

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



MEMORIA LABORAL
Nivel Licenciatura

“MENSURA DIRECTA (GPS)”
EN EL SANEAMIENTO TCO DE LA COMUNIDAD
ORIGINARIA CONDO, DEPARTAMENTO DE LA PAZ

POSTULANTE: DAVID SOCRATES MAMANI LOPEZ

TUTOR: Lic. LUIS ELIZARDO MAMANI MAMANI

LA PAZ – BOLIVIA
2017

Dedicatoria:

Esta memoria laboral esta dedica a mis padres Por el apoyo incondicional que me brindaron durante toda mi vida, A mi hermana Nancy Eva Mamani quien me apoyo en las buenas y en las malas durante mi vida universitaria, sin la ayuda de ellos no habría llegado al objetivo deseado.

Agradecimientos:

Agradezco en primer lugar nuestro señor Dios por darme la vida, hasta el día de hoy sano y salvo, lo más primordial por darme una familia y oportunidades de trabajo para poder mantener a la familia que me da alientos para poder concluir esta memoria laboral, así concluir y obtener el título como profesional y ejercer con todas la leyes y reglas dentro nuestra Estado Plurinacional de Bolivia, agradezco también a mis Docentes de carrera quienes supieron transmitir sus conocimientos y experiencias en cada clase, gracias a esos consejos y enseñanzas hoy somos GRANDES TOPOGRAFOS Y GEODESTAS.

Agradecer también a mi docente y Director de Carrera Ing. Vitaliano Miranda Angles, y a mi tutor Lic. Luis Elizardo Mamani Mamani, quien me transmitió toda su experiencia y conocimiento en diferentes áreas.

RESUMEN

La presente memoria laboral, considera como una de las actividades más importantes, los estudios de orden Técnico, con la finalidad de implementar en el futuro una metodología técnica coherente en la ejecución de la etapa de relevamiento de información en campo, con el apoyo y equipos GPS en el saneamiento de áreas rurales.

De manera objetiva se muestra como el Instituto Nacional de Reforma agraria (INRA), encara el proceso de Saneamiento en diferentes áreas Rurales, en especial la forma como se ha encarado en el relevamiento de información en campo y trabajo de evaluación en la TCO Comunidad Originaria Condo del municipio Santiago de Callapa, provincia Pacajes del Departamento de La Paz, de esta manera proponer una alternativa más a la medición con equipos GPS, y apoyar también a los beneficiarios con el saneamiento y titulación, la mayoría de los cuales son pequeñas propiedades, comunidades y TCO's que quieren tener sus tierras saneadas y tituladas sin mucha demora, para fortalecer su posición de propietarios legales de tierras rurales frente a las exigencias de sus Autoridades, de esta manera concluir con los conflictos de derecho propietario, limites, sobre posiciones que arrastran desde hace décadas.

Se refleja la metodología que está siendo empleado en el saneamiento de tierras comunitarias de origen en Bolivia empleando el MÉTODO DIRECTO, que consiste en la medición de vértices prediales con equipos de precisión, realizando las mediciones de distancias, ángulos y coordenadas, utilizando Receptores GPS y Estaciones Totales, resulta importante insertar el entendimiento social que conlleva la actividad catastral enmarcada hoy coyunturalmente en un proceso transitorio de Saneamiento de tierras que tiene hasta el año 2017 previstos por ley, solo entendiendo esta problemática podremos mejorar y crear metodologías que hagan el proceso más ágil y efectivo.

El presente trabajo se encuentra totalmente en el marco de la normativa legal y lo que es el Manual de Normas Técnicas del Instituto Nacional de Reforma Agraria.

INDICE

AREA I

DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD LABORAL

1.1.	Instituto Nacional de Reforma Agraria “INRA”	1
1.2.	La Misión del Instituto Nacional de Reforma Agraria.....	1
1.3.	Marco Legal.....	2
1.4.	Objetivos Estratégicos.....	3
1.5.	Dirección del INRA - La Paz.....	3
1.6.	Cargos Desempeñados en el INRA.....	5
1.7.	Características de las relaciones de subordinación y superordenacion.....	6
1.8.	Productos más significativos de esta actividad.....	7

AREA II

INTRODUCCION

2.1.	Antecedentes.....	8
2.2.	OBJETIVOS.....	9
2.2.1.	Objetivo General.....	9
2.2.2.	Objetivos Específicos.....	9
2.3.	JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO.....	9
2.3.1.	Importancia Social.....	10
2.3.2.	Importancia Local.....	10
2.3.3.	Importancia Nacional.....	10
2.3.4.	Importancia Académica.....	10

2.4.	UBICACIÓN DEL AREA.....	11
2.4.1.	Ubicación Geográfica.....	11
2.4.2.	Ubicación Político Administrativa.....	11
2.4.3.	Colindancias.....	12
2.4.4.	Clima.....	13
2.4.5.	Accesibilidad.....	13
2.4.6.	Actividades económicas.....	13

AREA III

MARCO TEORICO

3.1.	Introducción.....	
	14	
3.2.	Saneamiento.....	14
3.2.1.	Clasificación de la propiedad agraria.....	14
3.2.2.	Modalidades de saneamiento.....	15
3.2.2.1.	Saneamiento Simple (SAN SIM).....	
	16	
3.2.2.2.	Saneamiento Integrado al Catastro Legal (CAT SAN).....	16
3.2.2.3.	Saneamiento de Tierras Comunitarias de Origen (SAN TCO).....	16
3.2.3.	Etapas para realizar saneamiento TCO.....	16
3.2.3.1.	Procedimiento de la etapa preparatoria.....	16
3.2.3.2.	Procedimiento en la etapa de campo.....	17
3.2.3.3.	Procedimiento en la etapa de Resolución y titulación.....	18
3.3.	Normas Tecnicas Aplicadas en el INRA.....	18
3.3.1.	Objetivo de las normas técnicas.....	18
3.3.2.	Objeto de las normas técnicas.....	18
3.3.3.	Artículo 10. Densificación de puntos geodésicos.....	19
3.3.4.	Artículo 11. Tolerancias para la densificación de la red nacional.....	20

3.3.5.	Artículo 12. Monumentación de puntos de control geodésico densificados...	21
3.3.6.	Artículo 13. Identificación de puntos de control geodésico.....	22
3.3.7.	Artículo 14. Procesamiento de líneas base.....	23
3.3.8.	Artículo 15. Proceso y ajuste de datos GPS.....	24
3.3.9.	Artículo 61. Métodos de Mensura Predial.....	24
3.4.	Geodesia.....	25
3.4.1.	Levantamientos Geodésicos.....	26
3.4.2.	Definición.....	26
3.4.3.	FINALIDAD.....	27
3.4.3.1.	Finalidad Científica.....	27
3.4.3.2.	Finalidad Práctica.....	27
3.4.4.	La Geodesia considera tres superficies.....	27
3.4.4.1.	Superficie Topográfica.....	28
3.4.4.2.	Superficie Geoidal.....	28
3.4.4.3.	Superficie Elipsoidal.....	29
3.4.5.	DIVISIÓN DE LA GEODESIA.....	29
3.4.5.1.	Geodesia Física.....	29
3.4.5.2.	Geodesia Astronómica.....	29
3.4.5.3.	Geodesia Satelital.....	29
3.4.5.4.	Geodesia Geométrica.....	30
3.4.6.	Sistemas de Posicionamiento Global.....	31
3.4.7.	Descripción del GPS.....	32
3.4.8.	El Segmento Espacial.....	33
3.4.9.	El Segmento de Control.....	34
3.4.10.	El Segmento de Usuario.....	36

3.4.11. Error en el GPS Geodésico.....	37
3.4.12. Planificación GPS.....	38
3.4.12.1. Selección de la Estación Base.....	38
3.4.12.2. Línea Base.....	39
3.4.12.3. La Visibilidad.....	39
3.4.12.4. La Preparación de Programas de Observación.....	40
3.5. Especificaciones.....	40
3.6. Sistemas de Referencia.....	42
3.7. El Elipsoide.....	42
3.8. Sistemas de Referencia Locales y Globales.....	43
3.8.1. Sistemas de Referencia locales.....	43
3.8.2. Sistema de Referencia Vertical.....	44
3.8.3. Sistema de Referencia Globales.....	45
3.9. Marcos de Referencia.....	46
3.10. Principios Básicos para Determinar Posiciones Según el GPS.....	48
3.11. Tipos de Posicionamiento.....	48
3.12. Precisión Geométrica (DOP).....	50
3.13. Métodos de Medición con Equipos GPS.....	51
3.14. La Cartografía.....	51
3.15. Proyecciones Cartográficas.....	52
3.15.1. Proyección Cónica Conforme de Lambert.....	52
3.15.2. Proyección Cilíndrica Conforme Transversal de Mercator.....	

53

AREA IV

MARCO PRÁCTICO

4.1. Introducción.....	54
4.2. Personal.....	54
4.2.1. Personal Para Ejecución en Campo.....	55

4.2.2.	Personal Para el Trabajo de Evaluación.....	55
4.3.	Equipo y Material Utilizado en la Mensura.....	55
4.3.1.	Diagrama de los Equipos y Materiales a ser usados en el proyecto.....	56
4.3.2.	GPS SOKKIA GRX1	56
4.3.3.	Navegador GPS Garmin.....	58
4.3.4.	Software.....	58
4.4.	Metodología Del Trabajo.....	59
4.4.1.	Etapa de Preparatoria y Diagnostico.....	59
4.4.2.	Etapa de Campo.....	59
4.4.2.1.	Reconocimiento Topográfico de la Comunidad.....	59
4.4.2.2.	Taller Informativo.....	60
4.4.2.3.	Planificación y Cronograma.....	61
4.4.2.4.	Densificación del Punto P2065, Enlazados a dos Puntos Fijos, de orden-clase “C”.....	61
4.4.2.4.1.	Distancias de Líneas Bases.....	62
4.4.2.4.2.	Elaboración de Directorios y Generación de datos de Equipo.....	65
4.4.2.4.3.	Procesamiento y Ajuste de los Datos GPSs.....	66
4.4.2.4.4.	Elaboración del informe Técnico de Densificación.....	70
4.4.2.5.	Mensura de los Vértices del Perímetro de la Comunidad.....	70
4.4.2.6.	Pasos a Seguir en la medición perimetral.....	71
4.4.2.7.	Proceso y Ajuste de los Datos GPS de Vértices Perimetales.....	74
4.4.2.8.	Establecimiento de Base de Datos Geográfica.....	76
4.4.3.	Elaboración del plano catastral.....	79

AREA V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones.....	81
5.3. Recomendaciones.....	81

AREA VI

BIBLIOGRAFÍA

6.1. Bibliografía.....	83
------------------------	----

AREA VII

ANEXOS

ANEXO 1 DE CRONOGRAMAS

- 1-1 Cronograma de Trabajo
- 1-2 Flujo del Proceso de Saneamiento TCO
- 1-3 Estado de Saneamiento de la Provincia de Pacajes
- 1-4 Ubicación Geográfica del Area

ANEXO 2 DE PLANOS

- 2-1 Plano de Determinativa de Área POL. 004
- 2-2 Plano de Diagnóstico de Expedientes Agrarios
- 2-3 Plano Catastral de la Comunidad Originaria Condo

ANEXO 3 DE PLANILLAS DEL PUNTO DENSIFICADO “P2065”

- 3-1 Planificación Para la Densificación del Punto P2065
- 3-2 Informe de Red Geodésica del Punto “TOPO”
- 3-3 Fotografía del Punto GPS “TOPO”
- 3-4 Informe de Red Geodésica del Punto “CORO”

3-5 Fotografía del Punto GPS “CORO”

3-6 Reportes de Ajuste del Punto Densificado “P2065”

3-7 Datos Obtenidos del Punto Densificado “P2065”

ANEXO 4 DE PLANILLAS DE LA COMUNIDAD (se toma como referencia un sólo punto para su demostración, ya que para los demás puntos es el mismo procedimiento)

4-1 Croquis Predial

4-2 Acta de Conformidad de Linderos

4-3 Referenciación de Vértices

4-4 Fotografía de Mejoras

4-5 Reportes de Ajuste del DJ-238

ANEXO 5 DE FOTOGRAFIAS

AREA I

DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD LABORAL

1.1. INSTITUTO NACIONAL DE REFORMA AGRARIA “INRA”

El Instituto Nacional de Reforma Agraria INRA es una entidad pública descentralizada del Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras, con jurisdicción nacional, personalidad jurídica y patrimonio propio. Es el órgano técnico - ejecutivo encargado de dirigir, coordinar y ejecutar las políticas establecidas por el Servicio Nacional de Reforma Agraria (Art. 17 de la Ley No 1715).

Es el organismo responsable de planificar, ejecutar y consolidar el proceso de reforma agraria en el país.

En fecha 18 de octubre del año 1996, el gobierno de Bolivia promulgó la Ley del Servicio Nacional de Reforma Agraria N° 1715, con el objetivo de establecer y regularizar el saneamiento de propiedades agrarias, al mismo tiempo garantizar y dar seguridad jurídica y técnica al derecho propietario sobre la tierra y hacer más eficiente y transparente el manejo y administración de las tierras agrarias del país. Con la aprobación de la Ley del Servicio Nacional de Reforma Agraria (INRA), la Institución única operativa encargado de la administración de las tierras rurales del país es el Instituto Nacional de Reforma Agraria, la misma Ley Servicio Nacional de Reforma Agraria crea la Superintendencia Agraria con el objetivo de que ésta institución tienda a regular y controlar el uso y gestión del recurso tierra en armonía con los recursos agua, flora y fauna en forma sostenible; y la Judicatura Agraria como órgano para administrar justicia en conflictos sobre las tierras.

1.2. LA MISION DEL INSTITUTO NACIONAL DE REFORMA AGRARIA

El INRA es una institución pública descentralizada estratégica para la revolución agraria, que **administra el acceso a la tierra**, de forma eficiente, participativa y transparente,

prioritariamente para las comunidades indígenas, originarias y campesinas, para **lograr equidad en la tenencia de la tierra, garantizar la seguridad jurídica** sobre su propiedad y **contribuir** a un verdadero **desarrollo productivo y territorial**, en armonía con la naturaleza.¹

Figura 1. Logo del INRA



Fuente: Elaboración propia

1.3. MARCO LEGAL

Que en fecha 18 de octubre de 1996 se promulgó la Ley N° 1715, del Servicio Nacional de Reforma Agraria, y que en fecha 28 de noviembre de 2006 se promulgó la Ley N° 3545 de Reconducción Comunitaria de la Reforma Agraria, modificatoria de la Ley N° 1715.

Que es necesario sustituir en su integridad el Reglamento Agrario vigente aprobado mediante Decreto Supremo N° 25763, de 5 de mayo de 2000, así como las disposiciones conexas posteriores, en el marco de lo establecido por la nueva política de reconducción comunitaria de la reforma agraria.

1. INRA, Normas Técnicas Para el Saneamiento de la Propiedad Agraria

Que a propuesta del Ministerio de Desarrollo Rural, Agropecuario y Medio Ambiente, y en cumplimiento de la atribución constitucional del Presidente de la República establecida en la Atribución 1ª del Artículo 96 de la Constitución Política del Estado, corresponde emitir la presente norma por la vía rápida, en el marco del Parágrafo IV del Artículo 88 del Decreto Supremo N° 28631 de 8 de marzo de 2006, Reglamento a la Ley de Organización del Poder Ejecutivo.

1.4. OBJETIVOS ESTRATÉGICOS:

Objetivo 1. Lograr la titulación total de la propiedad agraria del país, implementando un proceso eficiente y transparente de saneamiento, en un marco normativo favorable.

Objetivo 2. Brindar información catastral estandarizada, confiable y actualizada a la población con la puesta en marcha del sistema nacional de registro único, público y oficial de la propiedad agraria

Objetivo 3. Fortalecer la capacidad estratégica y operativa del INRA y su institucionalidad, para elevar la calidad del servicio de saneamiento.

Objetivo 4. Diversificar las fuentes de financiamiento y elevar su capacidad financiera con recursos nacionales, mejorando sus sistemas de gestión administrativa.

El presente trabajo se desarrolló en el Instituto Nacional de Reforma Agraria (I.N.R.A), Departamental La Paz, Unidad de Saneamiento de Tierras Comunitarias de Origen (TCOs).

1.5. DIRECCIÓN DEL INRA - LA PAZ

El INRA-LA PAZ se encuentra ubicado en la calle Reyes Ortiz N° 72 del municipio de Nuestra Señora de La Paz.

Figura 2. Dirección del INRA LA-PAZ



Fuente: Elaboración propia

CARGOS DESEMPEÑADOS EN EL INRA

Cuadro 1. Cargos asumidos en el INRA-LA PAZ

N°	INSTITUCIÓN	CARGO OCUPADO	INICIO DE CONTRATO	FIN DE CONTRATO	PRINCIPALES ACTIVIDADES
1	INRA-LA PAZ	AUXILIAR II TÉCNICO	29 DE MARZO DE 2011	28 DE SEPTIEMBRE DE 2011	- SANEAMIENTO INTERNO EN LA COMUNIDAD CHONCHOCORO, MUNICIPIO VIACHA, OBTENIENDO 2862 PÁGELAS.
2	INRA-LA PAZ	AUXILIAR I TÉCNICO	10 DE OCTUBRE DE 2011	31 DE DICIEMBRE DE 2011	- SANEAMIENTO INTERNO EN EL MUNICIPIO TACACOMA OBTENIENDO 6 COMUNIDADES COLECTIVAS.
3	INRA-LA PAZ	TÉCNICO II SANEAMIENTO	24 DE FEBRERO DE 2012	31 DE JULIO DE 2012	- SANEAMIENTO INTERNO PARCELADO EN EL MUNICIPIO DE LURIBAY, DE 8 COMUNIDADES.
4	INRA-LA PAZ	RESPONSABLE DE BRIGADA DE CAMPO	15 DE AGOSTO DE 2012	31 DE DICIEMBRE DE 2012	- SANEAMIENTO TCO DE LA COMUNIDAD ORIGINARIA CONDO, DEL MUNICIPIO SANTIAGO DE CALLAPA. - SANEAMIENTO EN AL AYLLU JUNUTA CONDOROCA QUE CONSTA DE 28 ESTANCIAS.
5	INRA-LA PAZ	RESPONSABLE DE BRIGADA DE CAMPO	02 DE ENERO DE 2013	04 DE MARZO DE 2013	- SANEAMIENTO INTERNO PARCELAS EN 2 CANTONES DEL MUNICIPIO DE COMANCHE.
6	INRA-LA PAZ	RESPONSABLE DE BRIGADA DE CAMPO	06 DE MARZO DE 2013	31 DE DICIEMBRE DE 2013	- SANEAMIENTO EN EL MUNICIPIO DE COMANCHE OBTENIENDO UN 95% DEL MUNICIPIO SANEANDO.
7	INRA-LA PAZ	RESPONSABLE DE BRIGADA DE CAMPO	02 DE ENERO DE 2014	31 DE DICIEMBRE DE 2014	- SANEAMIENTO INTERNO PARCELADO EN LA COMUNIDAD HAMPATURI, DEL MUNICIPIO LA PAZ, OBTENIENDO UN TOTAL DE 6352 PARCELAS.
8	INRA-LA PAZ	EVALUADOR TÉCNICO	05 DE ENERO DE 2015	18 DE DICIEMBRE DE 2015	- EVALUACIÓN Y REMISIÓN DE CARPETAS A LA DIRECCIÓN NACIONAL DE 28 COMUNIDADES DE DIFERENTES MUNICIPIOS.
9	INRA-LA PAZ	EVALUADOR TÉCNICO	04 DE ENERO DE 2016	31 DE MARZO DE 2016	- EVALUACIÓN Y REMISIÓN DE CARPETAS A LA DIRECCIÓN NACIONAL DE 6 COMUNIDADES DE DIFERENTES MUNICIPIOS.
10	INRA-LA PAZ	RESPONSABLE TÉCNICO DE CAMPO a.i.	01 DE ABRIL DE 2016	31 DE OCTUBRE DE 2016	- COORDINACIÓN CON LAS ORGANIZACIONES SOCIALES PARA VER LAS ÁREAS DE INTERVENCIÓN. - PLANIFICACIÓN DE ÁREAS DE INTERVENCIÓN PARA CUMPLIR LAS METAS DE LA DIRECCIÓN DEPARTAMENTAL. - TALLERES INFORMATIVOS Y DE COORDINACIÓN EN DIFERENTES COMUNIDADES Y CENTRALES AGRARIAS.

Fuente: Elaboración propia

1.6. CARACTERISTICAS DE LAS RELACIONES DE SUBORDINACION Y SUPERORDENACION

Cuadro 2. Personal Dependiente





Fuente: Elaboración propia

1.7. PRODUCTOS MAS SIGNIFICATIVOS DE ESTA ACTIVIDAD

En el presente proyecto se tiene como producto más significativo lo siguiente:

En el relevamiento de información en campo se evidencio que la Comunidad Originario Condo presentaba conflicto de linderos con la comunidad Hilata Grande de hace 24 años aproximadamente, para lo cual se notificó a la mencionada comunidad para que se hagan presente en el lindero y tocar el tema de conflicto, una vez reunida a ambas comunidades se realizó un taller informativo y se explicó el tema de saneamiento, después de un largo debate con las autoridades y bases de ambas comunidad se dio solución al conflicto existe de más de 24 años, mismo que al concluir la mensura de los vértices del lindero las Autoridades y bases de ambas comunidades quedaron satisfechos y muy contentos, que al final llegaron a darse las manos.

En la parte técnica se logró densificar un punto de clase-orden “C”, Empleando la tecnología y metodología adecuada para el trabajo de densificación del punto P2065, dentro las tolerancias y exigencias de las normas técnicas del INRA, realizó la mensura de los vértices perimetrales de la Comunidad Originaria Condo empleando la mensura directa.

AREA II

INTRODUCCIÓN

2.5. ANTECEDENTES

Las Tierras Comunitarias de Origen son los espacios geográficos que constituyen el habitante de los pueblos y comunidades indígenas y originarias a los cuales han tenido tradicionalmente acceso y donde mantienen y desarrollan sus propias formas de organización económica, social y cultural, de modo que aseguren su sobrevivencia y desarrollo. Son inalienables, indivisibles, irreversibles, colectivas, compuestas por comunidades o mancomunidades, inembargables e imprescriptibles.

También mantiene el derecho a la dotación gratuita de tierras a las comunidades campesinas y pueblos indígenas.

En octubre de 1996, el Estado boliviano promulgó la Ley N° 1715, la Ley del Servicio Nacional de Reforma Agraria (o Ley INRA), reconociendo el valor público de aquella demanda.

- Se reconoce las demandas de Tierra de los Pueblos Indígenas (TCO)
- Se inicia un proceso de regularización del derecho de la propiedad agraria

Sin embargo, por lo complejo de su marco normativo y la falta de voluntad política para su implementación, la reforma agraria volvió a estancarse y se convirtió en un punto de conflicto, dada la incapacidad estatal de aplicar medidas conducentes a revertir la inequitativa distribución de la tierra y la inseguridad jurídica que de ello emanaba.

En noviembre de 2006 se promulga la Ley N° 3545, la Ley de Reconducción Comunitaria de la Reforma Agraria, dando lugar a un proceso, hoy irreversible, de cambio de esta

estructura, en la cual los pueblos y comunidades indígenas y campesinas son los mayores beneficiarios, pues se les ha reconocido su derecho a la tierra que trabajan y donde viven.

2.6. OBJETIVOS

2.6.1. Objetivo General

Realizar saneamiento de la TCO COMUNIDAD ORIGINARIA CONDO, aplicando el método de medición directa, utilizando equipos GPS de acuerdo las Normas Técnicas de la Ley N° 1715 Modificado por la Ley N°3545 del Servicio Nacional de Reforma Agraria.

2.6.2. Objetivos Específicos

- ✓ Densificación de punto de Control P2065 de Clase “C” mediante dos puntos bases enlazadas a la Red Geodésica Nacional SETMIN – INRA.
- ✓ Mensura de vértices de la TCO Comunidad Originaria Condo, empleando el método directo
- ✓ Demostrar, que el proceso y ajuste de los datos GPS tengan valores admisibles de acuerdo a las tolerancias exigidas en el manual de Normas Técnicas del Instituto Nacional de Reforma Agraria (INRA).
- ✓ Elaboración del plano catastral de la TCO COMUNIDAD ORIGINARIA CONDO.

2.7. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

El INRA lleva adelante el proceso de saneamiento en diferentes áreas del territorio boliviano, el presente trabajo, describe la mensura de una demanda solicitada por Tierras Comunitarias de Origen (TCO's).

En el tema elegido, se demostrara la seguridad técnica, utilizando equipos GPS de precisión que emplea el Instituto Nacional de Reforma Agraria, asimismo el estado reconoce el derecho de propiedad a los Pueblos Indígena Originarios y Comunidades Indígenas, resolviendo los problemas de las tierras agrarias. Ya que con el título que otorga el INRA la Comunidad demuestra el derecho de propiedad, de esta forma se pone fin a todos los conflictos existentes en los linderos entre comunidades originarias.

2.7.1. Importancia Social

Hacer realidad un sueño anhelado por todos los beneficiarios, de poder ser dueños legítimos de la tierra donde nacieron y poder desarrollar sus actividades con normalidad, brindar seguridad técnica trabajando con equipos GPS de presión para evitar posteriores sobreposiciones con las comunidades colindantes.

2.7.2. Importancia Local

Demostrar con el saneamiento TCO la seguridad técnica y jurídica, reconociendo y respetando los usos y costumbres que tiene al interior de la comunidad mediante su estatuto orgánico.

2.7.3. Importancia Nacional

Con el saneamiento que ejecuta el Instituto Nacional de Reforma Agraria del departamento de La Paz, permite contar con una información confiable y enmarcada en las especificaciones técnicas, otorgando seguridad técnica y jurídica con fines de desarrollo y planificación territorial. De esta manera seguir avanzando con el proceso de saneamiento de tierras hasta su conclusión con el objetivo inicial de concluir el saneamiento de tierras en áreas rurales en todo el territorio nacional hasta el 2017, como lo indica Ley N°429 (amplía el plazo de ejecución del proceso de saneamiento de la propiedad agraria hasta el 2017)

2.7.4. Importancia Académica

En lo personal, me permite aplicar todos los conocimientos adquiridos durante el proceso de enseñanza y aprendizaje en la formación Universitaria, a la vez se aplicó los

conocimientos adquiridos en Campo y Gabinete de otros proyectos similares. En conclusión fue de mucha importancia para mi persona, porque se tiene un conocimiento pleno en cuanto la Planificación, Desarrollo de trabajos en Campo y procesamiento de Datos en Gabinete, hasta obtener un producto final que es el saneamiento TCO de la Comunidad Originaria Condo, gracias a la tecnología se tiene a nuestro alcance Equipos y Programas que desarrollan el mismo trabajo que antes pero optimizando el tiempo, como también llegar a obtener mi titulación como Licenciado en Topografía y Geodesia.

2.8. UBICACIÓN DEL ÁREA

2.8.1. Ubicación Geográfica

La TCO COMUNIDAD ORIGINARIA CONDO, se encuentra ubicada en el Departamento La Paz – Bolivia, Aproximadamente a 170 Km al Sud-Oeste de la Ciudad de La Paz. Con las siguientes Coordenadas geodésicas y altura (*Ver Cuadro N° 3*)

Cuadro 3. Ubicación Geográfica del Área de Saneamiento

<i>COORDENADAS GEODESICAS</i>		<i>ALTURA</i>
<i>LATITUD</i>	<i>LONGITUD</i>	
17° 21' 06" S	68° 20' 06 " W	4022.2429 m

Fuente: Elaboración Propia

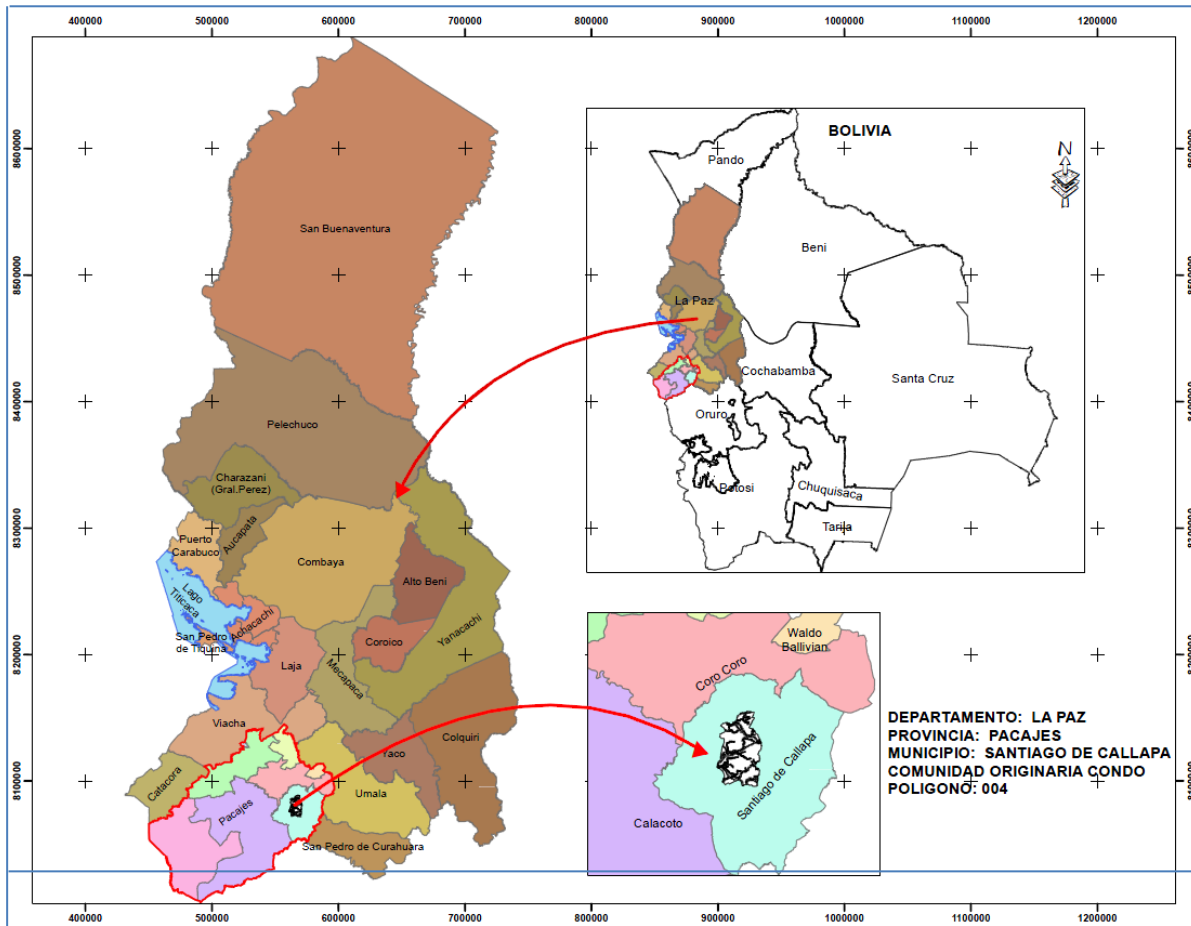
2.8.2. Ubicación Político Administrativa

Cuadro 4. Ubicación Geográfica del Área de Saneamiento

	<i>DESCRIPCION</i>	<i>CODIGO</i>
<i>MODALIDAD</i>	<i>SANEAMIENTO SAN-TCO</i>	
<i>DEPARTAMENTO:</i>	<i>LA PAZ</i>	<i>02</i>
<i>PROVINCIA:</i>	<i>PACAJES</i>	<i>03</i>
<i>MUNICIPIO:</i>	<i>SANTIAGO DE CALLAPA</i>	<i>08</i>

Fuente: *División política, de carácter provisional.*

Figura 3. Ubicación Geográfica del Área



Fuente: Elaboración Propia (Software ArcGis Versión 10)

2.8.3. Colindancias

La TCO COMUNIDAD ORIGINARIA CONDO, Colinda con las siguientes comunidades (Ver Cuadro N° 5).

Cuadro 5. Límites de la TCO Comunidad Originaria Condo

NORTE:	Ayllu Yaribay.	ESTE:	Comunidad Pujrata.
SUR:	Comunidad Hilata Grande, Comunidad Santiago de Callapa.	OESTE:	Comunidad Guana Grande.

Fuente: Elaboración Propia

2.8.4. Clima

El clima de la zona es relativamente frío y seco, con una temperatura media anual de 11°C. Presenta una topografía de ondulaciones con pendiente reducidas. Se encuentra a una altura aproximada de 4.000 msnm con una precipitación pluvial de 100 mm.

2.8.5. Accesibilidad

Su accesibilidad vial es de manera permanente, siguiendo la ruta terrestre, La Paz - El Alto – Patacamaya – Población Santiago de Callapa; las rutas son transitables todo el año aunque con dificultades en tiempo de lluvia ocasionada crecidas de los ríos y dificultando al transporte por caminos de tierra.

La TCO COMUNIDAD ORIGINARIA CONDO esta aproximadamente a 4 horas de viaje desde la ciudad de La Paz, carretera que conduce al municipio de Santiago de Callapa.

2.8.6. Actividades económicas

En la zona se viven principalmente de la agricultura y la ganadería. La producción agrícola no es diversificada, teniendo como principales cultivos a la papa, haba, oca, papaliza, quinua, trigo, cebada y cañahua. La producción se destina casi en su totalidad al consumo familiar y tiene una fuerte dependencia del riesgo climático. Una parte de la producción de papa se deshidrata para la elaboración de chuño y tunta; parte de la producción de cebada es almacenada en forma de heno para alimentar al ganado.

La producción pecuaria se basa en la cría de camélidos, ovinos y bovinos en menor proporción; gran parte de la producción bovina es destinada a la venta, mientras que los ovinos, camélidos y aves son destinados al consumo familiar. También se dedican a la elaboración de artesanías en tejidos destinados a uso familiar.

AREA III

MARCO TEORICO

3.16. INTRODUCCION

Para la ejecución de este trabajo se utilizó la normativa agraria vigente y normas técnicas para el saneamiento de la propiedad agraria, conforme lo manifiesta el Artículo 18 de la ley N° 3545, se empleó también conceptos y términos basados en temas como la topografía clásica, ya que para entrar de pleno en la geodesia, el profesional geodesta tendrá que conocer los conceptos del mismo y así poder emplear en trabajos geodésicos, es por eso que en este capítulo se hará un repaso de los conceptos básicos de una manera resumida, utilizando los términos más utilizados ya sea en el campo, como en gabinete, en el marco de lo que implica el saneamiento de la propiedad agraria.

3.17. SANEAMIENTO

El saneamiento es el procedimiento técnico-jurídico transitorio destinado a regularizar y perfeccionar el derecho de propiedad agraria y se efectúa de oficio o a pedido de parte.

3.17.1. CLASIFICACION DE LA PROPIEDAD AGRARIA

Con el propósito de adecuarse a la CPE y velando el cumplimiento de la actual normativa agraria, se hace ajustes a la clasificación de la propiedad agraria, según Instructivo DGS N° 006/2011, en la que se suprime el solar campesino de la categoría de clasificación.

De conformidad con los Arts. 393 y 394 de la Constitución Política del Estado, la propiedad agraria se clasifica en:

Pequeña propiedad es la fuente de recursos de subsistencia del titular y su familia. Es indivisible y tiene carácter de patrimonio familiar inembargable;

Mediana propiedad es la que pertenece a personas naturales o jurídicas y se explota con el concurso de su propietario, de trabajadores asalariados, eventuales o permanentes y empleando medios técnico-mecánicos, de tal manera que su volumen principal de producción se destine al mercado. Podrá ser transferida o hipotecada conforme a la Ley civil;

Propiedad Empresarial, es la que pertenece a personas naturales o jurídicas y se explota con capital suplementario, régimen de trabajo asalariado y empleo de medios técnicos modernos. Podrá ser transferida o hipotecada conforme a la Ley civil;

Tierras Comunitarias de Origen, son los espacios geográficos que constituyen el hábitat de los pueblos y comunidades indígenas y originarias, a los cuales han tenido tradicionalmente acceso y donde mantienen y desarrollan sus propias formas de Organización económica, social y cultural, de modo que aseguran su sobre vivencia y desarrollo. Son inalienables, indivisibles, irreversibles, colectivas, compuestas por comunidades o mancomunidades, inembargables e imprescriptibles.

Propiedades Comunitarias, son aquellas tituladas colectivamente a comunidades campesinas, ex haciendas y constituyen la fuente de subsistencia de sus propietarios. Son inalienables, indivisibles, irreversibles, colectivas, inembargables e imprescriptibles.

Las características y si fuere el caso, las extensiones de la propiedad agraria sin afectar el derecho propietario de sus titulares, serán objeto de reglamentación especial considerando las zonas agro ecológicas, la capacidad de uso mayor de la Tierra y su productividad, en armonía con los planes y estrategias de conservación y protección de la biodiversidad, manejo de cuencas, ordenamiento territorial y desarrollo.

3.17.2. MODALIDADES DE SANEAMIENTO

Para el saneamiento de la propiedad agraria, la Normativa Agraria, establece tres modalidades de saneamiento las cuales son:

3.17.2.1.Saneamiento Simple (SAN SIM)

El Saneamiento Simple es la modalidad que se ejecuta a solicitud de parte, en áreas no catastrales o de oficio cuando se detecte conflicto de derechos en propiedades agrarias, parques nacionales, reservas fiscales, reservas de la biodiversidad y otras áreas clasificadas por norma legal. (Ley No. 1715 y Ley No. 3545, Artículo 70 -Saneamiento Simple)

3.17.2.2.Saneamiento Integrado al Catastro Legal (CAT SAN)

Es una modalidad de saneamiento que implica la combinación del saneamiento con el catastro, el cual se la efectúa de oficio en áreas anticipadamente definidas por el INRA con la aprobación de las Comisiones Agrarias Departamentales (CAD's), donde exista conflicto de derechos de propiedad.

3.17.2.3.Saneamiento de Tierras Comunitarias de Origen (SAN TCO)

Se ejecuta de oficio o a pedido de parte en las áreas comprendidas en los TIOC s.

Es una modalidad de saneamiento, destinado a otorgar derecho propietario sobre las Tierras Comunitarias de Origen, a favor de los pueblos indígenas y originarios para que se aseguren los espacios geográficos que constituyen el hábitat de los pueblos y comunidades.

Esta última modalidad de saneamiento es la que nos interesa, por ser la que se utilizó para el presente trabajo, que establece el derecho de propiedad colectiva mediante la dotación a favor de las Comunidades Originarias.

3.17.3. ETAPAS PARA REALIZAR SANEAMIENTO TCO

El saneamiento en la modalidad de TCO, se regulara por lo dispuesto en Normativa Agraria (Decreto Supremo No. 29215, Artículo 263), el cual comprende las siguientes etapas:

3.17.3.1. PROCEDIMIENTO DE LA ETAPA PREPARATORIA

Comprende las siguientes actividades; Diagnostico, Planificación y Resolución de Inicio de Procedimiento.

3.17.3.2. PROCEDIMIENTO EN LA ETAPA DE CAMPO

Se desarrollan las siguientes actividades

a) Relevamiento de información en campo.

Esta actividad comprende la ejecución de:

- ✓ Campaña pública
- ✓ Mensura predial
- ✓ Encuesta catastral,
- ✓ Verificación de la función social y/o función económica social
- ✓ Registro de datos en los sistemas informáticos
- ✓ Solicitud de precios de adjudicación.
- ✓ (Este acápite se desarrollara con amplitud en el capítulo V)

b) Informe en conclusiones.

El informe en conclusiones consiste en el reporte final de la situación del área de saneamiento, en dicho documento se deberá establecer, aspectos de los antecedentes agrarios, con la documentación aportada por las partes, la valoración de la función social o función económica social, los datos técnicos de ubicación, superficie, límites sobreposiciones, los precios de adjudicación y tasas de saneamiento y la recomendación del curso a seguir en el proceso de saneamiento.

c) Proyecto de resolución final de saneamiento.

Los proyectos de resoluciones finales de saneamiento serán elaborados conforme establece la normativa agraria. El proyecto de resolución podrá ser elaborado por; polígonos de saneamiento, procesos agrarios titulados y/o trámites agrarios o por predios, según corresponda, de acuerdo a la clasificación de la propiedad agraria y procedimiento seleccionado en la ejecución del proceso de saneamiento del área de intervención o polígono de saneamiento.

3.17.3.3. PROCEDIMIENTO EN LA ETAPA DE RESOLUCION Y TITULACION

Esta etapa consiste en el desarrollo de un conjunto de actividades que se realizan en gabinete a partir de la recepción de los proyectos de resoluciones finales de saneamiento a la Dirección Nacional del INRA, comprende las siguientes actividades:

- a) Firma de Resolución y Plazo de Impugnación.
- b) Titulación.
- c) Registro en Derechos Reales y Transferencia de Información a las Municipalidades

3.18. NORMAS TECNICAS APLICADAS EN EL INRA

3.18.1. OBJETIVO DE LAS NORMAS TÉCNICAS

Proporcionar los procesos, procedimientos y bases técnicas, a nivel nacional, para la ejecución de los procedimientos agrarios administrativos o de los levantamientos catastrales, con el fin de establecer la formación, mantenimiento y actualización del Sistema de Catastro Rural, la Transferencia y Registro de la Información, conforme lo manifiesta el artículo 18 de la Ley N° 3545 y los artículos 12, 45, 46 y 47 del D.S. N° 29215.

3.18.2. OBJETO DE LAS NORMAS TÉCNICAS

Las Normas Técnicas tienen por objeto, normar las condiciones y parámetros de ejecución de las actividades y generación de productos estandarizados emergentes del desarrollo de las etapas de preparatoria, campo, resoluciones y titulación del proceso de saneamiento de la propiedad agraria. Así también normar las condiciones y parámetros de ejecución de los procedimientos agrarios administrativos y actividades de conformación, mantenimiento y actualización de la información catastral (campo y gabinete) a través de la estandarización los procesos catastrales a nivel nacional, proporcionando asistencia técnica al personal de conformidad con lo dispuesto por la Ley N° 3545 y su reglamento

3.18.3. Artículo 10. DENSIFICACIÓN DE PUNTOS GEODÉSICOS

La densificación de puntos geodésicos para la mensura de vértices prediales y formación del catastro rural, deberá realizarse de acuerdo a Guía de Densificación de Puntos Geodésicos, elaborado por el INRA Nacional.

- I. En áreas o zonas de proyectos que no tengan red de puntos geodésicos enlazados a la Red Geodésica Nacional y ante la imposibilidad (circunstancial) de emplear estaciones activas o semiactivas GPS, se procederá a la densificación de nuevos puntos geodésicos, con similares características utilizando equipos GPS de precisión.
- II. Para el establecimiento de la red de puntos geodésicos, se utilizará equipos GPS de Doble Frecuencia para líneas base hasta 80 Km. y equipos GPS de Simple Frecuencia con fase portadora para líneas base hasta 30 Km. Aplicando para este procedimiento el método de medición GPS Diferencial en modo estático de acuerdo a las siguientes condiciones:
 - a) Sesiones conjuntas de tres receptores GPS de precisión para puntos geodésicos clase B, con tiempo de medición de dos horas.
 - b) Sesiones conjuntas de tres receptores GPS de precisión para puntos geodésicos clase C, con tiempo de medición de una hora y treinta minutos
- III. Los parámetros básicos para la observación de datos GPS son:
 - a) Mínimo 5 satélites observados
 - b) PDOP y GDOP ≤ 4
 - c) Intervalo para el grabado de datos 15 segundos
 - d) Mascara de elevación 15 grados (ángulo de corte)

3.3.4. Artículo 11. TOLERANCIAS PARA LA DENSIFICACIÓN DE LA RED NACIONAL

Las coordenadas de la red de los puntos geodésicos densificados por el INRA, deberán ser ajustadas (compensación de errores) dentro de las tolerancias y exigencias señaladas por la National Geodetic Survey, de acuerdo al siguiente cuadro:

Cuadro 6. Tolerancias de la Nacional Geodetic Survey

CATEGORÍAS DE MEDICIÓN	Orden-Clase	Base Error (cm)	95% confiable error línea base	
Geodinámica, Global – Regional mediciones de deformación.	AA	0,3	(ppm) (1:a) 0,01 1:100000000	
Sistema de referencia Geodésica Nacional, Red Primaria. Regional – local; deformaciones geodinámicas.	A	0,5	0,1	1:10000000
Sistema de referencia Geodésica Nal. Red Secundaria, conectada a la red Primaria NGRS, Geodinámica local, medición de las deformaciones, mediciones de alta precisión, mediciones de ingeniería.	B	0,8	1	1:1000000
Sistema de referencia Geodésica Nal. Bases terrestres, dependiendo del control de las mediciones en el mapa, información de la tierra y requerimientos de ingeniería.	C			
	1	1.0	10	1:100000
	2-I	2.0	20	1:50000
	2-II	3.0	50	1:20000
	3	5.0	100	1:10000

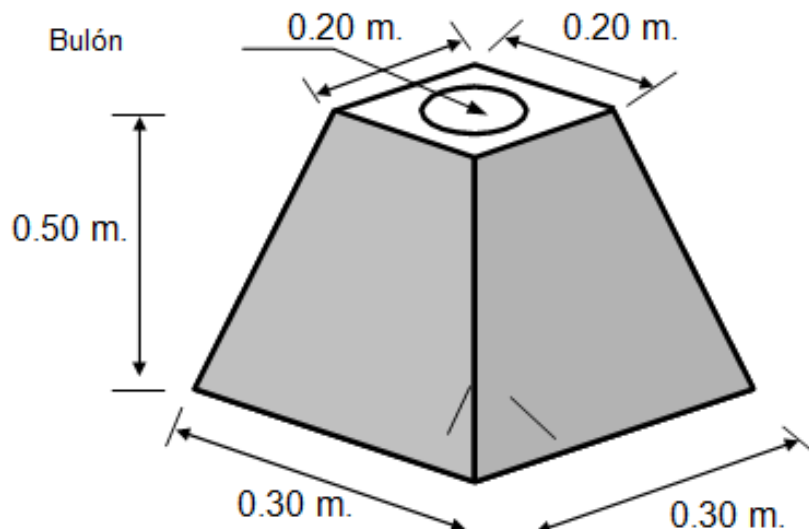
Fuente: INRA, Normas Técnicas Para el Saneamiento de la Propiedad Agraria

La red de puntos geodésicos que densifica el Instituto Nacional de Reforma Agraria corresponde a puntos de la clase "C". En base a estos puntos deberá establecerse los puntos de apoyo fotogramétrico (PAF), puntos de apoyo para rectificación de imágenes satelitales (PARI), Puntos Base de control para la mensura de vértices prediales y mantenimiento catastral.

3.3.5. Artículo 12. MONUMENTACIÓN DE PUNTOS DE CONTROL GEODÉSICO DENSIFICADOS

La monumentación de puntos de control geodésico densificados, deberán realizarse a través de la construcción de monumentos con hormigón armado, en tamaño y material de concreto de acuerdo a las normas del Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH), así como su correspondiente identificación por medio de bulones. La "Guía Técnica de Densificación de la Red Geodésica" elaborada por la Unidad de Catastro del INRA Nacional, amplía las condiciones de establecimiento de los monumentos y la forma de marcar la numeración para su respectiva identificación.

Figura 4. Presentación isométrica, para la monumentacion de un punto de control



Fuente: INRA, Normas Técnicas Para el Saneamiento de la Propiedad Agraria

Figura 5. Vista de Planta de la plaqueta



Fuente: INRA, Normas Técnicas Para el Saneamiento de la Propiedad Agraria

3.3.6. Artículo 13. IDENTIFICACION DE PUNTOS DE CONTROL GEODESICO

- I. Los puntos de control se nombrarán para su identificación de acuerdo a las siguientes especificaciones:
 - a) Título: INSTITUTO NACIONAL DE REFORMA AGRARIA
 - b) Subtítulo: SE PROHÍBE RETIRAR.
 - c) Nombre: Código o numeración del Punto GPS.
 - d) Fecha: Se colocará la fecha al pie del bulón (mes y año).

- II. La numeración de los puntos densificados debe ser coordinado con las unidades técnicas catastrales departamentales y constará de cinco dígitos, viene dada de la siguiente forma:

P	D	Y	Y	Y
---	---	---	---	---

- a) P: Punto de precisión o densificado, señalado con una letra “P”.

- b) D: Código geográfico departamental
 - c) YYY: Número correlativo desde el 001 al 999 de los puntos de precisión.
- III. Ante la inexistencia de puntos de control geodésico, para casos excepcionales (mensura de predios únicos y aislados), se acepta el establecimiento de puntos transitorios (puntos independientes) originados de manera intermedia entre un punto geodésico y los vértices del predio.

El modo de medición para el punto transitorio debe ser estático diferencial con línea base hasta 30 km. para receptores GPS de simple frecuencia y para equipos de doble frecuencia la línea base hasta 80 Km. del punto de la Red Geodésica al punto transitorio.

- IV. En caso de obtenerse información de estaciones activas o semiactivas de instituciones públicas (IGM) o privadas podrán emplearse los mismos como puntos base.

3.3.7. Artículo 14. PROCESAMIENTO DE LINEAS BASE

Las líneas bases de la red de puntos geodésicos densificados, deberán ser procesadas aplicando estrategias de ajuste pertinentes, bajo los siguientes parámetros de precisión:

- Líneas bases con precisión hasta 5mm +1ppm.
- Test del Chi-Cuadrado señalando que paso la prueba (χ^2 test pass).
- Tipo de solución Fija (Fixed).
- Error de cierre lineal de hasta ± 0.050 m.

Cuando la solución de líneas bases no cumpla los mencionados parámetros de calidad, deberá apelarse al uso de datos de efemérides precisa del sistema NAVSTAR a efectos de resolver las ambigüedades y obtener soluciones del procesamiento de las líneas base de la red de puntos densificados de acuerdo a los parámetros de calidad mencionados anteriormente.

3.3.8. Artículo 15. PROCESO Y AJUSTE DE DATOS GPS.

El ajuste de coordenadas geodésicas de los puntos geodésicos densificados, deberá realizarse por el método de redes (estaciones múltiples), fijando las coordenadas geodésicas y altura elipsoidal conocida de los puntos de enlace, a la red geodésica nacional existente.

- ✓ El proceso y ajuste de datos geodésicos en 2D, deberá realizarse con 3 puntos de control geodésico con coordenadas y altura elipsoidal conocida.
- ✓ El proceso y ajuste de datos geodésicos y altura elipsoidal en 3D, deberá realizarse con 4 puntos de control geodésico con coordenadas y altura elipsoidal conocida.

Los puntos de control geodésico con coordenadas conocidas, deberán estar distribuidas en el perímetro externo del área del proyecto y ubicadas en cuadrantes.

Las coordenadas de los puntos nuevos densificados deben ser ajustadas con una precisión horizontal relativa (RMS) menor o igual a ± 15 cm. y una precisión vertical relativa (RMS) menor o igual a ± 30 cm.

3.3.9. Artículo 61. METODOS DE MENSURA PREDIAL.

Para establecer un marco geográfico uniforme de referencia, todos los levantamientos que se realicen durante el saneamiento de la propiedad agraria, deberán estar ligados a la red geodésica nacional.

La identificación y mensura de los vértices que deslindan una Comunidad o parcela podrá ser efectuada empleando los siguientes métodos de levantamiento:

a) Método directo (Geodésicos o Topográficos).

- ✓ Medición con receptores GPS de precisión.
- ✓ Medición con Estaciones Totales.

b) Método indirecto (Fotogramétricos o imágenes de sensores remotos).

- ✓ Medición con Ortofotos.
- ✓ Medición con Ortoimagenes.
- ✓ Restitución fotogramétrica

c) Método Mixto (Directo GPS e Indirecto fotogramétricos o sensores remotos).

a) MÉTODO DIRECTO

La medición de vértices prediales por el método directo implica realizar las mediciones de distancias, ángulos y coordenadas, utilizando Receptores GPS, Estaciones Totales y Receptores GPS con brújula y cinta métrica.

b) METODO INDIRECTO

La medición de vértices prediales por el método indirecto implica realizar la fotoidentificación de; vértices prediales, caminos, ríos, lagunas y otros elementos que permiten establecer la forma y el tamaño de la propiedad agraria, a través del uso de derivados fotogramétricos y/o imágenes satelitales.

c) METODO MIXTO (indirecto fotogramétricos o sensores remotos y directo gps)

En el área de intervención o polígono de saneamiento no todos los vértices y linderos prediales son fotoidentificables, las características físicas del escenario geográfico limitan la aplicación de métodos indirectos (Ortofotos, Ortoimagenes y Restitución fotogramétrica) en el establecimiento de las coordenadas de los vértices prediales. Entonces, será necesario establecer la ubicación de los vértices y linderos no fotoidentificables a través de la medición directa de puntos con Equipos GPS de precisión.

3.19. GEODESIA

Es la ciencia matemática que tiene por objeto determinar la forma y dimensiones de la Tierra, muy útil cuando se aplica con fines de control, es decir, para establecer la ordenación de tierras, los límites de suelo edificable o verificar las dimensiones de las obras

construidas. La topografía de los terrenos, los elementos naturales y artificiales como embalses, puentes y carreteras, se representan en los mapas gracias a los levantamientos geodésicos. Las mediciones en un estudio topográfico son lineales y angulares, y se basan en principios de geometría y trigonometría tanto plana como esférica. En la actualidad, se utilizan satélites artificiales para determinar la distribución irregular de masas en el interior de la Tierra, así como su forma y dimensiones a partir de las irregularidades en sus órbitas

En forma práctica, el resultado de estos estudios es la determinación de la ubicación de puntos medidos en función a parámetros matemáticos que definen a un Sistema de Referencia. A esta actividad la llamaremos posicionamiento.

3.19.1. LEVANTAMIENTOS GEODESICOS

Se denominan levantamientos geodésicos cartográficos a aquellos que localizan puntos de control y obtienen detalles para la confección de mapas o cartas. Las cartas y los mapas a pequeña escala (que representan áreas extensas) son combinaciones de mapas a escala más grande de los cuales se eliminan y simplifican muchos detalles; a este proceso se le llama generalización cartográfica. Los mapas litorales representan la costa, pero de ésta muestran sólo los elementos que pueden ser importantes para la navegación y que están situados a lo largo de la línea de costa e informan de las profundidades del agua (líneas batimétricas). Las cartas aeronáuticas sólo muestran los rasgos geográficos más relevantes, como pueden ser las barreras, rutas aéreas, radiofaros y otros elementos de orientación como las vías de ferrocarril o carreteras.

3.19.2. DEFINICIÓN.

La Geodesia, es la ciencia que se ocupa de conocer en un concepto global nuestro planeta, tanto desde el punto de vista de su forma, dimensiones y el campo gravitacional de la tierra.

Etimológicamente Geodesia procede de la voz griega geodaisía, de geo=tierra y daío=dividir, que quiere decir “dividir la tierra”, su origen se remonta a las épocas en que las primeras civilizaciones necesitaban dividir la tierra para su trabajo y fijar los límites de sus jurisdicciones para cobro de impuestos. Por ejemplo los egipcios en las márgenes del río Nilo.

3.19.3. FINALIDAD.

3.19.3.1. Finalidad Científica.

Contempla un contenido netamente especulativo, se ocupa del estudio y la determinación la forma y dimensiones de la tierra. Este concepto está asociado con lo que hoy se conoce como sistemas de referencia.

3.19.3.2. Finalidad Práctica.

Materializa los puntos de apoyo para conformar las redes geodésicas con respecto de algún sistema de referencia. Ambas finalidades se complementan intrínsecamente, porque la única forma de definir la forma y dimensiones de la tierra es realizar mediciones en la superficie terrestre, para lo cual se requiere de puntos (Estaciones de control) materializados sobre la misma.

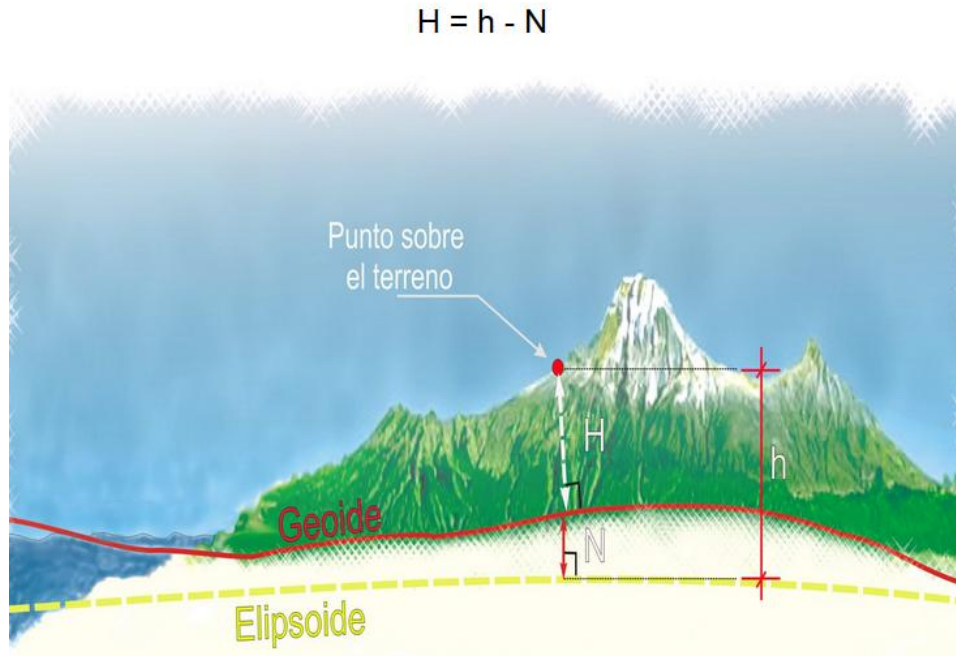
Este concepto se asocia con lo que hoy se conoce como Marcos de referencia.

3.19.4. LA GEODESIA CONSIDERA TRES SUPERFICIES:

A su vez la geodesia, para su mejor estudio considera tres superficies de referencia.

- **Superficie Topográfica**
- **Superficie Geoidal**
- **Superficie Elipsoidal**

Figura 6. Superficies consideradas en la geodesia



Fuente: Internet

3.19.4.1. Superficie Topográfica

Es la superficie terrestre, la cual pisamos, es una forma muy irregular y variable con el tiempo, debido a acciones naturales y artificiales.

3.19.4.2. Superficie Geoidal

Es una superficie ideal, íntimamente ligada al campo de gravedad de la tierra, el geoide es una superficie equipotencial coincidente con el nivel medio del mar. Se entiende por equipotencial de este campo a aquella que su desplazamiento del vector gravedad no genera trabajo, una propiedad equipotencial es que es perpendicular en cada uno de sus puntos.

3.19.4.3. Superficie Elipsoidal

Es la superficie matemática que más se adapta al geoide y sobre la cual se realizan los cálculos matemáticos, que nos permiten obtener la ubicación de un punto sobre la tierra.

3.19.5. DIVISIÓN DE LA GEODESIA.

Dada la complejidad de los temas que concurren en tal definición, para este efecto se divide en cuatro grandes campos que son: Geodesia Geométrica, Geodesia Astronómica, Geodesia Física y Geodesia Satelital. (Existen otras clasificaciones según diversos autores).

3.19.5.1. GEODESIA FÍSICA.

También llamada Geodesia dinámica, estudia al Geoide en su forma real, es decir determina la forma verdadera del geoide, estudia las desviaciones con respecto a su superficie y calcula el potencial de la Fuerza de Gravedad terrestre. Newton en su Ley de la gravitación universal, dedujo que, debido a la rotación diaria del Globo alrededor de su eje, se origina en cada punto terrestre una fuerza centrífuga que tiende a ensanchar la tierra en dirección del Ecuador y achatarla en los polos, motivo por el cual la tierra tiene una forma elipsoidal, entonces es importante conocer

su campo gravitacional para determinar su figura. Aunque la teoría de la gravitación propuesta por Einstein introdujo cambio en la formulación de Newton, las correcciones son tan pequeñas que no tienen utilización práctica en Geodesia.

3.19.5.2. GEODESIA ASTRONÓMICA.

Con el mismo fin de la anterior la Geodesia Astronómica, determina la Latitud, Longitud y Acimut astronómicos de un punto sobre la superficie terrestre, basándose en observaciones a los astros que se encuentran en la esfera celeste, contribuyendo además al conocimiento de la figura terrestre, así como la compensación astrogeodésica de las redes de triangulación y en el llevado de líneas geodésicas.

3.19.5.3. GEODESIA SATELITAL.

Conocida también como Geodesia Espacial o Geodesia Cósmica (Según diversos autores). El advenimiento de la era satelital, proporciona a los topógrafos y geodestas, una nueva herramienta, para el posicionamiento. A manera que se perfecciona el sistema, el universo

de usuarios crece de manera sorprendente de acuerdo a las bondades que ofrece el sistema. Aparece la ciencia de Geomática, que agrupa a todas las geociencias no solamente para la mensura sino más bien para el análisis y estudio de la corteza terrestre con múltiples finalidades, es así que la Geodesia Satelital cobra vigor con la aparición del sistema GPS, que proporciona precisiones sorprendentes, en poco tiempo de observación simplificando de sobre manera el trabajo para el establecimiento de marcos de referencia.

Figura 7. Satélites



Fuente: Internet

3.19.5.4. GEODESIA GEOMETRICA.

Superficies de Referencia.

Hoy no cabe duda que la Tierra es un cuerpo aproximadamente esférico, de un cierto tamaño y de una cierta masa, es natural considerar en una primera aproximación a la tierra como una esfera. Pero al ser más rigurosos especialmente al hacer análisis del campo de gravedad terrestre o simplemente observando la superficie oceánica, a la Tierra se la puede definir como aquella correspondiente al nivel del mar “Y su prolongación a través de los continentes”. De manera más precisa, la forma de la tierra es un “geoide”, el cual corresponde a una superficie equipotencial del campo de gravedad terrestre que, para efectos prácticos, coincide con el “nivel medio del mar”.

Esta verdadera forma de la Tierra es bastante compleja de manejar desde el punto de vista matemático. De esta manera, para efectos prácticos se ideó una figura matemática relativamente sencilla que se ajustara “lo mejor posible” al Geoide. Así, la tierra se modelara a través de un elipsoide de revoluciones, el cual se ha constituido en la figura geodésica tradicional de nuestro planeta.

3.19.6. SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL

El Sistema de Posicionamiento Global (GPS) es un sistema de posicionamiento basado en satélites, operado por el Departamento de Defensa de los EE.UU. (DOD). Este sistema proporciona información sobre posición y tiempo, de alcance mundial y en todas las condiciones atmosféricas, durante las 24 horas. Los satélites emiten señales que pueden ser detectadas por los receptores con fines de posicionamiento y navegación. La precisión del posicionamiento GPS alcanza desde 10 metros a menos de 1 centímetro, dependiendo del equipo y técnicas utilizados.

El sistema GPS ofrece diversas ventajas sobre las técnicas Topográficas convencionales:

- No se requiere línea de vista entre estaciones.
- La precisión del GPS sufre poca degradación por causa de los agentes atmosféricos - lluvia, nieve, temperaturas altas o bajas o humedad.
- Es más rápido que los métodos convencionales.
- El GPS proporciona resultados en un sistema de coordenadas mundial unificado.
- Los resultados del GPS son digitales y se transfieren fácilmente a los sistemas de cartografía o GIS.

Existen muchas opciones para la observación de las líneas base GPS.

Por ejemplo, las tareas topográficas con GPS pueden realizarse bien como trabajos en tiempo real (RTK, o cinemática en tiempo real) o como trabajos topográficos posprocesados. La unidad se destina a trabajos topográficos posprocesados. En los trabajos

topográficos posprocesados, los datos se registran en el receptor o en un colector de datos portátil TDC1, luego se descargan en la oficina a un PC y se procesan mediante un software.

Cuando se recolectan datos para su posprocesamiento existen varias técnicas diferentes para la recolección de datos. Los términos estático, estático rápido L1 y cinemática se refieren cada uno de ellos a diversos métodos de recolección de datos en el campo.

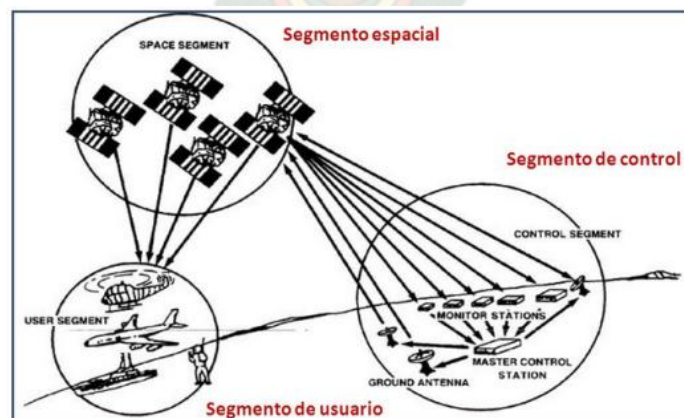
Además, los trabajos cinemáticas pueden ser cinemáticas con parada o cinemáticas continuos. En general, salvo que en una técnica Topográfica o en un equipo se especifique tiempo real, se puede suponer que los datos se registran para su posprocesamiento.

3.19.7. DESCRIPCIÓN DEL GPS

El sistema GPS está compuesto por una constelación de satélites que hacen posible la determinación de la posición de un punto sobre la tierra mediante la transmisión y recepción de señales. El sistema GPS puede distinguirse en tres niveles jerárquicos denominados segmentos: (Ver figura N° 8).

- ❑ Segmento Espacial: (Satélites que giran en órbitas alrededor de la Tierra).
- ❑ Segmento de Control: (formado por estaciones ubicadas en distintos lugares estratégicos de la tierra, para controlar a los satélites).
- ❑ Segmento del Usuario: (Cualquiera que reciba y utilice las señales GPS).

Figura 8. Sistema GPS

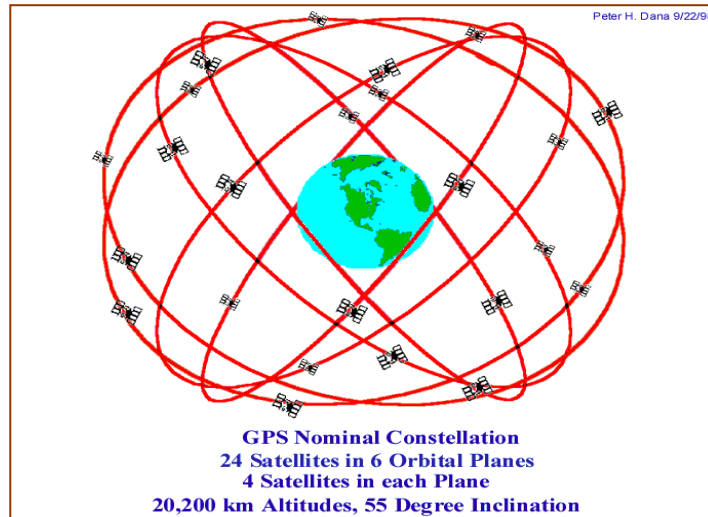


Fuente: Internet

3.19.8. EL SEGMENTO ESPACIAL

El segmento Espacial consiste de 24 satélites que giran en órbitas ubicadas aproximadamente a 20.200 km cada 12 horas. Al momento de escribir este libro, existen 26 satélites operativos que giran alrededor de la tierra (*Ver figura N° 9*).

Figura 9. El Segmento Espacial.

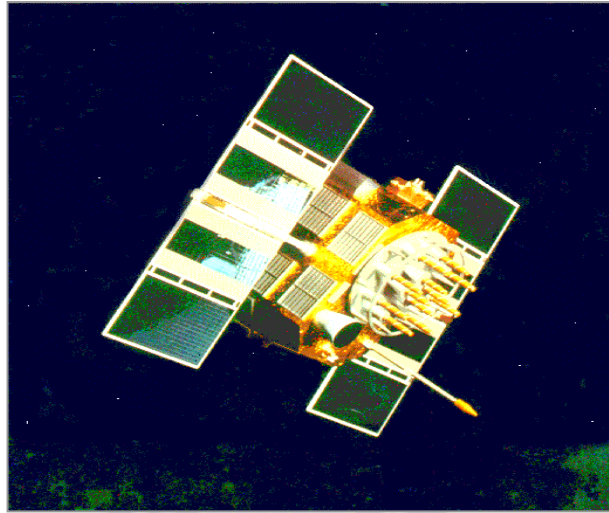


Fuente: Internet

Constelación de satélites GPS: El segmento espacial está diseñado de tal forma que se pueda contar con un mínimo de 4 satélites visibles por encima de un ángulo de elevación de 15° en cualquier punto de la superficie terrestre, durante las 24 horas del día. Para la mayoría de las aplicaciones, el número mínimo de satélites visibles deberá ser de cuatro. La experiencia ha demostrado que la mayor parte del tiempo hay por lo menos 5 satélites visibles por encima de los 15° , y a menudo hay 6 ó 7 satélites visibles.

Satélite GPS: Cada satélite GPS lleva a bordo varios relojes atómicos muy precisos. Estos relojes operan en una frecuencia fundamental de 10.23MHz, la cual se emplea para generar las señales transmitidas por el satélite (*Ver figura N° 10*).

Figura 10. Constelación de Satélites GPS.



Fuente: Internet

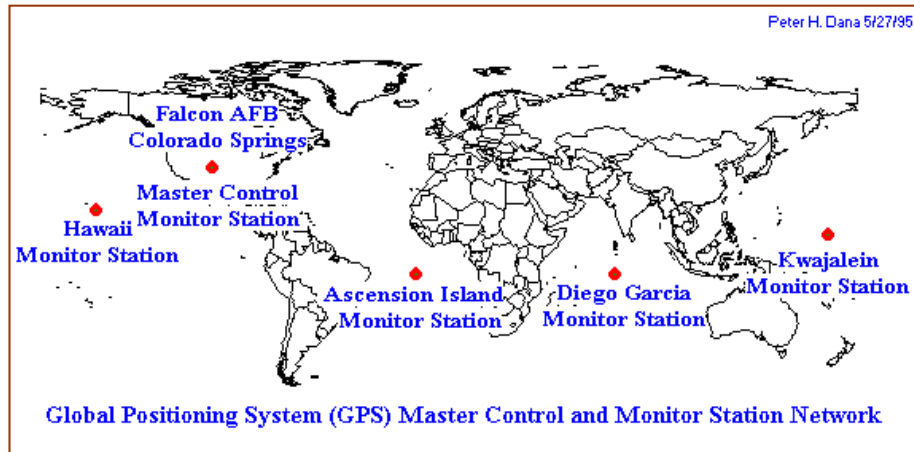
3.19.9. EL SEGMENTO DE CONTROL

El segmento de control consiste de una estación de control maestro, de 5 estaciones de observación y 4 antenas de tierra distribuidas entre 5 puntos muy cercanos al ecuador terrestre. El segmento de Control rastrea los satélites GPS, actualiza su posición orbital y calibra y sincroniza sus relojes.

- ❑ Otra función importante consiste en determinar la órbita de cada satélite y predecir su trayectoria para las siguientes 24 horas. Esta información es cargada a cada satélite y posteriormente transmitida desde allí. Esto permite al receptor GPS conocer la ubicación de cada satélite.
- ❑ Las señales de los satélites son leídas desde las estaciones: Ascensión, Diego García y Kwajalein. Estas mediciones son entonces enviadas a la Estación de Control Maestro en Colorado Springs, donde son procesadas para determinar cualquier error en cada satélite (*Ver figura N° 11*).

La información es enviada posteriormente a las cuatro estaciones de observación equipadas con antena de tierra y de allí cargada a los satélites.

Figura 11. El Segmento de Control.

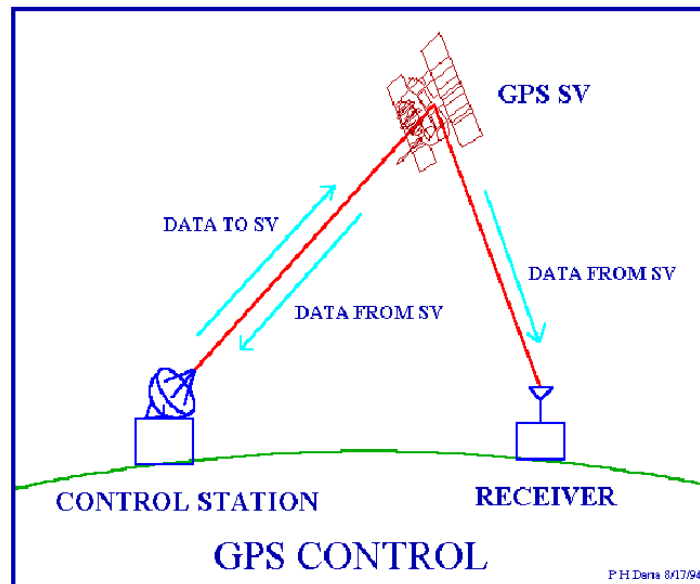


Fuente: Internet

Localización de las estaciones del segmento Control:

- Calcula las orbitas precisas y las correcciones de reloj para cada satélite.
- El satélite transmite las efemérides al receptor.
- Solo el segmento de control puede comunicarse con los satélites ver figura 12.

Figura 12. Localización del Segmento de Control.

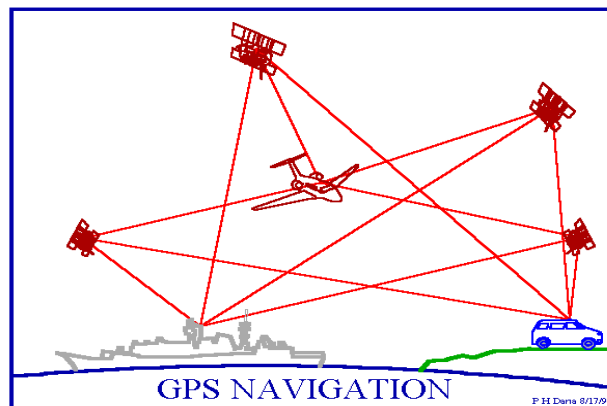


Fuente: Internet

3.19.10. EL SEGMENTO DE USUARIO

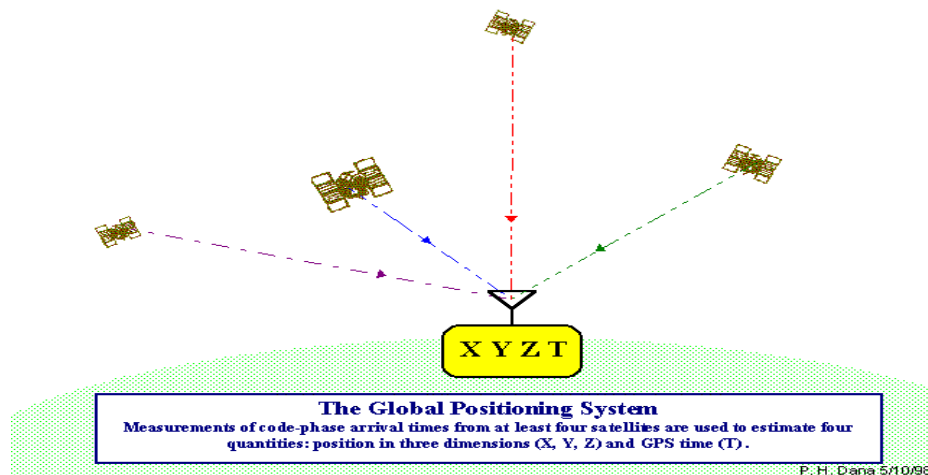
El segmento de usuario comprende a cualquiera que reciba las señales GPS con un receptor, determinando su posición y/o la hora. Algunas aplicaciones típicas dentro del segmento usuario son: la navegación en tierra para excursionistas, ubicación de vehículos, topografía, navegación marítima y aérea y control de maquinaria que se muestra en la figura 13 y 14.

Figura 13. El Segmento de Usuario.



Fuente: Internet

Figura 14. Recepción 4 Satélites Simultáneamente.



Fuente: Internet

3.19.11. ERRORES EN EL GPS GEODESICO

En cualquier observación de topografía clásica, una observación GPS o GLONASS está sometida a varias fuentes de error que se pueden minimizar o modelar según los equipos y metodología de observación.

Un receptor determina las distancias que hay entre su antena y las antenas de los satélites desde los cuales está recibiendo su señal.

Basándose en estas distancias y en el conocimiento de las posiciones de los satélites, el receptor puede calcular su posición. Sin embargo, diversos errores afectan a la medida de la distancia y por consiguiente se propagan al cálculo de la posición del receptor.

Las medidas de código y las medidas de fase se ven afectadas por errores sistemáticos y por ruido aleatorio. La precisión en posicionamiento absoluto que un usuario puede alcanzar con un receptor depende principalmente de cómo sus sistemas de hardware y software puedan tener en cuenta los diversos errores que afectan a la medición.

Estos errores pueden ser clasificados en tres grupos: los errores relativos al satélite, los errores relativos a la propagación de la señal en el medio, y los errores relativos al receptor.
(Ver Cuadro No.8)

Cuadro 7. Errores en el GPS

ELEMENTO	FUENTE DE ERROR
Satélite	Errores en el oscilador Errores o variaciones en los parámetros orbitales
Propagación de la señal	Refracción ionosférica Refracción troposférica Disponibilidad Selectiva Pérdidas de ciclos Multipath. Ondas reflejadas

Receptor	Errores en el oscilador Error en las coordenadas del punto de referencia Error en el estacionamiento Error en la manipulación del equipo Variación y desfase del centro de la antena
----------	--

Fuente: Creación propia

3.19.12. PLANIFICACION GPS

Es conveniente, para evitar pérdidas de tiempo en repeticiones de puestas y variaciones de planes, realizar una buena planificación de las observaciones y determinar cuál es la hora del día donde hay un mayor número de satélites, así como cuándo la geometría de la observación es más idónea, además de determinar el estado de salud de los satélites.

Para llevar a cabo esta etapa, los softwares para el post-proceso incorporan módulos de planificación, los cuales, a través de los almanaques radiodifundidos de las constelaciones, que podemos ir almacenando periódicamente o los almanaques ya existentes, y de las posiciones de los lugares de observación, podemos conocer el número de satélites, salud, bondad de la geometría de la observación, periodo óptimo de observación, etc. Podemos, además marcar las obstrucciones que puedan existir en el lugar de la observación. Esto se puede realizar para cualquier lugar del planeta durante las 24 horas del día.

A continuación se dará algunos factores importantes la cual influye de gran manera la realización en la mensura la cual deberá tomar antes de iniciar un trabajo:

3.19.12.1. Selección de la Estación Base.- La selección de las estaciones base es un factor muy importante, donde se tendrá muy en cuenta la accesibilidad en la entrada de un vehículo hasta el lugar si se pudiese, ya que el responsable de la estación tendrá que estar por lo menos de 3 a 4 días y en algunos casos hasta dos

semanas, siendo el motivo las distancias largas que existen de una población a la estación y de los vértices a mensurar teniéndose así que instalar un campamento en el mismo lugar.

Para este factor se tendrá que realizar reuniones en la cual se planificará el encendido y apagado de la estación, para esto la brigada dispondrá de radios para la comunicación.

3.19.12.2. Línea Base.- La línea base dependerá del equipo GPS que se esté utilizando ya sea los de simple frecuencia o doble, generalmente si se están utilizando los dos siempre se estará en estación base el de doble frecuencia, por ser un equipo que utiliza señales L1 y L2 de los satélites GPS siendo este un tipo de receptor la cual puede computar posiciones fijas y precisas en distancias largas y bajo condiciones adversas, compensando retrasos debido a la ionosfera (es una banda de partículas cargadas que está a unos 128 a 192 kilómetros sobre la superficie terrestre, la cual si se está utilizando líneas de base largas y receptores de simple frecuencia, afectará a la exactitud en las mediciones).

Cuando los satélites están en una órbita, cada uno transmite señales en forma continua en dos frecuencias portadoras en señales L1 y L2.

L1.- Son bandas utilizadas por los satélites, para transmitir datos siendo su frecuencia de 1575.42 MHz modulado por códigos C/A, P con mensajes de navegación.

L2.- Son bandas utilizadas por los satélites, para transmitir datos siendo su frecuencia de 1227.60 MHz modulado solo por el código P con mensajes de navegación.

3.19.12.3. La visibilidad.- Este es un factor muy importante que es la visibilidad de un cielo abierto donde la recepción de satélites sea libre no existiendo obstrucciones de cerros, techos de calaminas o árboles, recomendándose para tal

motivo una visibilidad que tenga un ángulo de elevación de 15° grados hasta el cenit, en la cual se tendrá que tomar en cuenta también con este factor PDOP y GDOP.

3.19.12.4. La Preparación de Programas de Observación.- Este factor es otra importante actividad al planear un levantamiento con GPS consistiendo el mismo en determinar que satélites serán visibles desde una estación terrestre específica durante determinado tiempo del día, para esto se recurren a los programas que cuentan los GPS como ser los Sokkia, en estos programas se podrán observar el acimut y ángulos de elevación con que contará cada uno de los satélites en ese período de recepción, ya que con estos programas se analiza los riesgos que pudiera tener el trabajo de ese día y evitar ambigüedades que son el número de longitudes de ondas desconocidas entre el satélite y la antena, el cual es la trayectoria que realiza la señal del satélite al receptor esto quiere decir que tendría una mala recepción de señal satelital corriendo el riesgo de no procesar y ajustar los datos obtenidos.

3.20. ESPECIFICACIONES

Para alcanzar la máxima precisión en un trabajo con GPS, las observaciones deben realizarse con un número mínimo de 4 satélites o más ampliamente separados, de modo que formen una buena intersección geométrica, es por eso que la efectividad geométrica relativa para la determinación de una posición GPS puede expresarse cuantitativamente con el término. Dilución de Precisión de una Posición, (PDOP), cuando varía el tiempo, la PDOP es afectada por el número de satélites visibles y por su configuración en el cielo con respecto a una estación terrestre.

Para una mejor precisión de los trabajos, los satélites tienen que estar ampliamente separados, formando una intersección geométrica precisa como se ilustra en la Figura No.15-A.

Figura 15. Tipos de disposiciones satelitales.

Disposiciones satelitales precisa

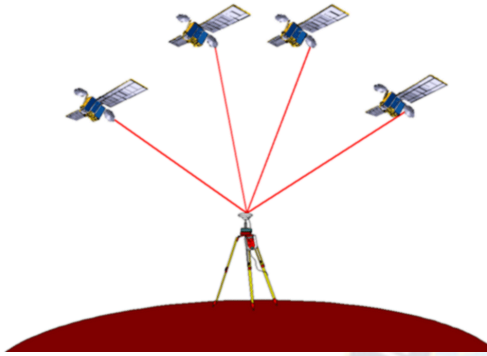


Figura No.15-A

Disposiciones satelitales imprecisa

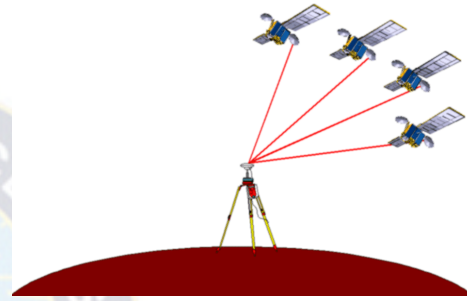


Figura No.15-B

Fuente: Internet

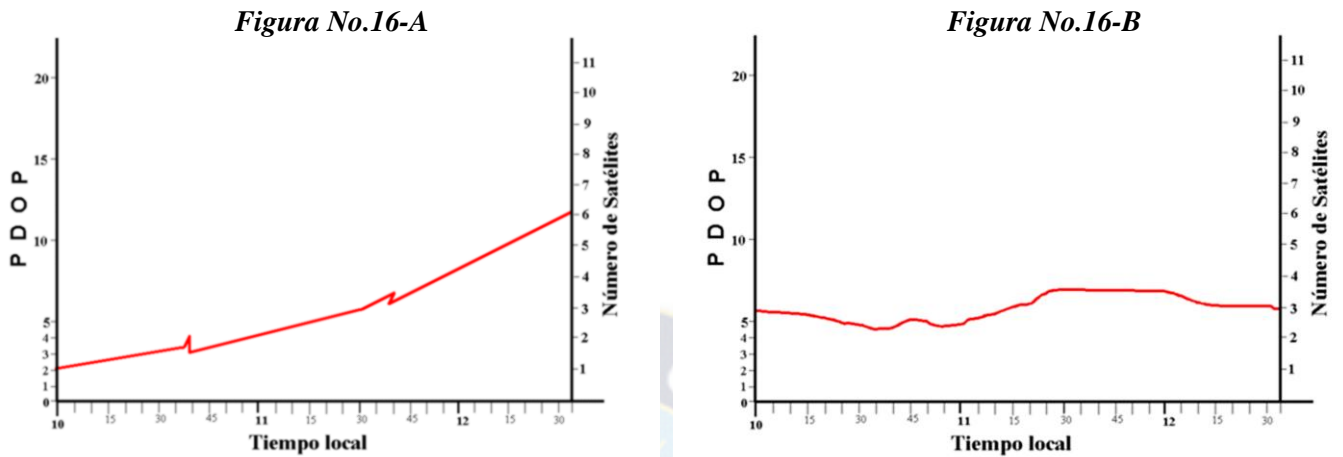
A comparación del primer gráfico, este tiene una configuración imprecisa como se refleja en la Figura N° 15-B

A continuación se mostrará también dos ejemplos en los cuáles se podrá observar la importancia de una planificación para un día de trabajo, utilizando las mismas horas pero en diferentes días.

Como ejemplo en la “Figura No.16-A” se mostrará un diagrama del número de satélites visibles del PDOP para un tiempo local de 10:00 a.m. hasta 12:30 p.m., obtenidos por una planificación GPS en la mensura de la Comunidad Originario Condo, en la cual se observa una buena recepción de satélites y un PDOP bajo.

En el ejemplo en la “Figura No.16-B” se ve una fuerte relación negativa entre la recepción de satélites con el PDOP, ocasionado esto por una disminución de satélites visibles, la PDOP aumenta, ya que como dijimos anteriormente que el PDOP tendría que ser menor o igual a 4 y si no fuese así es por qué no hay una buena programación y configuración de satélites favorables para ese día. (Ver Figura N° 16)

Figura 16. Diagramas de Comparación de Satélites y PDOP



Fuente: Internet

3.21. SISTEMAS DE REFERENCIA.

Dentro de la Finalidad Científica los sistemas de referencia son un conjunto de parámetros físicos y matemáticos que describen la forma y dimensiones de la tierra, porque éstos proporcionan puntos de inicio para realizar todas las mediciones geodésicas y topográficas con el fin de representarlos cartográficamente. Un Sistema de Referencia requiere de un Elipsoide y un Datum.

3.22. EL ELIPSOIDE.

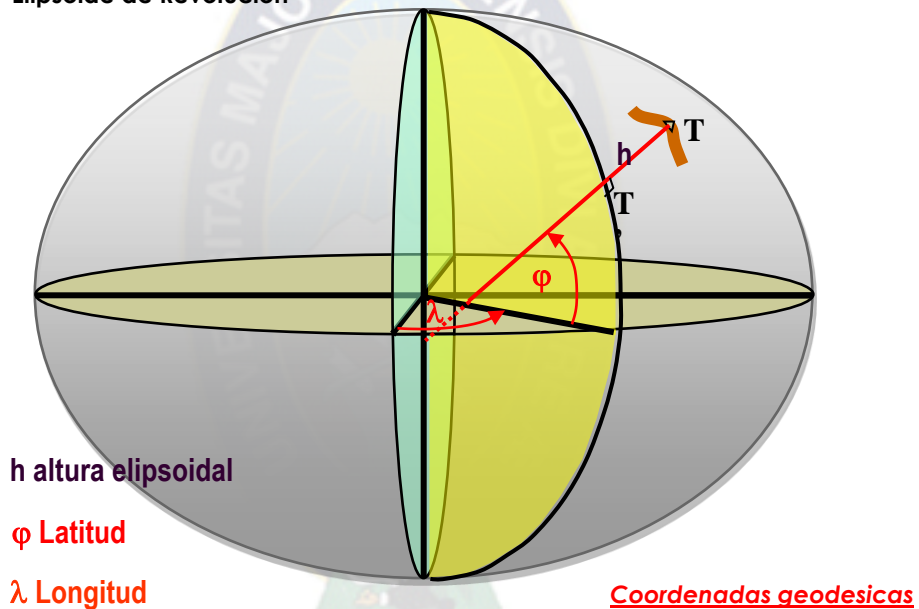
Para poder representar cartográficamente las mediciones realizadas sobre la superficie terrestre se adopta un cuerpo matemático sencillo sobre la cual se puedan proyectar todas las mensuras realizadas. Esta superficie es el elipsoide, por dos sencillas razones: La primera porque es un cuerpo relativamente simple, y la segunda porque se ajusta al cuasigeoide propuesto en su teoría por Molodensky.

De esta manera surge el concepto de “elipsoide terrestre medio” o “Elipsoide General”, como aquel cuerpo Geométrico que mejor se aproxima a la figura de la tierra en su conjunto, y se determina mediante el establecimiento de tres condiciones:

- Coincidencia del centro del elipsoide con el centro de gravedad de la tierra.
- Coincidencia del Plano ecuatorial del elipsoide con el plano del Ecuador terrestre.
- Hacer mínima la suma de los cuadrados de las desviaciones de la altura del geode en todos sus puntos con respecto de la superficie del elipsoide.

Figura 17. Coordenadas Geodésicas.

Elipsoide de Revolución



Fuente: Internet

3.23. SISTEMAS DE REFERENCIA LOCALES Y GLOBALES

3.23.1. Sistemas de Referencia locales

Debido a la dificultad de realizar las mensuras necesarias para definir un Sistema de Referencia general y realizar los ajustes exigidos, las naciones o grupo de naciones han adoptado en distintas épocas su propio Sistema de Referencia también llamado “Elipsoide Local” que se caracteriza por adecuarse a áreas geográficas concretas.

El campo de acción de estos elipsoides se limita a la cobertura de un espacio reducido con relación a la esfera terrestre y por ello, no es de aplicación universal, es por esta razón que existen varios sistemas de referencia locales en todo el mundo. En el siguiente cuadro se muestra algunos de estos sistemas con sus parámetros fundamentales:

Cuadro 8. Parámetros de algunos Sistemas de Referencia

Elipsoide	Semieje Mayor (a)	Achatamiento 1/f
Airy 1830	6.377.536,396	299,3249646
Bessel 1841	6.377.397,155	299,1528128
Clarke 1866	6.378.206,4	294,9786982
Hough 1956	6.378.270,0	297,0
International	6.378.388,0	297,0
South American 1969	6.378.160,0	298,25

Fuente: Internet

El sistema de referencia horizontal adoptado en nuestro país es el elipsoide Internacional, cuyo datum es el Provisional Sudamericano de 1956 “PSAD 56” (Provisional South American Datum 1956) que se encuentra en “La Canoa” república de Venezuela.

3.23.2. Sistema de Referencia Vertical

La referencia vertical adoptada para nuestro país es el Datum de Arica. Tomando como punto de partida el mareógrafo de Arica, se realizó nivelaciones de primer orden, estableciendo diferentes líneas de nivelación en el País, colocando BMs, a lo largo de las rutas principales con una distancia aproximada de dos kilómetros.

La tolerancia para estas redes de nivelación fueron de $4\text{mm}\sqrt{K}$, donde K = a la distancia en kilómetros.

3.23.3. Sistemas de referencia Globales

Los Sistema Globales son sistemas geocéntricos que están compuestos por tres ejes ortogonales cartesianos X, Y, Z, con origen en el centro de masas de la tierra. Estos sistemas terrestres tienen el eje X solidario al meridiano origen de las longitudes y el eje Z próximo al eje de rotación, por lo tanto este sistema “gira” juntamente con la tierra. Estos sistemas resultan imprescindibles para ubicar puntos ligados a la superficie. A diferencia de los sistemas geodésicos locales, los sistemas geocéntricos son tridimensionales y de alcance global. El concepto de punto datum desaparece, y es reemplazado por el origen y orientación de la terna de referencia. (Un ejemplo de sistema geocéntrico terrestre es el WGS 84.).

En los Sistemas Geocéntricos, las redes de puntos generalmente son medidas mediante el Sistema GPS y vinculados a puntos de las redes anteriores, siguiendo una serie de precauciones para minimizar los errores sistemáticos y aleatorios que pueden afectar al conjunto. Un ejemplo de este sistema es el marco de referencia es la Red MARGEN (Marco de Referencia Geocéntrico Nacional)

Los sistemas de referencia más usuales en nuestro país son el Psad-56, porque toda nuestra cartografía está referida a este sistema; y el WGS-84, porque es el Datum utilizado por los Sistemas de Posicionamiento por Satélite, por ello es importante conocer comparativamente de cada uno sus parámetros fundamentales:

Cuadro 9. Parámetros Fundamentales

ELIPSOIDE	Año	a (m)	b (m)	Aplanamiento
HAYFORD	1909	6378388	6356912	1:297.00
WGS-84	1984	6378137	6356752.31	1:298.26

Fuente: Internet

3.24. MARCOS DE REFERENCIA.

Dentro la finalidad práctica de la Geodesia, los Marcos de Referencia, son los que representan de manera física a los Sistemas de Referencia, constituyen la materialización de los vértices de la Redes Geodésicas según su importancia mediante mojones de concreto.

En forma práctica el Marcos de Referencia, constituyen las estaciones de referencia para realizar las distintas operaciones topográficas en apoyo a los trabajos de Ingeniería, Arquitectura, urbanismo, etc.

Inicialmente estas redes fueron establecidas con propósitos específicos que obedecían a requerimientos internacionales, pero estas sirvieron como Marco de Referencia a otras redes de aplicación interna en nuestro País.

En base a los puntos SIRGAS establecidos sobre territorio boliviano, el IGM ha creado la Red **Marco de Referencia Geodésico Nacional** (MARGEN) de Bolivia, que está conformado por una red GPS de operación continua de 8 estaciones, una red GPS semi-continua de 9 estaciones y una red GPS pasiva de 125 vértices.

✓ **RED DE ESTACIONES GPS CONTINUA**

El Instituto Geográfico Militar de Bolivia juntamente con el Central Andes Project ha instalado 8 Estaciones GPS de colección continua de Datos, los mismos que han sido referenciados a la Red MARGEN.

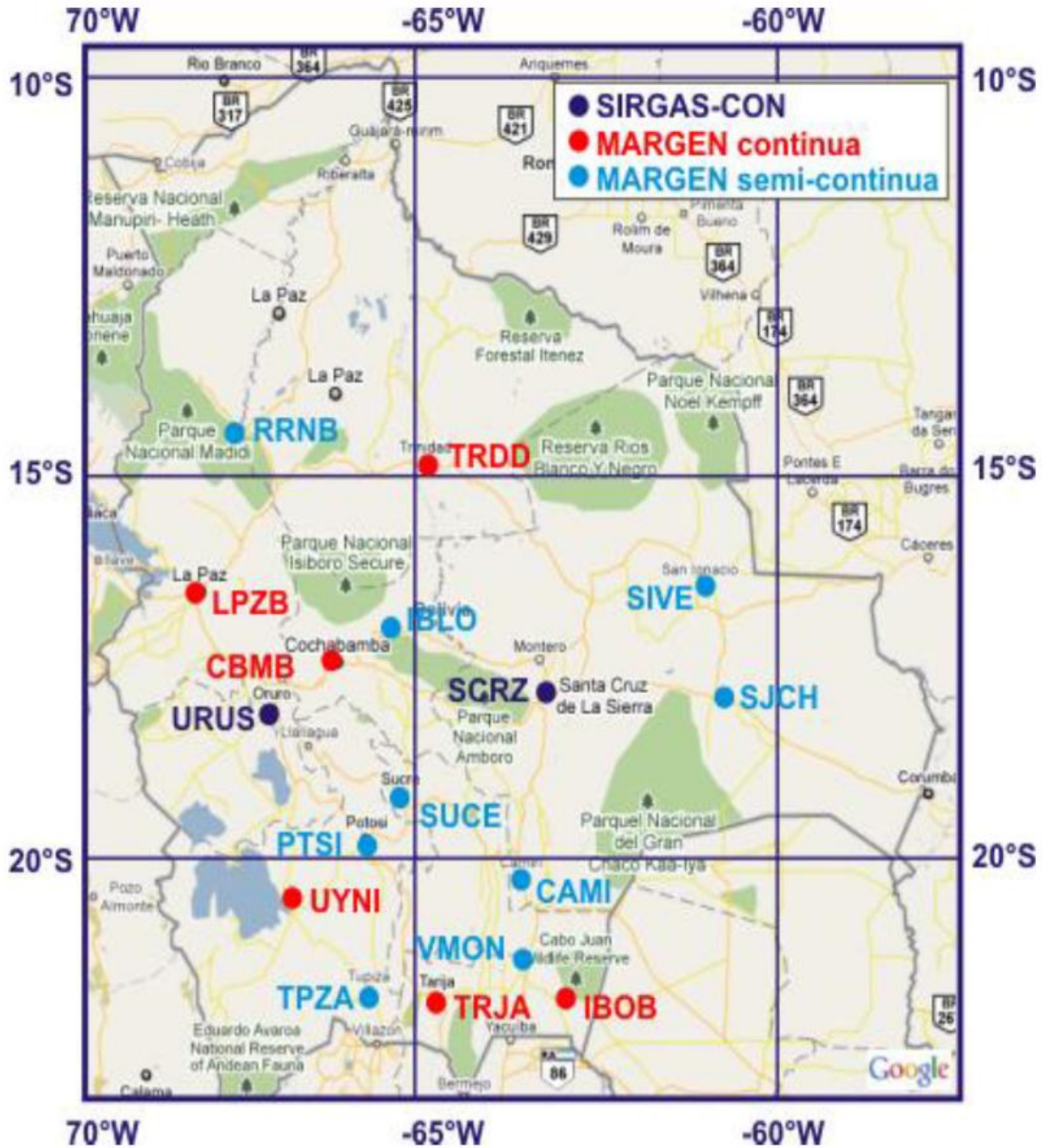
✓ **RED DE ESTACIONES GPS SEMI CONTINUA**

El Instituto Geográfico Militar de Bolivia está instalando 25 trípodes para estaciones GPS semi continuas, los mismos que han sido referenciados a la Red MARGEN.

Estas Estaciones semi continuas, funcionaran de acuerdo a la necesidad que se tiene de bases para la densificación de redes locales en modo diferencial, en ese sentido, se proyecta que en cada sitio se podrán coleccionar datos durante al menos 15 días continuos cuando menos

La red de puntos geodésicos que densifica el Instituto Nacional de Reforma Agraria corresponde a puntos de la clase "C".

Figura 18. Marco Referencia Geodésico Nacional (MARGEN) de Bolivia. Incluye 8 estaciones de operación continua (2 de ellas SIRGAS – CON) y 9 estaciones semi – Continuas.



Fuente: INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR

3.25. PRINCIPIOS BASICOS PARA DETERMINAR POSICIONES SEGÚN EL GPS

Los objetivos del GPS son: **la navegación** y el **posicionamiento preciso** de los dos objetivos, siendo el segundo el de mayor importancia para los Geodestas.

Los procedimientos del GPS para la determinación precisa de la ubicación de puntos, consiste fundamentalmente en la medición de distancias desde puntos de ubicación desconocida a satélites cuyas situaciones se conocen en el instante de la medición.

Precisamente, esto es idéntico a la separación convencional usando distancias medidas con cintas, desde una estación de situación desconocida a tres o más estaciones de control. La diferencia básica es que en el GPS, las estaciones de control son satélites, además las distancias se determinan midiendo el tiempo que tarda una señal de radio en llegar hasta nosotros desde un satélite y calculando luego la distancia a partir de ese tiempo.

3.26. TIPOS DE POSICIONAMIENTO

a) **Posicionamiento puntual o absoluto.**

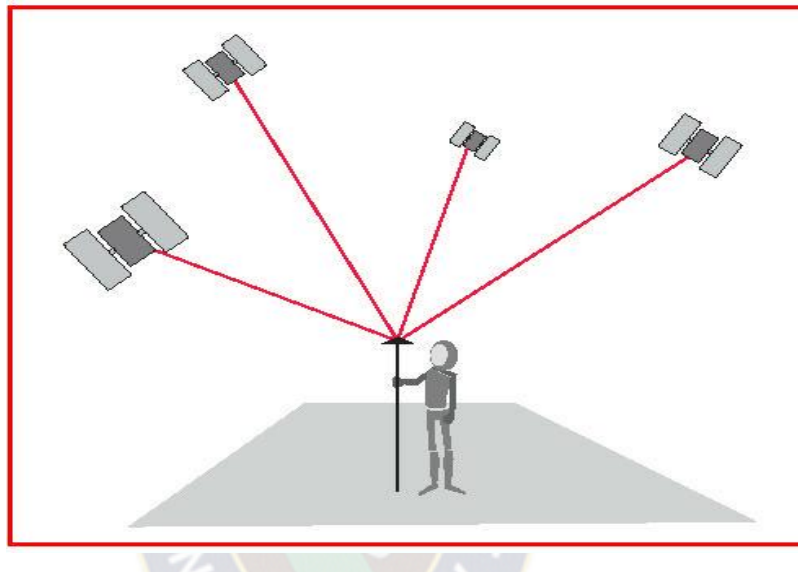
Este tipo de posicionamiento se puede explicar de manera rudimentaria, con el ejemplo siguiente, supongamos que el satélite y un receptor ubicado en la estación terrestre, generan simultáneamente una serie idéntica de códigos binarios, la señal del satélite tomará algún tiempo en viajar hasta el receptor en la tierra, donde es recogida y comparada con la señal generada ahí, conociéndose la precisión la frecuencia y la relación funcional.

Dependiendo así de una sincronización de relojes en el satélite y en el receptor, ya que estos satélites utilizan relojes atómicos extremadamente precisos y los receptores GPS emplean relojes menos precisos. No se puede realizar una sincronización exacta de dichos relojes existiendo siempre una diferencia de tiempo entre los dos relojes ocasionado una

diferencia en las distancias, las distancias no corregidas por este error de sincronización se llaman pseudo distancias.

Por lo tanto el posicionamiento puntual es la que recibe señales GPS con un solo receptor en cada punto teniendo una precisión de $\pm 3\text{m}$. (Ver Figura N° 19)

Figura No.19 Posicionamiento Puntual o Absoluto



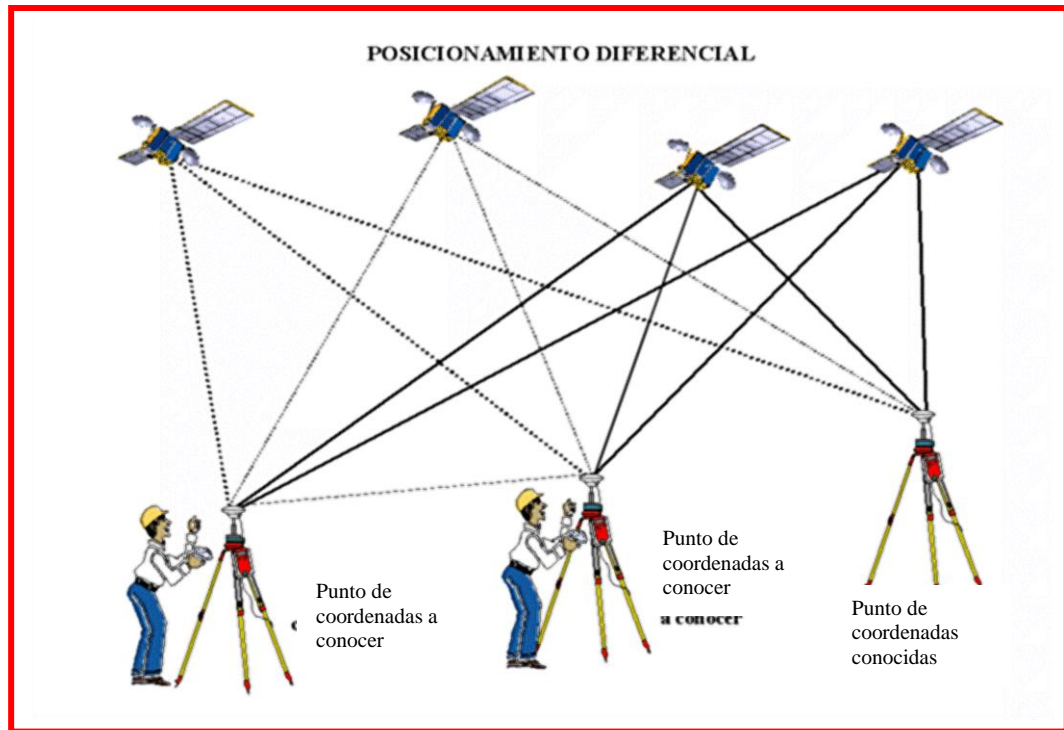
Fuente: Internet.

b) Posicionamiento diferencial o relativo

Es aquella recepción de señales GPS que tiene como mínimo dos receptores, uno de los cuales debe estar estacionado en un punto de control. Se realiza cuando las precisiones requeridas son mayores. Será mejor o peor en función del instrumental utilizado y la técnica de posicionamiento diferencial a la que se recurra. El posicionamiento diferencial consiste en hallar la posición absoluta de un punto (móvil, objetivo, etc.) mediante las observaciones realizadas desde ese punto a unos determinados satélites, sumadas a las realizadas en ese mismo instante desde otro punto (referencia) a esos mismos satélites. Por lo tanto, aquí aparece el concepto de línea base, que es la línea recta que une el punto de referencia y el punto objetivo. (Ver Figura N° 20)

Figura No.20

Posicionamiento Diferencial



Fuente: Internet.

3.27. PRECISION GEOMETRICA (DOP)

DOP. (Dilución de la precisión): Esta depende de la geometría de los satélites en el momento del cálculo de la posición. No es lo mismo que los 4 satélites estén muy separados (mejor precisión) que los satélites están más próximos (menor precisión), por lo tanto la geometría de las posiciones satelitales pueden debilitar la precisión de la posición calculada.

La geometría satelital cambia en el tiempo y con ella la posición relativa, ya que los satélites no son geoestacionarios, en otras palabras el DOP es un indicador de calidad de una posición GPS, teniendo en consideración la ubicación de cada satélite con otro, viendo así su geometría con relación a un receptor GPS. Cuando un valor DOP sea bajo indica una probabilidad de precisión mayor, el DOP se divide en varios términos:

- GDOP (Dilución de Precisión Geométrica), suministra una incertidumbre como consecuencia de la posición geométrica de los satélites y de la precisión temporal, siendo esta la relación entre errores de posición y tiempo del usuario, los errores en la distancia del satélite.
- PDOP (Dilución de Precisión de Posición), incertidumbre en la posición debido únicamente a la posición geométrica de los satélites, siendo así la relación que existe entre errores de la posición del usuario y la del satélite.
- HDOP (Dilución de Precisión Horizontal), incertidumbre en la posición horizontal del usuario.
- VDOP (Dilución de Precisión Vertical), suministra una información sobre la incertidumbre en la posición vertical del usuario.

3.28. METODOS DE MEDICION CON EQUIPOS GPS

En el campo los procedimientos empleados en el levantamiento con GPS dependen de la capacidad de los receptores y del tipo de levantamiento. Los métodos empleados son:

- Estático
- Estático rápido
- Cinemático
- Seudocinemático
- Cinemático en tiempo real

3.29. LA CARTOGRAFIA

Como todas las ciencias de la tierra la cartografía está profundamente interrelacionada con otras geociencias. La cartografía se nutre especialmente de la geodesia, que es la ciencia

que estudia la forma y dimensiones de la Tierra, siendo la matemática otra fuente fundamental que permite realizar con toda precisión, las transformaciones esfera/elipsoide - plano.

Un mapa es una representación reducida, generalizada y matemáticamente precisa de la superficie terrestre, sobre un plano, llegando a una modernización total dando lugar a una cartografía digitalizada.

Desde un punto de vista gráfico un mapa es también un elemento de comunicación visual, y es producto de un cuidado diseño que incluye colores, rotulaciones o la propia disposición espacial de los datos. Aquí concurren otras ciencias como la topografía, la teledetección y la fotogrametría son fuentes de información métrica para la confección de un mapa. La geografía, entre otras cosas, se encarga de su interpretación y uso.

3.30. PROYECCIONES CARTOGRAFICAS

Las proyecciones estudian las distintas formas de desarrollar la superficie terrestre minimizando, en la medida de lo posible, las deformaciones sufridas al representar la superficie terrestre.

En todos los casos conservan o minimizan los errores, dependiendo de la magnitud física que se desea conservar; superficie, distancias, ángulos etc. teniendo en cuenta que únicamente se podrá conservar una de las magnitudes descritas anteriormente y no todas a la vez.

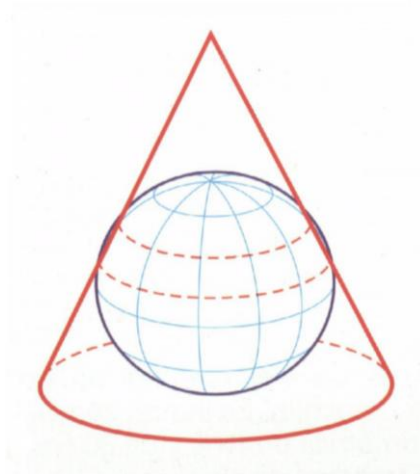
Para tal propósito es necesario contar con un sistema, que brinde posiciones de estaciones geodésicas usando coordenadas planas ortogonales, para tal efecto, se utiliza dos sistemas básicos de proyección.

3.30.1. Proyección Cónica Conforme de Lambert

Esta proyección utiliza un cono imaginario (Ver Figura N° 21), siendo secante al esferoide. El término conforme quiere decir que se conservan alrededor de todos los puntos, variando

de norte a sur, pero no de este a oeste siendo éste sistema ideal para representar regiones que abarcan grandes distancias en dirección este-oeste.

Figura N° 21. Proyección Cónica Conforme de Lambert

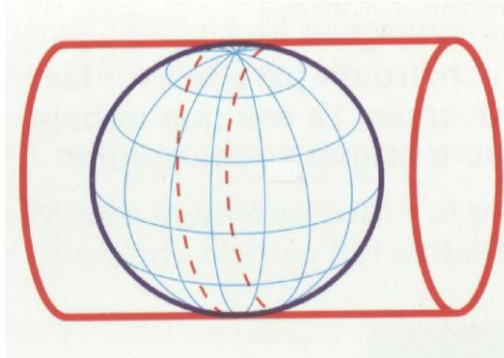


Fuente: Folleto LEICA

3.30.2. Proyección Cilíndrica Conforme Transversal de Mercator

Esta proyección como la de Lambert utiliza un cilindro imaginario secante, variando de dirección este-oeste, pero no en el norte-sur, es utilizada por muchos países, su eje está situado en el plano del Ecuador, la característica de esta proyección es que emplea zonas de 6° de longitud, y se representa la totalidad del mundo en 60 zonas iguales. Bolivia está dentro de tres zonas geográficas zona 19, 20 y 21 (Ver Figura No.22)

Figura N° 22. Proyección Cilíndrica conforme Transversal de Mercator



Fuente: Folleto LEICA

AREA IV

MARCO PRÁCTICO

4.1. INTRODUCCION

El contenido de este capítulo, se relaciona en función de cada una de las etapas del proceso de saneamiento de acuerdo a la normativa agraria vigente y normas técnicas para el saneamiento de la propiedad agraria, conforme lo manifiesta el Artículo 18 de la ley N° 3545, Se describirá también las diferentes especificaciones técnicas e instrumentos utilizados para la mensura del presente trabajo.

4.2. PERSONAL

Los funcionarios que realicen el saneamiento de este proyecto, deberán ser funcionarios que tengan experiencia en el tema de saneamiento TCO y en el manejo de equipos GPS de precisión, ya que al dar una mala información a las autoridades y bases de la Comunidad o comunidades colindantes se podría genera conflictos, susceptibilidades y enfrentamientos.

4.2.1. PERSONAL PARA EJECUCION EN CAMPO

RESPONSABLE DE BRIGADA

3 TECNICOS

1 JURIDICO

1 CONDUCTOR

Figura No.23 Brigada de campo



Fuente: Elaboración propia

4.2.2. PERSONAL PARA EL TRABAJO DE EVALUACIÓN

1 EVALUADOR TECNICO

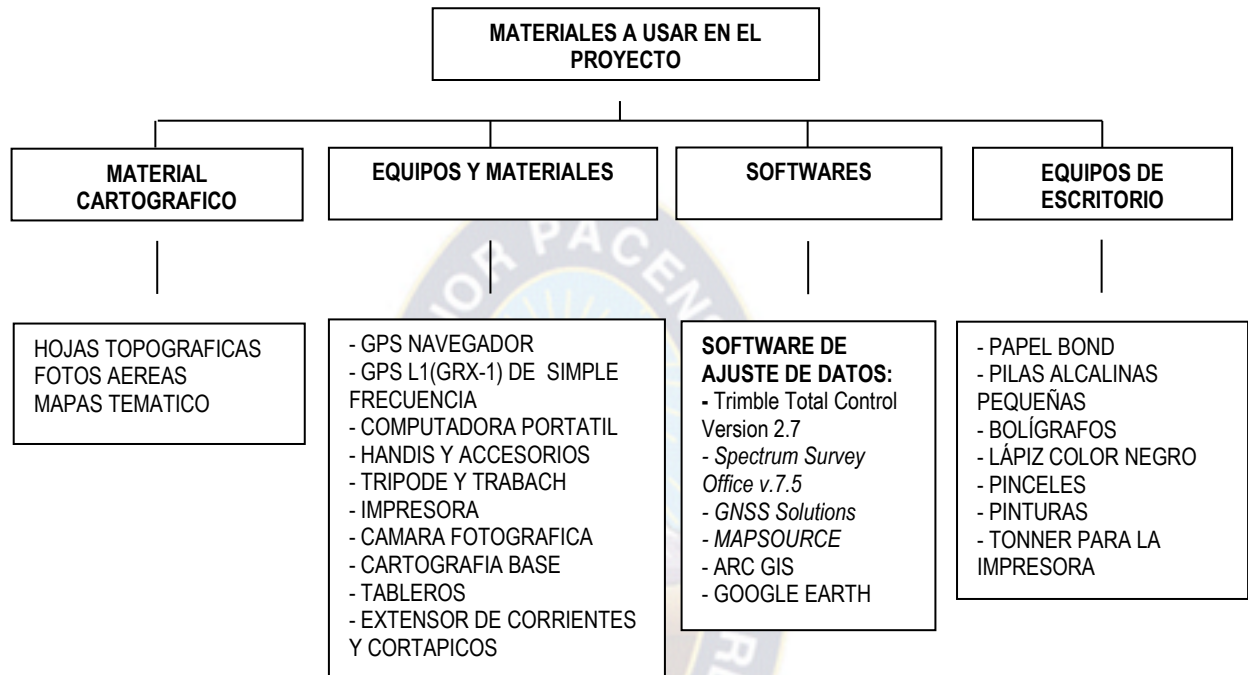
1 EVALUADOR JURIDICO

4.3. EQUIPO Y MATERIAL UTILIZADO EN LA MENSURA

En la ejecución del presente proyecto es necesario contar con los siguientes equipos y materiales, que se reflejan en el siguiente cuadro. (Ver Cuadro No.10 y Figura N° 24)

4.3.1. DIAGRAMA DE LOS EQUIPOS Y MATERIALES A SER USADOS EN EL PROYECTO

Cuadro 10. Materiales y equipos



Fuente: Elaboración propia

Figura No.24 Softwares y equipos a utilizar



Fuente: Elaboración Propia

4.3.2. GPS SOKKIA GRX1.

Este producto de Sokkia es un receptor de 72 canales de GNSS con un módem interno de radio, con un módulo inalámbrico Bluetooth de última generación, cuenta también con un módulo opcional de GSM, con una tarjeta de memoria opcional y movable SD/SDHC, y con una carcasa resistente de magnesio completa con un panel de pantalla led y conectores

de cable, que mejoran la exactitud y fiabilidad de los puntos fijos. (Ver Cuadro No.7 y Figura

Cuadro N° 11 Especificaciones técnicas del equipo GSP SOKKIA GRX1

MODOS Y APLICACIONES	Estático, Estático Rápido, Cinemático Post - Proceso
CANALES ESTANDAR	72 canales L1 universales, L2, GPS L2c y GLONASS, WAAS/EGNOS, PCode y el Portador
CONSUMO DE ENERGIA Y PESO	Más de 7,5 horas 4W (w/o UHF modem) (20C/rastreando Satélites/BT) y con peso aproximado de 1.3 kg
ANTENA	Interna
TEMPERATURA DE OPERACION	-20 a +65°C (batería) / -40 a +65°C (Ext.) / -20 a +55 (c/ UHF módulo de modem)
MEMORIA INTERNA	Tarjeta SD/SDHC removible
BATERIAS	BDC58 Li-ion 4,300mAh (Típica) / 7.2VDC y con un peso alrededor de 195g
CAPACIDAD	Es dependiendo de la capacidad de la tarjeta instalada de SD/SDHC
PANEL LED	La Antena del modem (BNC o polaridad inversa TNC que dependen del tipo de modem), PWR, Serial RS232C
PROGRAMAS	Programas de Soporte para oficina SPECTRUM LINK

Fuente: Folletos SOKKIA

Figura N° 25 Receptor GPS SOKKIA GRX1



Fuente: Folletos SOKKIA

4.3.3. Navegador GPS Garmin

Con los datos de este equipo GPS Navegador se pudo realizar el tracks de ríos y caminos, la verificación de la función social de áreas utilizadas por la comunidad y así ver si cumple con la Función Social

Para tal propósito se utilizó este equipo, siendo su aplicación la siguiente: se sacaron coordenadas aproximadas de todas las mejoras como ser cosechas y sembradíos como ser de papas, cebadas, etc. el lugar de donde era habitada y también de corrales de ganado vacuno, camélido, ovino, etc.

4.3.4. Software

Para el presente trabajo se contó con softwares especializados, con los que se procedió a realizar el proceso-ajuste y la elaboración de planos, tales como:

Spectrum Survey Office v.7.5., es el software cinemático de post proceso para sistemas topográficos GPS de la marca Sokkia, empleándose este para realizar planificaciones de misiones, compensaciones de redes y transformaciones de datum. Asimismo, este paquete permite la transformación a formato RINEX, siendo este un formato estándar para datos GPS.

Se utilizó los software de Trimble Total Control para el respectivo ajuste de datos del punto densificado, posteriormente el ajuste de los vértices perimetales de la Comunidad se ejecutó con el software *GNSS Solutions*.

También se utilizó otro software como ser el ARC GIS 10 y diferentes programas como ser el MAP SOURCE, GEOCAL, con la cual se realiza la transformación de coordenadas del PSAD-56 al WGS-84 o viceversa.

4.4. METODOLOGÍA DEL TRABAJO

La estructura de contenidos de esta metodología de trabajo, se relaciona en función de cada una de las etapas del proceso de saneamiento de acuerdo a normativa agraria vigente y de acuerdo a las normas técnicas que cuenta el INRA.

4.4.1. ETAPA DE PREPARATORIA Y DIAGNOSTICO

Para tener un diagnostico óptimo del área a intervenir, se procede a buscar toda la mayor información técnica y jurídica correspondiente a la zona a trabajar, por lo cual se recurre a diferentes fuentes de información, como ser:

- ✓ Expedientes Agrarios (Ex CNRA - Ex INC).
- ✓ Cartas Instituto Geográfico Militar (IGM)
- ✓ Imágenes satelitales orto fotos
- ✓ Coberturas Plus, Cumat, Concesiones Mineras, y otras áreas clasificadas
- ✓ Red geodésica, Instituto Nacional de Estadística (INE)

4.4.2. ETAPA DE CAMPO

4.4.2.1. RECONOCIMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA COMUNIDAD

Se efectuó primeramente un reconocimiento topográfico de toda la comunidad Originaria Condo para poder determinar las pendientes, ríos y la accesibilidad de un punto a otro, realizando también un cálculo aproximado de los tiempos que se requieran para encontrar los vértices y poder así planificar el requerimiento de transporte, necesario.

El reconocimiento también nos sirve para poder buscar un lugar estratégico, para densificar nuestro punto de Control Horizontal (estación base) de trabajo, el mismo que debería contar con energía eléctrica y si no se diera el caso, se contaba con un generador de luz,

siendo este muy importante ya que nos serviría para el recargo de energía de las baterías de los GPS's.

Se tiene también identificado los puntos CORO y TOPO de la red geodésica Nacional SET-MIN – INRA, verificando la existencia y de las condiciones de los mismos, el cual serán utilizados como puntos bases para poder establecer el **Puntos P2065** con los equipos geodésicos de Simple Frecuencia (Sokkia modelo GRX-1).

Figura N° 26 Reconocimiento del terreno



Fuente: Guía de Saneamiento INRA

4.4.2.2. TALLER INFORMATIVO

Para dar inicio al relevamiento de información en campo, se realiza un taller informativo a cargo de los funcionarios técnico y jurídico del INRA, con la finalidad de despejar dudas y preguntas que se tenga sobre el proceso de Saneamiento, también aclararles la metodología de mensura y sobre los equipos a utilizar.

El objetivo de este taller es promover la participación y compromiso de todos los beneficiarios de base en los trabajos de saneamiento de la propiedad agraria.

Figura N° 27 Taller informativo



Fuente: Guía de Saneamiento INRA

En el presente trabajo, esta difusión consistió de una explicación detallada de los alcances, beneficios, garantías, seguridad de la tenencia de sus tierras, las soluciones definitivas de litigios sobre la tierra y la modalidad de saneamiento que se empleará en este caso, que es la modalidad de SAN TCO.

4.4.2.3. PLANIFICACIÓN Y CRONOGRAMA

Establecer reuniones de coordinación y planificación entre las Autoridades de la Comunidad y los funcionarios técnico-jurídico del INRA, para elaborar un cronograma y plan de trabajo que será aplicado en el procedimiento. Dicho plan debe considerar el tiempo de ejecución, personal y recursos necesarios, según las características de la Comunidad o Colonia, accesibilidad a la zona, factor climático y otros aspectos de importancia.

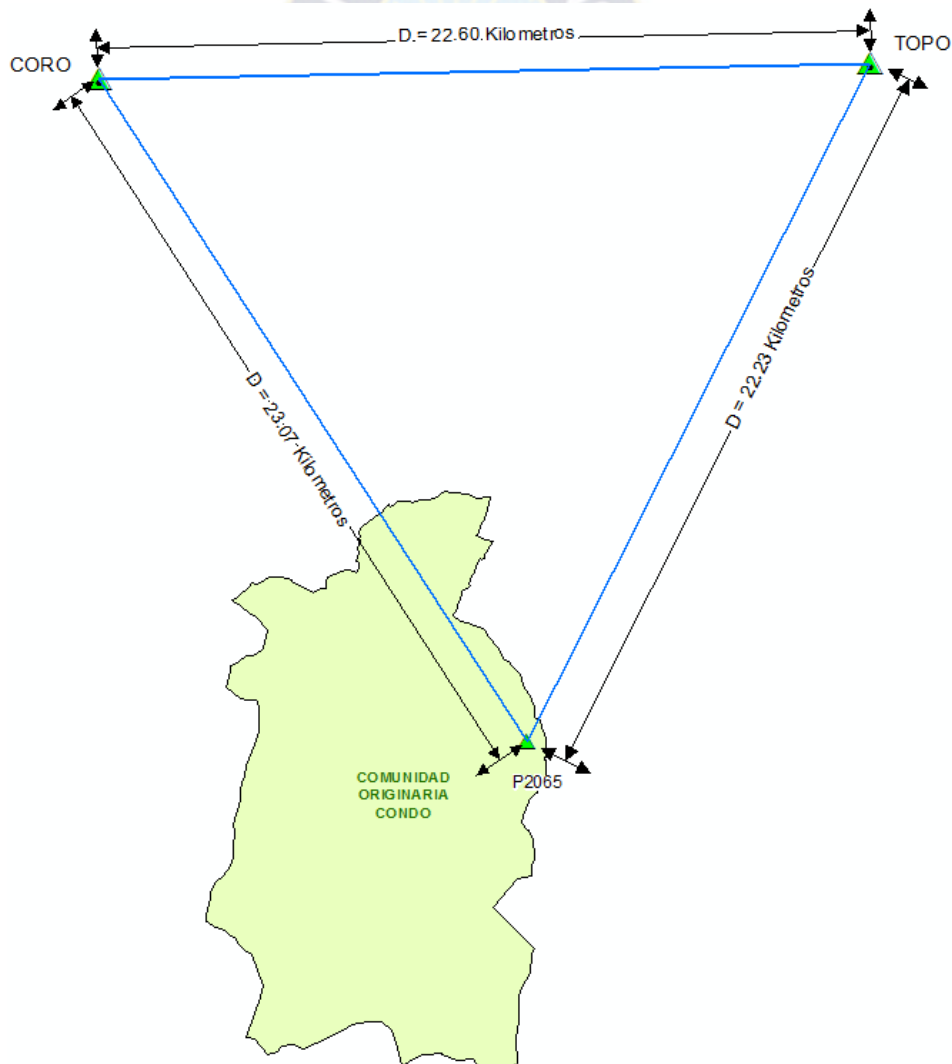
4.4.2.4. DENSIFICACIÓN DEL PUNTO P2065, ENLAZADOS A DOS PUNTOS FIJOS, DE ORDEN-CLASE “C”.

Para realizar la densificación, en caso que los predios a mensurar no se encuentren próximos a la red geodésica se deberá realizar la densificación de vértices geodésicos y puntos de control GPS, considerando los siguientes parámetros.

- a). Planeación y selección de las horas de sesión.
- b). Conformación de la red con figuras geométricas con
Ángulos mayores a 30° entre estaciones.
- C). Distancia máxima de línea base 30 Km. para equipos de simple frecuencia y 80
Km. para equipos de doble frecuencia
- d). código C/A y fase Portadora.

4.4.2.4.1. DISTANCIAS DE LÍNEAS BASES

Figura N° 28 distancias

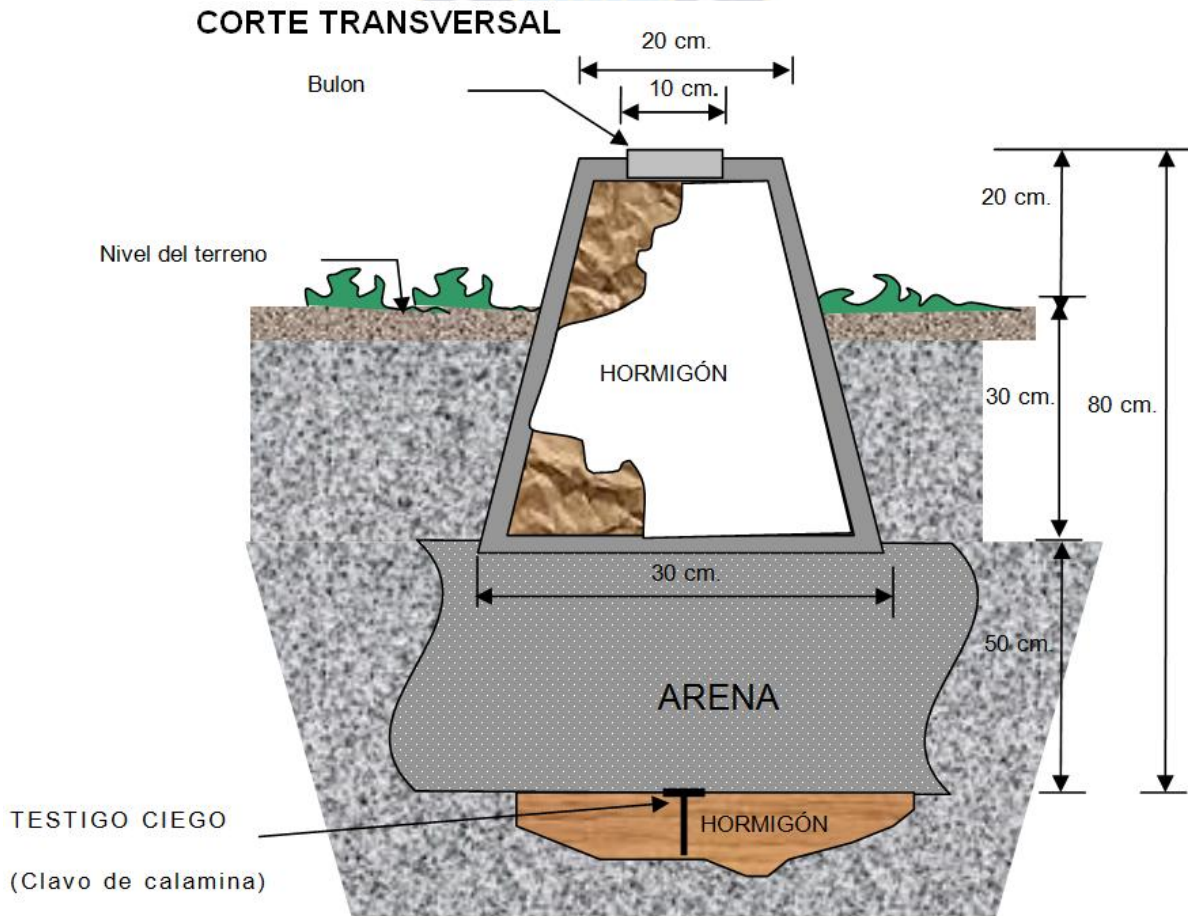


Fuente: Elaboración Propia

Del	CORO	al	TOPO	=	22.60 km
	TOPO	al	P2065	=	22.23 km
	P2065	al	CORO	=	23.07 km

Posterior a la verificación de los puntos bases CORO y CORO de la red geodésica Nacional SET-MIN – INRA, se procede al **amojonamiento del bulón de bronce del Punto P2065**, esto deberá ser efectuado de acuerdo a lo establecido la norma técnica.

Figura N° 29 Corte transversal del amojonamiento



Fuente: Norma Técnica INRA

Para iniciar con la respectiva densificación es indispensable saber los datos de los puntos de control y el estado del mismo.

Cuadro N° 12 Coordenadas de los puntos bases

Nombre del punto:	Datum:	Coordenadas UTM		Coordenadas Geodésicas		ELEVACION	UBICACIÓN
		NORTE	ESTE	LATITUD	LONGITUD		
CORO	WGS-84	8100774.911	558088.464	17° 10' 37.44355" S	68° 27' 13.56799" W	4043.6570	Población de Coro Coro
TOPO	WGS-84	8101241.483	580687.620	17° 10' 19.78856" S	68° 14' 28.63685" W	4214.4850	Población de Topohoco

SISTEMA DE COORDENADAS

Datum:	WGS-84	Proyección:	UTM	Cuadrícula:	CUTM	Zona:	20
---------------	--------	--------------------	-----	--------------------	------	--------------	----

Fuente: Elaboración Propia

Concluido el amojonamiento del punto de control asignando con el código “P2065”, se prosigue a la densificación de dicho punto a partir de dos puntos bases al interior del Área de saneamiento del Proyecto SAN-TCO, polígono 004, COMUNIDAD ORIGINARIA CONDO, empleando el método **estático-diferencial**, de acuerdo a las tolerancias admisibles en la recepción de datos.

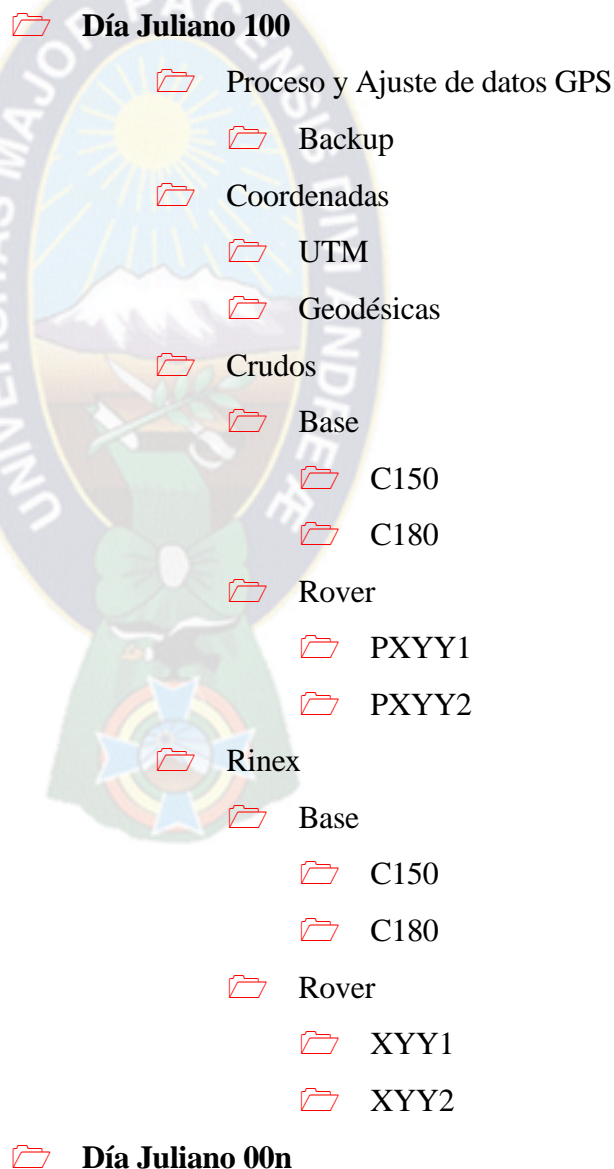
- a) La observación se llevara a cabo simultáneamente (sesiones conjuntas de 3 receptores GPS) en el número de estaciones y por el lapso definido por cada Proyecto.
- b) El mínimo de satélites a utilizar (seis satélites observados).
- c) El PDOP y GDOP ≤ 4
- d) El intervalo de registro de grabación de datos 15 segundos.
- e) Mascara de elevación 15.

La sesión conjunta se realiza empleando tres equipos GPS geodésicos marca Sokkia, modelo GRX1.

4.4.2.4.2. ELABORACION DE DIRECTORIOS Y GENERACION DE DATOS DE EQUIPO

Para la transferencia de los datos GPS al equipo de computación se crea directorios conforme la instrucción que pide las Normas Técnicas del INRA, siendo esta la creación por orden de días julianos y el respectivo bajados de datos crudos de la respectiva Base y de los Rovers. (Ver Cuadro No.13)

Cuadro 13. Elaboración de directorios

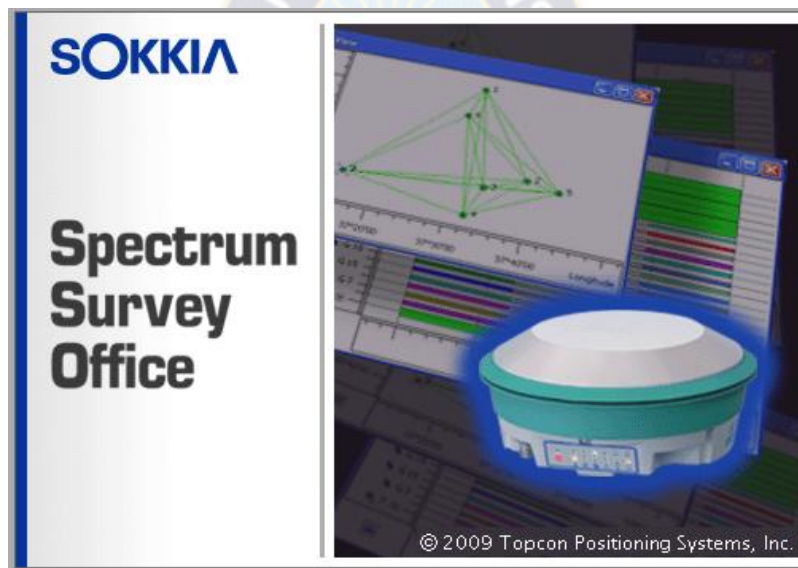


Fuente: INRA, Normas Técnicas Para el Saneamiento de la Propiedad Agraria

4.4.2.4.3. PROCESAMIENTO Y AJUSTE DE LOS DATOS GPSs

Transferidas la información recolectada por los receptores GPS en su propio formato (datos crudos) son depositados en una computadora, organizadas en un directorio descrito anteriormente y tratados con el software correspondiente Spectrum Survey Office v.7.5, estos fueron transformados a formato RINEX para su análisis y correspondiente procesamiento en cualquier Software de proceso y ajuste GPS.

Figura N° 30 Software Spectrum Survey Office

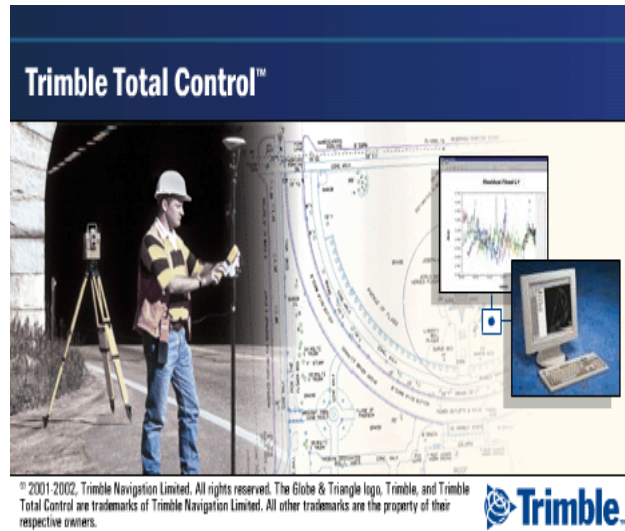


Fuente: Elaboración Propia

Empleando el software **Trimble Total Control** se procede a realizar el post-proceso de los datos obtenidos en campo, esto consiste en enlazar los puntos fijos (CORO y TOPO) con el punto P2065.

Seleccionados los distintos parámetros de procesamiento, se procesan y ajustan los datos con el fin de obtener los resultados. Éstos aparecen en el ajuste que se configura de manera que muestre las coordenadas cartesianas y geodésicas del punto P2065, Como ejemplo se muestra de una manera resumida el proceso de ajuste del día juliano 233 (P2065), y las figuras que precede muestra y detallan lo siguiente:

Figura N° 31 Software Trimble Total Control

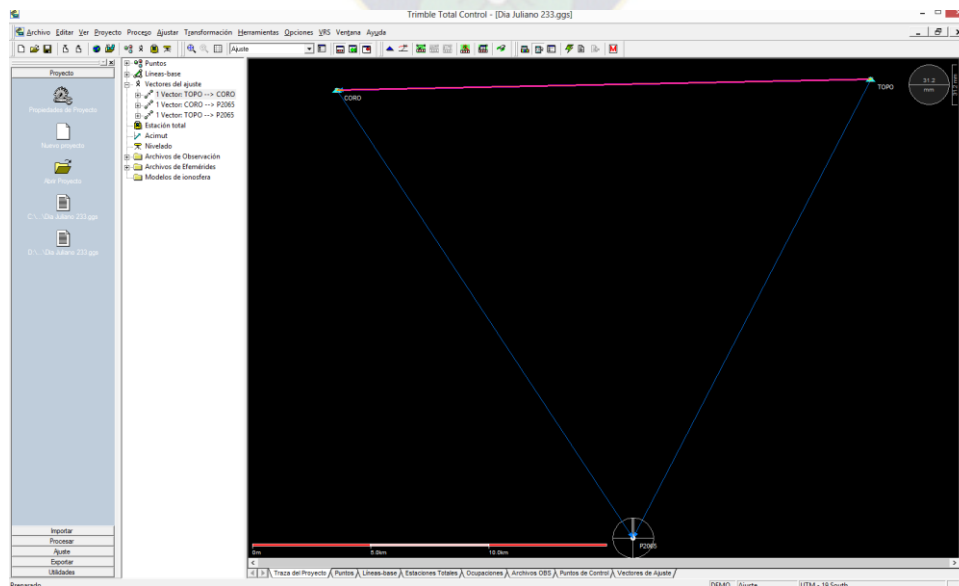


Fuente: Elaboración Propia

Vista Levantamiento:

Indica la posición de los puntos, líneas base ya georreferenciados procesados y ajustados.
(Ver Figura No.33)

Figura N° 32 Vista levantamiento (Traza del Proyecto)



Fuente: Creación Propia

Elección de puntos de control:

Con relación a los puntos de control se realiza una selección de los puntos bases que se cuenta, también se introduce los datos correspondientes de cada punto.

Figura No. 33

Vista Espacio de Trabajo – Líneas-base

Trimble Total Control - [Dia Juliano 233.ggs]

Transformación Herramientas Opciones VRS Ventana Ayuda

	Puntos	N [m]	Desv. Std. N	E [m]	Desv. Std. E	h [m]	H [m]	Desv. Std. Alitud [m]	Tipo	Ctrl N-E	Ctrl H	
ajuste	1	CORO	8100774.911	0.0000	558088.464	0.0000	4043.657	4043.657	0.0000	Nacional	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	2	TOPO	8101241.483	0.0000	580687.620	0.0000	4214.485	4214.485	0.0000	Nacional	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

ajuste
 TOPO --> CORO
 loble / Fija / L1 (*)
 CORO --> P2065
 loble / Fija / L1 (*)
 TOPO --> P2065
 loble / Fija / L1 (*)
 il

Fuente: Creación Propia

Figura No. 34

Vista Espacio de Trabajo – Líneas-base

Trimble Total Control - [Dia Juliano 233.ggs]

Transformación Herramientas Opciones VRS Ventana Ayuda

	Referencia	Secundario/a	Tiempo de Inicio	Intervalo de Tiempo [min]	dx [m]	Desv. Std. dx [mm]	dy [m]	Desv. Std. dy [mm]	dz [m]	Desv. Std. dz [mm]	Dist. de Pend. [m]	
	1	CORO	P2065	20/08/2012 01:17:30 p.m.	11580.00	-9604.308	2.5	-9999.174	3.1	18462.251	1.9	23088.541
	2	TOPO	CORO	20/08/2012 01:17:30 p.m.	17610.00	-21143.015	1.4	-8045.422	2.1	-468.393	1.3	22626.926
	3	TOPO	P2065	20/08/2012 12:23:00 p.m.	14850.00	11538.693	1.4	-1953.751	1.8	18930.653	1.2	22256.008

--> CORO
 Fija / L1 (*)
 l --> P2065
 Fija / L1 (*)
 l --> P2065
 Fija / L1 (*)

Fuente: Creación Propia

Figura No. 35

Vista Espacio de Trabajo – Vectores de Ajuste

Trimble Total Control - [Dia Juliano 233.ggs]

Transformación Herramientas Opciones VRS Ventana Ayuda

	Habilitar	Ajustar	Referencia	Secundario/a	Solución	dx [m]	dy [m]	dz [m]	Desv. Std. dx [mm]	Desv. Std. dy [mm]	S [m]	El [°] de al	Az [°] de al	Desv. l	Desv. l	Desv. Std. Az [°]	N	
ajuste	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	ADJ	TOPO	P2065	Dif. Doble / Fija / L1	-11538.693	1953.751	-18930.653	1.4	1.8	1.2	22256.970	-0.5952	206.6794	1.1	0.0	0.0 886
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	ADJ	TOPO	CORO	Dif. Doble / Fija / L1	-21143.015	-8045.422	-468.393	1.4	2.1	1.3	22626.871	-0.5340	268.5934	1.4	0.0	0.0 595
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	ADJ	CORO	P2065	Dif. Doble / Fija / L1	9604.308	9999.174	-18462.251	2.5	3.1	1.9	23088.545	-0.1572	146.9097	2.0	0.0	0.0 343

ajuste
 TOPO --> CORO
 loble / Fija / L1 (*)
 CORO --> P2065
 loble / Fija / L1 (*)
 TOPO --> P2065
 loble / Fija / L1 (*)
 il

Fuente: Creación Propia

Figura No. 36

Vista Espacio de Trabajo – Coordenadas obtenidas

Trimble Total Control - [Día Juliano 233.ggs]

Puntos	Código	Info	N [m]	E [m]	h [m]	H [m]	geoid. H [m]	X [m]	Y [m]	Z [m]	Control
1	CORO		8100774.911	598088.464	4043.657	4043.657	0.000	2239576.872	-5673084.434	-1872758.580	<input type="checkbox"/>
2	TOPO		8101241.483	590687.620	4214.485	4214.485	0.000	2261119.953	-5665039.035	-1872290.138	<input checked="" type="checkbox"/>
3	P2065		8081414.570	570626.832	4022.243	4022.243	0.000	2249581.221	-5663085.272	-1891220.811	<input type="checkbox"/>

---> CORO
 hija / L1 (*)
 ---> P2065
 hija / L1 (*)
 ---> P2065
 hija / L1 (*)

Fuente: Creación Propia

El error de ajuste del punto se encuentra por debajo de la tolerancia, por tanto se puede decir que la precisión obtenida en la referenciación del punto densificado P2065, con GPS de simple frecuencia, se encuentra dentro de los valores esperados, de acuerdo a precisiones exigidas por la norma técnica del INRA.

COORDENADAS OBTENIDAS DEL PUNTO DENSIFICADO P2065

Cuadro 14. Coordenadas obtenidas del Punto P2065

Nombre del punto:	Datum:	Coordenadas UTM		Coordenadas Geodésicas		ELEVACION	UBICACIÓN
		NORTE	ESTE	LATITUD	LONGITUD		
P2065	WGS-84	8081414.5698	570626.8316	17° 21' 06.14329" S	68° 20' 06.87682" O	4022.2429	COMUNIDAD ORIGINARIA CONDO

Fuente: Creación Propia

4.4.2.4.4. ELABORACIÓN DEL INFORME TÉCNICO DE DENSIFICACIÓN

Concluida con la densificación y con el respectivo proceso y ajuste de datos GPS, se procede a emitir un informe técnico, con el objetivo de poner en conocimiento de la unidad de catastro de la Dirección Nacional y ser aprobada por la misma.

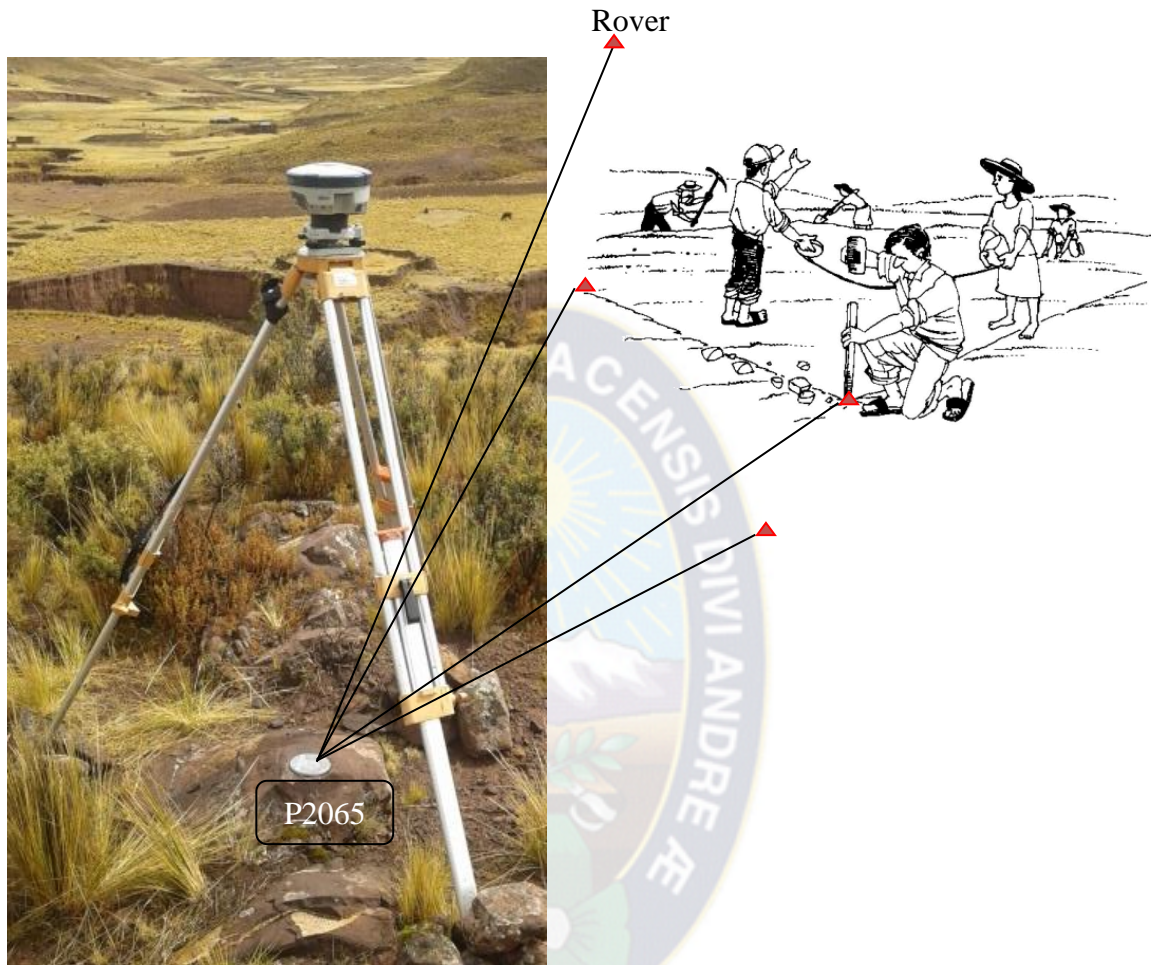
En el respectivo informe deberá ser adjuntos todos los datos obtenidos en el desarrollo del trabajo, también se adjuntan los siguientes documentos.

- Libretas GPS de los tres puntos.
- Croquis de ubicación del punto “P2065”
- Fotografía del punto densificado
- Para el desarrollo de esta actividad se considera en su integridad el contenido del acápite procesamiento y ajuste de datos; contenidos en la Guía Técnica de Densificación de la Red Geodésica.
- reporte de ajuste obtenidas con el software trimble geomatic office

4.4.2.5. MENSURA DE LOS VÉRTICES DEL PERÍMETRO DE LA COMUNIDAD

Obtenida la medida y el respectivo ajuste de datos GPSs del punto densificado P2065, se prosigue a la mensura y amojonamiento de los vértices perimetrales de la Comunidad Originaria Condo, se efectuó por el método directo con los receptores GPSs geodésicos enlazados al punto geodésico densificados P2065, hasta poder concluir con la mensura de todos los vértices perimetrales de la Comunidad mencionada.

Figura 37. Fotografía del punto densificado P2065 Sokkia GRX-1



Fuente: datos del proyecto

4.4.2.6. PASOS A SEGUIR EN LA MEDICION PERIMETRAL

Obtenido el punto geodésico densificación del punto P2065, se realiza la medición del perímetro de la TCO COMUNIDAD ORIGINARIA CONDO, de acuerdo al siguiente detalle:

- **Se realiza el acta de conformidad de linderos**, esta acta es la más importante ya que es el inicio del saneamiento ya en la mensura misma, porque inicialmente tendrá que haber conformidad en el vértice que será mensurado.

Los pasos a seguir son los siguientes:

- Se llena inicialmente el número de vértice.
- Los nombres de los predios.
- La hora el día y fecha en el que se efectúa el saneamiento.
- Luego se inscribe los nombres y firmas de los representantes de ambas comunidades.
- Para luego finalizar con el verificado y las respectivas firmas.

Monumentacion y/o amojonamiento, e inscripción de vértice, firmada el acta de conformidad de linderos, se procede a su señalización con el amojonamiento del mismo, a través de estacas, machones o mojonos seguidamente se hará el pintado e inscripción del mojón, en caso de existir conformidad de los colindantes se pintara de color amarillo, y si no existiera se pintara de color rojo.

Características del bulón:

I.N.R.A. La institución ejecutora del saneamiento en este caso el Instituto Nacional de Reforma Agraria.

SAN-TCO. La modalidad de saneamiento, Saneamiento de Tierras Comunitarias de Origen.

20040001. La numeración significa, el 2 código geográfico departamental en este caso La Paz, el 004 número de polígono de saneamiento y por último el 0001 es el número de vértice que toca a mensurar.

➤ **Mensura del vértice**, la medición se realizó por el Método de medición directa, según las especificaciones básicas admisibles para la colección de datos GPS, de acuerdo a normas técnicas.

- Tiempo de observación en función del tipo de receptor, longitud de la línea base, número de satélites, geometría de los satélites (GDOP) y la ionosfera. En

lo fundamental debe garantizar la solución de ambigüedades en el post-procesamiento de datos GPS.

- Mínimamente 5 satélites comunes observados.
- Intervalo para el grabado de datos de 5 a 15 segundos.
- Máscara de elevación 15 grados o de acuerdo al equipo y área de mensura.

➤ **Llenado planilla referenciación de vértices prediales GPS**, es la anotación y recolección de información del GPS.

Los pasos a seguir son los siguientes:

- Inicialmente se realiza el llenado de datos del vértice, los datos de la monumentación como la especificación del mojón si es de hormigón o de machón, la placa generalmente es de bronce o aluminio, en caso de no haber éstas plaquetas se pone clavo de calamina, la inscripción del mojón, fecha en la que fue mensurado.
- En el registro de observaciones, el llenado del día juliano² la hora de sesión y las coordenadas geodésicas como la altura, También las especificaciones del equipo como ser la marca, modelo, números de series y por último la estación base.
- Luego se realiza el dibujo del croquis de ubicación, que nos sirve para poder ubicarnos conjuntamente con la brújula y sus respectivas referencias.
- Finalmente se hace una breve descripción de ubicación del vértice.
- La Fotografía de Vértice (solo en caso de conflicto). Se pone en medio de la planilla la impresión fotográfica de sus respectivas autoridades (se aconseja que las personas demandantes posen a la izquierda y los colindantes a la derecha).
- Finalizando, se anota los nombres completos y la comunidad a la que pertenecen, las personas que se encuentran en la fotografía en el mismo orden que posaron de izquierda a derecha.

² Día Juliano, Cada uno de los días contados ininterrumpidamente desde el 1 de enero al 31 de diciembre

- **Elaboración del croquis predial**, a hora de la medida y amojonamiento de los vértices perimetrales de la comunidad, paralelamente se deberá realizar el croquis predial de la Comunidad, reflejando los códigos de los vértices y los límites de las comunidades colindantes.

4.4.2.7. PROCESO Y AJUSTE DE LOS DATOS GPS DE LOS VÉRTICES PERIMETRALES

Empleando el software GNSS Solutions se procede a realizar el post-proceso de los datos obtenidos en campo, esto consiste en enlazar el punto Geodésico (P2065) con los demás puntos móviles del perímetro de la comunidad.

Vista Tiempo:

En el grafico se refleja el tiempo de observación que tuvo el receptor, también se evidencia que quedan perfectamente solapados entre la base y los de más puntos moviles. (Ver Figura N° 38)

Figura 38. Vista Tiempo

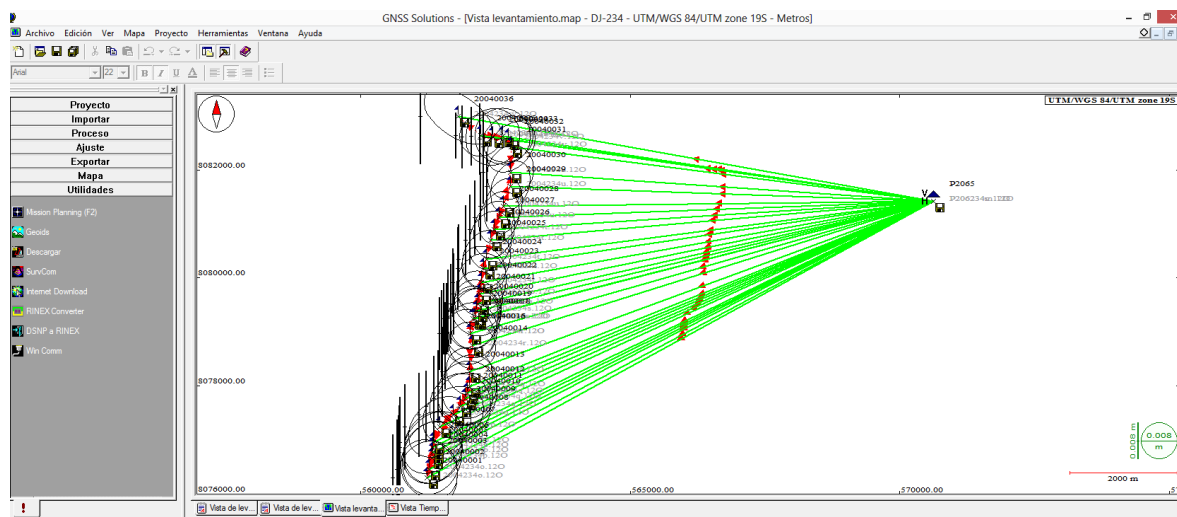


Fuente: Creación Propia

Vista Levantamiento:

En el gráfico se refleja la posición de los puntos y las líneas bases formadas desde el punto base P2065 a los puntos rover, que son los vértices del perímetro, también se puede observar las elipses de error ya georeferenciados procesados y ajustados. (Ver Figura No.39)

Figura No. 39 Vista Levantamiento



Fuente: Creación Propia

Libro de Trabajo (Vista Libro de Trabajo):

Indica la información que contiene cada punto, como sus coordenadas, tiempo de observación, solución y las pruebas Adj_QA y TAU_Tes. GNSS Solutions realiza entonces una prueba Chi-cuadrado, después de pasar la prueba Chi-cuadrado, el programa lleva a cabo una prueba Tau para cada vector, con los residuales de cada vector para detectar errores graves. Se muestra el resultado de la prueba Tau para cada vector en la ficha Análisis de ajuste de la ventana work book. Sólo se indican aquellos vectores que no pasan la prueba.

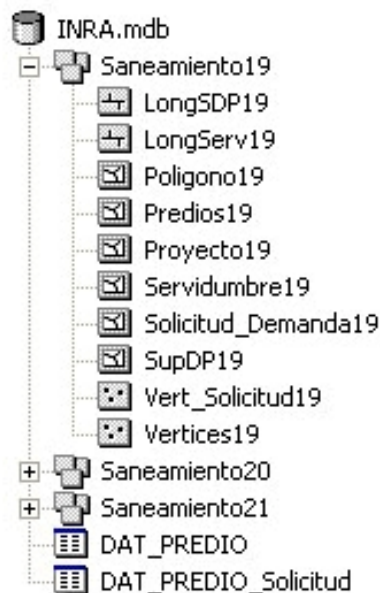
El los reportes de ajustes se evidencia que los errores de ajuste de los puntos son menores a las tolerancias, por tanto se puede decir que la precisión obtenida en la

referenciación de los vértices prediales con GPS de simple frecuencia, se encuentra dentro de los valores esperados, de acuerdo a precisiones exigidas por normas técnicas, “precisión horizontal relativa sub métrica (de ± 0.30 a ± 0.99) respecto a un punto de control de la Red Geodésica”. De esta manera la precisión horizontal de las coordenadas UTM. y GEODESICAS se puede apreciar que el valor máximo es 10 centímetros, mientras que en vertical alcanza a 19 centímetros, teniendo un nivel de confianza del 95% en ambos casos

4.4.2.8. ESTABLECIMIENTO DE BASE DE DATOS GEOGRAFICA

La Base de Datos Geográfica (Geodatabase), se constituye en una herramienta institucional que permite el almacenamiento físico de la información geográfica. Cada Dirección Departamental del INRA, deberá conformar una base de datos geográfica con los resultados de los procedimientos agrarios administrativos de todo el departamento correspondiente, La estructura de la base de datos geográfica es la que se presenta a continuación:

Figura No. 40 Estructura de la Base de Datos Geográfica



Fuente: Norma Técnica INRA

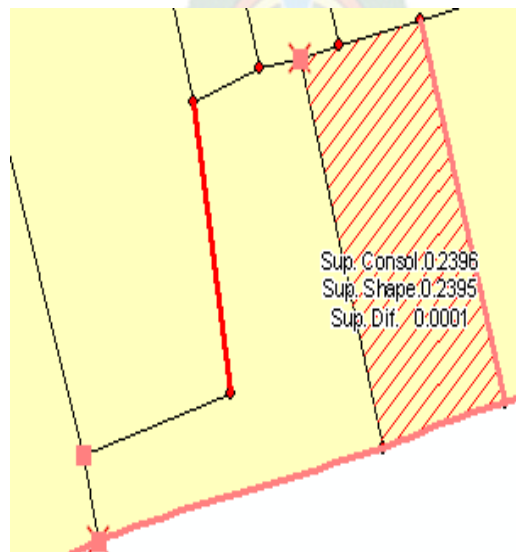
El INRA ha uniformizado el software ARC GIS 10. Ya que se requiere un programa que almacene tanto información gráfica como alfanumérica que permita la gestión conjunta de ambos tipos; también se ha puesto especial atención a que debe ser un programa compatible con otros programas como Microstation, Auto Cad como sistema de CAD.

Una vez obtenido las coordenadas de los vértices perimetrales de la Comunidad Originaria Condo se procedió a armar del mosaico de la comunidad con ayuda del Software Arcgis y de las fotografías aéreas del sector, para realizar la actualización cartográfica, digitalizando ríos, caminos, lagos, etc. Esto con la finalidad de obtener el GDB armado de la Comunidad Originara Condo.

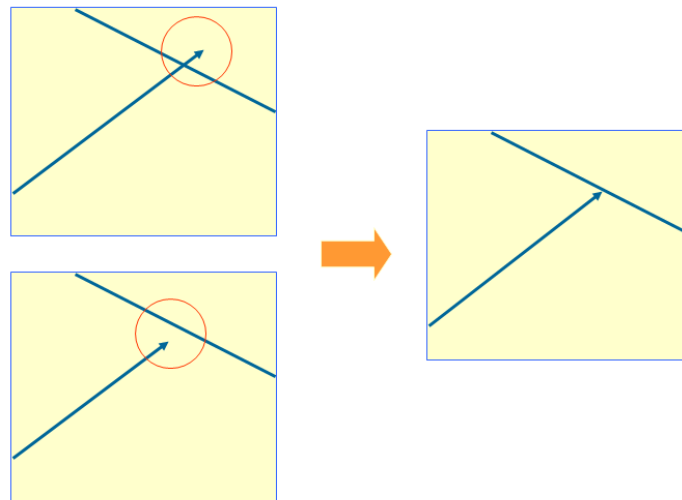
Control topológico, al realizar el control topológico se pueden identificar que Automatiza la detección de errores como:

- Sobre posiciones
- Espaciado entre predios
- Vértices no coincidentes con predios
- Error de coordenadas en vértices
- Error de superficies.

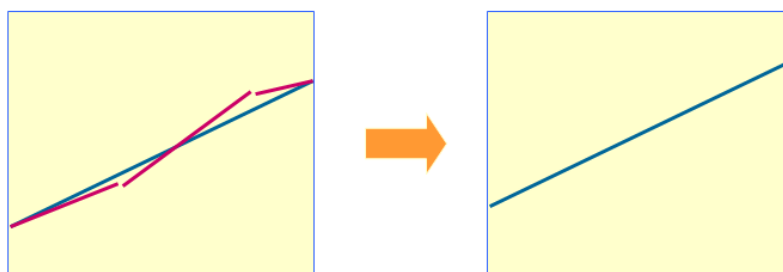
Figura No. 41 Vértices no coincide con los predios, sobreposiciones de predios



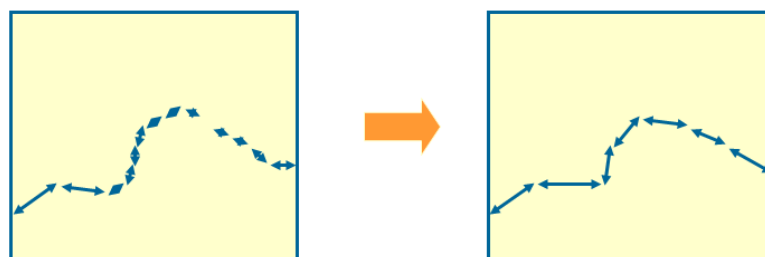
En la detección de nodos se tiene las Siguietes gráficas.



Eliminación de líneas dobles



Eliminación de vértices innecesarios



Fuente: Elaboración Propia

Identificados los errores topológicos, los mismos son corregidos en el trabajo de gabinete.

4.4.3. ELABORACION DEL PLANO CATASTRAL

Los planos prediales son la representación gráfica de la Comunidad, resultado del levantamiento de información en campo, para su aplicación en el proceso de saneamiento de la propiedad agraria y conformación del catastro rural, estos son elaborados e impresos a escalas conforme describe el documento "Guía Técnica de Elaboración Planos" del Instituto Nacional de Reforma Agraria.

Para elaborar el plano de la TCO COMUNIDAD ORIGINARIA CONDO se requiere contar con las siguientes informaciones:

- Ortofotos del área de resolución 30cm x 30cm.
- Información en archivos shape del mosaico de la TCO Comunidad Habara
- Así como toda la información gráfica asociada a entidades almacenadas en el sistema (Logos, croquis de campo, listado de coordenadas, fotografías, etc.)

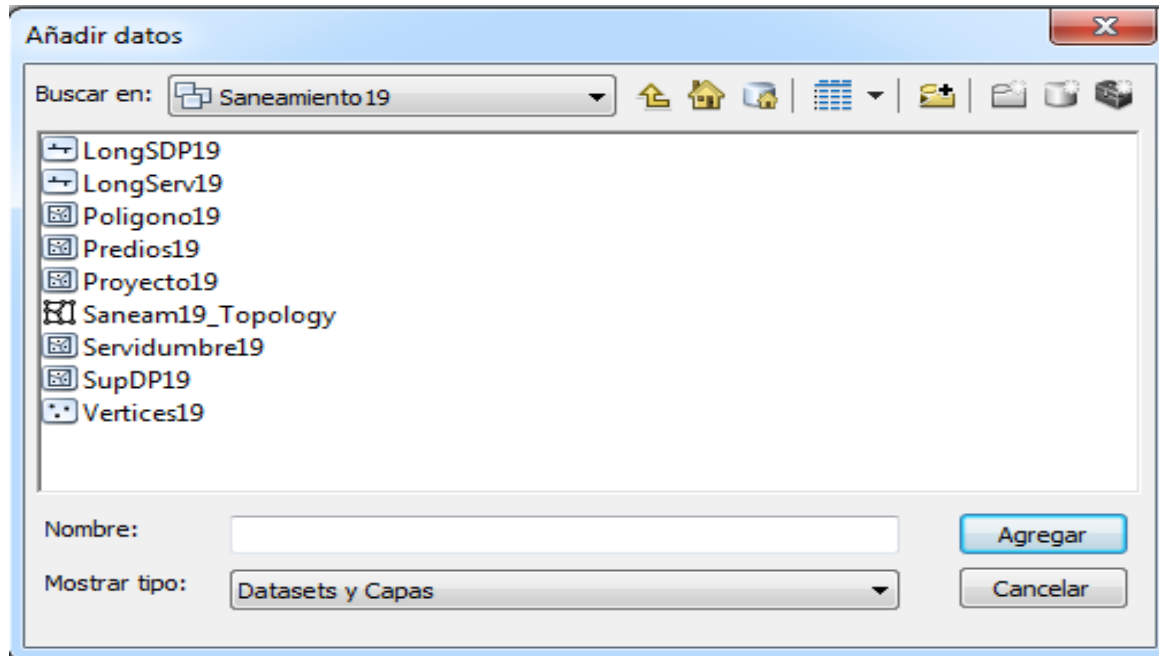
Figura No. 42 Software ARC GIS 10



Fuente Creación Propia

Toda la información georreferenciada del sistema fue almacenada en una Geodata Base en proyección UTM zona 19. (Ver Figura No.43)

Figura No. 43 Geodata Base TCO Comunidad Originaria Condo



Fuente: Creación Propia

AREA V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Se logró obtener las coordenadas de 309 vértices de la TCO Comunidad Originaria Condo, mismos vértices fueron obtenidas por el método directo con los receptores GPS geodésicos enlazados al punto de Control Horizontal P2065, con el margen de error admitido de acuerdo a las normas técnicas del INRA. (Art. 62 parágrafo I, inciso b); precisión horizontal relativa sub-métrica (de ± 0.30 a ± 0.99 metros).

Se logró que los ajustes y procesamientos de datos GPS del punto densificado P2065, como también los vértices perimetrales de la TCO Comunidad Originaria Condo, con un nivel de confianza del 95 %, se encuentra dentro las tolerancias exigidas en el manual de las Normas Técnicas del Instituto Nacional de Reforma Agraria (INRA), como se muestra en los reportes de ajuste. (*Ver Anexo "4-5" procesamiento y ajuste de vertices*)

Producto del relevamiento de información en campo y gabinete, se determinó los límites y la superficie a consolidación de la TCO Comunidad Originaria Condo, donde se elaboró el respectivo plano catastral cumpliendo con las normas técnicas que exige el INRA. (*Ver Anexo "2-3" plano catastral de la TCO Comunidad Originaria Condo*)

5.3. RECOMENDACIONES

El Instituto Nacional de Reforma Agraria deberá implementar oficinas regionales en las diferentes provincias del departamento de La Paz, consideradas como entidades desconcentradas del INRA, que tendrán la finalidad de disminuir el flujo de visitantes del área rural a las oficinas del INRA en la ciudad de La Paz; asimismo atenderán las solicitudes presentadas en sus respectivas regiones ya que contarán con encargados y

responsables en cada regional, esta implementación constituye un factor positivo dentro el proceso de saneamiento de tierras ya que permitirá atender las solicitudes presentadas por los beneficiarios en cada región del departamento de La Paz, evitando su traslado a la ciudad de La Paz.

El Instituto Nacional de Reforma Agraria (INRA-LA PAZ), no cuenta con todos los equipos necesarios para efectivizar procesos pilotos a corto plazo y que permitan dar respuestas a las necesidades de cada región, obtener resultados óptimos a tiempos cortos y a bajo costo, tal es el caso de la falta de equipos de precisión como GPS RTK, las mismas que son aplicadas en el lugar de trabajo que hubieran permitido acelerar sus resultados en tiempo real y por ende garantizar el derecho propietario en forma masiva y a corto plazo.

Para la etapa de relevamiento de información en campo, dentro el proceso de saneamiento es necesario tener conocimientos amplios en el área técnico y jurídico, para poder informar y aplicar los términos correspondientes en campo, para evitar conflictos y enfrentamientos.

Es recomendable actualizar la red geodésica, además de ver la posibilidad de reponer algunos puntos de control para este efecto.

De acuerdo a las experiencias vividas debemos de actualizarnos constantemente en cuanto a las diferentes normas técnicas catastrales establecidas por el INRA, al mismo tiempo debemos de conocer cuáles son sus obligaciones y derechos del funcionario técnico dentro de este campo de trabajo, como también proponer alternativas de solución.

AREA VI

BIBLIOGRAFIA

6.1. BIBLIOGRAFIA

- INRA, (2008) Normas Técnicas Para El Saneamiento de la Propiedad Agraria La Paz – Bolivia
- Policopiado de Geodesia (2000) Capítulo I Y Capitulo Ii
- *Sistema de Posicionamiento Global (10 de nov.) PDF, en la Ciudad de Costa Rica*
- <http://www.sistema.de.pocesionamiento.global/imagenes.shtml>
- Task Orden Ander, (1986) PDF “Situación Actual de Tierras Agrarias en Bolivia”, situación actual de la propiedad de la tierra agraria en Bolivia.
- Sección IV Artículo 17 INRA Ley 3545
LEY 3545 Y SU REGLAMENTO.
Tercera edición de 2008.
- Gómez Jáuregui y Chuquimia.
REFLEXIONES Y ANÁLISIS HISTORICO La Paz - Bolivia 2002.
Curso Preuniversitario, Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación
Universidad Mayor de San Andrés.
- Posnansky Arthur.
LOS CHIPAYAS DE CARANGAS La Paz - Bolivia 1918.
Vicepresidente de la Sociedad Geográfica de La Paz, Instituto Tihuanacu de
Antropología, Etnográfica. p5 al 12.

- THALES

MANUAL DE SOFTWARE GNSS SOLUTIONS.

www.thalesgroup.com/navigation.

- Ramiro Suárez Soruco
COMPENDIO DE GEOLOGÍA DE BOLIVIA La Paz- Bolivia Junio 2000
Revista Técnica de Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos.
Volumen I8 No 1-2 p.13 al 33.
- Wolf – Brinker 1997.
TOPOGRAFÍA.
Novena Edición Alfaomega p.368 al 370.
- GPS GEOSISTEMAS 1998.
NOTAS Y APUNTES SOBRE GPS.
Seminario Internacional GPS Buenos Aires IGM. p107.
- Alex Padilla Ch. 1998.
MEDIOS DE TRANSMISIÓN EN REDES DE COMPUTADORA.
Suplemento Ciencia y Computación del Diario Parte VIII p7.
- Apuntes de clase.
MATERIAS DE CARTOGRAFIA Y GEODESIA.
Durante los años 2006-2011 dictados en la Universidad Mayor de San Andrés
Facultad Tecnología carrera de Topografía y Geodesia.
- Superintendencia Agraria 2001
MAPA DE COBERTURA Y USO ACTUAL DE LA TIERRA.
Memoria Explicativa, p.26.

ANEXOS

ANEXO 1

ANEXO DE CRONOGRAMAS

ANEXO 1 - 1 CRONOGRAMA DE TRABAJO

ANEXO 1 - 2 FLUJO DEL PROCESO DE SANEAMIENTO TCO

**ANEXO 1 - 3 ESTADO DE SANEAMIENTO DE LA PROVINCIA
DE PACAJES**

ANEXO 1 - 4 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL AREA

ANEXO 2

ANEXO DE PLANOS

ANEXO 2-1 PLANO DE DETERMINATIVA DE ÁREA POL. 004

**ANEXO 2-2 PLANO DE DIAGNÓSTICO DE EXPEDIENTES
AGRARIOS**

**ANEXO 2-3 PLANO CATASTRAL DE LA COMUNIDAD
ORIGINARIA CONDO**

ANEXO 3

ANEXO DE PLANILLAS DEL PUNTO DENSIFICADO “P2065”

**ANEXO 3-1 PLANIFICACIÓN PARA LA DENSIFICACIÓN DEL
PUNTO P2065**

ANEXO 3-2 INFORME DE RED GEODÉSICA DEL PUNTO “TOPO”

ANEXO 3-3 FOTOGRAFÍA DEL PUNTO GPS “TOPO”

ANEXO 3-4 INFORME DE RED GEODÉSICA DEL PUNTO “CORO”

ANEXO 3-5 FOTOGRAFÍA DEL PUNTO GPS “CORO”

**ANEXO 3-6 REPORTES DE AJUSTE DEL PUNTO DENSIFICADO
“P2065”**

**ANEXO 3-7 DATOS OBTENIDOS DEL PUNTO DENSIFICADO
“P2065”**

ANEXO 4

ANEXO DE PLANILLAS DE CAMPO

- ANEXO 4-1 CROQUIS PREDIAL**
- ANEXO 4-2 ACTA DE CONFORMIDAD DE LINDEROS**
- ANEXO 4-3 REFERENCIACION DE VÉRTICES**
- ANEXO 4-4 FOTOGRAFÍA DE MEJORAS**
- ANEXO 4-5 REPORTE DE AJUSTE DEL DJ-238**

ANEXO 5

ANEXO DE FOTOGRAFIAS

