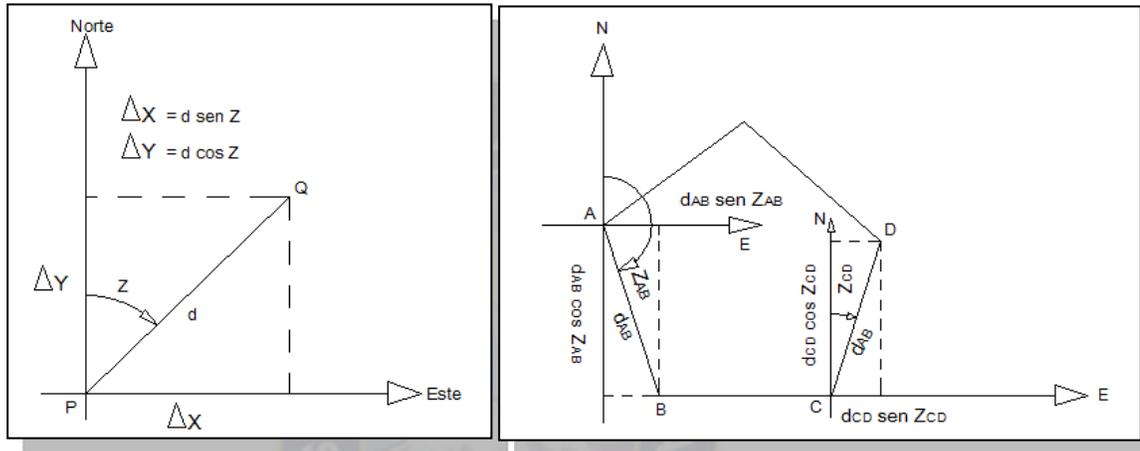


Figura II-10 En el gráfico, se aprecia la descomposición de los lados AB y CD, hay que advertir que es necesario obedecer el orden del recorrido del circuito ABCDE.

FUENTE: Topografía Técnicas Modernas Jorge Mendoza Dueñas Edición 2009 Lima Perú

2.12.3 Calculo del error de Cierre Lineal

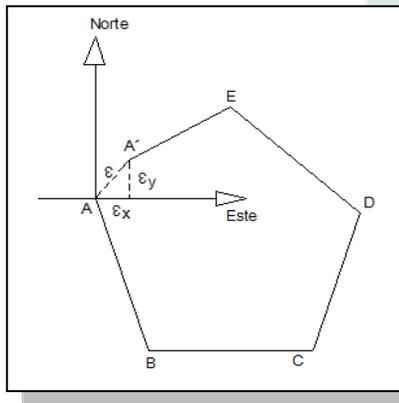


Figura II-11 Si se ha cometido una equivocación en la medición de distancias de los lados de la poligonal, hay que sospechar del lado paralelo a la línea AA' en el ejemplo CD.

FUENTE: Topografía Técnicas Modernas Jorge Mendoza Dueñas Edición 2009 Lima Perú

$$\epsilon_x = \sum \Delta x$$

$$\epsilon_y = \sum \Delta y$$

$$\epsilon_L = \sqrt{(\epsilon_x)^2 + (\epsilon_y)^2}$$

CONDICION DE CIERRE ANGULAR

$$180^\circ (N \pm 2)$$

$$\pi(N \pm 2)$$

$$(2N \pm 2)90$$

N → Numero de lados o ángulos

- → Angulo interior

+ → Angulo exterior

Se observa el siguiente gráfico, no será difícil entender que teóricamente tanto A - A' deben coincidir en el primer punto; sin embargo en la práctica esto no sucede dado que A - A' casi siempre es diferente de cero y su valor será el error de cierre lineal.

2.12.4 Cálculo del error Relativo

Este parámetro, nos permite evaluar la precisión o calidad de la poligonal.

$$E_R = \frac{1}{\frac{\text{(perímetro de poligonal)}}{\varepsilon}}$$

Conocido el error de cierre lineal; es inmediato el cálculo del error relativo y su comparación con la siguiente clasificación.

Orden	Clase	Precisión relativa	PPM
O	Única	1:100 000 000	0.01
A	Única	1:10 000 000	0.1
B	Única	1:1 000 000	1.0
C	Única	1:100 000	10.0

Tabla II-4 Clasificación del error relativo

FUENTE: Topografía Técnicas Modernas Jorge Mendoza Dueñas
Edición 2009 Lima Perú

En los órdenes 0, A, B, se aplican básicamente las técnicas diferenciales del sistema de posicionamiento global y el orden C está *vigente* para los levantamientos geodésicos convencionales con métodos tradicionales, siendo posible la aplicación de técnicas diferenciales del sistema de posicionamiento global en este orden.

Orden 0.- Los levantamientos geodésicos horizontales que se hagan dentro de este orden estarán destinados a estudios sobre deformación regional y global de la corteza terrestre y de efectos geodinámicos y en general cualquier trabajo que requiera una precisión de una parte en 100 000 000.

Orden A.- Deberá aplicarse para aquellos trabajos encaminados a establecer el sistema geodésico de referencia, a levantamientos sobre estudios de deformación local de la corteza terrestre, así como cualquier levantamiento que requiera una precisión de 1:10 000 000¹⁵.

¹⁵ Topografía Jack McCormac Limusa Wiley, 2008

Orden B.- Se destinarán a levantamientos de densificación del sistema geodésico de referencia nacional, conectados necesariamente a la red básica; trabajos de ingeniería de alta precisión, así como de geodinámica. Los trabajos que se hagan dentro de esta clasificación deberán integrarse a la red geodésica nacional, dando como resultado una precisión no menor a 1:1 000 000.

Orden C.- Los levantamientos geodésicos horizontales que se hagan dentro de este orden deberán destinarse al establecimiento de control suplementario en áreas metropolitanas, al apoyo para el desarrollo de proyectos importantes de ingeniería con fines de investigación científica, y en general a cualquier trabajo que requiera una precisión no menor a 1:100 000 y debiéndose ligar a la red geodésica básica o a su densificación.

2.12.5 Compensación del error Lineal

Cuando el error relativo es aceptado, se procede a la compensación del error lineal “ε”, para ello se calcula Cx y Cy que viene a ser las compensaciones respectivas¹⁶.

$$C_x = -\frac{\epsilon_x}{P} * L$$

L : Longitud de un lado de la poligonal

P : Perímetro

$$C_y = -\frac{\epsilon_y}{P} * L$$

εx : Error de cierre lineal en el eje x

εy : Error de cierre lineal en el eje y

2.13 Tolerancias para trabajos Topográficos

El uso de estación total es casi genérico, por tanto las instituciones no aceptan en la actualidad redes de apoyo con error relativo mayor de 1/5 000 y es prácticamente común la siguiente clasificación.

1/500: Levantamientos en zonas rurales.
--

1/7500: En zonas suburbanas.

1/ 10 000 o menor: En zonas urbanas.

Tabla II-5 Tolerancias para trabajos Topográficos, error relativo

FUENTE: Topografía Técnicas Modernas Jorge Mendoza Dueñas Edición 2009 Lima Perú

Queda claro que la aceptación de la poligonal estará supeditada al tipo de precisión buscada; de obtener un error relativo mayor que el permitido, será necesario rehacer el trabajo de campo en cuanto a las medidas lineales se refiere (antes se recomienda detectar el posible error para no repetir totalmente el proceso de campo)¹⁷.

2.14 Cartografía – Proyección Cartográfica

La cartografía como la ciencia y arte y tecnología que interviene en la elaboración de mapas y cartas de la tierra y otros cuerpos celestes, proporcionan una gran variedad de alternativas que permite trabajar con diversas escalas, según las características propias de cada proyecto y de acuerdo con el tipo y nivel de análisis espacial deseado, antes de realizar cualquier estudio es necesario determinar el tipo de base cartográfica, de manera que facilite la información confiable y de fácil manejo para asegurar resultados satisfactorios.

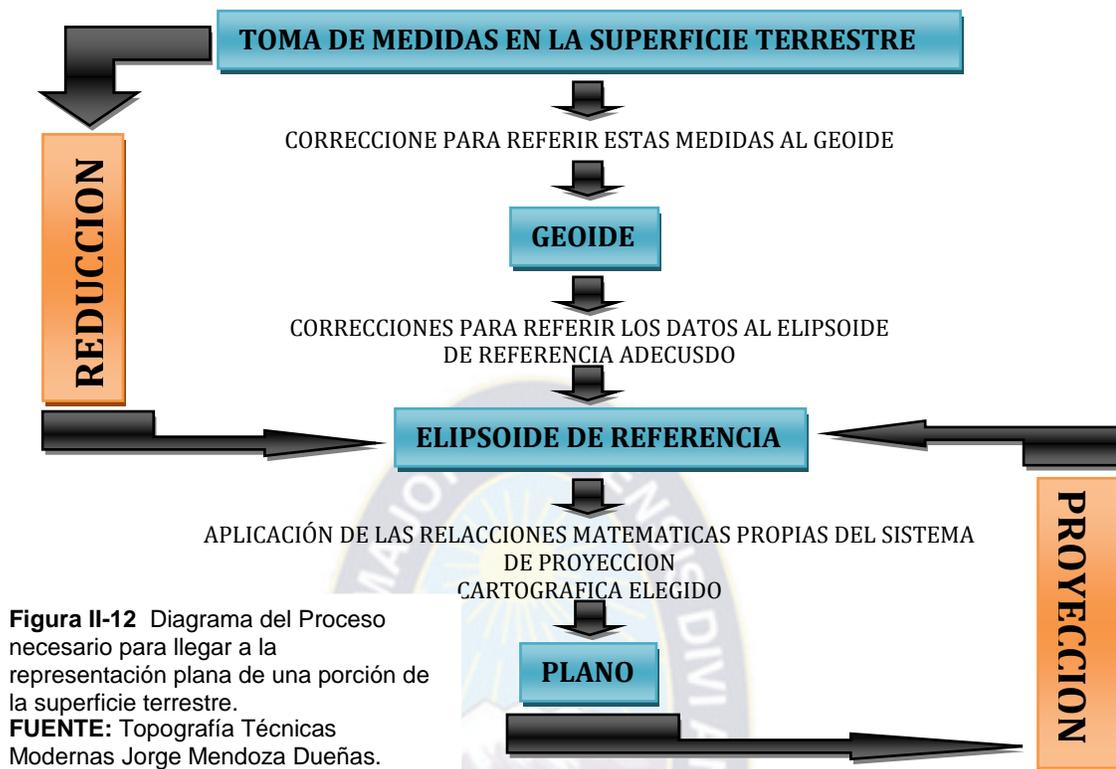
El objetivo final de la Cartografía es representar en un plano una parte más o menos extensa, e incluso la totalidad, de la superficie terrestre.

Así, la Cartografía estudia los sistemas de proyección más adecuados para definir de forma biunívoca una correspondencia matemática entre los puntos del elipsoide y sus transformaciones en el plano. A estos métodos se les llama Proyecciones Cartográficas.

Esta transformación va a llevar consigo una serie de deformaciones, denominadas anamorfosis, que pueden ser lineales, superficiales o angulares.

Por tanto, además del elipsoide de referencia para poder representar esos puntos sobre un plano necesitamos otra superficie de referencia desarrollable sobre la que, a su vez, se proyectarán los puntos del elipsoide, siguiendo una determinada relación matemática, la cual vendrá definida por el sistema de proyección cartográfica elegida.

¹⁷ Topografía y Sus Aplicaciones Leonardo Casanova
Apuntes de Topografía I y II U.M.S.A. FAC. TEC. TOP. GEO.



2.14.1 Proyección Universal Transversa de Mercator UTM

Las cartas abarcan una superficie limitada por meridianos y paralelos y su correspondiente valor en U.T.M. que tiene como unidad de medida el metro.

El planeta tierra se lo ha dividido en zonas de 6° de longitud por 4° de latitud, que se indica a partir del meridiano de Greenwich, de 0° a 180° al Oeste, como también de 0° a 180° al Este, numerándose consecutivamente del 1 al 60 existiendo por lo tanto 60 zonas. El límite de la latitud del sistema de cuadrícula llega hasta e 80° N y 80° S.

El Estado Plurinacional de Bolivia de acuerdo a su posición geográfica se encuentra entre los paralelos 09° 38' 00" y 22° 53' 00" de Latitud Sur (S) y entre los meridianos 57° 25' 00" y 69° 38' 00" de Longitud Oeste (W) de Grenwich, por lo tanto le corresponde emplear las siguientes zonas de la Proyección U.T.M.

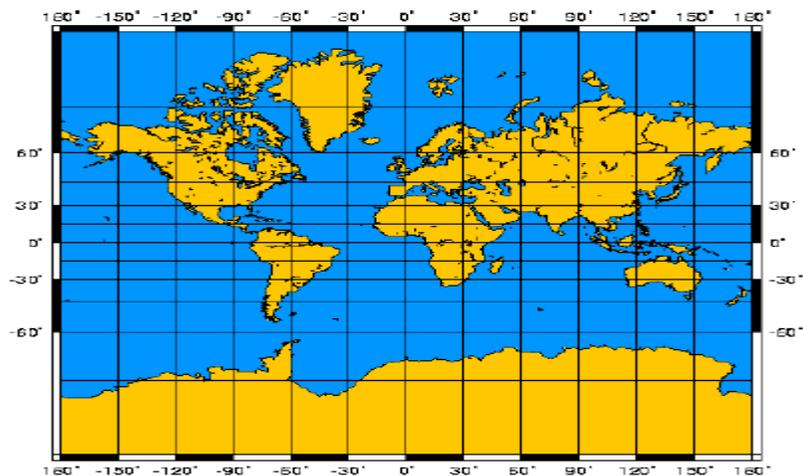


Figura II-13 Proyección Mercator

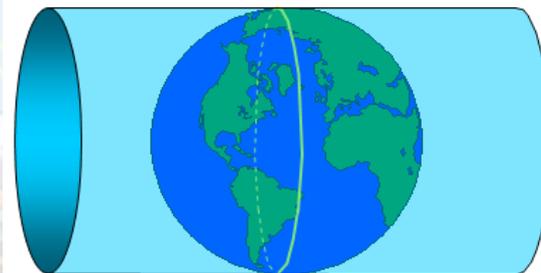
Fuente: Universidad de Valladolid
Ignacio Fernández - Coppel

Figura II-14 SISTEMA DE REPRESENTACIÓN PROYECCIÓN CILINDRICA TRANSVERSAL TANGENTE.

La proyección Transversal Mercator UTM, toma como base la proyección Mercator, sin embargo la posición del cilindro de proyección es transversal respecto del eje de la tierra.

Tangente en el meridiano central del Huso a representar Ejm: 30 (0°W a 6°W Meridiano central a 3°W)

FUENTE: Presentacion Cartografía Digital adquisición propia 2009



Huso.- Se define un huso como las posiciones geográficas que ocupan todos los puntos comprendidos entre dos meridianos. Cada huso puede contener 3°, 6° u 8°. El sistema UTM emplea husos de 6° de Longitud.

La proyección UTM genera husos comprendidos entre meridianos de 6° de Longitud, generándose en cada huso un meridiano central equidistante 3° de longitud de los extremos de cada huso. Los husos se generan a partir del meridiano = de Greenwich, 0° a 6° E y W, 6° a 12° E y W, 12 a 18° E y W.

Esta red creada (grid), se forma huso a uso, mediante el empleo de un cilindro distinto para generar cada uno de los husos, siendo cada uno de los cilindros empleados tangente al meridiano central de cada huso, cuya longitud es de 3°, o múltiplo de esta cantidad con 6° de separación.

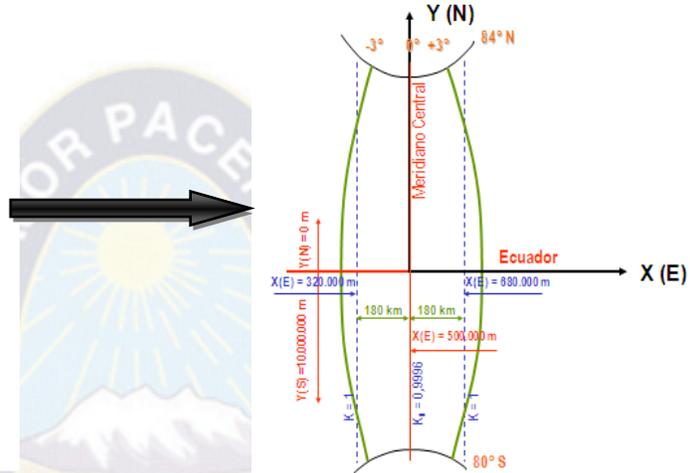
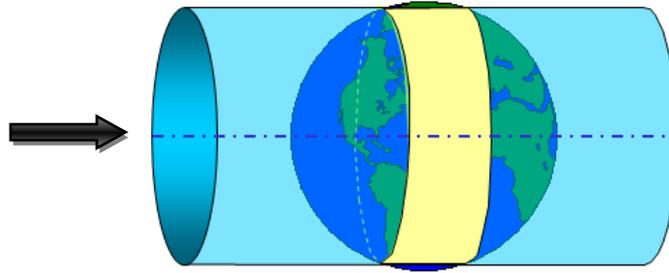
Figura II-15 PROYECCION UTM. CILINDRO SECANTE A LA TIERRA.

El origen de longitudes se toma el correspondiente al meridiano central de cada huso. Como valor de la abscisa X en dicho meridiano se toma $X = 500.000$ metros, con el fin de evitar valores negativos en las coordenadas.

El origen de latitudes se toma referido al Ecuador. Para el hemisferio norte, el valor de la ordenada en el Ecuador $Y = 10.000.000$ m., a fin de evitar valores negativos.

Figura II-15 Huso U.T.M. (Zona de Proyección).

FUENTE: Presentación Cartografía Digital adquisición propia 2009



ZONA	MERIDIANO CENTRAL	MERIDIANOS LIMITE DE ZONA
19	69°	66° W a 72° W
20	63°	60° W a 66° W
21	57°	54° W a 57° W

Tabla II-6 Zonas y Proyecciones de Bolivia

FUENTE: Diplomado en SIG FAC TEC UMSA-2004

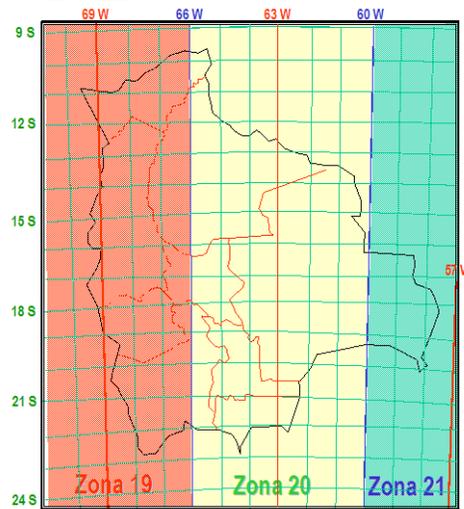


Figura II-16 Proyección Cilíndrica Transversal: Secante Proyección Universal Transversal de Mercator (UTM)

FUENTE: Diplomado en SIG FAC TEC UMSA-2004

2.14.2 Cuadrícula Universal Transversa de Mercator CUTM

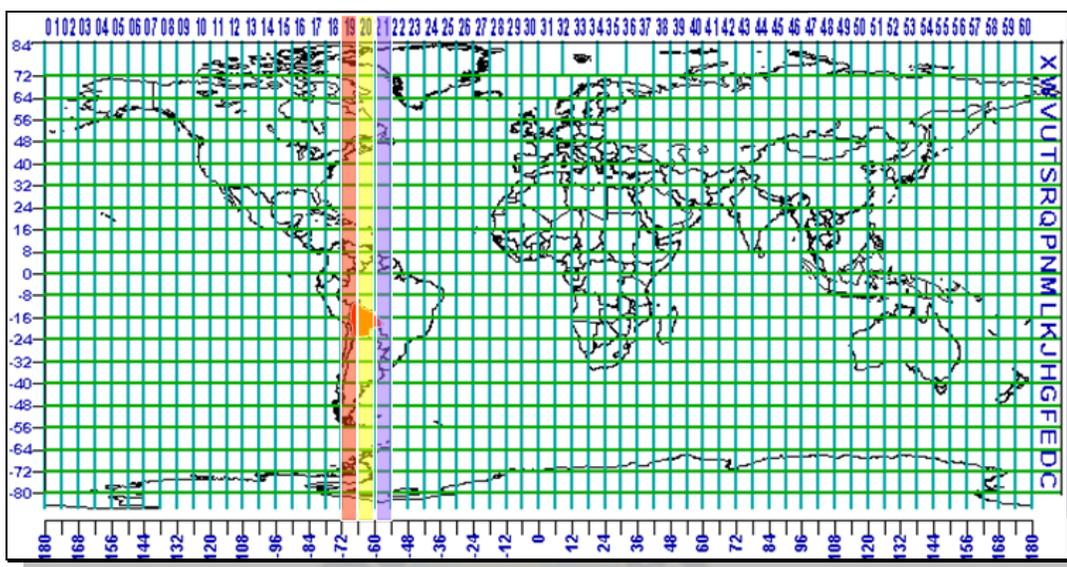


Figura II-17 Proyección Universal Transversa de Mercator (UTM)
FUENTE: Geodesia Geométrica II UMSA-2004

En la representación plana de una faja cualquiera, se emplea un sistema cuadrícula [X, Y] ó [E, N] cartesiano, con origen en la intersección del ecuador proyectado con el meridiano central de la faja. Sin embargo, para evitar las coordenadas negativas, lo cual siempre tiende a equivocaciones en los cálculos, se ha trasladado este origen a un punto situado a 500.000 mts., al oeste y a 10'000.000 mts. al sud de la línea del Ecuador, esto en cada faja de proyección. Consiguientemente, cada faja o zona de proyección tendrá su propio origen, generándose los valores de ESTE FALSO = 500.000 mts. Para el meridiano central de la faja o zona, y 10'000.000 mts. en el Ecuador para el hemisferio sud¹⁸.

Este sistema de cuadrículado se designa como la CUADRÍCULA UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR, y es conocida como la CUTM, sigla que emplearemos de aquí en adelante. Obsérvese que Bolivia, según su extensión en el sentido de la longitud geográfica, está cubierta por las siguientes zonas 19, 20, 21.

¹⁸ Cartografía y uso de la tecnología GPS 1999, BOLFORD

2.14.3 Factor de Escala

Al reducir las dimensiones del cilindro de proyección utilizado en la proyección transversa de Mercator modificada UTM., para reducir, a su vez, la distorsión en los límites de la proyección, el factor de escala queda también reducido a 0.9996 en cualquier punto del meridiano central (MC), ya que el cilindro queda en situación de secancia.

Sin embargo, debido a la distorsión que se va produciendo en las áreas proyectadas que se alejan del MC., la escala de la proyección sufre una variación en función a la latitud, principalmente, a la distancia horizontal de los puntos hasta el MC de la zona.

Esta variación se manifiesta en forma creciente y simétrica desde el MC., hacia el este y al oeste, alcanzando un valor de 1 mts., en los puntos de contacto del elipsoide con el cilindro secante, puntos que, en la proyección, se encuentra a una distancia de 180.000 mts., desde el MC. a partir de estos puntos el factor de escala seguirá aumentando su valor a medida que se aleje del centro de la proyección.

2.15 Geodesia

La Geodesia, es la Ciencia que estudia la forma, dimensión y el campo gravitacional externo de la Tierra. La Geodesia tiene dos finalidades, una ciencia y la otra práctica, la primera es de contenido puramente especulativo, ya que abarca el estudio teórico de la forma y dimensión de la tierra, la segunda es práctica, por lo que se refiere a la materialización de los puntos de apoyo para conformar la red geodésica que servirá de estructura geométrica precisa para realizar trabajos geodésicos y topográficos.

2.15.1 Sistema Geodésico Mundial de 1984 WGS-84

El sistema W.G.S. 84 (Word Geodetic System 1984), es un sistema convencional que refiere su sistema de coordenadas al centro gravitacional de la tierra por lo cual recibe el denominativo de geocéntrico con una orientación positiva (Fig.II-18 Pág. 34).

La exactitud de este sistema es del orden de un metro. Este es el sistema utilizado para la difusión de las efemérides radiodifundidas por los satélites GPS. El elipsoide de referencia de este sistema asociado a WGS84 es el IAG-GRS80.

Este sistema de referencia terrestre está definido por las siguientes características:

$a = 6'378.137.000 \text{ m}$	Semieje Mayor
$b = 6'356.752,3142 \text{ m}$	Semieje Menor
$f = 1/298.257223563$	Achatamiento
$c^2 = 0.00673949677548$	Excentricidad

Tabla II-7 Parámetros del elipsoide WGS-84
FUENTE: Presentación Geodesia Geométrica UMSA-2004

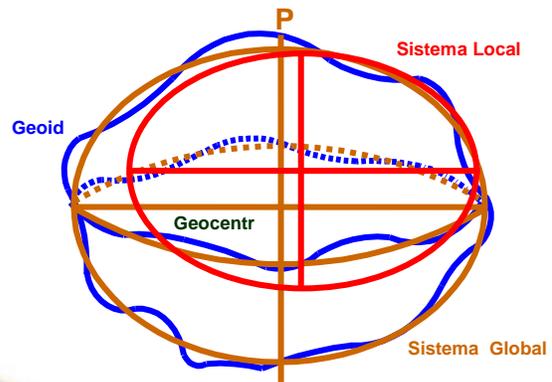


Figura II-18 Sistemas de referencia WGS-84 y PSAD-56
FUENTE: Presentación Geodesia Geométrica UMSA-2004

2.15.2 Superficies de Referencia

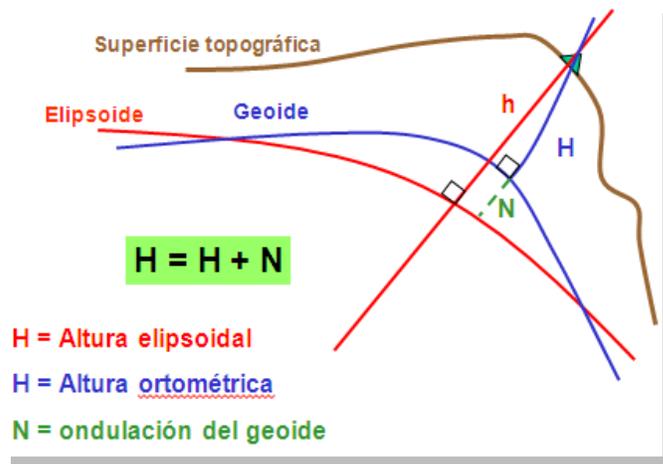
Superficie Topográfica

La Superficie Topográfica es el suelo que cubre toda la tierra tiene una forma totalmente irregular y está en un constante movimiento debido a los diferentes factores naturales y artificiales.

Superficie Elipsoidal

El elipsoide de revolución (esfera achatada en los polos) es un modelo matemático de la Tierra utilizado para realizar cálculos y que se sitúa lo más cerca posible del geode. Existen numerosos modelos de elipsoides.

Figura II-19 Formas y determinaciones de las Superficies de Referencias en Geodesia
FUENTE: Diplomado en SIG UMSA-2004



$H = H + N$

$H =$ Altura elipsoidal
 $H =$ Altura ortométrica
 $N =$ ondulación del geode

Superficie Geoidal

Las superficies en las cuales el potencial de gravedad es constante se llaman superficies equipotenciales o de nivel. De acuerdo a las propiedades de los fluidos en equilibrio, la superficie promedio de las grandes masas de agua: mares, océanos, etc son superficies equipotenciales. Se elige una de ellas, llamada geoide - la superficie promedio de los océanos- para definir un nivel cero a partir del cual se medirán las alturas. De hecho, esta superficie es difícilmente observable. Mismo en pleno océano, donde las olas y las mareas pueden ser promediadas, las diferencias de temperatura, de salinidad, los vientos, pueden modificar el nivel medio. En los continentes, el geoide está definido de manera indirecta.

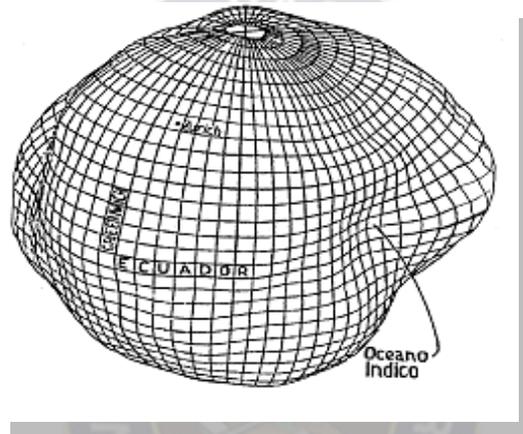


Figura II-20 Modelo de la superficie geoidal
FUENTE: Presentación Geodesia Geométrica
UMSA-2004

2.16 Sistema de Posicionamiento Global GPS

Es un sistema mundial de navegación desarrollado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos. Es un sistema de localización geográfica de puntos sobre la superficie de la tierra, basado en posiciones de satélites con una exactitud que varía, dependiendo de la calidad del receptor GPS y la técnica que se utilice para hacer la medición, y consta con una constelación de 24 satélites conocida como NAVSTAR, orbitando en diferentes alturas a unos 20000 Km por encima de la superficie terrestre.

Cada satélite da dos vueltas diarias por la Tierra, una cada doce horas. La trayectoria y la velocidad orbital han sido calculadas para que forme una especie de red alrededor de la tierra (debe haber en todo momento cinco satélites a la vista en cualquier zona), de manera que un receptor GPS a cualquier hora del día o de la noche, pueda facilitar

la posición que ocupa al captar y procesar las señales emitidas por un mínimo de cuatro satélites.

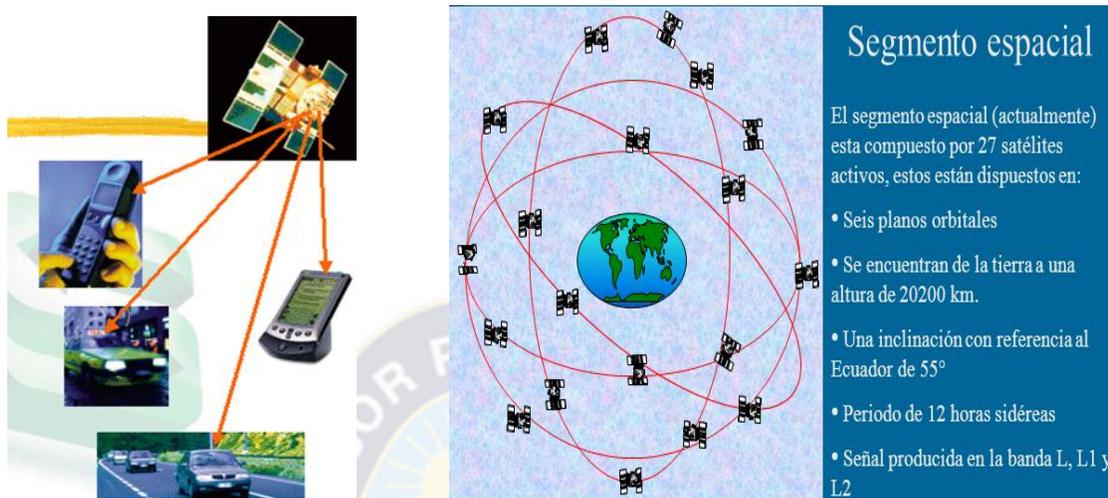


Figura II-21 SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL. Precisión, Tiempo Horario Exacto, Capacidad de Navegación.
FUENTE: Presentación Geodesia Satelitaria UMSA-2007.

Figura II-22 Representación gráfica del sistema de satélites artificiales NAVSTAR.
FUENTE: Presentación Geodesia Satelitaria UMSA-2007

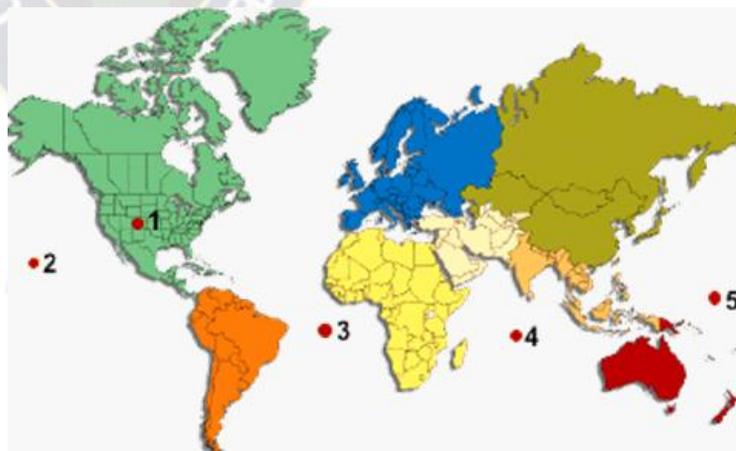
2.17 El Sistema GPS

Figura II-23 Localización de las estaciones del Segmento de Control.

Es monitoreado por D.O.D.

1. Colorado Springs
2. Hawaii
3. Isla Ascensión
4. Diego García
5. Kawajalein

FUENTE: Presentación Geodesia Satelitaria UMSA-2007.



El sistema GPS está compuesto por el segmento espacial conformado por los satélites, el Segmento de Control conformado por una serie de estaciones de control y el Segmento del Usuario conformado por los receptores GPS, donde interactúan entre sí para determinar la posición.

El segmento de control está conformado por 5 estaciones de rastreo en todo el mundo, monitoreadas por el ministerio de Defensa de los Estados Unidos de Norte América¹⁹.

El segmento espacial está compuesto por 24 satélites activos y tres de reserva en constelación a una altura de 20.200 Km. aproximadamente, distribuidos en 6 planos orbitales separados cada 60 grados, cuatro satélites están por cada plano, 3 de ellos funcionan y uno queda como repuesto.

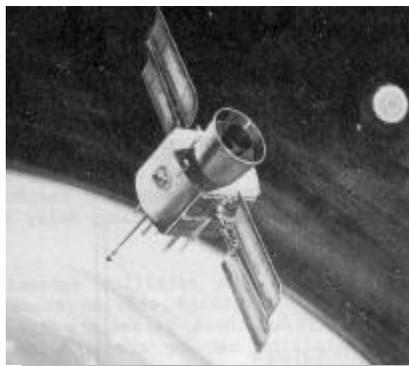


Figura II-24 Satélite GPS

FUENTE: Presentación Geodesia Satelitaria UMSA-2007.



Figura II-25 Constelación de satélites GPS

FUENTE: Presentación Geodesia Satelitaria UMSA-2007.

Su órbita es circular de 26560 Km de radio y poseen un periodo de 12 horas promedio. Al ser el periodo de rotación de la tierra de 23h y 56 min., por lo tanto su velocidad de rotación casi la mitad que la de un satélite GPS, este recorre en 24 horas dos veces su órbita espacial.

La señal que emiten los satélites es libre y cualquier persona que posea un GPS puede captarla y así determinar una posición geográfica, ya sea en tierra, mar o aire sin ningún costo y bajo diferentes condiciones atmosféricas, es decir no es afectada por el viento, lluvias u otros fenómenos, tanto en el día como en la noche.

2.18 Tipos de Posicionamiento

Debido a sus numerosas ventajas en materia de precisión, rapidez y productividad, el sistema GPS se está empleando cada vez más en topografía. No obstante, debe tenerse en cuenta que las técnicas empleadas son muy diferentes a los de métodos clásicos. Se pueden citar los siguientes tipos de posicionamiento:

¹⁹ Guzmán Gallardo Javier 2007 Principios y Aplicaciones de Geodesia Satelitaria
Leonardo Casanova M. Sistema de Posicionamiento Global

2.18.1 Posicionamiento Puntual o Absoluto

Un posicionamiento es absoluto, cuando se calcula la posición del punto utilizando las medidas de pseudodistancia ya sea procedentes del código C/A, o código P.

Dependiendo del código que utilicemos y de la disponibilidad selectiva obtendremos una precisión que variará de 15 a 100 m. Este tipo de posicionamiento es utilizado por los equipos llamados navegadores.

Gracias a los últimos avances tecnológicos, y la desaparición de la disponibilidad selectiva, existen en el mercado receptores que alcanzan precisiones de 3-5 m en tiempo real.



Figura II-26 Posicionamiento Puntual
FUENTE: Guzmán Gallardo Javier
2007

2.18.2 Posicionamiento Diferencial, Diferido o Relativo

Este método involucra dos o más instrumentos GPS, con el fin de eliminar los errores propios del sistema GPS, calculando los incrementos de coordenadas desde el equipo de referencia al móvil.

Este incremento de coordenadas vendrá dado en el sistema geocéntrico de coordenadas.

La gran ventaja de este método es que los errores de posicionamiento muy similar o común en ambos puntos, no tienen ninguna influencia en los incrementos de coordenadas.²⁰

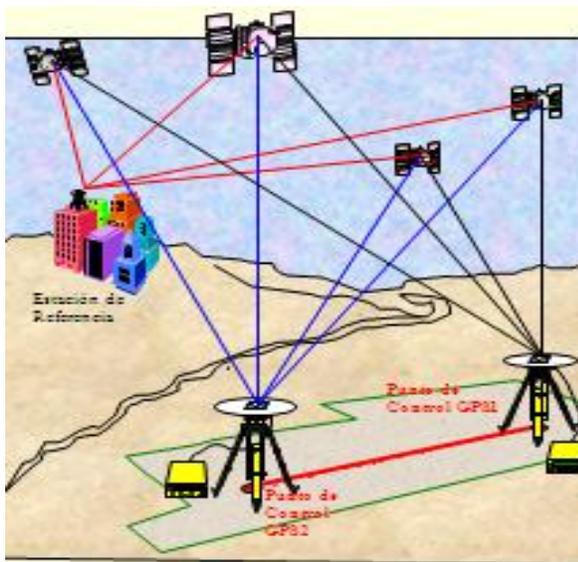


Figura II-27 Posicionamiento diferencial
FUENTE: Guzmán Gallardo Javier 2007

2.19 Técnicas de Medición GPS

Existen diferentes técnicas de medición que pueden ser utilizadas por la mayoría de receptores topográficos GPS.

2.19.1 Método Estático

Este fue el primer método en ser desarrollado para levantamientos con GPS. Puede ser utilizado para la medición de líneas bases largas (generalmente 20km -16 millas - o más).

Se coloca un receptor en un punto cuyas coordenadas son conocidas con precisión en el sistema de coordenadas WGS84. Este es conocido como el Receptor de Referencia. El otro receptor es colocado en el otro extremo de la línea base y es conocido como el Receptor Móvil.

Los datos son registrados en ambas estaciones en forma simultánea. Es importante que los datos sean registrados con la misma frecuencia en cada estación. El intervalo de registro de datos puede ser establecido en 15, 30 ó 60 segundos.

²⁰ Guzmán Gallardo Javier 2007 Principios y Aplicaciones de Geodesia Satelitaria
Leonardo Casanova M. Sistema de Posicionamiento Global

Los receptores deben registrar datos durante un cierto periodo de tiempo. El tiempo de observación dependerá de la longitud de la línea, el número de satélites observados y la geometría (Dilución de la Precisión o DOP). Como regla general, el tiempo de observación deberá ser por lo menos de una hora para una línea de 20km. con 5 satélites y un GDOP prevaeciente de 8. Líneas más largas requieren tiempos de observación más largos.

Una vez que se ha registrado suficiente información, los receptores se apagan. El Móvil se puede desplazar para medir la siguiente línea base y volver a comenzar la medición.²¹

Aplicaciones:

- Control Geodésico.
- Redes Nacionales e internacionales.
- Control de movimientos tectónicos.
- Control de deformaciones en diques y estructuras.

Ventajas:

- Más preciso, eficiente y económico que los métodos topográficos tradicionales.
- Sustituye al método clásico de triangulación.

2.19.2 Método Estático Rápido

Este método es muy similar al método estático, tanto en el levantamiento como en su procesamiento, solo se puede realizar con equipos GPS de doble frecuencia (con código P). La segunda variante es que el tiempo de posicionamiento varía dependiendo de la línea base que no podrá ser mayor a 10 Km y con un tiempo de observación de 10 a 20 minutos.

Aplicaciones:

- Levantamientos de control, densificación.
- Sustituye al método clásico de poligonación.
- Determinación de puntos de control, ingeniería civil, bases de replanteo.

²¹ Guzmán Gallardo Javier 2007 Principios y Aplicaciones de Geodesia Satelitaria
Leonardo Casanova M. Sistema de Posicionamiento Global

- Levantamiento de detalles y deslindes.
- Cualquier trabajo que requiera la determinación rápida de un elevado número de puntos.
- Apoyos fotogramétricos.

Ventajas:

- Sencillo, rápido y eficiente comparado con los métodos clásicos
- No requiere mantener el contacto con los satélites entre estaciones.
- Se apaga y se lleva al siguiente punto.
- Reducido consumo de energía.
- Ideal para un control local.
- No existe transmisión de errores ya que cada punto se mide independientemente.

2.19.3 Método Cinemático

El método cinemático es el más rápido en los levantamientos con equipo GPS, pero al mismo tiempo el más exigente en cuanto a la colecta de datos y procesamiento, por lo que debe ser extremadamente cuidadoso al realizar el levantamiento, para evitar la pérdida de la señal de los satélites enganchados. Los tiempos de posicionamiento será de dos minutos por lo menos²².

Aplicaciones:

- Determinación de la trayectoria de objetos en movimiento.
- Levantamientos de ejes de carreteras y ferrocarriles.
- Medición de perfiles transversales.
- Levantamientos hidrográficos, Batimetría.

Ventajas:

- Mediciones continuas rápidas y económicas.
- Debe mantenerse el contacto con los satélites.

²² Guzmán Gallardo Javier 2007 Principios y Aplicaciones de Geodesia Satelitaria

2.19.4 Método en Tiempo Real Cinemático RTK

Este método tiene gran utilidad en el replanteo, los equipos requieren estar conectados a un radio MODEM, el cual transmite las correcciones de error que se presentan al captar la señal de los satélites, estos errores son transmitidos por el radio MODEM al rover y este compensa y corrige, realizándose esta simultáneamente, los equipos deben ser capaces de trabajar en esta modalidad y el radio MODEM tiene un alcance de 10 Km. Como máximo además que debe tener línea de vista entre la estación y el rover, por el radio MODEM²³.

2. 20 Sistema de Información Geográfica SIG

Hoy en día desde diversas organizaciones se invierten grandes sumas de dinero en el desarrollo de base de datos georeferenciados y en SIG. Es previsible que durante los próximos años se invierta mucho más, todo ello está sucediendo en un corto período de tiempo. Ya que hace pocos años el SIG era una herramienta muy especializada solo al alcance de pocas organizaciones y una curiosidad para el público en general.

Estos fenómenos pueden tener dos explicaciones, la primera reside en el abaratamiento de costos en los equipos informáticos que cada día son más accesibles para un gran número de usuarios.

2.20.1 Aspectos Generales

Un SIG es un conjunto de programas de computación que tiene capacidad de almacenar, organizar, analizar y presentar datos espaciales.

Todos aquellos datos que tengan referencias geográficas, pueden ser incorporados a un SIG para luego ser utilizado en la confección de mapas o coberturas técnicas que permitan la visualización y análisis de forma integrada de los datos originales y no como entidades individuales.

Por lo tanto, un SIG se define como un conjunto de métodos, herramientas y datos que están diseñados para actuar coordinada y lógicamente para capturar, almacenar, analizar, transformar y presentar toda la información geográfica y de sus atributos con el fin de satisfacer múltiples propósitos. Los SIG con una nueva tecnología que permite gestionar y analizar la información espacial y que surgió como resultado de la

necesidad de disponer rápidamente de información para resolver problemas y contestar a preguntas de modo inmediato.

2.20.2 Diferencia entre SIG y CAD

Los sistemas CAD se basan en la computación gráfica, que se concentra en la representación y el manejo de información visual (líneas y puntos). Los SIG requieren de un buen nivel de computación gráfica, pero un paquete exclusivo para manejo gráfico no es suficiente para ejecutar las tareas que requiere un SIG y no necesariamente un paquete gráfico constituye una buena base para desarrollar un SIG.

El manejo de la información espacial requiere una estructura diferente de la base de datos, mayor volumen de almacenamiento y tecnología de soporte lógico (software) que supere las capacidades funcionales gráficas ofrecidas por las soluciones CAD.

Los SIG y los CAD tienen mucho en común, dado que ambos manejan los contextos de referencia espacial y topología. Las diferencias consisten en el volumen y la diversidad de información, y la naturaleza especializada de los métodos de análisis presentes en un SIG. Estas diferencias pueden ser tan grandes, que un sistema eficiente para CAD puede no ser el apropiado para un SIG y viceversa. En este sentido podemos decir que un Sistema de Información Geográfica es un sistema de hardware, software y procedimientos diseñados para soportar la captura, administración, manipulación, análisis, modelamiento y graficación de datos u objetos referenciados espacialmente, para resolver problemas complejos de planeación y administración. Una definición más sencilla es: Un sistema de computador capaz de mantener y usar datos con localizaciones exactas en una superficie terrestre²⁴.

Un sistema de información geográfica, es una herramienta de análisis de información. La información debe tener una referencia espacial y debe conservar una inteligencia propia sobre la topología y representación.

2.20.3 Aplicaciones de los Sistemas de Información Geográfica

La utilidad principal de un Sistema de Información Geográfica radica en su capacidad para construir modelos o representaciones del mundo real a partir de las bases de datos digitales y para utilizar esos modelos en la simulación de los efectos que un

²⁴ Achuy Salcedo Jorge Manual de Sistemas de Información Geográfica ARCGIS EDIT. Grupo Universitario

proceso de la naturaleza o una acción antrópica produce sobre un determinado escenario en una época específica. La construcción de modelos constituye un instrumento muy eficaz para analizar las tendencias y determinar los factores que las influyen así como para evaluar las posibles consecuencias de las decisiones de planificación sobre los recursos existentes en el área de interés.

2.20.4 El SIG Como parte de la Planificación Municipal

En el ámbito municipal pueden desarrollarse aplicaciones que ayuden a resolver un amplio rango de necesidades, como por ejemplo:

SIG en estudios de urbanismo y medio ambiente, Redacción y Desarrollo de Planes Generales y Normas Subsidiarias, Redacción de Planes Parciales, Proyectos de Urbanización, Proyectos de Compensación y Reparcelaciones, Evaluaciones de Impacto Ambiental, Planes Especiales, Catálogos, son tareas que se han encomendado a los SIG en los equipos de Urbanismo y Medio ambiente

2.20.5 Componentes de un SIG

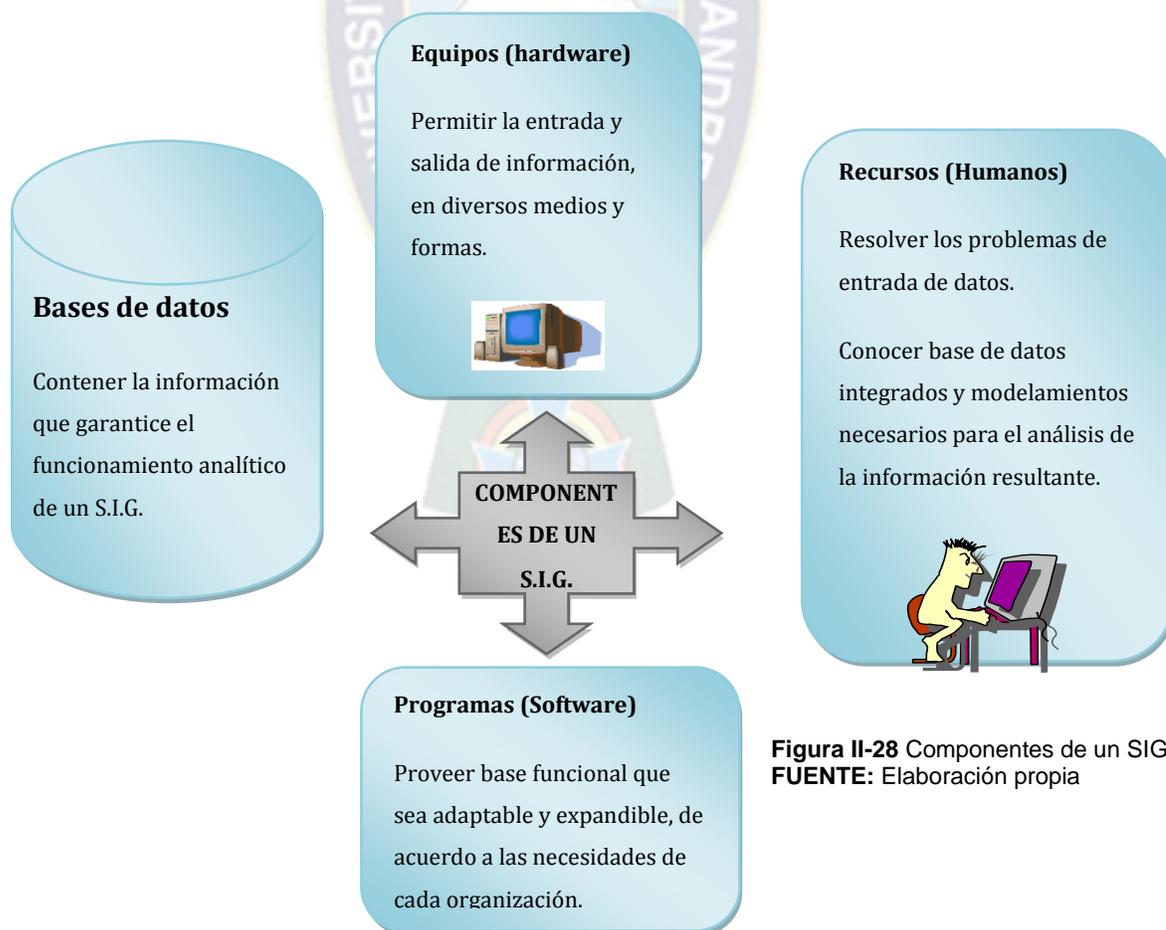


Figura II-28 Componentes de un SIG.
FUENTE: Elaboración propia

2.20.6 Captura de la Información

De acuerdo a lo antes descrito, la información geográfica con la cual se trabaja en los SIG., puede encontrarse en dos tipos de presentaciones o formatos: Raster y Vectorial.

2.20.6.1 Formato Raster

El formato raster se obtiene cuando se "digitaliza" un mapa o una fotografía o cuando se obtienen imágenes digitales capturadas por satélites. En ambos casos se obtiene un archivo digital de esa información²⁵.

La captura de la información en este formato se hace mediante los siguientes medios:

Escáner, imágenes de satélite, fotografía aérea, cámaras de video entre otros.

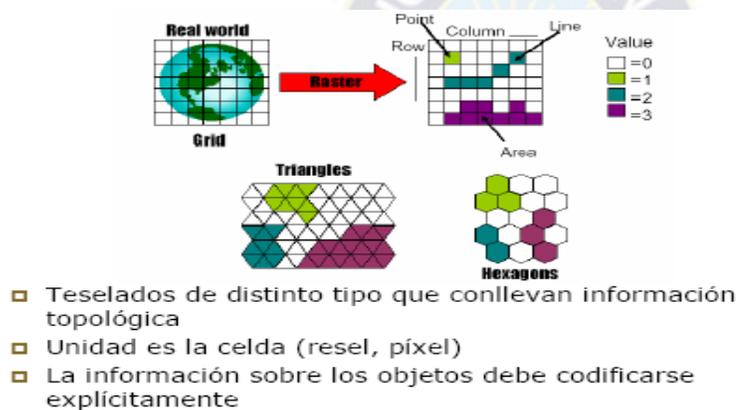
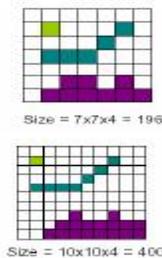
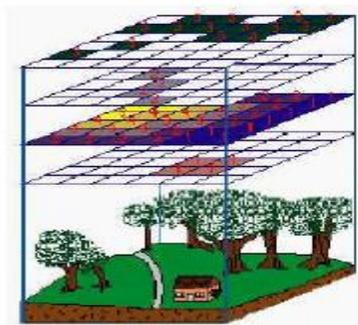


Figura II-29 Formato Raster
FUENTE: Presentación Ayudantía SIG UMSA-2007.



La resolución espacial está dada por el tamaño de la celda

²⁵ Notas y Apuntes sobre GPS 1995, Geosistemas SRL

2.20.6.2 Formato Vectorial

La información gráfica en este tipo de formatos se representa internamente por medio de segmentos orientados de rectas o vectores. De este modo un mapa queda reducido a una serie de pares ordenados de coordenadas, utilizados para representar puntos, líneas y superficies.

La captura de la información en el formato vectorial se hace por medio de: mesas digitalizadoras, convertidores de formato raster a formato vectorial, sistemas de geoposicionamiento global (GPS), entrada de datos alfanumérica, entre otros²⁶.

Modelo Vectorial

- En un SIG basado en formatos vectoriales los datos son representados como
 - Puntos X,Y coordenadas + etiqueta
 - Líneas conjunto de puntos
 - áreas Conjunto de polígonos

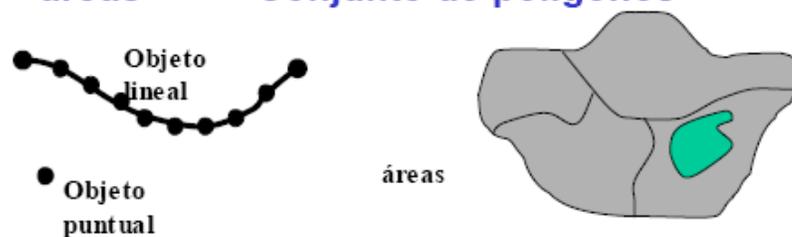


Figura II-30 Formato Vectorial
FUENTE: Presentación Ayudantía
SIG UMSA-2007.

2.20.6.3 Manejo de la Información SIG

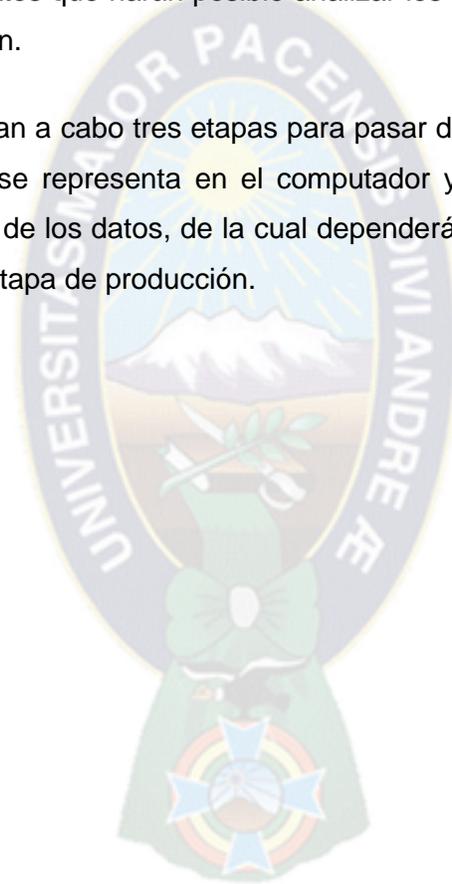
La tecnología de los SIG en la mayoría de los casos, se ha desarrollado sin una profundización teórica que sirva de base para su diseño e implementación; para sacar el mayor provecho de esta técnica, es necesario ahondar en ciertos aspectos teóricos y prácticos que los especialistas no deben perder de vista, partiendo de que no se puede confundir el SIG con digitalizar y teclear datos en el computador.

²⁶ Achuy Salcedo Jorge Manual de Sistemas de Información Geográfica ARCGIS EDIT. Grupo Universitario

Al iniciar el estudio para diseñar un SIG, debe pensarse que se van a manejar objetos que existen en la realidad, tienen características que los diferencien y guardan ciertas relaciones espaciales que se deben conservar; por lo tanto, no se puede olvidar en ningún caso que se va a desarrollar en el computador un modelo de objetos y relaciones que se encuentran en el mundo real²⁷.

Para garantizar que el esquema anterior se pueda obtener, se construye una serie de modelos que permitan manipular los objetos tal cual como aparecen en la realidad, con esto, se convertirán imágenes de fenómenos reales en señales que se manejan en el computador como datos que harán posible analizar los objetos que ellas representan y extraerles información.

Normalmente se llevan a cabo tres etapas para pasar de la realidad del terreno al nivel de abstracción que se representa en el computador y se maneja en los SIG y que definen la estructura de los datos, de la cual dependerán los procesos y consultas que se efectuarán en la etapa de producción.



²⁷ Achuy Salcedo Jorge Manual de Sistemas de Información Geográfica ARCGIS EDIT. Grupo Universitario

CAPITULO III

EQUIPO Y MATERIAL EMPLEADO

3.1 Equipo e instrumentos utilizados

EQUIPO E INSTRUMENTOS	ACCESORIOS
Un Estación Total marca Sokkia Set 510	Mas accesorios
Un par de GPS Geodésico marca Ashtech Locus	Mas accesorios
Una computadora portátil marca TOSHIBA NB 200	Mas accesorios
Una calculadora marca HP 49G	Buenas condiciones
Un GPS navegador Etrex Vista Cx	Buenas condiciones
Una cámara Fotográfica marca Canon	Buenas condiciones
Un par de Handis marca Motorola	Buenas condiciones
Software utilizado Auto Cad 2008-Autocad Land 2007	Software
Prolink 1.15	Software
Spectrum Survey 3.2	Software
Microsoft Office 2007	Software

Tabla III-1 Equipo e instrumentos utilizados
Fuente: Elaboración propia

3.2 Material empleado

MATERIAL EMPLEADO
Huinchas de fibra de vidrio
Combos
Punta, Barreno
Cinta métrica
Brocha de ½ y 1 pulgada
Clavos de calamina
Tableros

Tabla III-2 Material empleado
Fuente: Elaboración propia

3.3 Material de Campo

MATERIAL DE CAMPO
Estacas
Clavos de calamina
Pintura anticorrosiva
Cemento
Arena
Piedras

Tabla III-3 Material de campo
Fuente: Elaboración propia

3.4 Material de Escritorio

MATERIAL DE ESCRITORIO
Papelería
Bolígrafos
Lápices
Goma
Corta plumas

Tabla III-4 Material de escritorio
Fuente: Elaboración propia

3.5 Resumen de Costo de Proyecto

COSTOS Y PRESUPUESTOS					
CUADRO DE RESUMEN					
DESCRIPCION DE ITEM	UNIDAD	P. UNITARIO		P. PARCIAL	COSTO TOTAL DEL PROYECTO
ITEM 1	Global		2397.972	2397.972	65524.652
ITEM 2	Global		3878.007	3878.007	TIPO DE CAMBIO 7.00
ITEM 3	Global		2860.718	2860.718	COSTO TOTAL EN \$us
ITEM 4	Global		29949.26	29949.255	9360.665
ITEM 5	Global		21068.7	21068.7	
TRANSPORTE Y ALIMENTACION	Global		5370	5370	

Tabla III-5 Cuadro de resumen Costo de Proyecto
Fuente: Elaboración propia

CAPITULO IV

DESARROLLO DEL PROYECTO

4.1 Métodos, Técnicas para el desarrollo del Proyecto

Para el desarrollo del Proyecto de Grado se hizo la aplicación de las técnicas y métodos de investigación como el método deductivo, que parte de los datos generales válidos y que por medio del razonamiento lógico pueden deducirse varias conclusiones. Este método contempla la descomposición del todo en sus partes ya que va desde lo general hacia lo específico, esta metodología se utilizó para conseguir una abstracción y posterior descomposición del Proyecto de Grado para poder concluirlo con satisfacción.

En resumen la abstracción y la descomposición tienen como propósito, el mejor estudio de los resultados.

Por el otro lado referido a las técnicas a emplear para lograr el desarrollo óptimo del Proyecto de Grado son:

Técnicas de recolección de datos que llegan a implicar la investigación bibliográfica, esta permitirá conseguir un conjunto de información para su aplicación en el desarrollo de todo el Proyecto de Grado.

El trabajo de campo que se desarrolló a partir de una planificación, la misma que dará una información recopilada y analizada, para el desarrollo adecuado de las diferentes actividades de campo.

4.2 Etapas y procesos en el desarrollo de trabajo de campo

Para la elaboración del proyecto se tomó en cuenta los siguientes aspectos a seguir:

- ✓ Planificación y viaje a la Población de Santa Rosa
- ✓ Instalación de Gabinete Topográfico
- ✓ Reconocimiento del Área de Trabajo
- ✓ Ubicación del Punto de Control CM-348

- ✓ Planificación de la Sesión
- ✓ Densificación de los Puntos GPS de la Poligonal Principal
- ✓ Proceso de Líneas Base
- ✓ Establecimiento de la Poligonal Principal Topográfica
- ✓ Trabajo en campo de la Poligonal Principal
- ✓ Establecimiento de la poligonal Abierta con Control
- ✓ Proceso y ajuste de poligonales
- ✓ Calculo de Coordenadas
- ✓ Resumen de Fórmulas Utilizadas
- ✓ Proceso de Medición y Levantamiento Topográfico con Estación Total
- ✓ Mensura con Cinta Métrica
- ✓ Procesamiento de datos y control de puntos
- ✓ Información Levantada
- ✓ Representación Cartográfica
- ✓ Software Utilizado
- ✓ Elaboración Cartográfica de Planos y Mapas
- ✓ Proceso de elaboración del Plan Regulador asociado a un SIG
- ✓ Creación de la Base de Datos

4.2.1 Planificación y viaje a la Población de Santa Rosa

En coordinación con las autoridades principalmente con el presidente de la junta de vecinos de la población de Santa Rosa se realiza el viaje con la intención de iniciar el trabajo.

4.2.2 Instalación de Gabinete Topográfico

Se instaló el gabinete topográfico en la Sede Social de la población de Santa Rosa donde se planifico las actividades a desarrollar en la fase de campo y gabinete.

4.2.3 Reconocimiento del Área de Trabajo

Con el apoyo de las autoridades de Santa Rosa se planifico el trabajo a desarrollar, mediante un reconocimiento de campo de toda el área de intervención, estableciendo

la ubicación para la monumentación de los puntos a densificar con GPS, y los vértices de la poligonal topográfica.



Foto IV-1 Reconocimiento del Área de Trabajo con los pobladores
FUENTE: Obtención propia

4.2.4 Ubicación del Punto de Control CM-348

El punto CM-348 forma parte de la red Geodésica SETMIN – INRA. El cual se encuentra ubicado en el cantón de San José la Florida, Provincia Sud Yungas del Departamento de La Paz.

MOMBRE DEL PUNTO	DATUM	COORDENADAS UTM		COORDENADAS GEODESICAS		ALTURA ELIPSOIDAL
		NORTE	ESTE	LATITUD(S)	LONGITUD(W)	
CM-348	WGS-84	8227165.206	695876.521	16°01'38.78159''	67°10'09.29954''	862.975

Tabla IV-1 Coordenadas UTM-Geodésicas
FUENTE: Red Geodésica SETMIN-INRA

SISTEMA DE PROYECCION ADOPTADO							
ELIPSOIDE	WGS-84	PROYECCION	UTM	CUADRICU	CUTM	ZONA	19
				LA			
PARAMETROS		a=6378137 m	f=1/298,257223563	b=6356752,3142 m	e2=0.00669437999013		

Tabla IV-2 Datum adoptado para el Proyecto de Grado.
FUENTE: Geodesia Geométrica II 2007 UMSA FAC-TEC



Foto IV-2 Fotografía durante la sesión del punto GPS CM-348 de la Red Geodésica SETMIN INRA Pobladores del lugar colaborando con la sesión GPS.
FUENTE: Adquisición propia.

4.2.5 Planificación de la Sesión

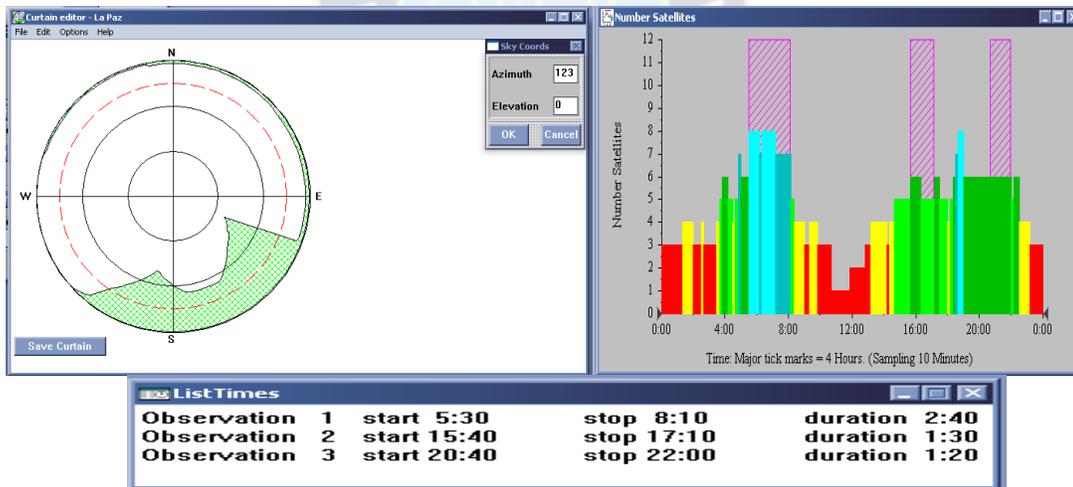


Figura IV-1 Planificación en Quick Plan – Sesión, lista de horas de observación óptimas.
FUENTE: Adquisición propia.

Para la pla de la línea Trimble, el cual cumple con los requisitos técnicos relacionados a una buena obtención de resultados en el post – proceso.

Con el uso de este Software se obtuvieron las horas adecuadas con menor dilución de la precisión (PDOP) en su Geometría y Posición.

4.2.6 Densificación de los Puntos GPS de la Poligonal Principal

Con el propósito de georeferenciar el área de trabajo a coordenadas absolutas se realizó la sesión de los puntos de control horizontal GPS SR1 y GPS SR2, que formaran parte de la poligonal principal topográfica con estación de referencia CM-348 de la red Geodésica SETMIN – INRA CLASE C, en función a una sesión simultánea, utilizando el método Estático Rápido en modo diferencial, con el objeto de eliminar errores debido a los relojes, efemérides y disponibilidad selectiva (S/A), por el lapso de una hora para cada punto, el intervalo de grabación es cada 15 segundos, máscara de elevación 15° con PDOP mínimo de 4 y GDOP \leq 5 máximo admitido con receptores GPS Ashtech Locus de simple frecuencia.

Se realizó la monumentación de los puntos GPS SR1 y GPS SR2, tomando en cuenta la visibilidad entre los mismos.

La precisión para la determinación de las coordenadas de los puntos densificados es de clase C=20 cm + 2ppm * LB.



Foto IV-3 Puntos GPS SR1-SR2
FUENTE: Adquisición propia.

En las sesiones se tomaron los

siguientes datos:

- ✓ Comienzo y fin de la sesión.
- ✓ Diagrama de obstrucciones.
- ✓ Monografía y Croquis de referencia de los puntos GPS SR1- GPS SR2.

Según la planificación se ha realizado las sesiones siguientes:

SESIONES DE PUNTOS GPS					
FECHA	ESTACION	HORA ENCENDIDO	HORA APAGADO	PUNTO	DESCRIPCION
11/08/09	Base	10:15	14:00	GPS CM-348	San José La Florida
11/08/09	Móvil	11:05	12:05	GPS SR1	Santa Rosa
11/08/09	Móvil	12:35	13:35	GPS SR2	Santa Rosa

Tabla IV-3 Sesión de puntos.
FUENTE: Adquisición propia.

4.2.7 Proceso de Líneas Base

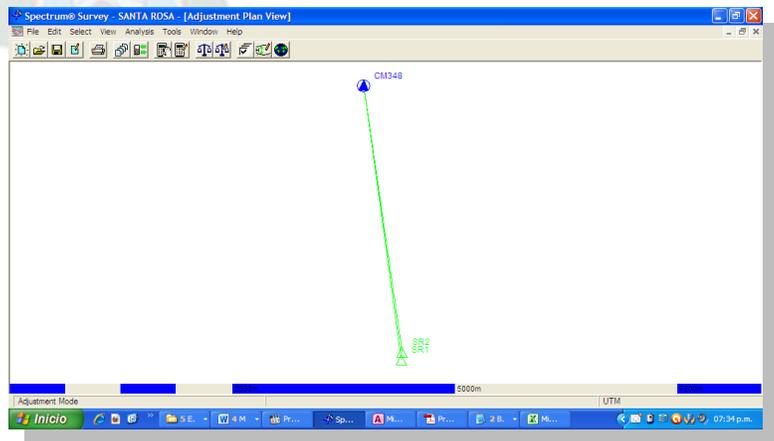
En el trabajo de gabinete se procedió al bajado de datos GPS a la computadora mediante el programa Locus Processor V 1.00, y se ajustó con el programa Spectrum Survey 1.5.



Foto IV-4 Fotografía durante el proceso y ajuste GPS
FUENTE: Adquisición propia.

Con los datos obtenidos en campo debidamente organizados en gabinete, se comenzó con el proceso de líneas base y luego con el ajuste de la red (programa Spectrum Survey 3.2.).

Figura IV-2 Proceso de Líneas Base del trabajo de campo
FUENTE: Adquisición propia.



Los reportes de ajuste obtenidos son los siguientes:

- Coordenadas Geodésicas Ajustadas.
- Coordenadas UTM (WGS - 84).
- Tabla de residuales geodésicos.
- Elipses de error.

NOMBRE DEL PUNTO	ELIPSOIDE DE REF.	COORDENADAS GEODESICAS		COORDENADAS GEODESICAS		ALTURA Ortométrica.
		LATITUD	LONGITUD	ESTE	NORTE	
SR-1	WGS 84	16 17 34.517 S	67 18 3.994 W	681522.345	8197907.676	1438.403
SR-2	WGS 84	16 17 27.139 S	67 17 58.371 W	681691.187	8198133.096	1499.329

Tabla IV-4 Puntos referenciados, GPS SR-1 SR-2
FUENTE: Adquisición propia.

4.2.8 Establecimiento de la Poligonal Principal Topográfica

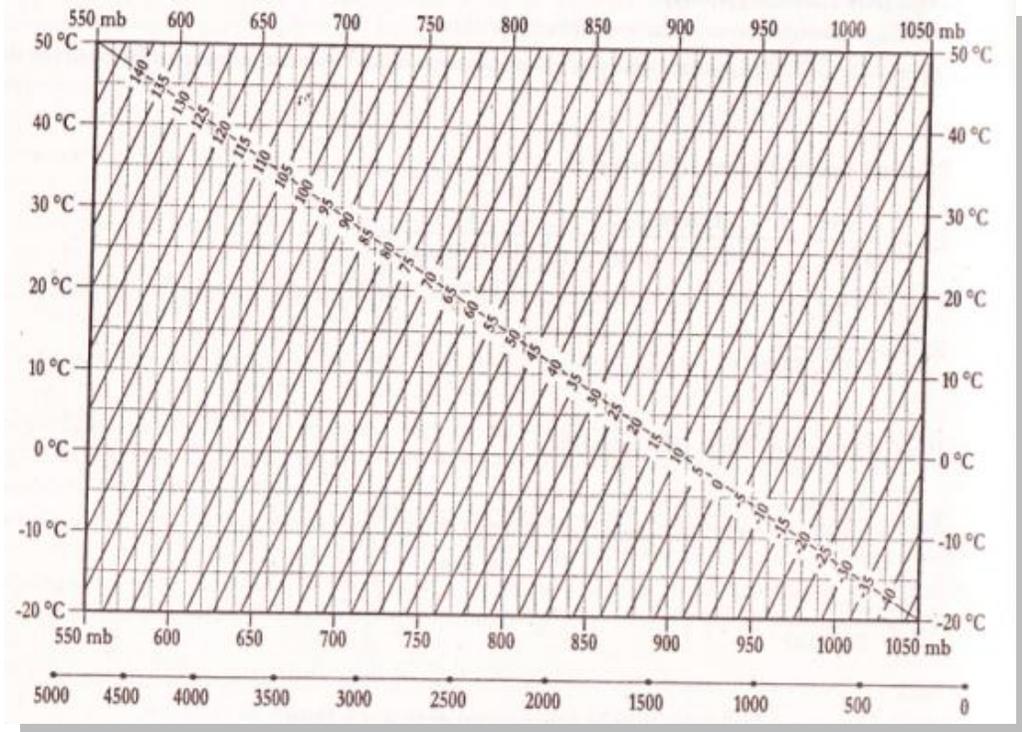


Figura IV-3 Monograma, Presión Atmosférica-ppm
FUENTE: Topografía Técnicas Modernas Jorge Mendoza Dueñas 2009

La línea horizontal representa la temperatura y la vertical la presión atmosférica; las líneas diagonales representan el valor de la corrección en ppm. Con una temperatura de 15° C y una presión de 1 atmosfera (760 mm Hg) 1013.25 mb

Para nuestro caso según el monograma:

Para $T = 26^{\circ}\text{C}$

Presión = 500 mm Hg = 666.61 mb

Se obtiene + 102.4 ppm

Para obtener un control horizontal óptimo se realizó una poligonal principal topográfica que consiste en una serie de puntos de estación, ligados entre sí por ángulos y distancias.

Para poder tener una buena precisión en la medición con estación total se introdujo al instrumento la temperatura ambiente y la presión atmosférica, estableciendo de esta manera los ppm (partes por millón), reduciendo el error en la medición electrónica de distancias.

4.2.9 Trabajo en campo de la Poligonal Principal

Para la medición de la poligonal se empleó la estación total de marca SOKKIA set 510, almacenando en su memoria interna ángulos, distancias y coordenadas, para su proceso de dibujo.

Teniendo como base de partida de la poligonal topográfica los puntos GPS SR1 y GPS SR2, se obtuvo el azimut de partida, que servirá para realizar el itinerario de la poligonal topográfica principal compuesta por veintitrés vértices debidamente monumentados.

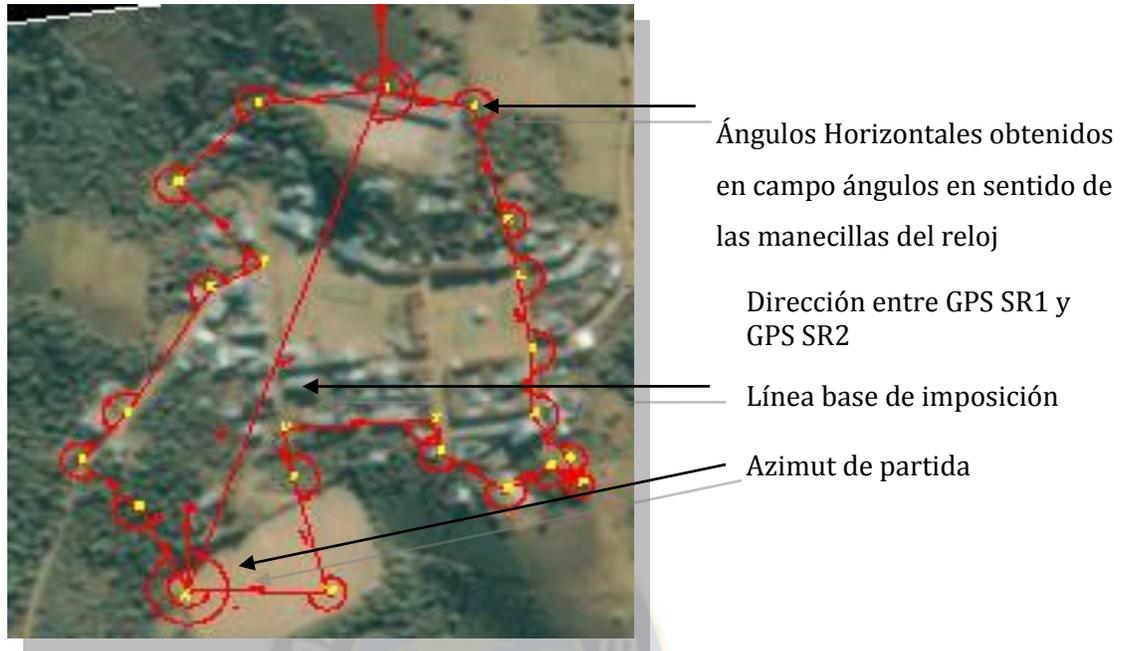


Figura IV-4 Poligonal Cerrada Principal.
 FUENTE: Elaboración propia.

4.2.10 Establecimiento de la poligonal Abierta con Control

Se procedió a la construcción de tres poligonales abiertas con control ligadas y ajustadas a la poligonal topográfica principal (poligonal cerrada).

Se realizó el reconocimiento de campo de toda el área para ubicar los puntos de la Red Geodésica Secundaria de manera estratégica y así obtener un buen recubrimiento del área a trabajar.

Una vez comprobado el cierre angular de la poligonal cerrada se procedió a hacer la construcción de las poligonales abiertas con control este trabajo se realizó utilizando los puntos corregidos de la poligonal cerrada partiendo de cada punto establecido en campo.

Con las coordenadas ajustadas de la poligonal principal se procedió a hacer el levantamiento de las poligonales con control partiendo de un azimut conocido entre dos puntos conocidos como se puede ver en la figura midiendo ángulos y distancias.

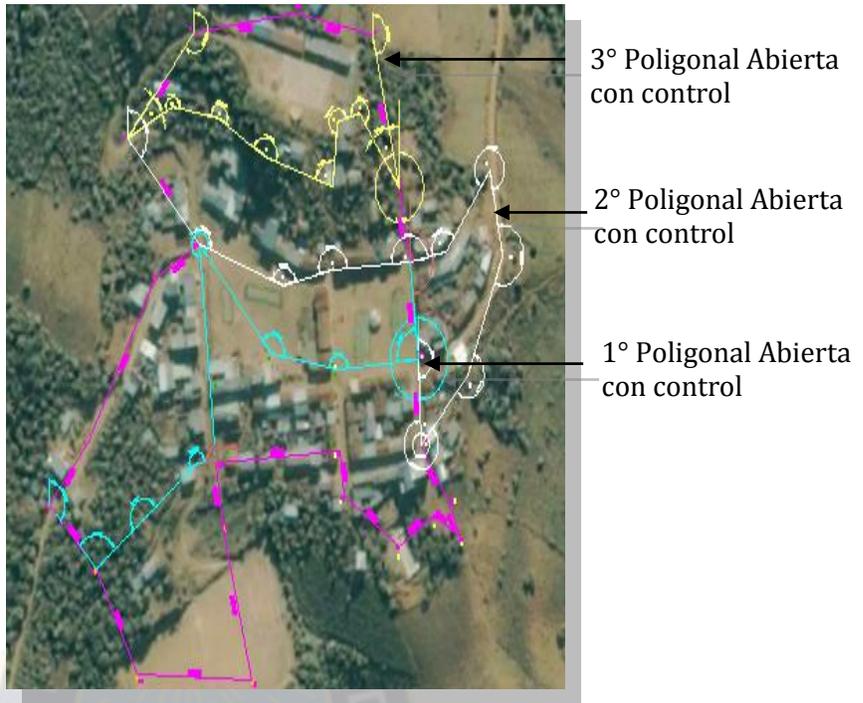


Figura IV-5 Poligonales Abiertas con control.
FUENTE: Adquisición propia.

4.2.11 Proceso y ajuste de poligonales

4.2.11.1 Calculo de Coordenadas

Luego del trabajo de campo se realizó en gabinete el cálculo de las coordenadas finales de los vértices de las poligonales, para lo cual se realizó un resumen de los ángulos y distancias, más un resume de coordenadas (ver anexo).

4.2.11.2 Resumen de Fórmulas Utilizadas

ERROR DE CIERRE ANGULAR EN POLIGONAL CERRADA DEBE CUMPLIR LA SIGUIENTE CONDICION:

$$\sum \angle \text{int} = (n - 2)180^\circ$$

$$Ea = \sum \angle \text{int} - (n - 2)180$$

dónde:

n = número de lados

TOLERANCIA ANGULAR:

Poligonales principales

$$T_a = a\sqrt{n}$$

Poligonales secundarias

$$T_a = a\sqrt{n} + a$$

dónde:

Ta = tolerancia angular

n = número de lados

CORRECCION ANGULAR (Ca)

$$C_a = -\frac{E_a}{n}$$

CALCULO DEL AZIMUT

INICIAL:

$$\text{Rumbo } A-B = X_B - X_A / Y_B - Y_A$$

$$\text{Azimut} = R_b$$

1° Cuadrante

$$\text{Azimut} = 180 - \text{Rumbo}$$

2° Cuadrante

$$\text{Azimut} = 180 + \text{Rumbo}$$

3° Cuadrante

$$\text{Azimut} = 360 - \text{Rumbo}$$

4° Cuadrante

CALCULO DE AZIMUT EN CADA VERTICE:

$$AZA = AZB + \angle Hz \text{ Compensado} \pm 180$$

COORDENADAS PARCIALES:

$$\Delta X = \text{SenAz} * D$$

$$\Delta Y = \text{CosAz} * D$$

ERROR LINEAL:

$$\varepsilon L = \sqrt{\varepsilon \Delta N^2 + \varepsilon \Delta E^2}$$

CONSTANTE DE CORRECCION:

$$K1 = \Delta X / \sum \text{Distancias}$$

$$K2 = \Delta Y / \sum \text{Distancias}$$

CORRECCION LINEAL:

$$CX = K1 * \text{Distancias}$$

$$CY = K2 * \text{Distancias}$$

COORDENADAS PARCIALES CORREGIDAS:

$$\Delta X = \Delta X \pm CX$$

$$\Delta Y = \Delta Y \pm CY$$

COORDENADAS FINALES:

$$X_C = X_B + \Delta X_C$$

$$Y_C = Y_B + \Delta Y_C$$

4.2.12 Proceso de Medición y Levantamiento Topográfico con Estación Total

Partiendo de los puntos establecidos GPS SR1-SR2, (de la Red Geodésica SETMIN – INRA CM-348), el cual se realizó con estación total Sokkia Set 500, se procedió a la mensura mediante vectorización desde los vértices de poligonales abiertas las mismas tienen su cierre en otro punto de coordenadas conocidas con el propósito de controlar los errores que pudieran existir, el método que se utilizó para la recopilación de datos en campo fue el de radiación.

Con el levantamiento topográfico se pudo obtener los datos siguientes:

- Límites de manzanas, con levantamiento a detalle de los contornos de la manzana.
- Líneas límite de Predios Urbanos.
- Vías de comunicación, calles, pasajes, callejones y correspondientes ejes.
- Áreas de cobertura vegetal, se levantó los contornos de cobertura vegetal en áreas descubiertas de uso privado como en áreas de uso común.



Foto IV-5 Estación en el punto V2
FUENTE: Adquisición propia.

4.2.12.1 Mensura con Cinta Métrica

En los predios que no se midieron completamente con estación total, se complementó el levantamiento con cinta métrica (Huincha).

Con la cinta métrica se midió todos los lados de los predios, para la mejor ubicación de las construcciones se midió diagonales con respecto a los vértices de cada predio.

Estas medidas se registraron en cuadernos, dibujando croquis de los predios y calles para tener una mejor representación del terreno en el dibujo final.

4.2.12.2 Datos del titular del predio

Identificación del titular o propietario, nombre completo, cedula de identidad o RUN, modo de adquisición del predio.

Servicios básicos que cuenta la vivienda agua potable, alcantarillado, energía eléctrica.

4.2.13 Representación Cartográfica

Se procedió a la recopilación de datos grabados en la memoria interna del equipo Estación Total, con la ayuda del programa Prolink versión 1.15, se bajaron los datos en su formato spp, luego estos datos se exportaron en formato txt para que sea reconocido por el Autocad Land.

4.2.14 Software Utilizado

El software utilizado para la edición fue Auto Cad Land 2007, donde se ploteo los puntos, estos puntos tienen su correspondiente numeración lo cual facilito el dibujo.

Para comenzar la edición cartográfica se creó capas de manzanas, predios, construcciones. En cada capa se especifica el grosor y color de todos los elementos a utilizar.

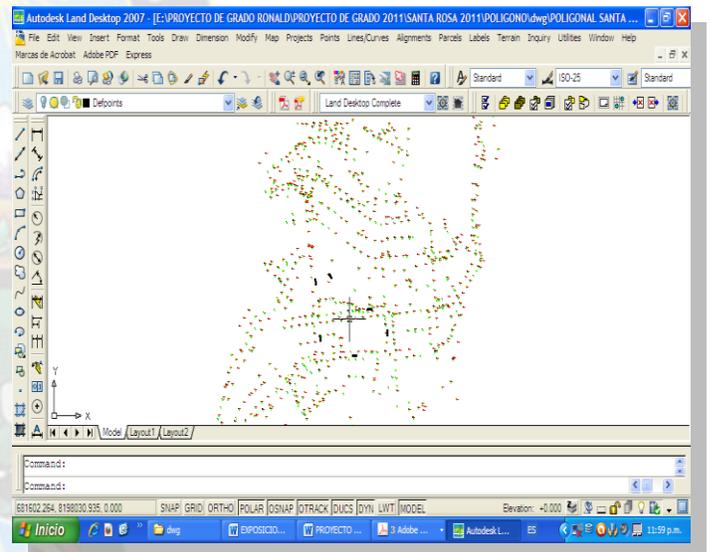


Figura IV-6 Puntos ploteados del levantamiento con Estación Total.
FUENTE: Adquisición propia.

En sus correspondientes capas se procedió a graficar primeramente las manzanas con los puntos provenientes del levantamiento realizado con la estación total.

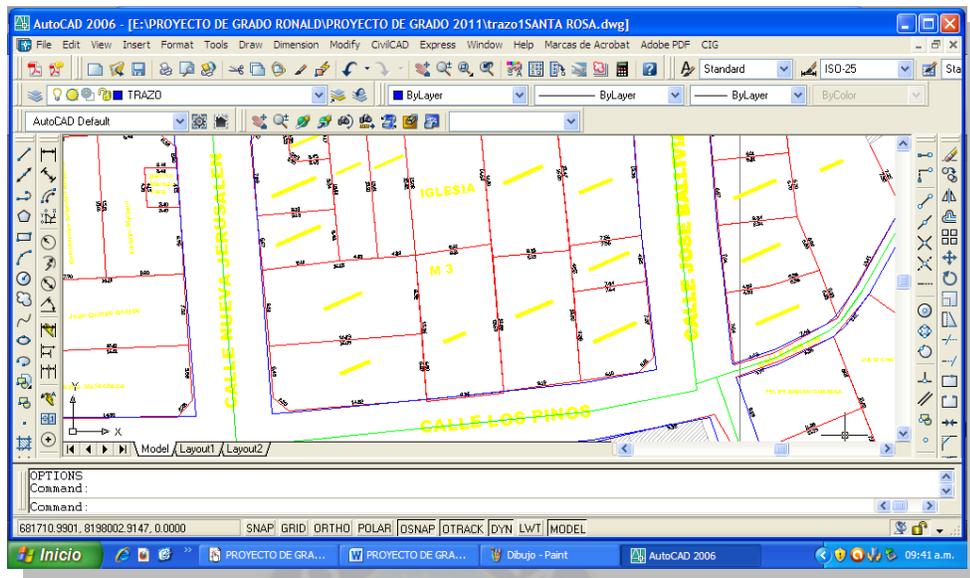


Figura IV-7 Dibujo de las Manzanas.
FUENTE: Adquisición propia.

Seguidamente se graficaron los predios, construcciones y mejoras adicionales, mediante los croquis de campo, donde se especifica las medidas de cada construcción.

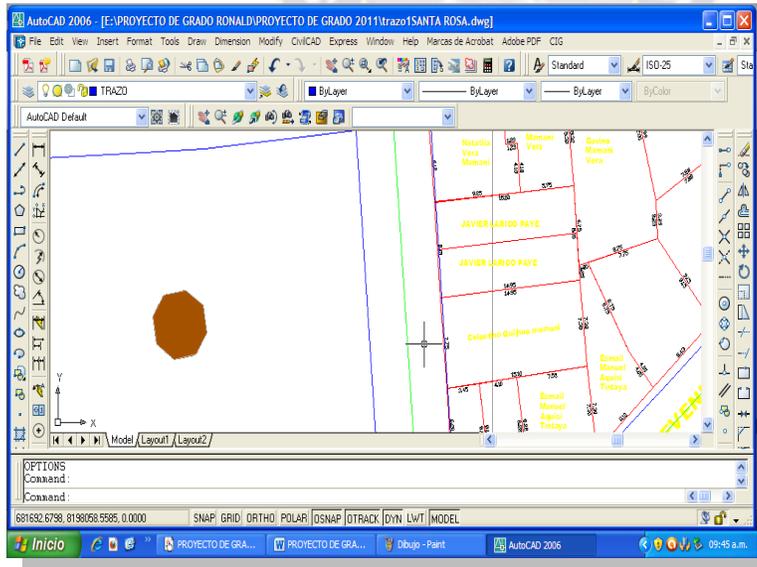


Figura IV-8 Graficación de los Predios.
FUENTE: Adquisición propia.

Siguiendo el cronograma de proyecto se fue dibujando los demás elementos como ser los ejes de camino, ejes de vía, y otros.

4.2.15 Elaboración Cartográfica de Planos y Mapas

Para la elaboración cartográfica de planos y mapas se utilizó los polígonos y polilíneas de manzanas, lotes, construcciones, áreas de servicio, para procesarlos en Auto Cad Land 2007 en su formato dwg y estos compartirlos con ArcGIS 9.2 para hacer los planos y mapas junto con la base de datos que son los siguientes:

- ✓ Plano general de Santa Rosa.
- ✓ Planos individuales para cada propietario.
- ✓ Plano Topográfico.
- ✓ Mapa de Pendientes.
- ✓ Plano de Uso de Suelos
- ✓ Plano de Zonificación.
- ✓ Plano de Consolidación.
- ✓ Plano Regulador.

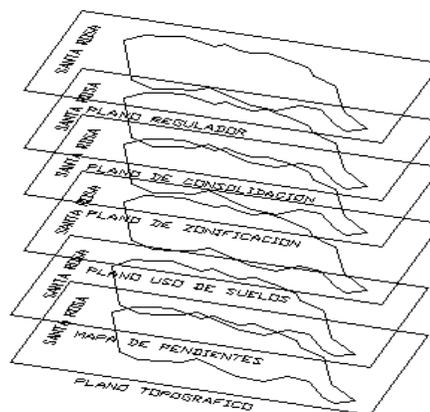


Figura IV-9 Planos y Mapas obtenidos en el proceso Cartográfico.
Fuente: Adquisición propia

4.2.16 Proceso de elaboración del Plan Regulador asociado a un SIG

Dada la importancia de la automatización de la información para fortalecer y potenciar las acciones frente a los requerimientos de la población se utilizó el software ArcGIS 9.2 para formar las coberturas, formato Shape con su respectiva base de datos.

Procedimiento de Trabajo

Para hacer la edición cartográfica se utilizó el software Auto Cad Land 2007, en el cual se dibujaron los planos requeridos como ser: plano general planos individuales plano topográfico y los planos temáticos se dibujó en el ArcGIS con la ayuda del Autocad se convirtió en polígonos los manzanos lotes y construcciones para así abrir estos archivos CAD en ArcGIS y luego transformarlos en formato Shp para luego empezar la edición para obtener los planos y mapas mencionados anteriormente figura IV-9 pág. 61.

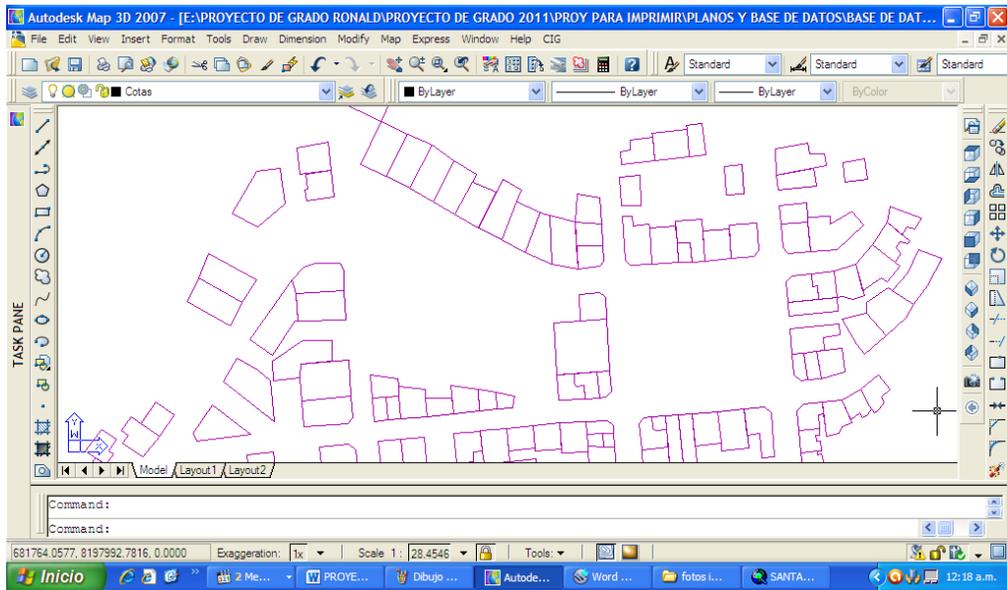


Figura IV-10: Construcción de polígonos de manzanas lotes y construcciones en formato CAD.
Fuente: Adquisición propia

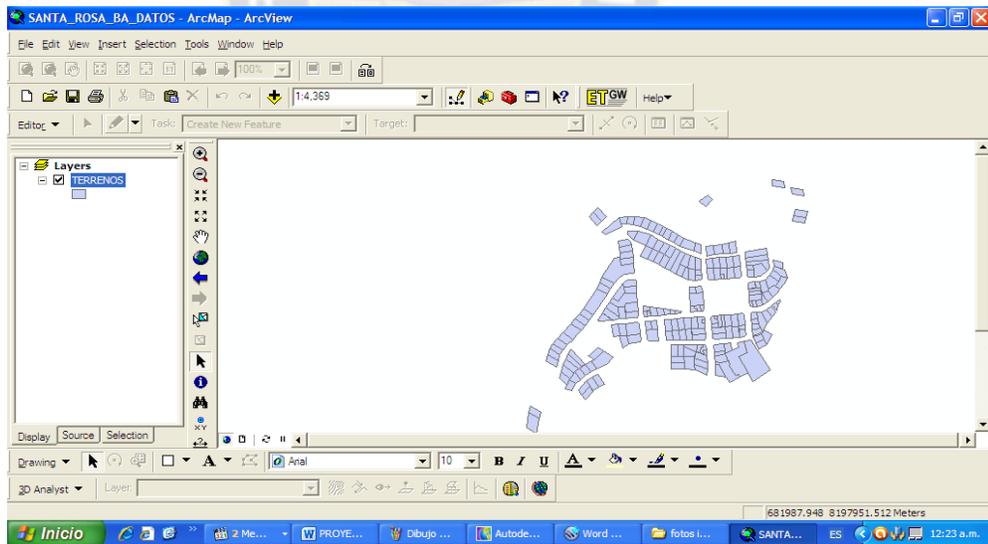


Figura IV-11: Construcción de polígonos transformados en formato Shp ArcGIS
Fuente: Adquisición propia

4.2.17 Creación de la Base de Datos

Para introducir datos en la tabla de un tema, este debe tener un formato shape y este debe ser polígono, línea o punto.

Para lo cual se trabajó en ArcCatalog, se creó una Geodatabase dentro de la cual se creó un Feature Dataset en la cual se configuro el sistema de coordenadas, zona de proyección, posteriormente se importó los datos en este caso los polígonos de terrenos, construcciones y puntos.

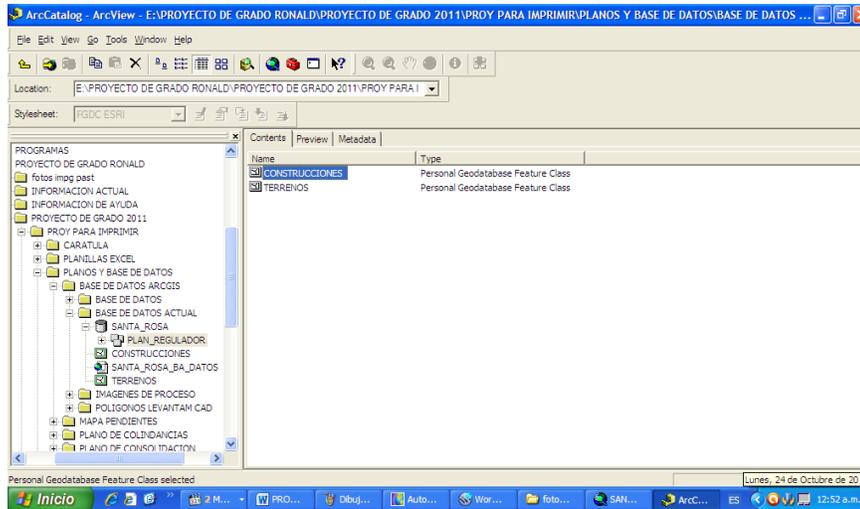


Figura IV-12: Creación de la Base de Datos en ArcGIS
Fuente: Adquisición propia

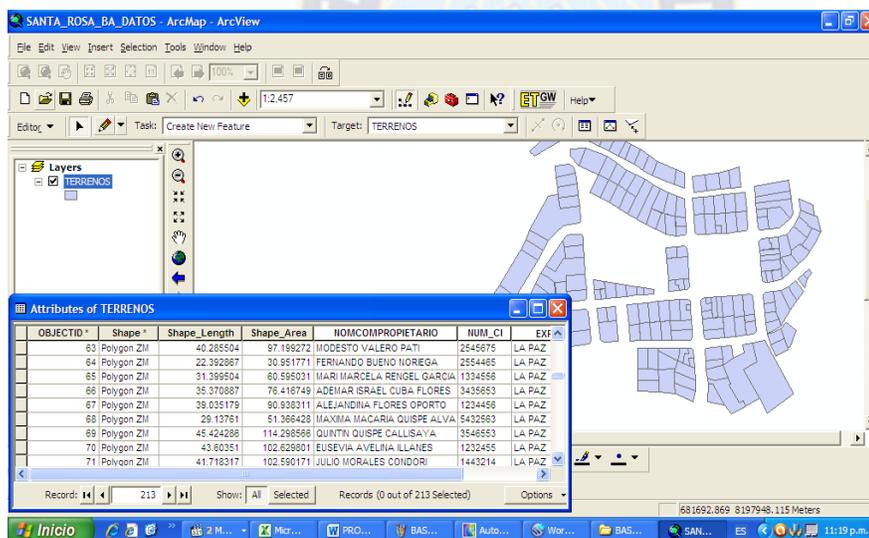


Figura IV-13: Creación de campos para la introducción de datos.
Fuente: Adquisición propia

Una vez creado el Feature Dataset el cual contiene los atributos de tablas se creó la base de datos para los polígonos de terrenos, construcciones, vértices, en la cual se creó nuevos campos en la que se codifico el código catastral, propietario, cedula de identidad, perímetro, superficie, departamento, provincia, municipio.

La base de datos para las manzanas y construcciones se realizó de la misma manera que para los terrenos.

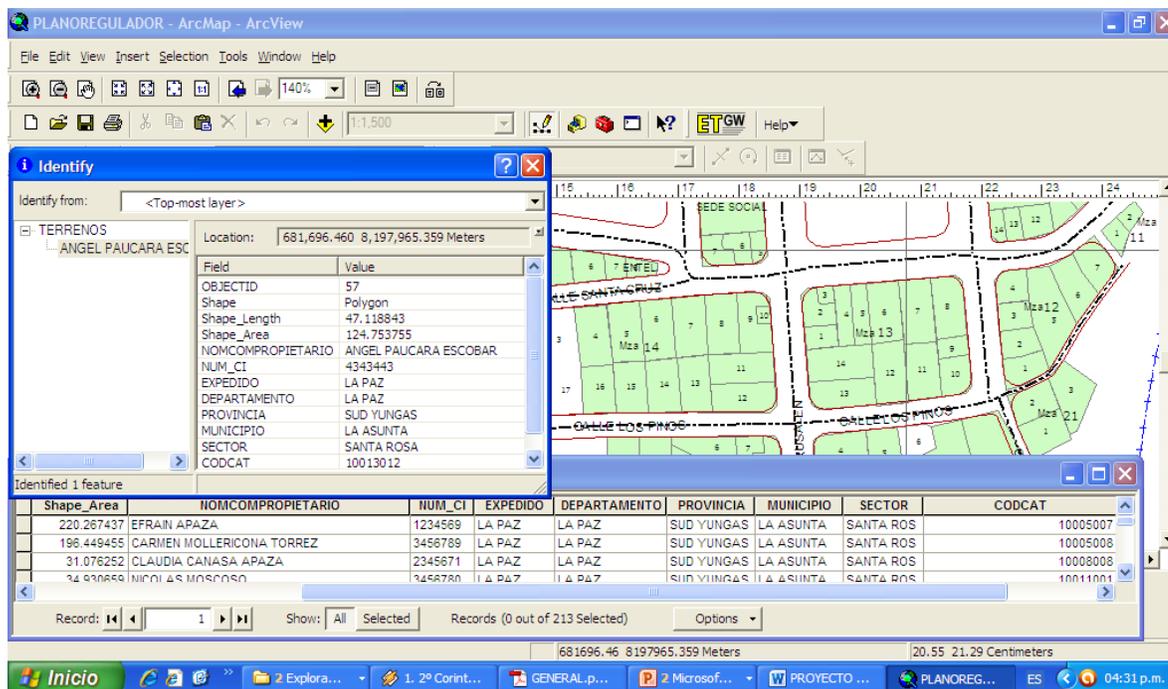


Figura IV-14: Datos geográficos relacionados en sus respectivas bases de datos y consulta a la base de datos
Fuente: Adquisición propia



CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Resultados obtenidos

Con los puntos georeferenciados a la Red Geodésica Nacional con los GPS Geodésicos de simple frecuencia L1 se obtuvieron los puntos de control GPS SR-1 y SR-2 a partir del punto de referencia CM-348 (SETMIN-INRA), se realizó la monografía de los puntos GPS, croquis de ubicación con su respectivo reporte de ajuste, obteniéndose de esta manera los siguientes resultados ver Anexo III Georeferenciación de los Puntos GPS SR1-SR2.

NOMBRE DEL PUNTO	ELIPSOIDE DE REF.	COORDENADAS GEODESICAS		COORDENADAS GEODESICAS		ALTURA Ortométrica.
		LATITUD	LONGITUD	ESTE	NORTE	
SR-1	WGS 84	16 17 34.517 S	67 18 3.994 W	681522.345	8197907.676	1438.403
SR-2	WGS 84	16 17 27.139 S	67 17 58.371 W	681691.187	8198133.096	1499.329

Tabla V-1 Puntos georeferenciados GPS SR-1 – SR-2
Fuente: Adquisición propia

Se realizó una poligonal cerrada principal y poligonales abiertas con control en el área de trabajo que servirá para realizar el levantamiento topográfico ligado a coordenadas UTM., las mismas cuentan con sus respectivas planillas de cálculo de coordenadas, sus errores y ajustes dentro de tolerancias adoptadas para el presente proyecto, ver Anexo IV establecimiento de poligonal principal y auxiliares página IV-1 a IV-12.

5.2 Resultados Previstos

5.2.1 Plano general de Santa Rosa

El plano general permitirá ver el relieve topográfico, las curvas de nivel están cada metro, se trabajó con la altura ortométrica, también se podrá ver todas las características que tiene la población de Santa Rosa tanto en su forma de sus parcelas y sus construcciones todo esto fue elaborado con sus respectivas características Cartográficas se adoptó el sistema de coordenadas UTM, con una cuadrícula e

intervalo de 100 metros en el sistema WGS-84 ver Anexo V Planos del proyecto Lamina 01.

5.2.2 Planos individuales para cada propietario

Los planos individuales para los propietarios se elaboró a escala 1:1000 para que de esta manera conozca cada propietario la forma, dimensión y superficie de lo que posee.

5.2.3 Plano Topográfico

El plano Topográfico se elaboró con sus respectivas características ver Anexo V Planos del proyecto Lamina 03, el mismo permitirá tener un mejor conocimiento del terreno a la hora de hacer proyectos civiles para el desarrollo de los pobladores.

5.2.4 Mapa de Pendientes

Se realizó el mapa de pendientes con la finalidad de saber dónde existe menor pendiente para que los pobladores puedan realizar sus construcciones, ya que sirvió como base para realizar la distribución de suelos y de esta manera formar el Plan Regulador ver Anexo V Planos del proyecto Lamina 02.

5.2.5 Plano Uso de Suelos

En el plano de uso de suelos se dividió en cinco áreas en las cuales se obtuvieron sus características básicas tales como:

- ✓ CVC Casco viejo central.
- ✓ SRA1 Viviendas con pendiente media.
- ✓ SRA2 Viviendas con pendiente media.
- ✓ SRB Viviendas con pendiente suave y media.
- ✓ SRC Viviendas con pendiente media y áreas por construir.

También se obtuvo las áreas verdes, áreas de equipamiento, y área social ver Anexo V Planos del proyecto Lamina 06.

5.2.6 Plano de Zonificación

El plano de zonificación se dividió en tres áreas, estas zonificaciones van enmarcadas con las primeras letras del alfabeto, A,B,C. para la especificación de las zonas con mayores servicios se denomina con la letra A, y para las que se encuentran con menores servicios al anterior se denomina con la letra B, y la letra C se la da a aquella

que no tiene servicios, las mismas se dividieron por colores en las cuales se obtuvo áreas de:

Ver Anexo V Planos del proyecto Lamina 04.

- ✓ A Casco viejo urbano.
- ✓ B Zona urbana.
- ✓ C Zona suburbana.

Zona A:

Partiendo de la esquina de la calle Antofagasta y Punata en dirección Sur Oeste llegando a la intersección de la calle Nueva Jerusalén continuando en dirección Sur Oeste llegando a la esquina de la calle Punata y Larico, luego siguiendo en dirección Sur por la calle Larico hasta llegar a la esquina de las calles Larico y SN, siguiendo en dirección Nor Este por la calle SN en dirección Este, hasta llegar a la esquina de la calle SN y la calle Mejillones en dirección Norte por la calle Mejillones continuando en esta dirección hasta llegar a la esquina de las calles Antofagasta y Punata.

Zona B:

Partiendo de la esquina de la calle Antofagasta, continuando en dirección Sur Oeste por la calle Mejillones llegando a la cancha de fútbol, continuando en dirección Sur Oeste hasta llegar al límite Municipal, continuando la dirección del límite Municipal en dirección Sur Este hasta llegar al vértice de límite Municipal y continuando por el límite Municipal en dirección Nor Oeste para llegar a la calle Antofagasta.

Zona C:

Partiendo de la esquina de la calle Larico en dirección Nor Este y continuando por la misma calle Larico en dirección Norte hasta la intersección de las calles Larico y Punata en dirección Este continuando por esta misma calle llegando a la intersección entre las calles Punata y Antofagasta, siguiendo en dirección Sur Este para llegar al límite Municipal, continuando en dirección Norte por el límite llegando al vértice del límite municipal, continuando por el límite Municipal en dirección Nor Oeste, llegando al vértice Municipal para continuar en dirección Sur Oeste hasta llegar a la esquina de la calle Larico.

5.2.7 Plano de Consolidación

Se dividió en tres áreas central, área unifamiliar, área de expansión lo que permitirá planificar el crecimiento de la zonificación ver Anexo V Planos del proyecto Lamina 05.

5.2.8 Plano Regulador

Con los planos y mapas obtenidos se izó un adecuado plano regulador con el cual se podrá ver ancho de calles, línea y nivel lugares que tienen que ser afectados para tener un buen tránsito tanto de los peatones como de los automóviles y ver donde pueden implementar sus áreas verdes y de equipamiento para que de esta manera la población de Santa Rosa tenga un mejor aspecto tanto para los que viven y los turistas que puedan llegar a visitar para tener mejores ingresos económicos ver Anexo V Planos del proyecto Lamina 07.

5.3 Conclusiones

Mediante el trabajo realizado se obtuvo puntos de control GPS SR1-SR2 puntos georeferenciados estos integrados a la red Geodésica Nacional (SETMIN-INRA), los mismos que sirvieron para hacer el trabajo topográfico con estación total que permitió la representación fiel de los predios en la cuadrícula UTM.

Los planos y mapas se generaron empleando como base el levantamiento topográfico con el cual se obtuvo el plano general el mismo que sirvió para la elaboración del plan regulador y para hacer su respectiva base de datos que permitirá ubicar los predios que no estén dentro del Plan Regulador.

El presente proyecto permitirá a los pobladores de Santa Rosa contar con información adecuada y georeferenciada, lo cual es una herramienta muy valiosa para su gestión. El Plan Regulador permitirá alcanzar una planificación para el desarrollo armónico de la población, determinación de las áreas de expansión urbanas y no urbanas, potencial económico, planificación de ingresos y tener una administración eficiente.

5.3.1 Conclusiones particulares

El presente trabajo es el resultado de un proceso de estudio académico, de formación y aplicación profesional, que permite conocer las necesidades, los problemas de los

pobladores, que afectan directamente al desarrollo de los pobladores de Santa Rosa, el mismo ayudará a cumplir la misión que como Topógrafo Geodesta, nos toca desempeñar dentro de la sociedad.

5.4 Costo de Proyecto

COSTOS Y PRESUPUESTOS					
CUADRO DE RESUMEN					
DESCRIPCION DE ITEM	UNIDAD	P. UNITARIO		P. PARCIAL	COSTO TOTAL DEL PROYECTO
ITEM 1	Global		2397.972	2397.972	65524.652
ITEM 2	Global		3878.007	3878.007	TIPO DE CAMBIO 7.00
ITEM 3	Global		2860.718	2860.718	COSTO TOTAL EN \$us
ITEM 4	Global		29949.26	29949.255	9360.665
ITEM 5	Global		21068.7	21068.7	
TRANSPORTE Y ALIMENTACION	Global		5370	5370	

Tabla V-2 Cuadro de Costo de Proyecto
Fuente: Elaboración propia

5.5 Recomendaciones

Después de haber efectuado el trabajo obteniendo al producto final se recomienda:

Se recomienda principalmente que se inicie el proceso de aprobación de la planimetría general en el Gobierno municipal Autónomo de la Asunta.

Que los pobladores de Santa Rosa pongan en marcha el Plan Regulador para tener un ordenado y adecuado crecimiento en las construcciones que se realicen en el futuro. Para cualquier levantamiento topográfico se recomienda enlazar a los puntos monumentados, con el propósito de relacionar y trabajar sobre la base cartográfica que se realizó.

5.6 Bibliografía

- Topografía Jack McCormac Limusa Wiley, 2008
- Topografía Técnicas Modernas Jorge Mendoza Dueñas Edición 2009 Lima Perú

- Topografía y Sus Aplicaciones Leonardo Casanova
- Apuntes de Topografía I y II U.M.S.A. FAC. TEC. TOP. GEO.
- Apuntes de Estadística. U.M.S.A. FAC. TEC. TOP. GEO.
- Cartografía y Geodesia Satelital Víctor Hugo Roggero Registro Público de Minas Lima Perú 1995
- Deagostini Routin Daniel 1991, Reglamento Nacional de Catastro Urbano
- Silva Mollinedo Jaime, Apuntes de Catastro y Avalúos U.M.S.A. FAC. TEC.
- Guzmán Gallardo Javier 2007 Principios y Aplicaciones de Geodesia Satelitaria
- Leonardo Casanova M. Sistema de Posicionamiento Global
- Achuy Salcedo Jorge Manual de Sistemas de Información Geográfica ARCGIS EDIT. Grupo Universitario
- www.Cartesia.org
- www.Cartesia.org/metodos_topograficos.htm
- www.Recursos.gabrielortiz.com/index.asp?info=058a

