

**UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
NUCLEO UNIVERSITARIO RAFAEL RANGEL  
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA**

**DENSIFICACIÓN DE LA RED GEODÉSICA MUNICIPAL EN EL SECTOR  
LOMA DE ZABALA, PARROQUIA PAMPANITO, MUNICIPIO PAMPANITO  
DEL ESTADO TRUJILLO**

Por:

Rivero Matheus Abraham José  
C.I.: 18.984.047

Trabajo de Grado Presentado a la Universidad de Los Andes, Núcleo Universitario "Rafael Rangel", en cumplimiento parcial de los requisitos para optar al Título de:

**INGENIERO AGRÍCOLA**

---

Tutora académica:  
Ing. Civil Raquel Pachas.

---

Ing. Agrícola Johny Humbría  
Asesor Académico

---

Ing. Geodesta José Hernández  
Asesor Institucional

**Septiembre, 2012**

## DEDICATORIA

A Dios por estar siempre a mi lado y por darme la sabiduría y la paciencia a lo largo de la carrera para poder culminarla.

A mis Padres por estar siempre a mi lado y apoyándome en todo momento para no decaer en los momentos más difíciles de mi carrera.

A mis Hermanos Josué y Edgar Rivero porque siempre han estado a mi lado apoyándome y dándome ánimos en todo para ser siempre alguien mejor.

A mi Abuela Blanca Matheus y a mí Tío Ramón Villegas porque siempre han estado a nuestro lado apoyándonos en todo para que seamos buenos en lo que hacemos.

A mi Tío Julio Villegas porque siempre estuvo a nuestro lado y nos enseñó que las cosas se hacen bien sino no se hacen. Aunque no estés aquí en este momento sé que desde el cielo me acompañas y me das la bendición.

## AGRADECIMIENTO

A Dios Todo Todopoderoso por inspirarme muy sabiamente en lo que debí hacer en cada momento durante la realización de los estudios y feliz término de la carrera.

A la Ilustre Universidad de los Andes (NURR), quien abrió las puertas para la conducción de nuestra preparación.

A mis Padres Gladys Matheus y Edgar Rivero que siempre estuvieron pendientes y me apoyaron en todo momento para la culminación del proyecto de Grado.

A mis Hermanos Josué y Edgar Rivero porque siempre estuvieron prestándome su apoyo en la realización de este Proyecto.

A mi Tutora Raquel Pachas por su aporte sustancioso en el desarrollo de este Proyecto de Grado.

A mis asesores, Johny Humbría y José Napoleón Hernández, por su colaboración en este trabajo y por haber llenado la experiencia gratificante este proceso para la culminación de mi tesis.

A la Familia Hernández Rojo por su colaboración en este Proyecto y contribuir al fortalecimiento de mis conocimientos, gracias a ellos pude realizar este trabajo.

A mis Amigos José Manuel, Gerly Hernández y Jesús Urdaneta que me prestaron su apoyo en el trabajo de campo de este Proyecto. Muchas Gracias.

A mis amigos Orlando Rangel y Ebriel Canelon por su colaboración en este Proyecto y contribuir al fortalecimiento de mis conocimientos, Gracias.

A mis Amigas Francly Guerrero y Lorena Araujo quienes me prestaron su apoyo para la realización de este proyecto, Muchas Gracias.

A mis Amigas Nelsa Briceño, Daniela Mariana Ruza, Yolimar Torres, Lorena Peña, Marvely Torres y María Gabriela Sáez, quienes siempre estuvieron pendientes, me apoyaron y me dieron ánimos cuando más lo necesite, Muchas Gracias.

A los Señores Pedro Cabrera, Rodrigo Márquez y a sus familiares por prestarme su colaboración y abrirme las puertas de su finca para la realización de este trabajo.

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
NÚCLEO UNIVERSITARIO “RAFAEL RANGEL”  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA

**DENSIFICACIÓN DE LA RED GEODÉSICA MUNICIPAL EN EL SECTOR  
LOMA DE ZABALA, PARROQUIA PAMPANITO, MUNICIPIO PAMPANITO  
DEL ESTADO TRUJILLO**

Realizado por:

Rivero M. Abraham J.

Tutor Académico:

Ing. Civil Raquel Pachas.

**RESUMEN**

La presente investigación permitió densificar la Red Geodésica Municipal al Posicionar cuatro (4) Vértices Geodésicos con tecnología GPS en el Sector Loma de Zabala, Parroquia Pampanito, Municipio Pampanito del Estado Trujillo, los cuales servirán de apoyo al sistema geodésico municipal y facilitará a los productores y comunidad circundante realizar los levantamientos a un costo más económico. Las mediciones se realizaron con 2 receptores GPS de doble frecuencia Trimble 5700 y un receptor de una frecuencia Trimble R3, en la modalidad estática, partiendo de dos (2) controles geodésicos de orden C certificados por el IGVSb, para los cual se consideraron, el vértice Pampanito, Ubicado en El Núcleo Universitario Rafael Rangel NURR-ULA Parroquia Pampanito, Municipio Pampanito, y el Vértice La Cejita, ubicado en la plaza de La Cejita en la Parroquia Antonio Nicolás Briceño, Municipio San Rafael de Carvajal, ambos ubicados en el Estado Trujillo. Los datos obtenidos en campo se vaciaron en un ordenador y se procesaron con el programa Trimble Total Control software autorizado por el IGVSb para obtener las coordenadas de los vértices de densificación. Arrojando como resultado final las siguientes coordenadas: **Vértice 1 Norte:** 1.036.336,6405m, **Este:** 337.693,1424m, **Altitud:** 943,1781m, **Elevación:** 949,6814m, **Vértice 2 Norte:** 1.036.349,5082m, **Este:** 337.760,3300m, **Altitud:** 988,3659m, **Elevación:** 994,8672m, **Vértice 3 Norte:** 1.036.638,8206m, **Este:** 337.232,2142m, **Altitud:** 832,8940m, **Elevación:** 839,4483m, **Vértice 4 Norte:** 1.036.593,0737m, **Este:** 337.346,2148, **Altitud:** 841,7630m, **Elevación:** 848,3073m.

**Palabras Claves:** GPS, Vértice Geodésico, Control Geodésico, Red Geodésica, Densificación de la Red Geodésica, Post-Proceso.

## INDICE GENERAL

<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Resumen	vi
Índice General	vii
Índice de Figura	xi
Índice de Tabla	xii
<b>CAPITULO I</b>	
Planteamiento del Problema	13
1.1. El problema	
1.2. Objetivos	17
1.2.1. Objetivo General	17
1.2.2. Objetivos Específicos	17
1.3. Justificación	18
1.4. Delimitación del Área de Estudio	20
<b>CAPITULO II</b>	
Marco Teórico	21
2.1. Antecedentes	21
2.2. Bases teóricas	22
2.2.1. El Sistema de Posicionamiento Global	22
2.2.2. Sistemas de Referencia Geodésicos	24
2.2.3. Red Geodésica	25
2.2.4. Red Geodésica Municipal (RGM)	25
2.2.5. Densificación de la Red Geodésica Municipal (DRGM)	27
2.2.6. Vértices Geodésicos	27
2.2.7. Control Geodésico	27
2.2.8. La Geodesia	27
2.2.9. Geoide	28

2.2.10. Elipsoide	28
2.2.11. Datum Geodésico	28
2.2.12. Altura Ortométrica	28
2.2.13. Altura Elipsoidal	29
2.2.14. Campaña de Medición GPS	29
2.2.15. Dilución de Precisión en Posición	29
2.2.16. Datos Crudos	29
2.2.17. Post - Proceso	29
2.2.18. Ajuste	30
2.2.19. Rinex	30
2.3. Bases Legales	30
2.3.1. Constitución de la República Bolivariana de Venezuela	30
2.3.2. Ley de Geografía Cartografía y Catastro Nacional	31
2.3.3. Normas Técnicas para la Formación y Conservación del Catastro Nacional	31
2.3.4. Normativa para el establecimiento de los vértices DRGM	31
2.3.4.1. Monumentación	31
2.3.4.2. Nomenclatura	32
2.3.4.3. Exactitudes Exigidas	33
2.3.4.4. Ubicación	33
2.3.4.5. Obstrucciones e Interferencias	30
2.3.4.6. Modo de Posicionamiento GPS	34
2.3.4.7. Resultados	36
2.3.4.8. Control Geodésico para Levantamientos Catastrales	36
CAPITULO III	
Marco Metodológico	38
3.1. Tipo de Investigación	38
3.2. Diseño de la Investigación	38
3.3. Metodología	38
3.4. Esquema metodológico	39

3.5. Planificación de la Campaña de Medición	40
3.5.1. Búsqueda de la Información	40
3.5.2. Ubicación y Selección de los Vértices	40
3.5.3. Selección de Instrumentos y Equipos	41
3.5.4. Selección del personal	41
3.5.5. Diseño de Monumentos y Marcas Geodésicas	41
3.5.6. Diseño del Establecimiento de los Vértices	42
3.5.7. Medición de la Campaña	42
3.5.8. Análisis del Post – Proceso	47
3.6. Descripción de la Zona de Estudio	48
3.6.1. Ubicación y Límites	48
3.6.2. División Político Territorial	49
3.6.3. Superficie de Terreno del Municipio	49
3.6.4. Consejos Comunales del Municipio	50
3.6.5. Características Geográficas	50
3.6.5.1. Provincias Fisiográficas	50
3.6.5.2. Clima	51
3.6.5.3. Contexto Hidrográfico	51
3.6.5.4. Suelos	52
3.7. Zonas Biogeográficas	52
3.7.1. Fauna	52
3.7.2. Vegetación	52
3.8. Descripción del Área de Estudio	53
3.8.1. Ubicación del Área	53
3.8.1.1. Política – Administrativa	53
3.8.1.2. Geográfica	53
3.8.1.3. Límites	54
3.8.1.4. Superficie y Altitud	54
3.9. Producción Agrícola por Rubro	54

CAPITULO IV	
4.1. Análisis de resultados	
4.2. Cálculos y Resultados	55
4.3. Evaluación del Control Geodésico	55
4.4. Calculo de las Coordenadas de los Vértices de Densificación	58
CAPITULO V	
5.1. Conclusiones	64
5.2. Recomendaciones	65
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67
APÉNDICES	72
Apéndice 1: Normas para el Establecimiento de la Red Geodésica Municipal (RGM) Utilizando GPS	73
Apéndice 2: La Red Geodésica Municipal, Instructivo para su Establecimiento	79
Apéndice 3: Normativa para Establecer los Vértices de Densificación de la Red Geodésica Municipal (DRGM)	83
Apéndice 4: Planillas de los Controles Geodésicos	88
Apéndice 5: Revisión Fotográfica	89
Apéndice 6: Libreta de Campo	108
Apéndice 7: Planillas de los Vértices de Densificación	109

## INDICE DE FIGURAS

<b>Fig.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1	Procedimiento General para la Formación y Conservación del Catastro – Red Geodésica	26
2	Monumento del Vértice 2 de Densificación	42
3	Trazado de las Triangulaciones de los vértices de densificación con respecto al Control Geodésico Pampanito	43
4	Trazado de la Triangulación La Cejita, 1, 2	44
5	Trazado de la Triangulación La Cejita, 2, 3	44
6	Trazado de la Triangulación La Cejita, 2, 4	45
7	Trazado de la Triangulación La Cejita, 1, 4	45
8	Trazado de la Triangulación La Cejita, 1, 3	46
9	Trazado de la Triangulación La Cejita, 3, 4	46
10	Línea Base de los Controles Geodésicos La Cejita y Pampanito	47
11	Líneas Bases de la Red sin Escala	47
12	Vista de la línea base Pampanito – La Cejita	56
13	Vista de las líneas bases obtenidas en campo	58
14	Vista de las líneas bases formadas por el Control geodésico La Cejita y los vértices de densificación	60
15	Vista de las líneas bases del Control Geodésico Pampanito y los vértices de densificación	61
16	Vista de las líneas bases los vértices de densificación	62

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1	Exactitudes exigidas para los vértices de DRGM	33
2	Coordenadas de los controles geodésicos de orden C certificados por el IGVSB.	39
3	Nombre de los equipos	43
4	División Político Territorial del Municipio Pampanito	49
5	Superficie de terreno del Municipio Pampanito	49
6	Consejos Comunales en el Municipio Pampanito	50
7	La producción de los rubros más importantes dentro del área del consejo comunal Vega del Plantón Loma de Sabal	54
8	Datos de IGVSB de las coordenadas de los Controles geodésicos La Cejita y Pampanito.	56
9	Coordenadas Obtenidas del cálculo de la línea base Pampanito - La Cejita fijando el vértice Pampanito.	57
10	Comparación de las coordenadas obtenidas del vértice La Cejita con las coordenadas existentes del vértice REGVEN La Cejita.	57
11	Coordenadas de los Vértices de densificación del análisis de todas las líneas bases	58
12	Coordenadas de los Vértices de densificación del análisis de las líneas bases con respecto al Control Geodésico La Cejita	60
13	Coordenadas de los Vértices de densificación del análisis de las líneas bases con respecto al Control Geodésico Pampanito	62
14	Coordenadas de los Vértices de densificación del análisis de las líneas bases con respecto al Vértice 4	63

## CAPITULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1. El Problema

Desde los principios de la humanidad el hombre utilizó mapas para establecer distancias, recorridos y localizaciones, para desplazarse de unos lugares a otros. Pero fueron Pitágoras (580-500 a.C.) y Parménides (540-470 a.C.) los primeros en defender que la tierra es de forma esférica y ahora el objetivo es medirla para representarla de manera real, Caturla (2009).

De ahí que Sevilla (1999), Indica que se comenzaron con métodos y observaciones astronómicas tratando de obtener la dirección de la vertical; determinar, pues, coordenadas astronómicas, latitud, longitud (o el tiempo) y acimutes astronómicos. Con los datos obtenidos tratar de determinar el geoide como figura de la Tierra y efectuar la reorientación de redes geodésicas. Seguido de esto se realizaron observaciones que están constituidas por la medición de ángulos y distancias en la superficie terrestre.

Gracias a los avances tecnológicos en las últimas décadas, la aparición de nuevas técnicas de medición, en particular el sistema de posicionamiento global (GPS), se han creado sistemas de Referencia que permitan representar a la tierra en su forma real. Garafulic (2010).

Así en Venezuela en 1995 se presenta la realización del Sistema de Referencia Geocéntrico para América del Sur (SIRGAS), en cuya campaña se logró establecer 5 estaciones, simultáneamente se establecen 67 estaciones GPS distribuidas en todo el país excepto en la región del amazonas para presentar de esta manera el desarrollo del proyecto Red

geocéntrica Venezolana (REGVEN). Posteriormente se realizó otra campaña en el año 2002 del proyecto SIRGAS durante el cual se lograron establecer 11 estaciones, paralela a esta campaña se realizó la remediación de REGVEN durante la cual se logró extender a la región del Amazonas. En esta oportunidad se establecieron 89 vértices. Hernández (2002).

A consecuencia de esto, por resolución del Ministerio del Ambiente y de los recursos naturales renovables (N° 10, del 22 de enero de 1999) publicada el 03 de marzo de 1999 en la gaceta oficial N° 36653, el nuevo Datum oficial para Venezuela es SIRGAS-REGVEN. El cual es un sistema de Referencia Geocéntrico en Venezuela que se encuentra materializado por la red geocéntrica venezolana REGVEN, como una densificación del sistema SIRGAS en el país. Martín y otros (S/F).

Gracias a esto actualmente este sistema ofrece excelentes precisiones en la localización mediante técnicas diferenciales, adaptándose a las necesidades de la época para aplicarse a problemas prácticos, como son básicamente la confección de mapas temáticos, estudios de fenómenos atmosféricos, localización y navegación en regiones inhóspitas, modelos geológicos y topográficos, ingeniería civil, sistemas de alarmas automáticas, navegación y control de flotas de vehículos, sistemas de aviación civil, navegación desasistida de vehículos, imágenes digitales georreferenciadas, entre otros. Berné y otros (2005).

De esta manera este sistema forma parte de la planificación como herramientas física indispensable, el desarrollo municipal y el ordenamiento territorial de los mismos, siendo esto fundamental para su progreso, donde conociendo la riqueza y ubicación de su contenido inmobiliario le puede llevar a desarrollar políticas coherentes para el crecimiento ordenado y planificado en toda su extensión territorial; atribuyendo al catastro la principal

herramienta, donde se pueda iniciar la gestión desde su ubicación geoespacial, pasando por la recopilación de información geográfica hasta la elaboración de proyectos de futuro.

Sin embargo no fue sino hasta el año 2000 que se promulgo la Ley de Geografía, Cartografía y Catastro Nacional y el posterior establecimiento de las Normas Técnicas para la Formación y Conservación del Catastro Nacional en el año 2002, según Gaceta Oficial 37002 y 5590 extraordinaria respectivamente, se determinaron los lineamientos y normas de carácter general de cumplimiento obligatorio del catastro tanto a nivel nacional por intermedio del Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar (IGVSB) como ente rector, y el nivel municipal, con las Oficinas Municipales de Catastro (OMC) de las alcaldías, como unidades orgánicas catastrales encargadas de la formación y conservación del catastro inmobiliario en su ámbito territorial.

De esta forma el IGVSB, como organismo rector en materia de geodesia de Venezuela según lo establece la Ley de Geografía, Cartografía y Catastro Nacional, ha venido desarrollando un conjunto de programas y proyectos con el fin de establecer y mantener un sistema geodésico, acorde con las nuevas técnicas de medición satelital con GPS. IGVSB (2006).

En la ley antes mencionada el segundo párrafo del artículo 29 señala que “Los planos de mensura estarán referidos al Sistema Geodésico Nacional y serán elaborados por profesionales o técnicos en la materia”, así mismo en el artículo 4 de las Normas Técnicas para la Formación y Conservación del Catastro Nacional establece que “A los fines de la formación de su respectivo catastro, los municipios deben establecer una red geodésica en su territorio, de conformidad con las especificaciones técnicas dictadas por el Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar”

Las referidas Leyes aplican a nivel nacional para los 337 municipios venezolanos, se estima que del total de municipios, solo el 10% de estos tienen una gestión y planificación territorial que se basa en el manejo de los datos de tenencia y propiedad, localización y extensión, así como vocación de uso y valoración económica de las mismas actualizada y validada. IGVS (2006).

Pero no fue sino hasta el año 2005 que se inició un proyecto en el Municipio Pampanito en el Estado Trujillo de la implantación de la red geodésica municipal para cumplir con lo establecido en las normas, cuya meta fue colocar veinte (20) pares de vértices (vértice principal con su referencia acimutal), los cuales fueron estipulados entre el director de catastro para la fecha y la empresa que realizó el proyecto, logrando establecer solo cinco (5) de los mismos hasta el año 2009. Alcaldía Pampanito (2010).

La red geodésica municipal de Pampanito, servirá de apoyo a la necesaria y obligante densificación de vértices geodésicos y su finalidad es asegurar que los nodos de conexión, faciliten la vinculación de todos los levantamientos geodésicos o topográficos al sistema geodésico nacional de acuerdo a lo establecido en las leyes.

La presente investigación constituirá un aporte a la densificación de la red geodésica del municipio Pampanito al establecer en el sector Loma de Zabala, cuatro vértices con tecnología GPS, los cuales servirán de apoyo al sistema geodésico municipal y facilitará a los productores y comunidad circundante realizar los levantamientos a un costo más económico, cumpliendo a la vez con lo establecido en la normativa legal catastral.

Por esta razón se plantean las siguientes interrogantes:

- Que cantidad de vértices posicionar para la densificación y la ubicación de los mismos.
- A partir de cuantos controles geodésicos se realizaran las mediciones.
- En qué modo se realizaran las mediciones GPS.
- Qué hacer con los datos capturados en campo.

## **1.2. OBJETIVOS**

### **1.2.1. Objetivo General**

Posicionar cuatro (4) Vértices Geodésicos en el Sector Loma de Zabala, Parroquia Pampanito, Municipio Pampanito del Estado Trujillo.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

- Planificar la campaña de medición de los vértices de densificación a partir de dos (2) controles geodésicos certificados por el Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar (IGVSB).
- Realizar las mediciones GPS en el modo diferencial en los vértices de Densificación de la Red Geodésica Municipal.
- Analizar el Post – Proceso de los datos GPS capturados en Campo.

### 1.3. JUSTIFICACIÓN

La densificación de la Red Geodésica Municipal, está compuesta por un conjunto de vértices geodésicos que son representados a través de monumentos de concreto, o chapas empotradas en aceras ubicados y distribuidos estratégicamente en cada municipio de acuerdo a la división territorial y densificación del mismo, las cuales servirán como base para los levantamientos topográficos, catastrales, y parcelarios, tanto en las zonas urbanas como rurales de cada municipio del territorio Nacional; proporcionara la cantidad de puntos que se requieran para los levantamientos catastrales necesarios durante la formación y actualización del catastro para una mejor planificación en el ordenamiento del territorio.

Por esta razón los vértices de densificación servirán de apoyo al sistema geodésico municipal y facilitará a los productores y comunidad circundante realizar los levantamientos a un costo más económico, cumpliendo a la vez con lo establecido en la normativa legal catastral.

Este proceso técnico se traduce en beneficios para los municipios, debido a que corresponde a la ubicación de puntos geodésicos colocados de manera estratégica dentro o cerca del perímetro de los mismos, con el fin de planificar armónicamente las áreas de las poligonales urbanas y rurales.

Considerando que el catastro constituye una herramienta fundamental para procurar y garantizar la ordenación del territorio con fines de desarrollo, a través de la adecuada, precisa y oportuna definición de los tres aspectos más relevantes de la propiedad inmobiliaria: descripción física, situación jurídica y valor económico. En este sentido, la formación y conservación del catastro nacional se convierte en la fuente primaria de datos del sistema de información territorial, que permitirá establecer una base común o red entre

las distintas organizaciones públicas y privadas generadoras de información geográfica, cartográfica y catastral del territorio nacional con énfasis en el fortalecimiento de las capacidades de gestión de los gobiernos municipales.

Y que el levantamiento de información catastral, sirve para que las Gobernaciones, Alcaldías y comunidades organizadas investiguen y determinen la ubicación de tierras baldías, los ejidos, las tierras pertenecientes a entidades públicas, las tierras de propiedad particular o colectiva para lograr la planificación armónica de las Ciudades y el equilibrio territorial en los municipios.

Esta investigación se propone directa e indirectamente a fortalecer las necesidades técnicas que demanda la Ley a las Alcaldías, mucho más ahora por la geopolítica nacional establecida en el Plan de la Nación y la conformación idónea de los Consejos Comunales y las Comunas.

De ahí que mediante la investigación no solo se justifica el trabajo de los ingenieros sino también se valora los aportes que nuestra casa de estudios, da a su contexto de acción.

#### **1.4. DELIMITACION DEL AREA DE ESTUDIO**

En Venezuela existen 335 municipios para los cuales solo tomamos en cuenta los veinte municipios pertenecientes al estado Trujillo, En los que solo 4 tienen la Red Geodésica Municipal establecida y son los siguientes José Felipe Márquez Cañizales, San Rafael de Carvajal, Valera y Pampanito, escogiendo al municipio Pampanito porque es el municipio que tiene menor cantidad de vértices pertenecientes a la red geodésica municipal. Después de realizar un recorrido por el municipio Pampanito especialmente en los sectores agrícolas se Seleccionó el sector loma de Zabala, Parroquia Pampanito para posicionar los vértices de densificación ya que hay un proyecto para un sistema de riego en el sector y los puntos se encuentran ubicados cerca del tanque que distribuirá el agua a los productores para sus cultivos.

bdigital.ula.ve

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. ANTECEDENTES

Alcaldía Municipio Guacara (2011), Posiciono 400 vértices de densificación de la red geodésica municipal; para la Formación y actualización del catastro del Municipio, y de esta manera comenzar los levantamientos catastrales tanto en el ámbito rural como en el ámbito urbano como lo exigen las normas. Aportando para esta investigación la planificación para la campaña de medición.

Castellano (2009), en su trabajo El Catastro Físico en el Marco de la Ley de Geografía, Cartografía y Catastro Nacional. Propuesta de Establecimiento de Vértices Geodésicos en los Sectores Agrícolas Butaque y Peraza. Estado Trujillo, destaco la importancia de establecer controles geodésicos áreas agrícolas que permitan levantamientos en predios y asentamientos agrícolas, ajustados a las leyes y normativa catastral vigentes, para la cual estableció dos vértices geodésicos, uno en Peraza en el Municipio Pampan y el otro en Butaque, Municipio Pampanito, utilizando GPS diferenciales. Aportando para la investigación la materialización física de los monumentos.

En años anteriores Castro y Coronado (2006), realizaron un levantamiento de dos vértices con GPS diferencial en el Municipio Pampanito para el desarrollo de un modelo físico catastral, jurídico y de valoración parcelaria, en vista de que en las zonas donde se ubican las parcelas no existía un vértice con coordenadas referenciales, para dar cumplimiento en lo establecido en la ley de Geografía, Cartografía y Catastro Nacional y referir

las parcelas al Sistema Geodésico Nacional. Aportando la orientación hacia las bases legales para desarrollar este proyecto.

Hernández y Balcázar (1995), Evaluaron la red de triangulación del área metropolitana de Caracas con el objeto de evaluar la diferencia de coordenadas obtenidas por G.P.S. (1993) y Triangulación (1967) a través de las observaciones de satélites artificiales G.P.S. sobre una muestra de cinco vértices que forman la muestra estudiada, once vértices nuevos y dos BM's obteniendo resultados con discrepancias insignificantes entre ambas técnicas y sistemas. Aportando para esta investigación el método de triangulación para realizar las mediciones.

## **2.2. BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1. El Sistema de Posicionamiento Global (GPS)**

Según, Pachas (2009), Es un Sistema medición tridimensional que hace uso de un conjunto de Satélites ubicados en el espacio agrupados en forma de constelaciones, Apoyado en la constelación NAVSTAR (Sistema de Navegación Mediante Tiempo y Distancia) que está comprendida por 24 satélites artificiales (21 regulares más 3 de respaldo) y sus respectivas estaciones en tierra, los cuales son utilizados por el GPS como puntos de referencia para el cálculo de posiciones de puntos sobre la superficie de la tierra con precisiones cada día mejores, el mismo fue diseñado, financiado, controlado y operado por el Departamento de Defensa de Estados Unidos. Casanova (2002). Este sistema proporciona información para el posicionamiento las 24 horas del día sin importar las condiciones del tiempo. Siendo esto de gran importancia en el campo de la ingeniería, ya que se ha convertido en una herramienta indispensable para profesionales y técnicos en la determinación de posiciones y realización de levantamientos

topográficos con rapidez y precisión. Esta constelación de satélites esta uniformemente distribuidas en 6 orbitas, cada una conformadas por cuatro satélites. Esta configuración Reyes y Casas (2010), permite que siempre estén visibles al menos 8 satélites desde casi cualquier punto de la superficie terrestre.

El IGVS (2009), define que los receptores GPS detectan, decodifican y procesan las señales que reciben de los satélites para determinar el punto donde se encuentra situado. Según esta institución, los GPS son clasificados en:

- Navegadores
- Posicionadores métricos
- Posicionadores submétricos
- Posicionadores de precisión de 1 frecuencia
- Posicionadores de precisión de doble frecuencia

*Navegadores:* son receptores de código C/A. En su pantalla presentan coordenadas geográficas en un sistema global o local predeterminado en los equipos. En principio no son aptos para el uso de la técnica diferencial. Precisión estimada  $\pm 10$  a 30m.

*Posicionadores métricos:* receptores de código C/A con posibilidad de posicionamiento diferencial. Pueden almacenar en memoria los datos observados de manera de disponer el post-procesamiento diferencial. De esta manera podrían alcanzar precisiones relativas de  $\pm 1$  a 5m.

*Posicionadores submétricos:* receptores C/A. similares a los anteriores y con ciertas limitaciones al almacenar la fase portadora. Se diferencia de los equipos geodésicos en que su oscilador tiene menor estabilidad y en que la

capacidad de resolver la ambigüedad es menos potente. Los mejores llegan a precisiones submétricas a distancia de hasta 5 o 10km.

*Posicionadores de precisión de 1 frecuencia:* trabajan con fase portadora L1 de la señal GPS, capacidad de almacenar información que una vez post-procesada permite alcanzar precisiones relativas centimétricas para distancia base de hasta 25 a 30km. Permiten el cálculo de vectores con su respectiva evaluación estadística, aptos para ajustes de redes.

*Posicionadores de precisión de doble frecuencia:* captura de las fases portadoras L1 y L2 sumando el beneficio de disminuir la incidencia de ciertos errores sistemáticos, especialmente los producidos por la propagación de la señal en la ionosfera, permitiendo lograr las mejores precisiones posibles con GPS. Las mejores permiten obtener precisiones sub-centrítricas con base de diez kilómetros, centítricas hasta 200km y submétrica hasta 500km.

Según Kollner, (2007) Cada satélite transmite señales en ambas frecuencias, siendo estas, las señales de navegación (códigos) y los datos de navegación y sistema (mensaje). Los códigos son modulados sobre la frecuencia portadora en forma de secuencia llamadas ruido pseudoaleatorio (pseudo random noise) (PRN). La señal L1 contiene los dos códigos: el código de alta precisión P y el código menos preciso C/A. La señal L2 contiene solamente el código P.

### **2.2.2. Sistema de Referencia Geodésico**

Los sistemas de referencia geodésicos, definen la forma y dimensión de la tierra, así como el origen y orientación de los sistemas de coordenadas que nos permiten definir posiciones sobre la superficie de la tierra. Garafulic (2005).

### **2.2.3. La Red Geodésica**

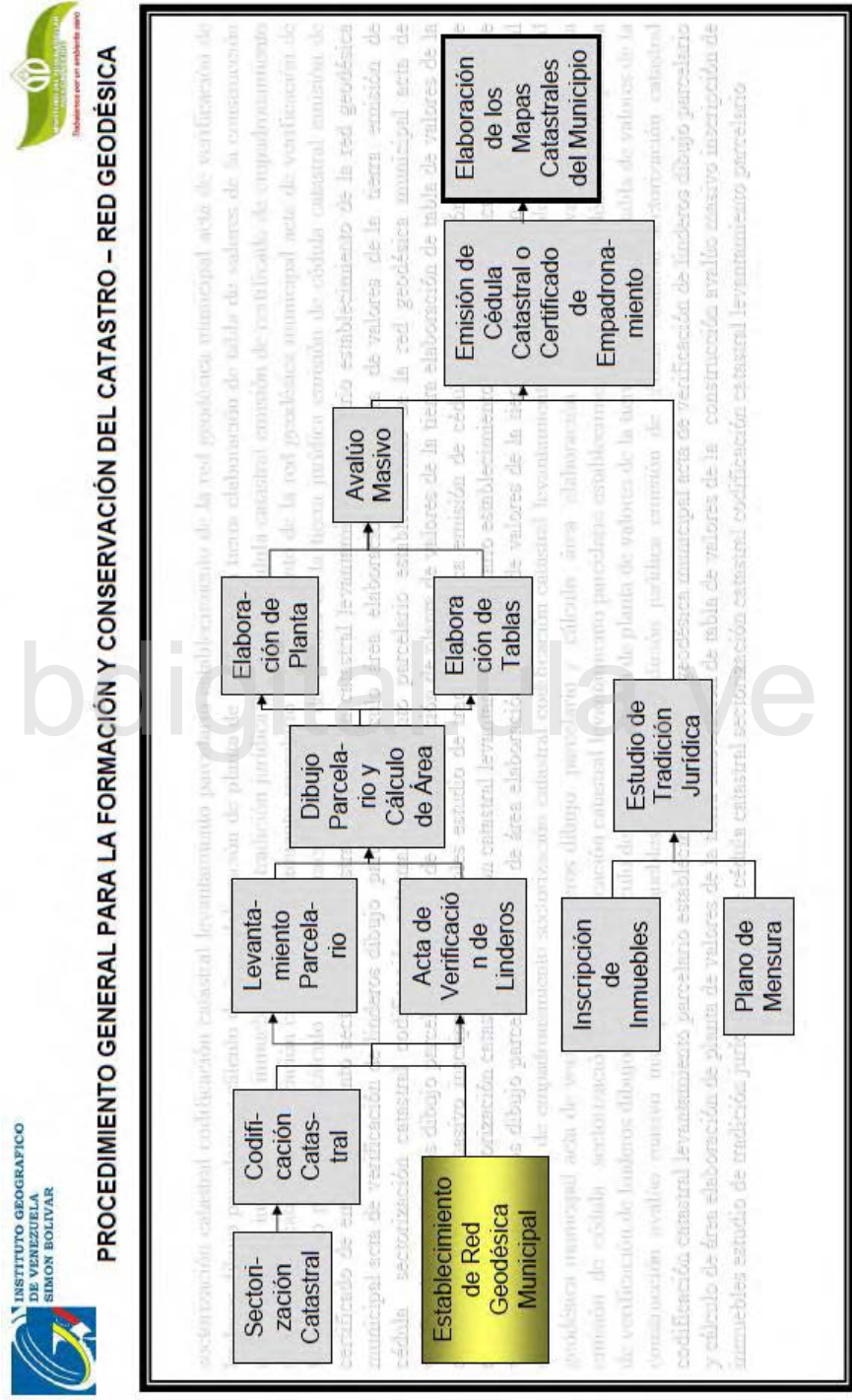
Es una formación de puntos materializados llamados vértices geodésicos, que se vinculan entre sí, conociendo sus respectivas posiciones; que conlleva sistemáticamente a conocer la extensión del terreno que ocupan. Camargo (2008).

### **2.2.4. La Red Geodésica Municipal**

Señala el IGVS (2001c), que la Red Geodésica Municipal (RGM) es “un conjunto de vértices ubicados y/o distribuidos dentro o cerca del perímetro del municipio, materializados físicamente en el terreno y cuya posición es conocida con exactitud, y referidas al sistema geodésico nacional”. Ver apéndice 1.

El IGVS (2001b), proporciona un instructivo para el establecimiento de redes geodésicas municipales, el cual se presenta como una guía a seguir debido a la dinámica que envuelve a los trabajos geodésicos debe ser considerada como un procedimiento metodológico constante a desarrollar tomando en cuentas las variables técnicas para el establecimiento de la Red Geodésica Municipal con fines catastrales. El mismo se desarrolla a través de seis fases, las cuales van desde la planificación y preparación; el reconocimiento; la monumentación; medición en campo; el procesamiento de datos GPS; y la elaboración del informe final. Ver apéndice 2.

Figura N°1: Procedimiento General para la Formación y Conservación del Catastro – Red Geodésica



Fuente: IGVS, (2012).

### **2.2.5. Densificación de la Red Geodésica Municipal (DRGM)**

Se entiende como densificación de la Red Geodésica Municipal IGVS (2001a) al conjunto de puntos que se requieran para los levantamientos catastrales necesarios durante la formación y actualización del catastro los cuales se encuentran vinculados a la Red Geodésica Municipal con una distribución de la misma, desde los cuales se deben realizar directamente los levantamientos topográficos de los predios, parcelas o manzanas por medio de la topografía convencional. Ver apéndice 3.

### **2.2.6. Vértices Geodésicos**

Según Camargo y otros (2008), los vértices geodésicos son puntos debidamente posicionados y distribuidos en el espacio a través de coordenadas que permitan de manera exacta su localización.

### **2.2.7. Control Geodésico**

El control geodésico provee un sistema de referencia común para establecer las coordenadas de posición y los medios para la vinculación horizontal y vertical de todos los objetos geográficos a nivel nacional. Caturra (2009).

### **2.2.8. La Geodesia**

Es la ciencia de la medida y representación de la Tierra. Caturra (2009).

### **2.2.9. Geoide**

Superficie basada en la gravedad, usada para representar de la mejor forma la superficie física de la tierra. El centro del geoide coincide con el centro real de la tierra y su superficie es una superficie equipotencial, que significa que en cualquier punto el geoide es perpendicular a la dirección de la gravedad. Se puede visualizar el geoide al imaginar que la tierra está completamente cubierta de agua. Esta superficie de agua es una superficie equipotencial, ya que el agua fluye para compensar cualquier diferencia que ocurra. MECINCA (2012).

### **2.2.10. Elipsoide**

Es una superficie de referencia con una definición matemática sencilla que permite efectuar los cálculos precisos para poder realizar la proyección de los puntos del relieve terrestre sobre la misma y permitir elaborar mapas y planos. Caturla (2009).

### **2.2.11. El Datum Geodésico**

Es una representación matemática simplificada del tamaño y la forma de la tierra, y del origen y orientación del sistema de coordenadas que se adopte para realizar el levantamiento de la superficie terrestre. Jáuregui (2010).

### **2.2.12. Altura Ortométrica**

Distancia vertical entre la superficie física de la tierra y la superficie del geoide. Caturla (2009).

### **2.2.13. Altura elipsoidal**

Distancia entre la superficie del elipsoide y la de la Tierra. Caturla (2009).

### **2.2.14. Campaña de Medición GPS**

Según Hernández y Balcázar (1995), la campaña de medición no es más que conocer los equipos a utilizar y la capacidad de los mismos, el número de sesiones a realizar y la duración de las mismas y el personal que realizara las mediciones en campo.

### **2.2.15. Dilución de Precisión en Posición (PDOP)**

Es una descripción del efecto de la geometría satelital en los cálculos de tiempo y posición. Los valores considerados “buenos” son pequeños, por ejemplo: 3. Los valores mayores que 7 se consideran pobres. Así, un PDOP pequeño se asocia a los satélites ampliamente separados.

### **2.2.16. Datos crudos**

Datos GPS que no han sido procesados o diferencialmente corregidos. MECINCA (2012).

### **2.2.17. Post proceso para el posicionamiento de los vértices con GPS**

Pachas (2010) “Define como post-proceso a la ejecución del software apropiado en tiempo no real que permite calcular las coordenadas de los puntos posicionados, empleando los datos brutos almacenados en los receptores GPS”.

### **2.2.18. Ajuste**

El ajuste de observaciones de medición es el proceso de corregir observaciones para producir los mejores valores finales de los valores desconocidos. No se puede realizar un ajuste a menos que una serie de observaciones siendo ajustadas contengan redundancia. El proceso de ajuste también ayuda a encontrar y eliminar errores en las observaciones y produce indeterminaciones estadísticas que se pueden usar para estimar la precisión final de la medición realizada. MECINCA (2012).

### **2.2.19. Rinex**

Formato de Cambio Independiente del Receptor (Receiver Independent Exchange format). Serie de definiciones estándar para promover los cambios libres de datos GPS y facilitar el uso de los datos desde cualquier receptor GPS con cualquier software. El formato incluye definiciones para tres observables GPS fundamentales: tiempo, fase y distancia.

## **2.3. Bases Legales**

### **2.3.1. Constitución de la República Bolivariana de Venezuela**

#### **Capítulo II**

#### **De la Competencia del Poder Público Nacional**

Artículo 156. Es de la competencia del Poder Público Nacional:

17. El Régimen de metrología legal y control de calidad.

19. El establecimiento, coordinación y unificación de normas y procedimientos técnicos para obras de ingeniería, de arquitectura y de urbanismo, y la legislación sobre ordenación urbanística.

### **2.3.2. Ley de Geografía, Cartografía y Catastro Nacional**

#### **Capítulo II**

#### **Del Aspecto Físico, Jurídico y Valorativo del Catastro**

**Artículo 29.** *Los planos de mensura estarán referidos al Sistema Geodésico Nacional y serán elaborados por profesionales o técnicos en la materia.*

### **2.3.3. Normas Técnicas para la Formación y Conservación del Catastro Nacional**

**Artículo 4.** *A los fines de la formación de su respectivo catastro, los municipios deben establecer una red geodésica en su territorio, de conformidad con las especificaciones técnicas dictadas por el Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar.*

### **2.3.4. Normativa del IGVS (2001a) para el establecimiento de los vértices de Densificación de la Red Geodésica Municipal (DRGM) utilizando GPS. Ver apéndice 3.**

**2.3.4.1 Monumentación:** Los vértices de apoyo deben ser representados por monumentos estables y permanentes, sobre terreno firme, pudiéndose utilizar marcas geodésicas empotradas en lecho rocoso, aceras u otras estructuras que aseguren su permanencia. También se pueden utilizar monumentos o puntos ya existentes. Las marcas se pueden representar por medio de clavos o pernos metálicos. De construirse monumentos nuevos,

estos serán de concreto y sus dimensiones no serán inferiores a 15 x 15 centímetros o de 15 centímetros de diámetro si son de forma circular. Cada uno de estos puntos debe ser intervisible con otro(s) punto(s) y deben poseer una planilla con su identificación, coordenadas, características del monumento, dirección y opcionalmente una fotografía panorámica del punto.

#### **2.3.4.2. Nomenclatura:**

A cada vértice se le asignará un número asociado al número de la parroquia, seguido del sector al cual pertenece, luego el número de manzana donde se encuentra ubicado, seguido de la cantidad de puntos que existen en dicha manzana; por ejemplo, el punto 2 – 3 –14 – 6, indica que se encuentra ubicado la parroquia 2, en el sector 3, en la manzana número 14 de ese sector, siendo el punto número 6 que se establece en esa manzana. En el caso terrenos rurales, el orden correlativo será de parroquia, sector, subsector, por ejemplo 2 – 3- 14 - 6, indica la parroquia 2, sector 3, subsector 14, siendo el punto número 6 que se establece en ese subsector.

En el caso que el municipio no presente la sectorización respectiva, se podrá entonces numerar los vértices correlativos (1, 2, 3, 4, 5,.....) en el municipio.

Los puntos de densificación no requerirán de marcas acimutales, sólo se debe cumplir la condición que cada punto debe ser intervisible con al menos otro de la DRGM (Densificación de la Red Geodésica Municipal) o RGM (Red Geodésica Municipal) o REGVEN (Red Geodésica Venezolana).

### **2.3.4.3. Exactitudes exigidas:**

Para el ámbito urbano, la exactitud de las coordenadas de cada uno de estos vértices, será mejor o igual a más o menos diez (10) centímetros, vinculados a los vértices de la Red Geodésica Municipal o REGVEN. Para el ámbito rural, la exactitud de los vértices será de veinte (20) centímetros, pero por sus características métricas, los vértices o puntos de DRGM del ámbito rural no podrá ser utilizada para levantamientos parcelarios en el ámbito urbano.

**Tabla N°1:**

<b>AMBITO</b>	<b>EXACTITUDES</b>
Urbano	10 cm
Rural	20 cm

Exactitudes exigidas para los vértices de DRGM. Fuente IGVS; (2001a).

### **2.3.4.4. Ubicación:**

Para el ámbito urbano es recomendable que las marcas geodésicas se empotren en las esquinas de las aceras o islas de la vía, desde donde se puedan visar por el método de topografía convencional la mayor cantidad de puntos de linderos o frentes de predios, así como otros detalles del levantamiento (aceras, calzadas, manzanas y otros). En el ámbito rural se establecerán los puntos necesarios, recomendando en el caso de predios de grandes extensiones por método convencional, colocar al menos dos (2) puntos para que generen los controles y cierres topográficos adecuados.

#### **2.3.4.5. Obstrucciones e interferencias:**

Los vértices de apoyo deben ser ubicados en sitios que ofrezcan buenas condiciones para mediciones GPS. Debe poseer un horizonte despejado y con pocas interferencias.

#### **2.3.4.6. Modos de posicionamiento GPS:**

En todos los modos de posicionamiento se utilizarán receptores GPS de una o doble frecuencia, con el método diferencial.

##### **2.3.4.6.1. Modo Estático:**

- El tiempo de observación dependerá de las distancias de las líneas bases, pero no deberá ser menor a una hora de rastreo satelital. Para líneas bases superiores a 50 kilómetros, el tiempo de observación no será menor a 2 horas.
- Intervalo de captura máximo: 15 segundos
- Angulo máximo de elevación: 20 grados
- Para distancias inferiores a 30 kilómetros se utilizarán receptores de una o doble frecuencia, mientras que para distancias superiores, sólo receptores de doble frecuencia.
- PDOP máximo de 6
- Cantidad mínima de satélites en vista de 5
- Si se ha establecido una red geodésica, entonces se realizará una compensación fijando un solo vértice de control como restricción y luego una segunda, fijando todos los vértices de control utilizados.

#### **2.3.4.6.2. Modo Estático Rápido:**

- Este modo se aplicará en distancias entre receptores, inferior a 20 kilómetros.
- El tiempo de ocupación para cumplir con las exactitudes exigidas, dependerá de las distancias de las líneas bases.
- Se deberá cumplir además con el resto de condiciones aplicadas al modo estático.

#### **2.3.4.6.3. Modo Tiempo Real:**

**Se debe incluir todo lo relacionado a este modo.**

- Estaciones bases o master:
  - Las estaciones bases o master se deben representar con marcas permanentes y establecerlas utilizando el método estático o estático rápido.
  - Intervalo de captura máximo: 1 segundo.
  - PDOP máximo: 6
  - Cantidad mínima de satélites: 5
  - Cumplir con la calidad métrica de los vértices y con la separación máxima entre estaciones bases y remotas.
- Estaciones Remotas o Rover:
  - Tiempo de ocupación mínimo de 5 segundos.
  - Intervalo de captura máximo de 1 segundos.

#### **2.3.4.7. Resultados:**

Generar un informe técnico del levantamiento que contenga la descripción del proyecto, objetivos, compensación tridimensional de las redes, modos GPS utilizados, software y radios utilizados, alturas y tipo de alturas (inclinada o vertical) de las antenas y resumen de las coordenadas finales. Todos los datos GPS deben ser transformados y entregados en formato RINEX.

#### **2.3.4.8. Control Geodésico para Levantamientos Catastrales:**

Para los levantamientos catastrales se podrán utilizar los vértices de las siguientes redes:

- Red Geocéntrica Venezolana REGVEN (Orden A, B y C), incluyendo las estaciones REMOS.
- Red Geodésica Municipal.
- Densificación de la Red Geodésica Municipal (DRGM).

##### **2.3.4.8.1. Orden A:**

Representado por aquellos vértices o estaciones que materializan en nuestro país el Sistema de Referencia Geocéntrico para Las Américas SIRGAS y las estaciones GPS permanentes que sean certificadas por el IGVS.

#### **2.3.4.8.2. Orden B:**

Representado por los vértices medidos en las campañas REGVEN 95 y REGVEN 2000, así como aquellos que el IGVSB considere convenientes y cuya exactitud sea superior a más o menos 2 centímetros.

#### **2.3.4.8.3. Orden C:**

Aquellos vértices que representan la densificación de los órdenes A y/o B de REGVEN, y cuya exactitud sea mejor o igual a más o menos 5 centímetros.

#### **2.3.4.8.4 REMOS (Red de Estaciones de Monitoreo Satelital GPS):**

Es un conjunto de estaciones que capturan información satelital de manera continua, constituido por receptores GPS instalados y con capacidad de rastrear todos los satélites a la vista en forma continua con un sistema informático que posibilita el almacenamiento de los registros capturadas por el receptor en una base de datos, los cuales junto con las coordenadas de la estación son colocados a disposición de los usuarios vía Internet, para que después de un proceso metódico de procesamiento y cálculo de la información GPS de otras estaciones GPS de los usuarios, queden éstas vinculadas o georreferenciados directamente al Sistema Geodésico Nacional. La primera categoría es rectoría nacional del IGVSB y conforma la materialización del Sistema Geodésico Nacional, mientras que la segunda y tercera son competencia del municipio. La primera y segunda sólo debe ser establecida por GPS; mientras que en la tercera se pueden utilizar metodologías convencionales y/o GPS.

## CAPITULO III

### MARCO METODOLOGICO

#### 3.1. Tipo de Investigación

Esta investigación es de tipo descriptiva por lo que expresa Arias (2006), dado que caracteriza un hecho con el fin de establecer su estructura.

#### 3.2. Diseño de la Investigación

De acuerdo a lo señalado por Arias (2006) el diseño de la investigación es de campo ya que consiste en la recolección de datos directamente de la realidad, sin manipular o cambiar variable alguna.

#### 3.3. METODOLOGIA

La metodología permitió el levantamiento de cuatro vértices, que sirvan de densificación de la Red Geodésica del Municipio Pampanito apoyados a partir de dos (2) controles geodésicos de coordenadas conocidas certificados por el IGVSb.

Las mediciones se realizaron con 2 receptores GPS de doble frecuencia Trimble 5700 y un receptor de una frecuencia Trimble R3 (previamente configurados con intervalos de captura de 5 segundos y Angulo de elevación de 10 grados) en la modalidad estática, partiendo de dos (2) controles geodésicos de orden C certificados por el IGVSb, para los cual se consideraron, el vértice Pampanito, Ubicado en El Núcleo Universitario Rafael Rangel NURR-ULA Sector El Prado, Parroquia Pampanito, Municipio Pampanito (vértice perteneciente a la red geodésica del Municipio

Pampanito), y el Vértice La Cejita, ubicado en la plaza de La Cejita en la Parroquia Antonio Nicolás Briceño, Municipio San Rafael de Carvajal, ambos ubicados en el Estado Trujillo.

Coordenadas de los controles geodésicos de orden C certificados por el IGVSB. Ver apéndice 4.

**Tabla N°2:**

Vértice GPS	Estado	Municipio	Red	Año	Coordenadas UTM Norte (m)	Coordenadas UTM Este (m)
Pampanito	Trujillo	Pampanito	Geocéntrica Nacional	2005	1.041.373,560	337.935,571
La Cejita	Trujillo	San Rafael de Carvajal	Geocéntrica Nacional	1998	1.035.882,552	326.571,766

Fuente IGVSB.

### 3.4. Esquema Metodológico:

#### Planificación de la campaña de medición GPS

Búsqueda de la información

Ubicación y selección de los vértices

Selección de Instrumentos y equipos

Selección del personal

Diseño de monumentos y marcas geodésicas

Diseño del establecimiento de los vértices

Medición de la Campaña

Análisis del Post-Proceso

### **3.5. Planificación de la campaña de medición GPS:**

En esta fase se identificaron las necesidades técnicas, diseño de vértices, equipos, personal y materiales a ser utilizados para las cuales tenemos lo siguiente:

#### **3.5.1. Búsqueda de la información:**

Consistió en ubicar espacialmente el Municipio Pampanito y los sectores agrícolas más conocidos del mismo, para ello se utilizaron una imagen georreferenciada del programa Google Earth y el ortofotomapa del municipio. Luego se hizo un recorrido para los posibles sitios de colocación de los cuatro (4) vértices geodésicos. Seleccionando el sector Loma de Zabala ya que cumplan con la normativa anteriormente mencionada, y ofrece buenas condiciones para la captura de los datos GPS.

#### **3.5.2. Ubicación y selección de los vértices:**

Para ubicar los vértices se escogieron dos fincas que se encuentran dentro de la poligonal Rural del Municipio con vías de acceso y el compromiso de la preservación de los monumentos para una larga duración.

Los vértices 1, 2, 3 y 4 Se ubicaron en el predio del Señor Pedro Cabrera y el predio del Señor Rodrigo Márquez, en el sector Loma de Zabala, los sitios se escogieron tomando en cuenta el mantenimiento de los vértices en el tiempo, compromiso de no sembrar árboles en su cercanía, ausencia de líneas de alta tensión, ausencia de edificaciones en el perímetro de los puntos, su ubicación dentro de la poligonal rural del municipio, es de uso agrícola, fundamentalmente cítricos (Naranja y Mandarina).

### **3.5.3. Selección de Instrumentos y equipos:**

Un receptor GPS de una frecuencia Trimble R3 y dos receptores GPS de doble frecuencia Trimble 5700, navegadores GPS (solo para la obtención aproximada de coordenadas), computadores portátiles, brújulas, cámaras fotográficas, vehículos, herramientas de albañilería, equipo de primeros auxilios, materiales de construcción (agua, cemento, arena, entre otros), placas geodésicas (de metal, aluminio o aleación), celulares para comunicación entre operadores de los equipos.

### **3.5.4. Selección del personal:**

Para la realización de este trabajo es necesario contar con un personal calificado como un supervisor, operadores GPS, un dibujante, obreros, un chofer y un calculista.

### **3.5.5. Diseño de monumentos y marcas geodésicas:**

La monumentación se realizó siguiendo la normativa antes mencionada, definidos los lugares ya mencionados, se procedió a construir los monumentos empleando para ello un tubo rectangular 3 x 6cm, con una longitud de 35cm, atravesado en la parte inferior por una cabilla de 1/2" de 10cm de largo para el anclaje concreto de resistencia 210kg/cm<sup>2</sup>, placa de aluminio prensada al tubo por medio de un alambre grueso, el monumento se colocara en un orificio excavado de 20x20x50cm y dejando sobresalir unos 10cm sobre la superficie del suelo, con un acabado circular de unos 18cm de diámetro estando por encima de los 15cm de diámetros que exige la normativa para la densificación. Ver apéndice 5.

**Figura N°2:**

Monumento del Vértice 2 de Densificación. Investigación Propia (2012).

### ***3.5.6. Diseño del establecimiento de los vértices:***

Para ello utilizamos el vértice de La Villa y La Cejita los cuales pertenecen a la Red Geodésica Venezolana (REGVEN) y 4 vértices de densificación de la red geodésica municipal del municipio Pampanito, Estado Trujillo, para ello se utilizó el modo estático para realizar el levantamiento, con líneas bases con distancias comprendidas entre 0,06km y 12,6km esperando obtener exactitudes menores a 20cm para cumplir con lo establecido en las normas. Ver apéndice 5.

### ***3.5.7. Medición de la Campaña:***

Basándonos en el trabajo de triangulación de Hernández y Balcázar (1995); el levantamiento se realizó de la siguiente manera:

Primero se procedió a asignar nombre a los equipos para un mayor orden quedando de la siguiente manera:

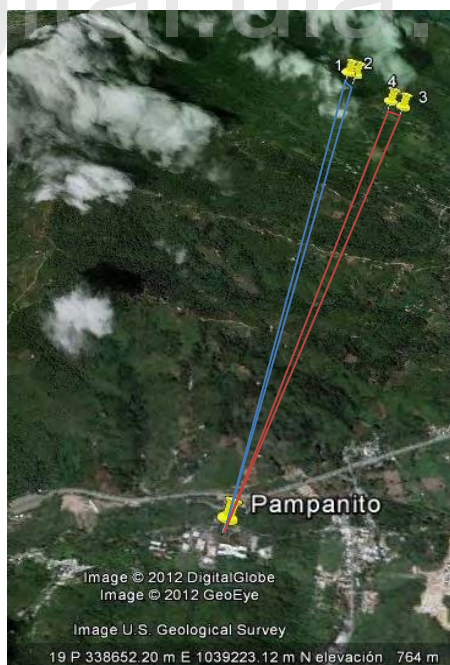
Tabla N° 3:

EQUIPO	NOMBRE
Trimble 5700 serie 0323	A
Trimble 5700 serie 4535	B
Trimble R3	C

Fuente Propia; 2012.

El primer día (07/02/2012) se posiciono el equipo A en el vértice de Pampanito, el equipo B en el vértice 2 y el equipo C en el Vértice 1, se realizaron las mediciones durante 30min luego de haber transcurrido este tiempo se procede a cambiar los equipos B y C para el vértice 3 y 4 respectivamente, se realizaron las mediciones durante 30min de esta manera obtuvimos dos triangulaciones con respecto a el vértice de Pampanito. Ver apéndice 6.

Figura N°3:



Trazado de las Triangulaciones de los vértices de densificación con respecto al Control Geodésico Pampanito. Imagen Google Earth; 2012. Investigación Propia; 2012.

El segundo día (11/02/2012) se posiciono el equipo A en el vértice La Cejita, el equipo B en el vértice 2 y el equipo C se colocó en el Vértice 1, se realizaron las mediciones durante una hora, obteniendo de esta manera la triangulación La Cejita, 1, 2.

**Figura N°4:**



Trazado de la Triangulación La Cejita, 1, 2. Imagen Google Earth; 2012. Investigación Propia; 2012

Luego de haber transcurrido este tiempo los equipos A y B se quedan encendidos capturando datos y se procede a cambiar el equipo C para el vértice 3 y durante diez minutos, obteniendo la triangulación La Cejita, 2, 3.

**Figura N°5:**



Trazado de la Triangulación La Cejita, 2, 3. Imagen Google Earth; 2012. Investigación Propia; 2012.

Transcurrido este tiempo se procede a cambiar el equipo C para el vértice 4 capturando datos durante diez minutos, y los equipos A y B se quedaron encendidos. Obteniendo la triangulación La Cejita, 2, 4.

**Figura N°6:**

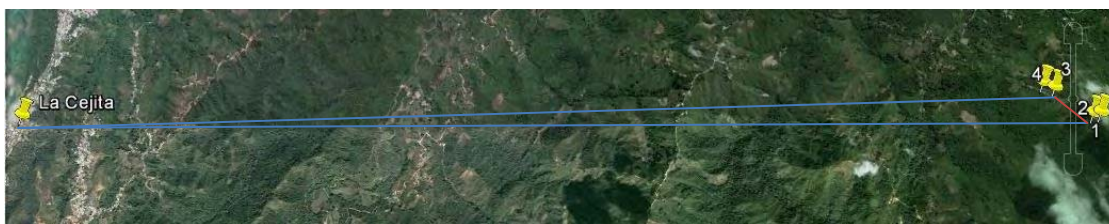
Trazado de la Triangulación La Cejita, 2, 4. Imagen Google Earth; 2012. Investigación Propia; 2012.

Pasado este tiempo se cambia el equipo B para el vértice 1 y los equipos A y C se dejan capturando datos, para realizar las mediciones durante diez minutos, obteniendo la triangulación La Cejita, 1, 4.

**Figura N°7:**

Trazado de la Triangulación La Cejita, 1, 4. Imagen Google Earth; 2012. Investigación Propia; 2012.

Luego de haber transcurrido los diez minutos se procede a cambiar el equipo C para el vértice 3 y se realizaron las mediciones durante diez minutos. Obteniendo la triangulación La Cejita, 1, 3.

**Figura N°8:**

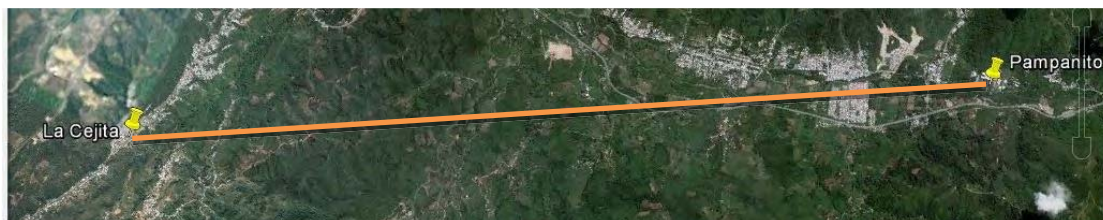
Trazado de la Triangulación La Cejita, 1, 3. Imagen Google Earth; 2012. Investigación Propia; 2012.

Se procede a cambiar el equipo B para el vértice cuatro y de esta manera triangular los vértices La Cejita, 3, 4, se capturaron los datos durante una hora, obteniendo esta triangulación.

**Figura N°9:**

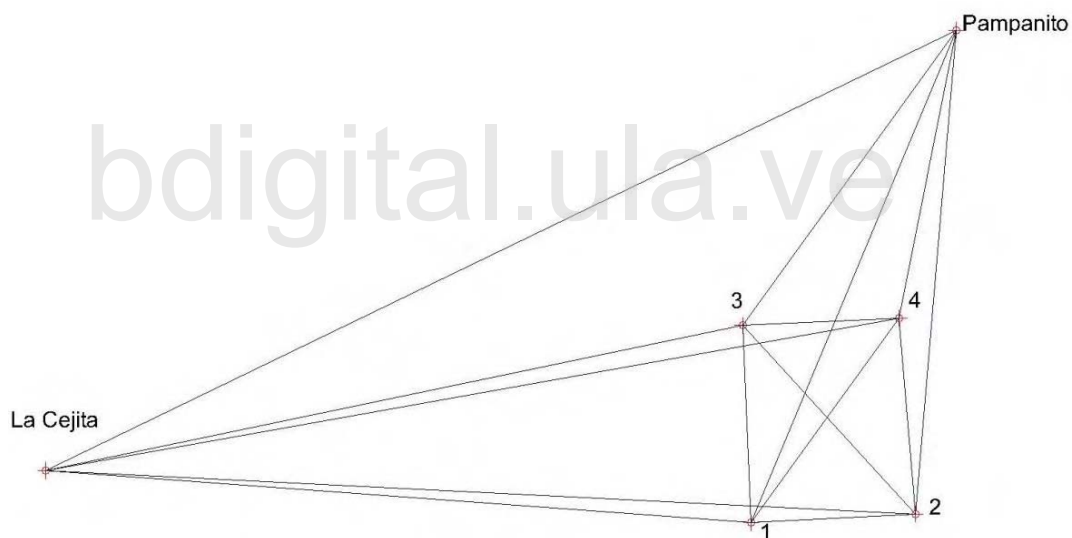
Trazado de la Triangulación La Cejita, 3, 4. Imagen Google Earth; 2012. Investigación Propia; 2012.

Terminando de esta manera las mediciones para la obtención de las coordenadas de los vértices 1, 2, 3 y 4 de densificación. Para culminar las mediciones se realizó una última captura, para la evaluación de los controles geodésicos, el equipo A se dejó encendido y el equipo B se cambió para el vértice Pampanito capturando datos durante una hora. Obteniendo la línea base La Cejita – Pampanito. Ver apéndice 6.

**Figura N°10:**

Línea Base de los Controles Geodésicos La Cejita y Pampanito. Imagen Google Earth; 2012. Investigación Propia; 2012.

De esta forma queda la red con las siguientes líneas bases:

**Figura N°11:**

Líneas Bases de la Red sin Escala. Investigación Propia; 2012.

### **3.5.8. Análisis del Post-Proceso:**

Los datos obtenidos en campo se vaciaron en un ordenador y procesaron con el programa Trimble Total Control software autorizado por el IGVSb para obtener las coordenadas de los vértices de densificación. Antes de procesar

los datos obtenidos en campo se procede primero a configurar el software, seleccionando el sistema de coordenadas UTM, el Huso 19, el Datum WGS84 equivalente a REGVEN, Modo Geoidal EGM96 para la transformación de las alturas altitud (h) y cota (H), intervalo de captura 5 segundos, Angulo de elevación 10 grados, y la banda Lc para distancias mayores a 5km y sin interferencia de la ionosfera, de esta manera ya se puede proceder a cargar los datos en el programa seleccionado.

### 3.6. DESCRIPCION DE LA ZONA DE ESTUDIO

La zona donde se desarrolló el proyecto se ubica en el sector Loma de Zabala, Parroquia Pampanito, Municipio Pampanito del Estado Trujillo, cuyas características generales son las siguientes:

#### 3.6.1 Ubicación y Límites:

CORPOANDES (2009). El Municipio Pampanito se encuentra ubicado al Sur-Este del Estado Trujillo, Venezuela. Se localiza entre las coordenadas geográficas:

09°22'00" - 09°30'00" de Latitud Norte

70°25'30"-70°35'00" Longitud Oeste.

#### **Límites:**

**Norte:** Parroquia Pampán del Municipio Pampán.

**Este:** Parroquias Tres Esquinas y Cristóbal Mendoza del Municipio Trujillo.

**Sur:** Parroquia Chiquinquirá del Municipio Trujillo.

**Oeste:** Parroquias Antonio Nicolás Briceño y José Leonardo Suárez del Municipio San Rafael de Carvajal y Jalisco del municipio Motatán.

### 3.6.2. División Político Territorial:

**Tabla N°4:**

<b>Parroquia</b>	<b>Centro Poblado</b>
Pampanito	Pampanito, Alto de Plantón, Chapa Grande, Loma de la Paz, Lomas de San José, Los Pajones, Alto de la Chapa, Esnugue Parte Alta, Loma de Zabala, Loma de la Paz Parte Baja, Lomas de San José Parte Baja, Lomas de San José Parte Alta, Loma de los Juárez, Mesa de los García, Mirabel, Mesa de Estanques, Los Mamones, Montaña de Peraza, Vega del Plantón, Las Tres Flores.
La Concepción	La Concepción.
Pampanito II	Pampanito II, Butaque, Los Peregrinos, El Algarrobo – Las Piedras, La Arenosa, Peraza, Montaña de Peraza, Palo Negro I, El Pescadito, Santa Rita, La Vega de Santa Rita.

Fuente CORPOANDES (2009)

### 3.6.3. Superficie de terreno del Municipio Pampanito

**Tabla N° 5:**

<b>Parroquia</b>	<b>Capital</b>	<b>Superficie (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Pampanito	Pampanito	44.55	42.60
Pampanito II	Pampanito II	51.80	49.5
La concepción	La concepción	8.30	7.90
<b>Total</b>		<b>104.65</b>	<b>100.00</b>

Fuente CORPOANDES (2009).

### 3.6.4. Consejos Comunales

Consejos Comunales Conformados en el Municipio Pampanito.

**Tabla N° 6:**

<b>Parroquias</b>	<b>Nombre</b>
Pampanito	Cerró Caja de Agua, Los Ríos Antilleros, Cerros Unidos, Vega del Plantón Loma de Sabal, Las Mesitas, Mesa de Garcías, Chapa Grande, Loma de los Momones, El Sharal, San Rafael, Los Cedros Simón Bolívar, Las Concepción, Quebrada de los Negros, Alicia Pieti de Caldera, El Centro, La Fortaleza, Vanguardia Revolucionaria, La Haciendita, La Floresta, El Vegon.
La Concepción	Fuerza Bolivariana las Palmeras, Los Totumos, La Coromoto, Villa del Rosario, Dolores Santos Moreno, El Límite Bolivariano, La Peñita, Muriche, Rural San Antonio, Santa Fe Siglo XXI, Colinas de las Peñitas.
Pampanito II	Los Arenales, La Cañada Ana Rodríguez, La Fortaleza, Santo Domingo, Pueblo Nuevo San Rafael, Cambalache, Estrella de David, Mesa de San Benito, Palo Negro, Santa Rita, San Marcos de Leon, San Isidro 2008, Cruz de la Misión, San José de Jiménez, Mesa de Gabaldon, Nuestra Señora de Lourdes.

Fuente CORPOANDES (2009).

### 3.6.5. Características Geográficas:

#### 3.6.5.1. Provincias Fisiográficas

Pampanito se encuentra en un rango de altitud entre los 200 y 600 m.s.n.m. lo cual quiere decir que se ubica en la clasificación de piso térmico tropical alto. El municipio se encuentra ubicado en un fondo de valle de la cuenca del Río Castán, que va desde la ciudad de Trujillo hasta las

inmediaciones de Pampanito, dando orígenes a depósitos transversales y aportes longitudinales, los cuales sirven de asiento al caserío La Plazuela, La Concepción, Pampanito, y parte del trazado del eje vial y la carretera Trujillo–Valera.

Aguas debajo de Pampanito el valle presenta divisiones bajas, limitando las colinas disectadas de la formación Betijoque y disminuye de anchura (400 m), siendo rellenado por sedimentos de origen longitudinal, que están representados por terrazas y lechos aluviales.

#### **3.6.5.2. Clima**

La precipitación media anual del municipio Pampanito es de 1.386 mm, para un período de registro de 17 años según la estación meteorológica Pampanito. En cuanto a temperatura no se dispone de datos de la estación del municipio Pampanito, por lo cual se utilizaron los datos de la estación las Guamas de Monay, por ser entre el resto de las estaciones la más cercana al municipio Pampanito donde se observa que la temperatura media anual máxima es de 25.7°C, la mínima de 24,6°C y una media de 25°C.

#### **3.6.5.3. Contexto Hidrográfico**

El municipio Pampanito se encuentra ubicado en la cuenca baja del Río Castán, la cual es tributaria del Río Jiménez. Los ríos más importantes son el Castán y el Jiménez. En el municipio existen varias quebradas de escorrentía permanente o de régimen intermitente, entre las cuales tenemos quebrada Agua Clara, La Chapa, Los Totumos y la Macarena, siendo quebrada Agua Clara la de mayor importancia.

#### **3.6.5.4. Suelos**

Son suelos muy profundos, texturas areno francosa a franco arcillo arenosa, estructura blocosa subangular débil a moderada, fina y media, algo pobremente drenados, moderadamente pedregosos y rocosos, erosión laminar ligera, reacción moderada a ligeramente ácida, fertilidad natural media a baja.

### **3.7. Zonas Biogeográficas**

#### **3.7.1. Fauna**

La fauna dentro del municipio es muy similar al resto del estado, existiendo en algunos sectores especies como, el cachicamo, lapa, nutria, rabipelado, zorro. En las zonas Boscosas bajas abundan aves como el loro real, la piscua Piaya, el garrapatero y el saucé. En las tierras sabaneras se puede encontrar aguaitacaminus. El tucusito es ave de tierras de ladera, el pájaro león es de las tierras de occidente del estado; a bajas altitudes se observa aguantapiedras. El carpintero real, es pájaro de zonas boscosas así como el picogarfio. Otras aves que se encuentran en casi todo el estado son: el duende, sangre de toro, la tijereta, cristofué, golondrina azul, el cucarachero, la paraulata de agua, tucuso de montaña, arrendajo, el gonzalito es de tierras bajas. En el municipio también existen algunas especies de reptiles tales como, la falsa mapanare, iguana, mapanare.

#### **3.7.2. Vegetación**

De acuerdo con Holdridge el municipio Pampanito, tiene una clasificación de **Bosque Seco Tropical (bs - T)**. Esta zona de vida abarca las parroquias Pampanito I y II y la Concepción.

El rango altitudinal del municipio se encuentra por debajo de los 600 msnm, el promedio anual de temperatura varía entre 22 y 29 °C. Las precipitaciones varían entre 1000 - 1400 mm. En cuanto a la intervención este tipo de bosque presenta un uso actual de cultivos permanentes y/o semipermanentes, ganadería bajo pastizal y agricultura de subsistencia y semicomercial.

Los Paisajes del Noreste son montañas altas que alcanzan los 3.000 m.s.n.m., en las cuales la condensación de vapor atmosférico es abundante y permite una vegetación de ladera y cultivos importantes. Carache, Cuicas, Chejendé, Torococo, Santa Ana, La Concepción, Bolivia, Pampán y Pampanito deben su existencia a las posibilidades agrícolas de unas tierras, en su mayor parte de ladera que reciben lluvias importantes.

### **3.8. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO**

#### **3.8.1. UBICACIÓN DEL ÁREA**

##### **3.8.1.1. Política - Administrativa**

Los vértices geodésicos de densificación posicionados se encuentran ubicados dentro del área correspondiente al consejo comunal Vega del Plantón Loma de Sabal, que se encuentra en el sector Loma de Zabala, Parroquia Pampanito, Municipio Pampanito del Estado Trujillo.

##### **3.8.1.2. Geográfica**

El consejo comunal se encuentra ubicado geográficamente entre las coordenadas de latitud Norte 9° 23' 7,41021" – 9° 22' 19,93521" y 70° 28' 10,49871" – 70° 29' 24,21022" de longitud oeste.

### 3.8.1.3. Límites

**Norte:** Lomas de San José y El Atico del Municipio Trujillo.

**Este:** Loma de la Paz

**Oeste:** Loma de Juárez, Las Tres Flores y Mesa de los García.

**Sur:** Loma de Juárez.

### 3.8.1.4. Superficie y altitud

El área del consejo comunal comprende una superficie de 29,44ha y se encuentra ubicada a una altitud entre 800 y 1000msnm con registro hasta el año 2012, de 51 familias que pertenecen al consejo comunal Vega del Plantón Loma de Sabal.

### 3.9. Producción agrícola por rubro

La producción registrada para el año 2011 de los rubros más importantes dentro área del consejo comunal Vega del Plantón Loma de Sabal:

**Tabla N° 7:**

Rubros	unidad	Producción
Naranja	11,85ha	998sacos/año
Mandarina	41,35ha	3411cestas/año
Café	10,32ha	30,68kintales/año
Guanábana	200plantas	4sacos/año
Aguacate	920plantas	4550kg/año
Plátano	400plantas	1000kg/año
Cambur	1000plantas	2000kg/año
Limón	0.08ha	6cestas/año

Fuente Asociación de Productores de Cítricos del Estado Trujillo (ASOPRORET) (2011).

## CAPITULO IV

### 4.1. Análisis de Resultados

Como resultado de la planificación de la campaña de medición se tiene que se obtuvieron 15 líneas bases para los cálculos de las coordenadas de los vértices de densificación en el post - proceso.

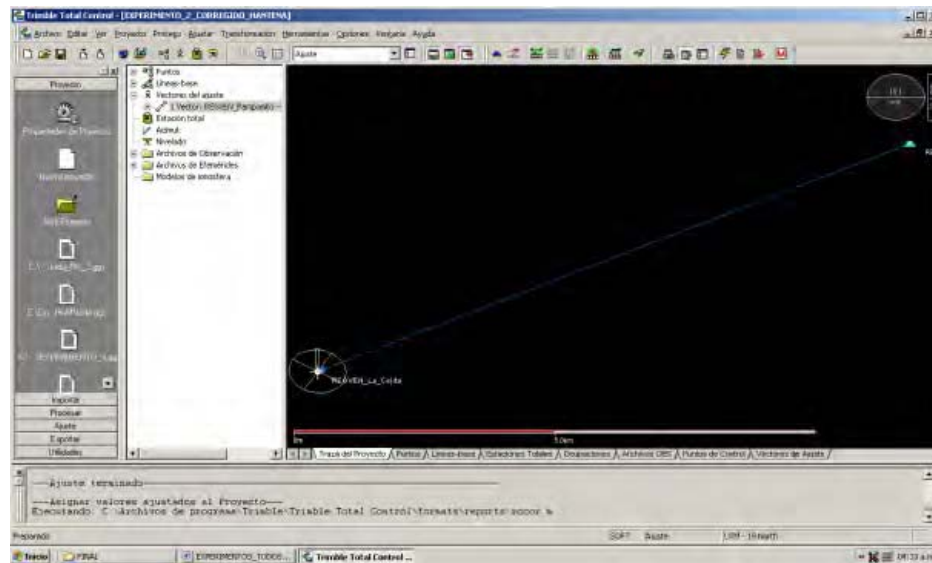
### 4.2 Cálculos y Resultados

Para los cálculos se vaciaron todos los datos crudos obtenidos en campo, en el software seleccionado (Trimble Total Control) con la configuración antes mencionada y así poder visualizar todas las líneas bases obtenidas en campo y cumpliendo con los procedimientos establecidos se realizaron los análisis que se presentan a continuación:

### ***4.3 Evaluación del control geodésico:***

Para evaluar los controles geodésicos se procedió a fijar las coordenadas del vértice Pampanito proporcionadas por el IGVSB y analizar solo la línea base Pampanito-La Cejita y de esta manera poder calcular nuevamente las coordenadas del vértice La Cejita.

Figura N°12:



Vista de la línea base Pampanito – La Cejita, en el programa Trimble Total Control.

Investigación Propia 2012.

Datos de IGVSb de las coordenadas de los Controles Geodésicos La Cejita y Pampanito. Ver apéndice 4.

Tabla N° 8:

Vértice GPS	Estado	Municipio	Red	Año	Coordenadas UTM Norte (m)	Coordenadas UTM Este (m)
Pampanito	Trujillo	Pampanito	Geocéntrica Nacional	2005	1.041.373,560	337.935,571
La Cejita	Trujillo	San Rafael de Carvajal	Geocéntrica Nacional	1998	1.035.882,552	326.571,766

Fuente IGVSb

Coordenadas Obtenidas del cálculo de la línea base Pampanito - La Cejita fijando el vértice Pampanito.

**Tabla N° 9:**

<b>Nombre de Punto</b>	<b>Norte (m)</b>	<b>Este (m)</b>	<b>Altitud (m)</b>
La Cejita	1.035.882,5455	326.571,7485	496,1430

Fuente Propia 2012.

Comparación de las coordenadas obtenidas del vértice La Cejita con las coordenadas existentes del vértice REGVEN La Cejita.

**Tabla N° 10:**

<b>VERTICE</b>	<b>NORTE (m)</b>	<b>ESTE (m)</b>	<b>ALTITUD (m)</b>	<b>ΔNORTE (m)</b>	<b>ΔESTE (m)</b>	<b>ΔALTITUD (m)</b>
La Cejita *	1.035.882,546	326.571,749	496,143	0.007	0.018	0.009
REGVEN La Cejita	1.035.882,552	326.571,766	496,134			

Fuente Propia 2012.

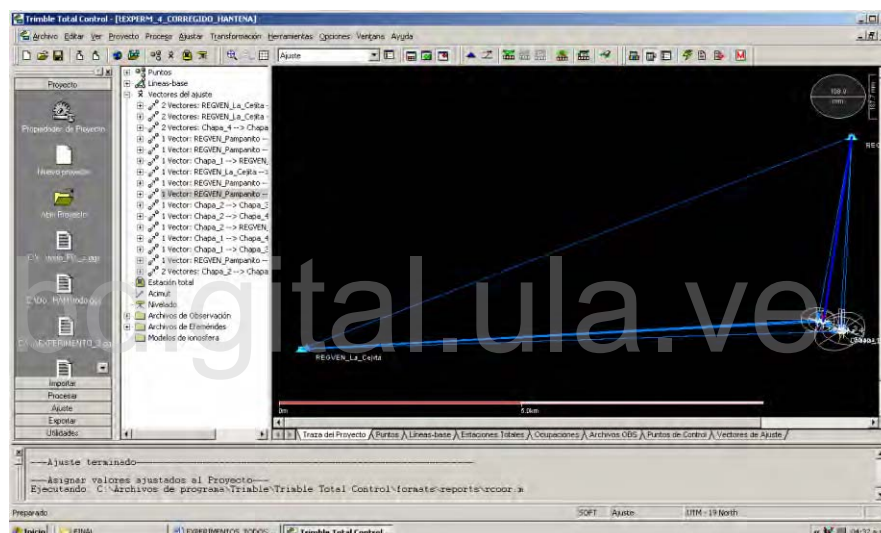
\* Calculo Propio.

Con estas diferencias se demuestra que los controles geodésicos están dentro de las exactitudes requeridas por el IGVSB dado que los errores de mediciones GPS son de 1,5mm en el componente vertical y 3,1mm en el componente Horizontal y en el ajuste realizado con el software se obtuvieron errores de 15,1mm en el componente horizontal y de 31,1mm en el componente vertical, ahora se procede a calcular los vértices de densificación.

#### 4.4 Cálculo de las Coordenadas de los vértices 1, 2, 3 y 4 de densificación:

Para calcular los vértices de densificación se procedió a fijar las coordenadas proporcionadas por el IGVSb de los controles geodésicos La Cejita y Pampanito en el software Trimble Total Control y activando todas las líneas bases obtenidas en la campaña de medición, quedando la red de la siguiente manera:

Figura N°13:



Vista de las líneas bases obtenidas en campo, en el Programa Trimble Total Control. Investigación Propia 2012.

Obteniendo las coordenadas que se presentan a continuación:

Tabla N°11:

VERTICE	NORTE (m)	ESTE (m)	Altitud (m)	Elevación (m)
1	1.036.336,583	337.693,110	943,767	950,271
2	1.036.349,464	337.760,273	988,906	995,407
3	1.036.638,756	337.232,233	833,220	839,775
4	1.036.592,995	337.346,224	842,073	848,617

Fuente Propia 2012.

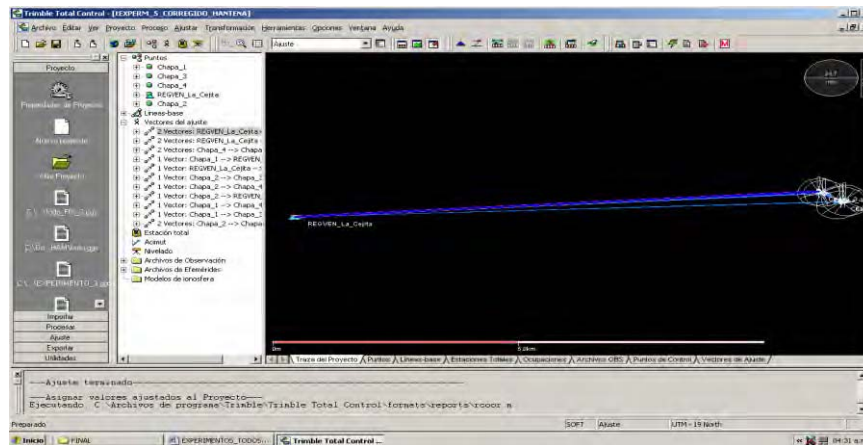
Realizadas las mediciones GPS en el modo diferencial en los vértices de Densificación se Analizó en el Post – Proceso los datos GPS capturados en Campo, dando unos errores de procesamiento de 3,6mm en el componente horizontal y 7,3mm en el componente vertical y un error en el ajuste de 108,9mm en el componente horizontal y 187,7mm en el componente vertical, estando de esta manera por debajo del error máximo permitido en la normativa del IGVSB que son 200mm.

Para disminuir los errores obtenidos en el análisis anterior, se realizó un procedimiento sencillo; comenzando a desactivar las líneas bases con mayor error de un total de 15 líneas; una vez aplicado el ensayo y error se obtienen los errores mínimos hasta llegar a un error poco visible y poder proceder a calcular las coordenadas correspondientes a los vértices de densificación.

De lo anterior mencionado, describimos a continuación los 3 análisis más significativos donde se evidencian la reducción de los errores más notorios.

Primero se procedió a fijar las coordenadas del vértice La Cejita y activar las líneas bases unidas al control geodésico La Cejita y los cuatro vértices de densificación y desactivando las líneas bases referente al vértice Pampanito, quedando la red como se muestra en la siguiente figura:

Figura N°14:



Vista de las líneas bases formadas por el Control geodésico La Cejita y los vértices de densificación, en el Programa Trimble Total Control. Investigación Propia 2012.

Con este procedimiento y análisis se obtuvo las coordenadas siguientes:

Tabla N° 12:

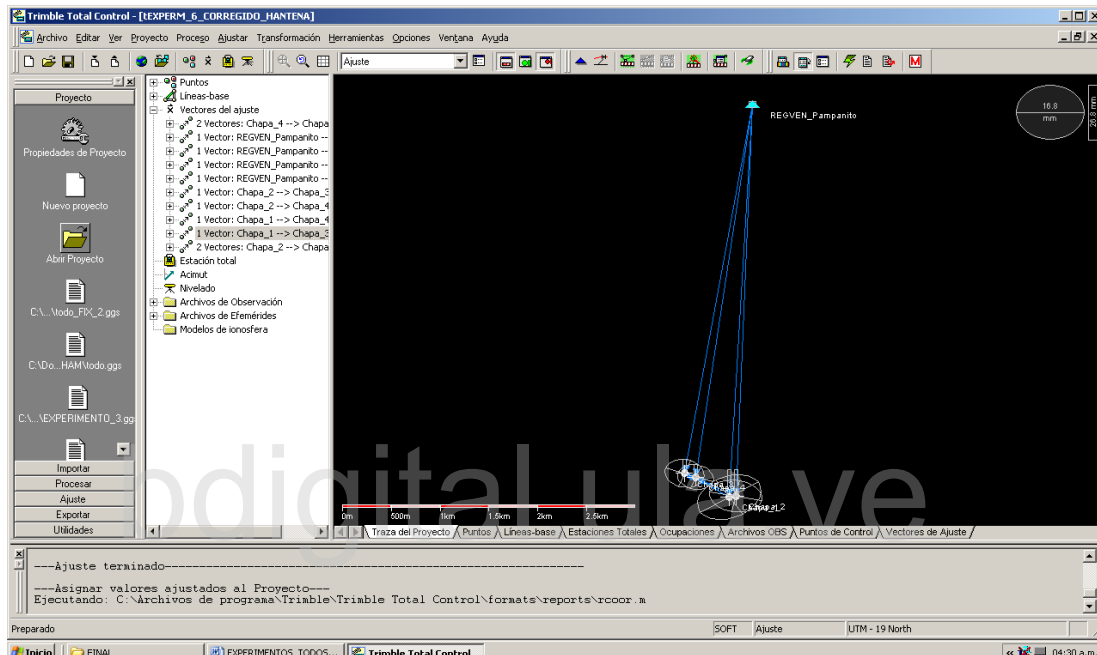
VERTICE	NORTE (m)	ESTE (m)	Altitud (m)	Elevación (m)
1	1.036.336,616	337.693,149	944,570	951,073
2	1.036.349,480	337.760,329	989,762	996,264
3	1.036.638,783	337.232,213	834,275	840,829
4	1.036.593,041	337.346,215	843,144	849,688

Fuente Propia 2012.

Con unos errores de procesamientos de 2,9mm en el componente horizontal y 5,4mm en el componente vertical, en el ajuste de 24,7mm en el componente horizontal y 47,6mm en el componente vertical; comparando los resultados obtenidos en los ajustes, con los resultados anteriores se tiene que hay una diferencia de 84,2mm en el componente horizontal y 140,1mm en el componente vertical, disminuyendo de manera significativa los errores en el ajuste.

Para el segundo análisis en el Post – Proceso; fijamos las coordenadas del vértice geodésico Pampanito y activando las líneas bases que unen los cuatro vértices de densificación como se muestra en la imagen siguiente:

**Figura N°15:**



Vista de las líneas bases del Control Geodésico Pampanito y los vértices de densificación, en el programa Trimble Total Control. Investigación Propia 2012.

Mejorando los errores anteriores dando en los ajustes de 16,8mm en el componente horizontal y 26,8mm en el componente vertical, con una diferencia con respecto al análisis anterior de 7,9mm en el componente horizontal y 20,8mm en el componente vertical en los ajustes, con unos errores en el procesamiento de 3,6mm en el componente horizontal y 7,3mm en el componente vertical, obteniendo las siguientes coordenadas:

Tabla N° 13:

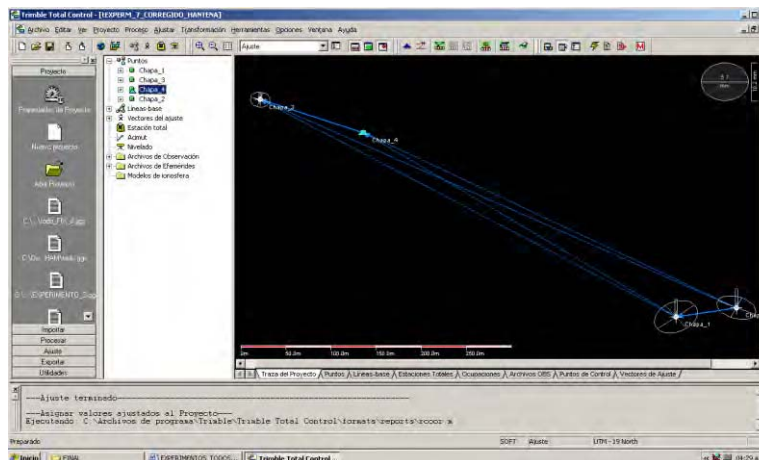
VERTICE	NORTE (m)	ESTE (m)	Altitud (m)	Elevación (m)
1	1.036.336,639	337.693,159	943,211	949,714
2	1.036.349,502	337.760,336	988,372	994,873
3	1.036.638,820	337.232,214	832,894	839,449
4	1.036.593,073	337.346,214	841,763	848,307

Fuente Propia 2012.

Por último se procede a fijar las coordenadas del vértice 4 de densificación ya que fue el vértice de densificación que obtuvo menor error en el análisis anterior, siendo de 8,9mm en el componente horizontal y 7,5mm en el componente vertical, y se activaron las líneas bases que tienen que ver con los cuatro vértices de densificación, quedando la red como se muestra en la figura siguiente:

bdigital.ula.ve

Figura N°16:



Vista de las líneas bases los vértices de densificación, en el programa Trimble Total Control. Investigación Propia 2012.

Realizadas las mediciones GPS en el modo diferencial en los vértices de Densificación se Analizó en el Post – Proceso los datos GPS capturados en Campo y como resultado final se obtiene un error en la red de 5,7mm en el componente horizontal y 10,2 en el componente vertical si le sumamos el error que arrastraba el vértice 4 tendremos un error total en el ajuste de 14,6mm en el componente horizontal y 17,7mm en el componente vertical y en los errores de procesamiento 2,7mm en el componente horizontal y 5,4mm en el componente vertical siendo los mínimos obtenidos, que arrojan las siguientes coordenadas:

**Tabla N° 14:**

<b>VERTICE</b>	<b>NORTE (m)</b>	<b>ESTE (m)</b>	<b>Altitud (m)</b>	<b>Elevación (m)</b>
1	1.036.336,6405	337.693,1424	943,1781	949,6814
2	1.036.349,5082	337.760,3300	988,3659	994,8672
3	1.036.638,8206	337.232,2142	832,8940	839,4483
4	1.036.593,0737	337.346,2148	841,7630	848,3073

Fuente Propia 2012.

Teniendo en cuenta todos resultados, se eligieron las coordenadas de los vértices de densificación del último análisis para la elaboración de las planillas, ya que es el que presento menor error. Ver apéndice 7.

## CAPITULO V

### 5.1. Conclusiones:

Se cumplió con el objetivo de posicionar cuatro (4) Vértices Geodésicos en el Sector Loma de Zabala, Parroquia Pampanito, Municipio Pampanito del Estado Trujillo de acuerdo con la normativa del Instituto Geográfico Venezolano Simón Bolívar para la Densificación de la Red Geodésica Municipal.

Se seleccionaron los resultados de las coordenadas siguientes: **Vértice 1 Norte:** 1.036.336,6405m, **Este:** 337.693,1424m, **Altitud:** 943,1781m, **Elevación:** 949,6814m, **Vértice 2 Norte:** 1.036.349,5082m, **Este:** 337.760,3300m, **Altitud:** 988,3659m, **Elevación:** 994,8672m, **Vértice 3 Norte:** 1.036.638,8206m, **Este:** 337.232,2142m, **Altitud:** 832,8940m, **Elevación:** 839,4483m, **Vértice 4 Norte:** 1.036.593,0737m, **Este:** 337.346,2148, **Altitud:** 841,7630m, **Elevación:** 848,3073m, debido que es donde se observan los menores errores en las mediciones.

Cuando se incluyen varios puntos de control los mejores resultados se obtienen al utilizar el punto de control más cercano, cumpliendo con lo establecido en los manuales para GPS de que a distancias más cercanas se obtienen mejores resultados.

El uso de dos GPS diferenciales de doble frecuencia minimizan los errores en las mediciones; en contraposición a la densificación a través de GPS diferenciales de una frecuencia.

Una de las fortalezas más representativas en el uso de GPS diferenciales es que en el modo estático el sistema capta datos de forma

simultánea de todos los satélites disponibles en el momento de las mediciones.

Este trabajo es un aporte a la gestión y planificación territorial que se basa en el manejo de los datos de tenencia y propiedad, localización y extensión, así como vocación de uso y valoración económica de las mismas actualizada y validada.

La finalidad de esta actividad es asegurar que los nodos de conexión al sistema geodésico nacional, faciliten la vinculación de todos los levantamientos geodésicos o topográficos al sistema geodésico nacional.

El número de satélites visibles y el PDOP son factores determinantes en el tiempo de observación requerido para producir líneas bases de calidad.

## **5.2. Recomendaciones**

Se deben seleccionar los sitios que tengan menor obstrucción para la captura de los datos GPS.

Que los controles geodésicos utilizados cumplan con la calidad requerida por el Instituto Geográfico Venezolano Simón Bolívar.

Medir la mayor cantidad de líneas bases para minimizar los errores en las mediciones.

No se deben realizar mediciones simultaneas de menos de cinco minutos de haber comenzado los equipos a capturar datos ya que durante este tiempo no se generan las líneas bases.

Comprobar la carga de la batería y llevar el registro de las condiciones de cada lugar en la libreta de campo.

Hacer un plan de observaciones para ver dónde colocar los receptores al momento de las mediciones y saber la cantidad de líneas bases a medir, de esta manera se optimiza el tiempo de trabajo.

Proporcionar las planillas de los vértices geodésicos a la alcaldía del Municipio Pampanito para que los incorporen a la Densificación de la Red Geodésica.

bdigital.ula.ve

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alcaldía de Guacara (2011); Posicionamiento de 400 Vértices Geodésicos para la Densificación de la Red Geodésica Municipal. Oficina de Catastro.
- Alcaldía de Pampanito (2010); Oficina de Catastro.
- Arias, F. (2006). El Proyecto de investigación Guía para su Elaboración (en línea). (Quinta Edición), Caracas Editorial Episteme. Disponible en: <http://www.slideshare.net/asdrubal1990/el-proyecto-de-investigacion-fidias-arias> Revisado el 29 de Mayo de 2010.
- ASOPRO CET (2011); Asociación de Productores de Cítricos del Estado Trujillo.
- Berné, J., Ribera, C. y Camargo, S. (2005). La actualidad Catastral en Venezuela. CT: Catastro (en Línea) Numero 55. pág. 41 – 48. Disponible en: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1961350>. Revisado el 29 de Mayo de 2010.
- Camargo; S., Ribera; C. y Berné; J. (2008). Situación Actual de la Red Geodésica Venezolana. Volumen 124 Abril/Mayo. Disponible en: [http://www.mappinginteractivo.com/plantilla-ante.asp?id\\_articulo=1468](http://www.mappinginteractivo.com/plantilla-ante.asp?id_articulo=1468). Revisado el 29 de Mayo de 2010.
- Casanova, L. (2002). Topografía Plana (en línea) Taller de Publicaciones de Ingeniería ULA – Mérida. Disponible en: [http://www.serbi.ula.ve/serbiula/libros-electronicos/Libros/topografia\\_plana/pdf09/CAP-10.pdf](http://www.serbi.ula.ve/serbiula/libros-electronicos/Libros/topografia_plana/pdf09/CAP-10.pdf). Consultado el 31 de Mayo de 2010.
- Castellanos, V. (2009). El Catastro Físico en el Marco de la Ley de Geografía Cartografía y Catastro Nacional Propuesta de Establecimiento de Vértices Geodésicos en los Sectores Agrícolas Butaque y Peraza. Estado Trujillo. Trabajo se ascenso para optar a la categoría de Profesor Titular en la Universidad de Los Andes.

- Castro, J. y Coronado, J. (2006). Modelo de Catastro físico Parcelario en el Marco de la Ley de Tierra y Desarrollo Agrario, Ley de Geografía, Cartografía y Catastro Nacional en parcelas de Tenencia Pública y Privada ubicada en el Municipio Pampanito del Estado Trujillo. Trabajo de Grado presentado a la Universidad de Los Andes, Núcleo Universitario "Rafael Rangel", para optar al título de Ingeniero Agrícola.
- Caturla, C. (2009). Introducción a la Geodesia Conceptos Básicos, Consejería de Vivienda y Ordenación del Territorio Instituto de Cartografía de Andalucía. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/65147003/Conceptos-geodesia>. Consultado el 28 de Septiembre de 2012.
- CORPOANDES (2009); Corporación de Los Andes. Dossier Pampanito. Disponible en: [http://www.corpoandes.gov.ve/files/imagenes/file/descargas/gerencia\\_informacion/DOSSIER%202009/Trujillo/Pampanito%202009.pdf](http://www.corpoandes.gov.ve/files/imagenes/file/descargas/gerencia_informacion/DOSSIER%202009/Trujillo/Pampanito%202009.pdf). Consultado el 28 de Septiembre de 2012.
- Fallas, J. (2002); Sistema de Posicionamiento Global, Laboratorio de Teledetección y Sistemas de Información Geográfica Programa Regional en Manejo de Vida Silvestre y Escuela de Ciencias Ambientales Universidad Nacional. Heredia. Costa Rica. Disponible en: [http://www.mapealo.com/Costaricageodigital/Documentos/alfabetizacion/gps\\_teoría\\_nov10.pdf](http://www.mapealo.com/Costaricageodigital/Documentos/alfabetizacion/gps_teoría_nov10.pdf). Consultado el 31 de Mayo de 2010.
- Garafulic, P. (2005); Geodesia Teoría y Práctica. Universidad de Santiago de Chile. INETER (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales). Dirección General de geodesia y Cartografía. Disponible en: [http://www.ineter.gob.ni/Direcciones/Geodesia/Seccion\\_temas\\_de\\_Geodesia/geodesiateoriaypractica.pdf](http://www.ineter.gob.ni/Direcciones/Geodesia/Seccion_temas_de_Geodesia/geodesiateoriaypractica.pdf). Consultado el 31 de Mayo de 2010.
- Hernández, J. (2002). Evolución y Estado Actual del Sistema de Referencia Geocéntrico en Venezuela. Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar (IGVSB). Ministerio del Ambiente y de los

Recursos Naturales Caracas, Venezuela. Disponible en:  
<http://www.mecinca.net/papers/REGVEN1.pdf>. Consultado el 31 de Mayo de 2010.

- Hernández, J. y Balcázar, F. (1995), Evaluación de la Red de Triangulación del Área Metropolitana de Caracas Utilizando G.P.S. Ministerio de Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables Servicio Autónomo de Geografía y Cartografía Nacional.
- IGVSb (Instituto Geográfico Venezolano Simón Bolívar) (2001a). Especificaciones para Establecer los Vértices de Densificación de la Red Geodésica Municipal (DRGM) y para Levantamientos Catastrales.
- IGVSb (Instituto Geográfico Venezolano Simón Bolívar) (2001b). La Red Geodésica Municipal Instructivo para su Establecimiento.
- IGVSb (Instituto Geográfico Venezolano Simón Bolívar) (2001c). Normas para el Establecimiento de la Red Geodésica Municipal Utilizando GPS.
- IGVSb (Instituto Geográfico Venezolano Simón Bolívar) (2006). Proyecto: Sistema Nacional de Catastro Etapa I: 2006 – 2008 Caracas, Venezuela. Disponible en:  
<http://www.igvsb.gob.ve/site2009/archivos/cat006.pdf>. Consultado el 31 de Mayo de 2010.
- IGVSb (Instituto Geográfico Venezolano Simón Bolívar) (2009). Curso Introductorio a la Geomatica. Disponible en:  
[http://www.igvsb.gob.ve/site2009/cvpr/cd\\_curso\\_cvpr/home.swf](http://www.igvsb.gob.ve/site2009/cvpr/cd_curso_cvpr/home.swf). Consultado el 31 de Mayo de 2010.
- IGVSb (Instituto Geográfico Venezolano Simón Bolívar) (2012). Procedimiento General para la Formación y Conservación del Catastro – Red Geodésica Disponible en:  
[http://www.igvsb.gob.ve/documentos/proced\\_catastro\\_red\\_geod.pdf](http://www.igvsb.gob.ve/documentos/proced_catastro_red_geod.pdf). Consultado el 11 de octubre de 2012.
- Jáuregui, L. (2010). Geoposicionamiento. Universidad de Los Andes Disponible en:

<http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/iluis/publicaciones/Topograf%EDa/clasetopo.pdf>. Consultado el 31 de Mayo de 2010.

- Kollner, L. (2007); Descripción del Sistema GPS, Servicio técnico SOKKIA, Laboratorio de Calibración, Arriendo y Venta. Disponible en: <http://www.kollnerlabrana.cl/descripcion%20del%20sistema%20GPS.pdf>. Consultado el 31 de Mayo de 2010.
- Martín, A., Rodríguez; Y. y Hoyer; M. (S/F). Impacto de la Implantación del Nuevo Datum Oficial de Venezuela (SIRGAS – REGVEN) en las actividades geodésicas de PDVSA EPM. Laboratorio de Geodesia Física y Satelital, Universidad del Zulia. Disponible en: <http://www.sirgas.org/fileadmin/docs/regvenPDVSA.pdf>. Consultado el 31 de Mayo de 2010
- MECINCA, (2012). Mediciones Científicas e Industriales C.A. Glosario GPS. Disponible en: [http://www.mapealo.com/Costaricageodigital/Documentos/glosario/GLOSARIO\\_GPS\\_MECINCA\\_TOPOGRAFIA\\_GPS.pdf](http://www.mapealo.com/Costaricageodigital/Documentos/glosario/GLOSARIO_GPS_MECINCA_TOPOGRAFIA_GPS.pdf) Consultado el 29 de Septiembre de 2012.
- Pachas, R. (2009). El Levantamiento Topográfico: Uso del GPS y Estación Total. Volumen 16 Julio/Diciembre. Pág. 29-45. Disponible en: <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/30397> Revisado el 26 de febrero de 2011.
- Pachas, R. (2010). Posicionamiento Estático Diferencial: Errores y Post-Proceso. Volumen 17 Enero/Junio. Pág. 5-19. Disponible en: <http://cetus.saber.ula.ve/handle/123456789/31823?mode=full> Revisado el 26 de febrero de 2011.
- Reyes, J. y Casas; V. (2010). Sistema de Posicionamiento Global. Guía de Estudio. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ingeniería. Disponible en: <http://clegeof.iespana.es/contenido/temacuatro.pdf>. Consultado el 31 de Mayo de 2010.
- Sevilla, M. (1999). Introducción Histórica a la Geodesia. Universidad de Complutense de Madrid. Instituto de Astronomía y Geodesia.

Facultad de Ciencias Matemáticas. Disponible en:  
[http://www.iag.csic.es/museo/docs/historia\\_geodesia.pdf](http://www.iag.csic.es/museo/docs/historia_geodesia.pdf). Consultado el 29 de Julio de  
2010.

bdigital.ula.ve

APENDICES

bdigital.ua.ve



## **NORMAS PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LA RED GEODÉSICA MUNICIPAL UTILIZANDO GPS**

### **LA RED GEODESICA MUNICIPAL:**

Entendida como un conjunto de vértices ubicados y/o distribuidos dentro o cerca del perímetro del municipio, materializados físicamente en el terreno y cuya posición es conocida con exactitud, y referida al sistema geodésico nacional.

El objetivo de esta red es que sirva como referencia posicional para los proyectos y estudios catastrales que se ejecuten en el municipio.

### **1. CARACTERISTICAS GENERALES :**

- a) **MONUMENTACIÓN:** Cada uno de los vértices geodésicos deben ser materializados físicamente por marcas geodésicas de bronce, aluminio o cualquier material resistente. Se pueden utilizar pernos, clavos empotrados en estructuras estables y duraderas como aceras, lecho rocoso, azoteas de edificios etc. Es recomendable el uso de vértices ya existentes , en vez de construir nuevos, ya que evitan la proliferación de monumentos y mejoran las redes ya existentes. De ser necesario la construcción de nuevos postes de concreto, las dimensiones no serán menores a 20x20 cm ó 10 cm de radio si es circular, 10 cm de alto y 60 cm de profundidad, dependiendo del tipo de suelo. El terreno seleccionado para la ubicación del vértice debe ser estable y firme, y que no sea susceptible de erosión rápida, deslizamiento e inundaciones. También se puede utilizar como postes, tubos de metal resistentes y protegidos de corrosión y oxidación. Así mismo si el tipo de suelo y el área circundante lo permite, se recomienda colocar tres tubos de protección del monumento, colocados en forma triangular alrededor del poste, pero dejando espacio para la operación de equipo topográfico y de altura máxima 1,5 metros.
- b) **UBICACIÓN:** Los vértices de la red municipal deben ser ubicados en zona con el horizonte despejado desde 20° máximo sobre el horizonte; estaciones de radar ó microondas, repetidoras y líneas eléctricas de alto voltaje que puedan originar interferencia y su proximidad al vértice debe ser evitado.

Para evitar además la reflexión de la señal GPS por la cercanía a objetos metálicos y otras estructuras, el área dentro de 50 metros de radio del monumento o vértice debe estar libre de superficies reflectantes naturales y artificiales.

- c) **NOMENCLACTURA:** Cada vértice tendrá un nombre asociado al poblado, accidente geográfico, territorio ocupado, edificio, plaza, parque , redoma, avenida etc., es decir, que lleve un nombre fácilmente de ubicar en el municipio.
- d) **DATUM, ELIPSOIDE Y PROYECCION UTILIZADA:** El Datum a utilizar es REGVEN con elipsoide el Geodetic Reference System 1980 ó GRS-80. La proyección será la Universal Transverse Mercator ó UTM. Las coordenadas de la red geodésica municipal deberán ser expresadas en coordenadas geodésicas y UTM.
- e) **RECEPTORES GPS:** Sólo se utilizarán receptores GPS de una o doble frecuencia, dependiendo de la longitud de las líneas bases. Para líneas mayores a 20 km se utilizarán receptores de doble frecuencia.
- f) **ALTURAS:** Para la determinación de alturas de los vértices se pueden utilizar varios métodos, dependiendo de la exactitud requerida. En caso de ser necesario, la determinación de alturas cuasi-ortométricas, se puede obtener realizando nivelación geométrica o nivelación trigonométrica de precisión a cada uno de los vértices.

También se puede determinar por medio de la medición GPS de algunos BM's incluidos en la red GPS, y distribuidos por el área del proyecto; y que la altura ortométrica sea incluida en la compensación de la red geodésica, utilizando además algún modelo geopotencial global como el EGM-96, OSU-91A , CARIB 97 .Otro método para la determinación de alturas de los vértices, es utilizar las coordenadas geodésicas ( $\varphi, \lambda, h$ ) y la ondulación geoidal (N) obtenida de los modelos geopotenciales globales.

Las dos últimas alternativas estarán vigentes hasta que el IGVS adopte un modelo geoidal para Venezuela.

- g) **EXACTITUD:** La exactitud de la red al 95% de confiabilidad debe ser mejor o igual a  $\pm 10$  centímetros.
- h) **RESULTADOS:** Generar un informe técnico que contenga por lo menos la descripción del proyecto, objetivos, planillas de vértices definitivas (una por vértice), según modelo anexo (incluyendo estaciones bases RTK), gráfico de la red con sus líneas bases, vértices nuevos y de control, ajustes tridimensionales de las coordenadas de los vértices, modos de posicionamiento GPS utilizados, estaciones bases RTK, cronograma del proyecto y mediciones, matriz de varianza- covarianza, reportes de todos los vectores procesados incluyendo exactitudes, personal que participó, características de los

receptores, software de procesamiento y radio transmisores, inconvenientes y recomendaciones.

i)

Las planillas diarias de observación por cada vértice, deben contener al menos: nombre e identificación del vértice, fecha de observación, hora de inicio y finalización, operadores, serial del receptor, antena y data logger, propietario del receptor, antena y data logger, coordenadas aproximadas, croquis, acceso y fotografía panorámica del vértice, características del monumento, diagrama de obstrucción, altura de antena, tipo de altura medida (inclinada, vertical,)y radio de la antena.

j) **PROCESAMIENTO DE DATOS:** En los modos post-procesados, se utilizará software de procesamiento de fase, con el método de multiestación. Las soluciones de las sesiones de procesamiento de líneas bases deben ser completamente fijas (FIX), o parciales, y para líneas bases superiores a 40 Km. se pueden incluir soluciones flotantes (FLOAT).

k) **REFERENCIAS ACIMUTALES :** De ser necesario el establecimiento de marcas de referencias acimutales, tendrán las mismas características del vértice principal ; y ubicadas a una distancia de aproximadamente 100 metros de éste. El posicionamiento de éstas se puede vincular directamente sólo al vértice principal.

## 2. MODOS DE POSICIONAMIENTO GPS

Se utilizará el método relativo, apoyado en vértices de la Red Geocéntrica Venezolana REGVEN.

### a) MODO ESTÁTICO :

- Tiempo de observación: dependiendo de la separación entre estaciones, pero no deberá ser menor a una hora. Para separación cercana a 50 Km., el tiempo de observación no será menor a 3 horas.
- Separación máxima entre estaciones: 50 Km., esta distancia podrá aumentar dependiendo de la lejanía de los vértices de REGVEN.
- Intervalo de captura máximo: 15 segundos
- Angulo de elevación máximo: 20 grados
- Receptores GPS: para distancias inferiores a 20 Km. se utilizarán receptores de una ó dos frecuencias; y para distancias mayores a 20 Km. sólo receptores doble frecuencia.
- Vinculación a vértices REGVEN: mínimo dos, dependiendo del área y cantidad de vértices ó en caso de vinculación directa sólo a un vértice REGVEN, se deben realizar por lo menos dos sesiones de medición por vértice.
- PDOP máximo : 6
- Cantidad mínima de satélites: 5
- Compensación: compensación tridimensional de la red fijando un solo vértice como restricción y luego la segunda compensación fijando todos los puntos de control.

- De establecerse vértices de control geodésicos en la zona del proyecto como apoyo geodésico para la red , éstos vértices de control deben presentar exactitudes mejores ó iguales a  $\pm 5$  centímetros, y la exactitud de los vértices de la red municipal vinculados a aquellos debe ser mejor o igual a  $\pm 5$  cm.
- Formato de datos GPS: todos los datos GPS deben ser transformados al formato RINEX.

b) **MODO ESTÁTICO RÁPIDO:**. Este modo será utilizado para distancias entre receptores, inferiores a 20 km.

- El tiempo de ocupación para cumplir con las exactitudes exigidas dependerá de la distancia de las líneas bases.
- Se deben cumplir además el resto de características aplicadas al modo estático.

c) **MODO TIEMPO REAL CINEMÁTICO RTK:**

- Se utilizarán correcciones diferenciales de fase portadora de la señal GPS.

Estaciones Bases o Master:

- Las estaciones bases se deben vincular a por lo menos a dos vértices de la Red Geocéntrica Venezolana REGVEN, o en caso de vincularse directamente a sólo un vértice REGVEN, se ejecutarán por lo menos dos sesiones por vértice. Para el posicionamiento de las estaciones bases se utilizará el modo estático ó estático rápido.
- Se deben monumentar con marcas geodésicas estables y permanentes.
- Intervalo de captura máximo: 1 segundo
- PDOP máximo: 4
- Cantidad mínima de satélites: 5
- Separación máxima entre estaciones bases: 10 Km.

Estaciones Remotas o Rover:

- Distancia máxima a la estación base : 10 Km.
- Tiempo de ocupación mínimo: 5 segundos
- Intervalo de Captura: 1 segundo
- La solución del posicionamiento de las líneas bases entre la estación base y la remota, debe ser fijada (FIX).

## **RED GEODESICA MUNICIPAL NOTA EXPLICATIVA**

**VERTICE:** Representa el nombre del vértice referido a algún centro poblado, sitio, accidente geográfico, calle, avenida, local comercial u otro.

**ESTADO:** Entidad Federal en el que se encuentra el municipio.

**MUNICIPIO:** Municipio donde se encuentra ubicado el vértice.

**DATUM:** Datum de la red geodésica municipal.

**ELIPSOIDE:** Representa el elipsoide al cual están referidas las coordenadas.

**N°:** Número identificativo del vértice

**FECHA:** Fecha de medición del vértice

**LATITUD:** Latitud en el elipsoide GRS-80.

**LONGITUD:** Longitud en el elipsoide GRS-80

**h:** Altura elipsoidal

**H:** Altura ortométrica

**NORTE:** Norte UTM elipsoide GRS-80

**ESTE:** Este UTM elipsoide GRS-80

**HUSO:** Representa el huso UTM

**CROQUIS:** Representación gráfica de la ubicación del vértice

**FOTOGRAFIA:** Vista panorámica de ubicación del vértice

**ACCESO:** Descripción de la ubicación del vértice

**INSCRIPCIÓN EN LA MARCA GEODESICA:** Leyenda inscrita en la marca geodésica (si posee) , referida al vértice.

## RED GEODÉSICA MUNICIPAL

<b>VERTICE:</b>	<b>ESTADO:</b>	<b>MUNICIPIO:</b>		
<b>DATUM:</b> SIRGAS-REGVEN	<b>ELIPSOIDE:</b> GRS - 80	<b>NUMERO:</b>	<b>FECHA:</b>	

### VERTICE PRINCIPAL

<i>COORDENADAS GEODESICAS</i>					<i>COORDENADAS UTM</i>		
<b>LATITUD:</b>			<b>h (m)</b>	<b>H<sub>egm-96</sub></b>	<b>NORTE (m)</b>	<b>ESTE (m)</b>	<b>HUSO</b>
<b>LONGITUD:</b>							

### VERTICE REFERENCIA

<b>LATITUD:</b>			<b>h (m)</b>		<b>NORTE (m)</b>	<b>ESTE (m)</b>	<b>HUSO</b>
<b>LONGITUD:</b>							

### CROQUIS

bdigital.ula.ve

### FOTOGRAFIA

**ACCESO:**

**INSCRIPCION MARCA GEODESICA:**



**INSTITUTO GEOGRAFICO  
DE VENEZUELA  
SIMON BOLIVAR**

## LA RED GEODÉSICA MUNICIPAL

### INSTRUCTIVO PARA SU ESTABLECIMIENTO

#### INTRODUCCION

Se entiende por Red Geodésica Municipal al conjunto de vértices geodésicos ubicados y/o distribuidos dentro o cerca del perímetro del municipio, materializados físicamente en el terreno y cuya posición es conocida con exactitud y referida al Sistema Geodésico Nacional REGVEN; con el objeto que sirva como una estructura fundamental para referir los levantamientos topográficos y geodésicos que se requieran en los proyectos catastrales.

En este sentido, con el objeto que este documento sirva de **guía** para la elaboración de la Red Geodésica Municipal y tomando en consideración las normas elaboradas por este Instituto para su establecimiento utilizando GPS, se describen las principales fases y actividades involucradas en el desarrollo del proyecto. Es importante señalar que el tamaño de la red va a depender de la extensión del territorio, topografía, áreas prioritarias, tipo de equipo a utilizar para el levantamiento físico y otros; así mismo la estructura secuencial de ejecución dependerá del avance existente en alguna de las fases, por ejemplo, en algunos casos es posible que ya existan los monumentos y no sea necesario la fase de monumentación o ya se hayan seleccionado los sitios para la ubicación de los vértices, en este caso no será necesario la fase de reconocimiento. Igualmente, se acostumbra a realizar algunas fases simultáneamente, es decir, al mismo tiempo que un equipo reconoce, otro monumenta mientras que otros realizan las mediciones G.P.S..

Este instructivo, aunque no representa una guía estricta a seguir debido a la dinámica que envuelve a los trabajos geodésicos (capacidades tecnológicas, diseños de redes, estructura ya existente, facilidades técnicas y otros), si debe ser considerada como un procedimiento metodológico constante a desarrollar tomando en cuenta las variables técnicas para el establecimiento de la Red Geodésica Municipal principalmente con fines catastrales.

## 1. PLANIFICACIÓN Y PREPARACIÓN

Se entiende como la fase de identificación de necesidades técnicas, diseño de la red, equipos, personal y materiales a ser utilizados, siendo los más importantes los siguientes:

### 1.1. Búsqueda de información cartográfica y geodésica

Recopilación de la información cartográfica y geodésica existente en la zona y sobre la que se diseñará la red y algunos de los aspectos logísticos del proyecto.

### 1.2. Ubicación y selección de los vértices

Con la cartografía existente se realizará la ubicación de los vértices y tentativamente se seleccionará el sitio para su ubicación, tomando en consideración el control geodésico REGVEN, otros vértices existentes, acceso, topografía del área, cantidad de vértices a establecer, áreas prioritarias. Así mismo se realizará una nomenclatura inicial de los vértices.

### 1.3. Selección del instrumental GPS, vehículos y otros equipos

Tomando en cuenta las normas para el establecimiento de la Red Geodésica Municipal, se procede a la selección de los equipos GPS, software de procesamiento, computadoras, cámaras fotográficas y otros equipos auxiliares como brújulas, inclinómetros, navegadores GPS, equipos de campamento (tiendas de campaña, cavas), herramientas de albañilería, disponibilidad y selección de vehículos.

### 1.4. Selección del personal

Como en todo proyecto geodésico, se debe seleccionar el responsable del proyecto, supervisor, operadores GPS, dibujantes, obreros, choferes y calculistas.

### 1.5. Diseño de monumentos y marcas geodésicas

Se debe realizar un diseño de las formas y tipos de monumentos, materiales para la construcción (arena, cemento, cabillas, madera, formaletas). Se determinará si se colocarán tubos de protección, tipo de marca geodésica (placas de metal, pernos o clavos).

### 1.6. Diseño de la red geodésica

En el diseño de la red geodésica se considerarán los criterios técnicos para las mediciones GPS tales como:

- Vértices REGVEN a utilizar
- Duración de sesión de mediciones
- Selección de la técnica de posicionamiento (estático, estático rápido, RTK)
- Intervalo de captura de mediciones, máscara de elevación
- Diseño del cronograma de ocupación de vértices
- Selección del tiempo de ocupación
- Estrategias de procesamiento
- Exactitudes a alcanzar
- Técnica y software de procesamiento y ajuste

## **2. RECONOCIMIENTO**

El reconocimiento consiste en ubicar y chequear los sitios para realizar las mediciones GPS. Los sitios deben ser visitados para asegurar la confortabilidad para mediciones GPS, accesos, tiempo de traslado y cualquier otro requerimiento logístico.

Un buen sitio GPS debe estar libre de obstrucciones e interferencias; estas pueden ser identificadas y evitadas por medio del reconocimiento. Asimismo, durante esta actividad, se identifica el estado de las vías de comunicación, selección de la base de operaciones del proyecto, centro de procesamiento y de acopio para los materiales y herramientas a utilizar durante la fase de monumentación.

También se visitarán los vértices de control REGVEN que se utilizarán, para asegurar que se encuentran en buenas condiciones y confortables para realizar las mediciones GPS. En esta fase es muy importante obtener las coordenadas aproximadas y describir el acceso al sitio, así como cualquier información adicional que permita el desarrollo efectivo de las actividades (selección del hotel que servirá como Base de Operaciones, apoyo de autoridades civiles y militares y facilidades de comunicaciones, etc).

## **3. MONUMENTACIÓN**

La monumentación representa la materialización física de los vértices o puntos de la red geodésica y debe ser realizada de acuerdo a las normas para el establecimiento de la Red Geodésica Municipal utilizando GPS; aquí se utilizarán materiales de construcción y herramientas, obreros y supervisores.

## **4. MEDICIONES DE CAMPO**

Luego de realizar las etapas anteriores, se requiere la planificación y ejecución de las mediciones de campo, donde previamente se ha elaborado el cronograma final de ocupaciones. Se debe chequear que todo el instrumental y material se encuentre completo y en buenas condiciones para proceder a las mediciones de campo. Aquí se revisará que las baterías estén cargadas, nivelar, centrar y orientar la antena GPS, inicializar el receptor, monitorear la operación del receptor, llenar las planillas de campo, medir la altura de la antena y realizar las respectivas descripciones, accesos y toma de fotografías.

## **5. PROCESAMIENTO DE DATOS GPS**

Se entiende como la actividad de procesar la información GPS obtenida en campo para la obtención final de coordenadas.

Es importante procesar o preprocesar los datos inmediatamente después de las mediciones, para identificar algún problema de manera que se pueda remedir algún(os) vértice(s), antes de abandonar el área de trabajo. Este procesamiento puede ser realizado en la habitación de

un hotel o de alguna oficina asignada y preparada para tal fin y que sirva además como base de operaciones.

El procesamiento se inicia inmediatamente después que las planillas de campo y los datos colectados son descargados desde los receptores GPS al computador, para ser almacenados y realizar las copias de seguridad de estos, originales o en formato RINEX.

El encargado del procesamiento será responsable de analizar los resultados y evaluar la calidad de los datos, comparar mediciones redundantes, controles de calidad (cierres, rms), compensaciones y considerar, de ser necesario, algunas remediciones o revisiones del plan. Las coordenadas finales deben ser obtenidas en el sistema REGVEN y expresadas en geodésicas y UTM, mientras que la coordenada altura ortométrica puede ser obtenida utilizando el modelo geoidal global como el EGM 96, EGM 2008 ó utilizar el modelo geoidal venezolano GEOIDVEN. En esta fase se preparará todo el material e información exigida por las normas.

## **6. ELABORACIÓN DEL INFORME FINAL**

En esta etapa se elabora el informe final, con una memoria descriptiva del proyecto y de acuerdo a las normas vigentes.

bdigital.ula.ve

JNH/



## **ESPECIFICACIONES PARA ESTABLECER LOS VÉRTICES DE DENSIFICACION DE LA RED GEODESICA MUNICIPAL (DRGM) Y PARA LEVANTAMIENTOS CATASTRALES**

### **1.- INTRODUCCIÓN**

Este documento tiene por objetivo presentar el procedimiento y requisitos para el levantamiento de información catastral de predios o parcelas utilizando, referidos al Sistema Geodésico Nacional REGVEN de acuerdo al artículo número 11 de la Ley de Geografía, Cartografía y Catastro, así como la normativa para el establecimiento por GPS de los vértices de densificación de la Red Geodésica Municipal RGM (DRGM).

Es importante destacar que esta guía no se presenta como una guía rígida, debido a los avances que permanentemente se presenta en la utilización de la tecnología satelital, tales como la transmisión de datos, equipos GPS, técnicas de observación, software y aplicaciones. Por tanto no fue elaborada como regla inflexible, pero si como un marco que permita la innovación y el avance que los avances tecnológicos envuelven.

Para ello, como control geodésico para los levantamientos parcelarios se pueden utilizar vértices pertenecientes a la Red Geocéntrica Venezolana REGVEN, Red Geodésica Municipal y de densificación de la Red Geodésica Municipal (RGM).

### **2.- MARCO DE REFERENCIA Y ELIPSOIDE A UTILIZAR**

El marco de referencia geodésico será el ITRF 94, época 1995.4. El datum es SIRGAS – REGVEN y como elipsoide asociado el Geodetic Reference System (GRS – 80). Se utilizarán coordenadas UTM.

### **3.-DENSIFICACIÓN DE LA RED GEODESICA MUNICIPAL PARA LOS LEVANTAMIENTOS CATASTRALES**

Se entiende como vértices de densificación de la Red Geodésica Municipal (DRGM) de apoyo para los levantamientos parcelarios, al conjunto de puntos que se requieren para los levantamientos catastrales necesarios durante la formación y actualización del catastro.

### 3.1.- GENERALIDADES

..-MONUMENTACION: Los vértices de apoyo deben ser representados por monumentos estables y permanentes, sobre terreno firme, pudiéndose utilizar marcas geodésicas empotradas en lecho rocoso, aceras u otras estructuras que aseguren su permanencia. También se pueden utilizar monumentos o puntos ya existentes. Las marcas se pueden representar por medio de clavos o pernos metálicos. De construirse monumentos nuevos, estos serán de concreto y sus dimensiones no serán inferiores a 15 x 15 centímetros o de 15 centímetros de diámetro si son de forma circular. Cada uno de estos puntos deben ser intervisibles con otro(s) punto(s) y deben poseer una planilla con su identificación, coordenadas, características del monumento, dirección y opcionalmente una fotografía panorámica del punto.

.- NOMENCLATURA: A cada vértice se le asignará un número asociado al número de la parroquia, seguido del sector al cual pertenece, luego el número de manzana donde se encuentra ubicado, seguido de la cantidad de puntos que existen en dicha manzana ; por ejemplo, el punto 2 – 3 –14 – 6, indica que se encuentra ubicado la parroquia 2, en el sector 3, en la manzana número 14 de ese sector, siendo el punto número 6 que se establece en esa manzana. En el caso terrenos rurales, el orden correlativo será de parroquia, sector, subsector, por ejemplo 2 – 3- 14 - 6, indica la parroquia 2, sector 3, subsector 14, siendo el punto número 6 que se establece en ese subsector.

En el caso que el municipio no presente la sectorización respectiva, se podrá entonces numerar los vértices correlativos (1, 2, 3, 4, 5, ..... ) en el municipio.

Los puntos de densificación no requerirán de marcas acimutales, sólo se debe cumplir la condición que cada punto debe ser intervisible con al menos otro de la DRGM o RGM o REGVEN.

.- EXACTITUDES EXIGIDAS: Para el ámbito urbano, la exactitud de las coordenadas de cada uno de estos vértices, será mejor o igual a más o menos diez ( 10 ) centímetros, vinculados a los vértices de la Red Geodésica Municipal o REGVEN. Para el ámbito rural, la exactitud de los vértices será de 20 centímetros, pero por sus características métricas, los vértices o puntos de DRGM del ámbito rural no podrá ser utilizada para levantamientos parcelarios en el ámbito urbano.

AMBITO	EXACTITUDES
URBANO	10 cm
RURAL	20 cm

#### Exactitud de los v rtrices de Densificaci n de la Red Geod sica Municipal

.- UBICACIÓN: Para el ámbito urbano es recomendable que las marcas geodésicas se empotren en las esquinas de las aceras o islas de la vía, desde donde se puedan visar por el

método de topografía convencional la mayor cantidad de puntos de linderos o frentes de predios, así como otros detalles del levantamiento (aceras, calzadas, manzanas y otros). En el ámbito rural se establecerán los puntos necesarios, recomendando en el caso de predios de grandes extensiones por método convencional, colocar al menos dos (2) puntos para que generen los controles y cierres topográficos adecuados.

### 3.2.- METODO PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LOS VERTICES DE DENSIFICACIÓN DE LA RED GEODÉSICA (DRGM).

Los vértices de densificación de la Red Geodésica Municipal pueden ser establecidos por métodos satelitales o por medio de topografía convencional.

La exactitud de los vértices de densificación de la Red Geodésica Municipal es de 10 centímetros para el ámbito urbano y de 20 centímetros para el ámbito rural.

#### 3.2.1.-POR METODOS SATELITALES.

**OBSTRUCCIONES E INTERFERENCIAS:** Los vértices de apoyo deben ser ubicados en sitios que ofrezcan buenas condiciones para mediciones GPS. Debe poseer un horizonte despejado y con pocas interferencias.

**MODOS DE POSICIONAMIENTO GPS:** En todos los modos de posicionamiento se utilizarán receptores GPS de una o doble frecuencia, con el método diferencial.

#### MODO ESTÁTICO:

- ✓ El tiempo de observación dependerá de las distancias de las líneas bases, pero no deberá ser menor a una hora de rastreo satelital. Para líneas bases superiores a 50 kilómetros, el tiempo de observación no será menor a 2 horas.
- ✓ Intervalo de captura máximo : 15 segundos
- ✓ Angulo máximo de elevación : 20 grados
- ✓ Para distancias inferiores a 30 kilómetros se utilizarán receptores de una o doble frecuencia, mientras que para distancias superiores, sólo receptores de doble frecuencia.
- ✓ PDOP máximo de 6
- ✓ Cantidad mínima de satélites en vista de 5
- ✓ Si se ha establecido una red geodésica, entonces se realizará una compensación fijando un solo vértice de control como restricción y luego una segunda, fijando todos los vértices de control utilizados.

#### MODO ESTÁTICO RÁPIDO:

Este modo se aplicará en distancias entre receptores, inferior a 20 kilómetros.

El tiempo de ocupación para cumplir con las exactitudes exigidas, dependerá de las distancias de las líneas bases.

Se deberá cumplir además con el resto de condiciones aplicadas al modo estático.

**MODO TIEMPO REAL :** Se debe incluir todo lo relacionado a este modo.

#### ESTACIONES BASES O MASTER:

- Las estaciones bases o master se deben representar con marcas permanentes y establecerlas utilizando el método estático o estático rápido.
- Intervalo de captura máximo: 1 segundo.
- PDOP máximo: 6
- Cantidad mínima de satélites : 5
- Cumplir con la calidad métrica de los vértices y con la separación máxima entre estaciones bases y remotas.

#### ESTACIONES REMOTAS O ROVER:

- Tiempo de ocupación mínimo de 5 segundos.
- Intervalo de captura máximo de 1 segundos.

### RESULTADOS

Generar un informe técnico del levantamiento que contenga la descripción del proyecto, objetivos, compensación tridimensional de las redes, modos GPS utilizados, software y radios utilizados, alturas y tipo de alturas (inclinada o vertical) de las antenas y resumen de las coordenadas finales. Todos los datos GPS deben ser transformados y entregados en formato RINEX.

#### 3.2.2.- METODO TOPOGRAFIA CONVENCIONAL

Con este método, durante el establecimiento de vértices de densificación de la RGM (DRGM) se utilizarán equipo topográfico tradicional (teodolito, distanciómetro) o estaciones totales topográficas (teodolito- distanciómetro integrado), asegurando la calidad métrica durante la obtención de las coordenadas. Las poligonales o redes topográficas deben apoyarse o vincularse a los vértices RGM, cumpliendo con las exactitudes antes señaladas.

### 4.- LEVANTAMIENTOS CATASTRALES DE PREDIOS O PARCELAS

Se entiende por levantamientos catastrales la determinación de las coordenadas de cada uno de los vértices o puntos pertenecientes de las parcelas o predios que delimitan o forman el polígono parcelario correspondiente. Asimismo incluye además el levantamiento de por lo menos el borde de acera, calzada de la vialidad existente que se encuentra frente al predio.

Los levantamientos catastrales de predios o parcelas puede ser realizado utilizando métodos satelitales, topografía convencional o por otros métodos adecuados y que cumplan con la calidad métrica del levantamiento.

4.1.-EXACTITUDES EXIGIDAS: Las exactitudes de las coordenadas de cada uno de los vértices de los predios, será mejor o igual a más o menos veinte ( 20 ) centímetros en áreas urbanas y de cincuenta (50) centímetros en áreas rurales, ya sean con respecto a los vértices REGVEN, de la Red Geodésica Municipal RGM o densificación de la RGM.

#### 4.2.-CONTROL GEODESICO PARA LEVANTAMIENTOS CATASTRALES

Para los levantamientos catastrales se podrán utilizar los vértices de las siguientes redes:

- i.- Red Geocéntrica Venezolana REGVEN ( Orden A, B y C), incluyendo las estaciones REMOS.
- ii.- Red Geodésica Municipal
- iii.- Densificación de la Red Geodésica Municipal (DRGM).

La primera categoría es rectoría nacional del IGVS y conforma la materialización del Sistema Geodésico Nacional, mientras que la segunda y tercera son competencia del municipio. La primera y segunda sólo debe ser establecida por GPS; mientras que en la tercera se pueden utilizar metodologías convencionales y/o GPS.

En este documento se detalló la metodología para el establecimiento de la tercera categoría, ya que en otros documentos se ha especificado la dos primeras.

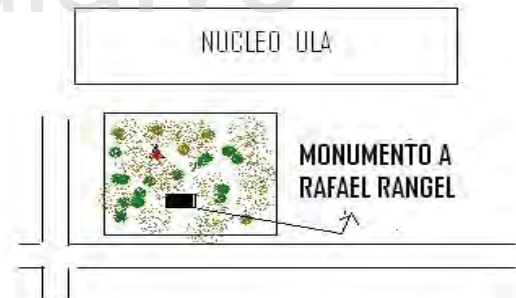
# RED GEOCENTRICA NACIONAL

## REGVEN

 TRUJILLO 

 PAMPANITO 

<b>Vertice</b>	PAMPANITO	<b>Estado</b>	TRUJILLO	<b>Orden</b>	C	<b>No.</b>	TRU 2
<b>Datum</b>	SIRGAS-REGVEN	<b>Elipsoide</b>	GRS-80	<b>Fecha</b>	2005	<b>Hegm-96</b>	399.463 m
<b>Latitud</b>	09 25 037025	<b>Longitud</b>	70 28 337536	<b>h</b>	392.497 m	<b>H</b>	m
<b>Norte</b>	1041373.560 m	<b>Este</b>	337935.571 m				

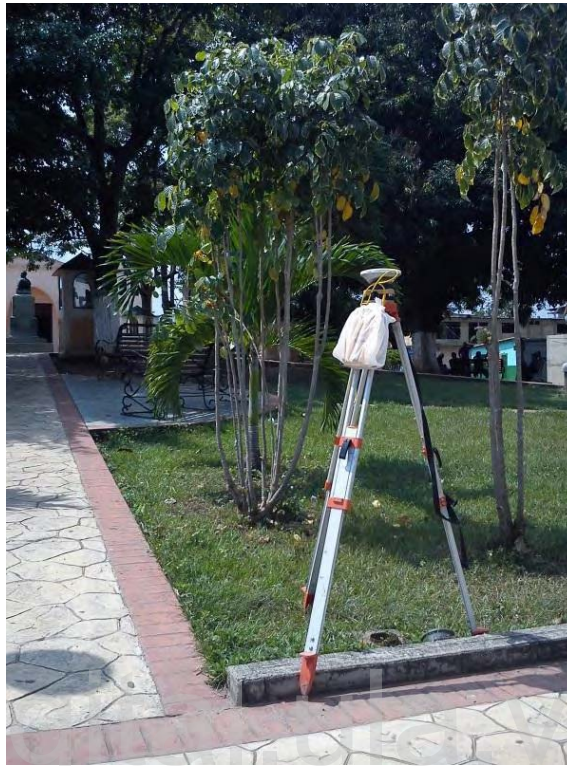


<b>ACCESO:</b>	El vértice se encuentra ubicado detrás del monumento a Rafael Rangel, en las instalaciones del Núcleo Universitario ULA, en la Villa Universitaria.
<b>INSCRIPCION:</b>	Núcleo ULA Pampanito 2005 Red Geodésica Municipal

## APENDICE 5



**Figura N°17:** Mediciones en el Vértice 3



**Figura N°18:** Mediciones en el Control Geodésico La Cejita



**Figura N°19:** Mediciones en el Control Geodésico Pampanito



**Figura N°20:** Vista Panorámica del Vértice 4

bdigital.ula.ve



**Figura N°21:** Vista Panorámica del Vértice 3



**Figura N°22:** Vértice 1, Monumento y Panorámica





bdigital ula ve



**Figura N°25:** Vértice 2, Monumento y Panorámica



**Figura N°26:** Controles Geodésicos La Cejita y Pampanito



**Figura N°27:** Vista Panorámica Vértice 1



**Figura N°28:** Construcción Monumento Vértice 4

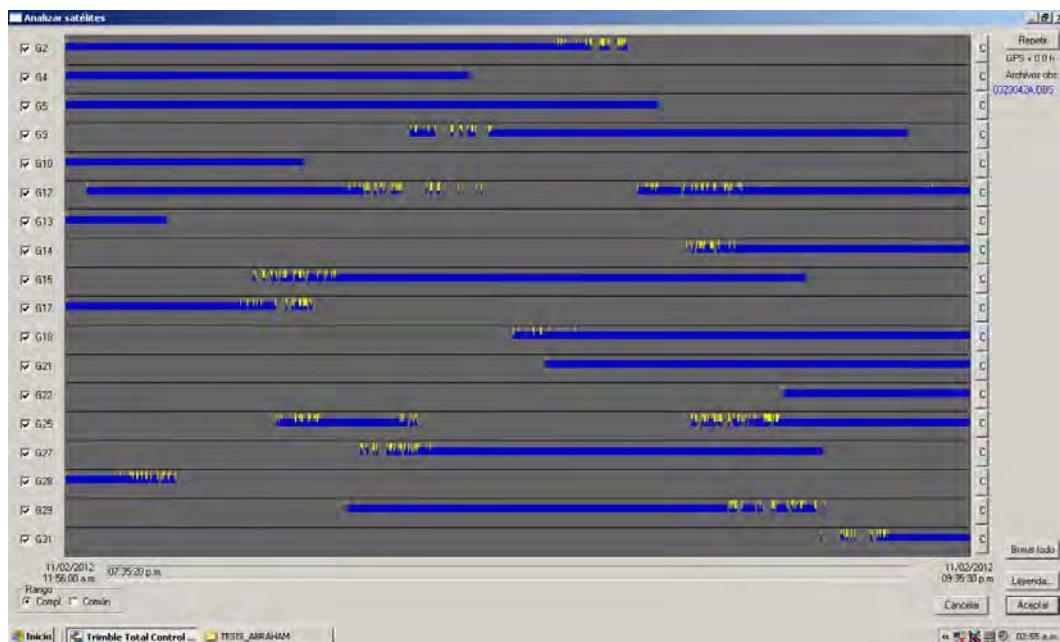


Figura N°29: Obstrucciones en el Control Geodésico La Cejita

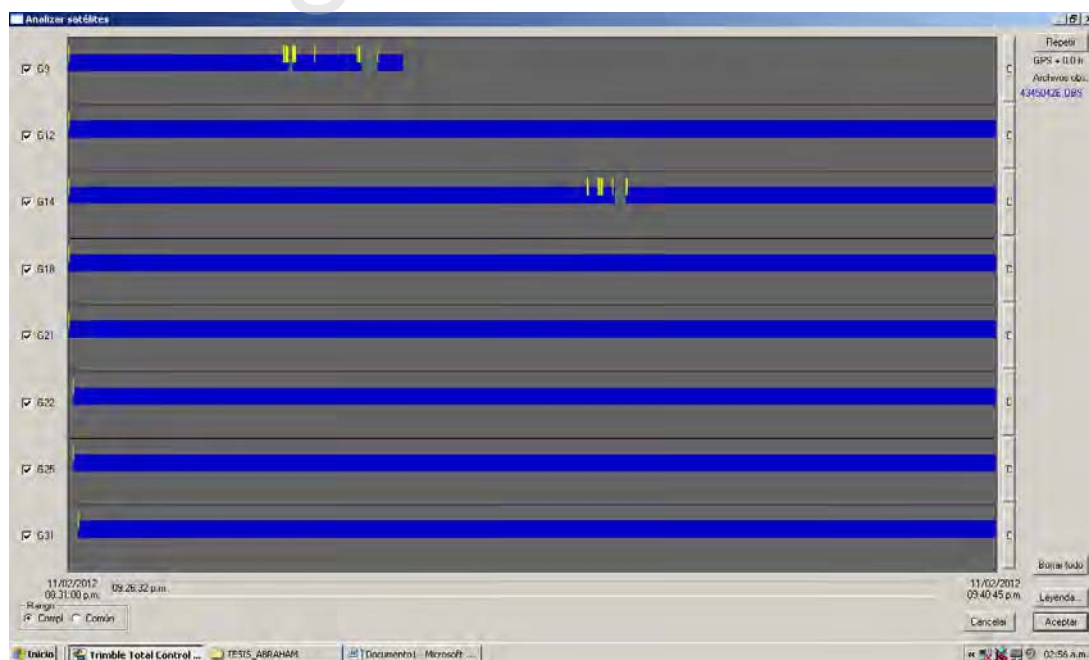


Figura N°30: Obstrucciones en el Control Geodésico La Cejita



**Figura N°31:** Refuerzo Metálico del Vértice 3



bdigital.ula.ve



**Figura N°32:** Refuerzo Metálico de los Vértices de Densificación



**Figura N°33:** Excavación para el Monumento del Vértice 1



**Figura N°34:** Acabado del Monumento del Vértice 1



bdigital.ula.ve



**Figura N°35:** Excavación y Nivelación del Monumento del Vértice 1



bdigital.ula.ve



**Figura N°36:** Relleno de Concreto del Refuerzo Metálico y del Monumento del Vértice 1



bdigital.ula.ve



**Figura N°37:** Nivelación de los Vértices 2 y 3



bdigital.ula.ve



**Figura N°38:** Construcción del Vértices 3



**Figura N°39:** Excavación del Vértices 4

## APENDICE 6

### LIBRETA DE CAMPO

PRIMER DIA 07 – 02 – 12

**Tabla N° 15:** Fuente Propia; 2012.

VERTICE	EQUIPO	H ANTENA	HORA	DURACION
PAMPANITO	TRIMBLE 5700 (0323)	1,445	8:00 am	5 horas
2	TRIMBLE 5700 (4345)	1,411	9:38 am	30 min
1	R3	1,381	9:52 am	30 min
4	TRIMBLE 5700 (4345)	1,330	11:24 am	30 min
3	R3	1,414	11:34 am	30 min

SEGUNDO DIA 11 – 02 -12

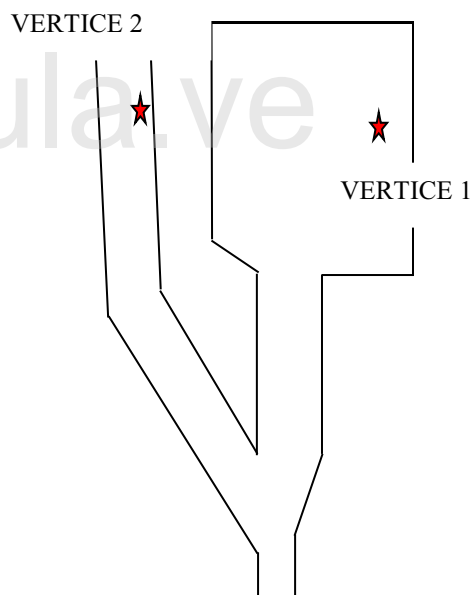
**Tabla N° 16:** Fuente Propia; 2012.

VERTICE	EQUIPO	H ANTENA	HORA	DURACION
LA CEJITA	TRIMBLE 5700 (0323)	1,441	8:00 am	9 horas
2	TRIMBLE 5700 (4345)	1,405	8:28 am	2 horas
1	R3	1,284	8:47 am	60 min
3	R3	1,364	10:12 am	10 min
4	R3	1,354	10:35 am	10 min
4	R3	1,354	11:40 am	10 min
1	TRIMBLE 5700 (4345)	1,289	11:42 am	30 min
3	R3	1,410	12:02 pm	10 min
4	TRIMBLE 5700 (4345)	1,340	1:07 pm	60 min
3	R3	1,410	1:15 pm	60 min
PAMPANITO	TRIMBLE 5700 (4345)	1,384	4:02 pm	60 min

## APENDICE 7

### DENSIFICACIÓN RED GEODÉSICA MUNICIPAL MUNICIPIO PAMPANITO

VERTICE: 1	NÚMERO: 1	ESTADO: TRUJILLO		
DATUM: SIRGAS-REGVEN	ELIPSOIDE : GRS - 80	FECHA: agosto 2012		
COORDENADAS UTM				
NORTE (m)	ESTE (m)	h elipsoidal (m)	Cota -HEGM96(m)	HUSO
1036336.6405	337693.1424	943.1781	949.6814	19



CROQUIS DE UBICACION

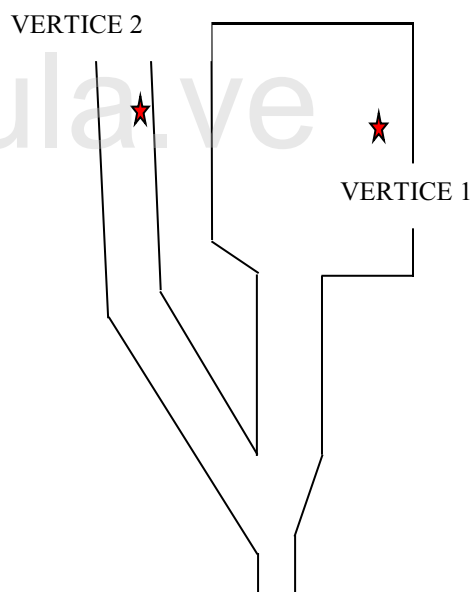
**ACCESO:** Eje Vial a mano derecha a 4 km de la entrada de la chapa, Finca El Silencio

**MARCA GEODESICA:** RED GEODÉSICA, 2011, 1

## APENDICE 7

### DENSIFICACIÓN RED GEODÉSICA MUNICIPAL MUNICIPIO PAMPANITO

VERTICE: 2	NÚMERO: 2	ESTADO: TRUJILLO		
DATUM: SIRGAS-REGVEN	ELIPSOIDE : GRS - 80	FECHA: agosto 2012		
COORDENADAS UTM				
NORTE (m)	ESTE (m)	h elipsoidal (m)	Cota -HEGM96(m)	HUSO
1036349.5082	337760.3300	988.3659	994.8672	19



CROQUIS DE UBICACION

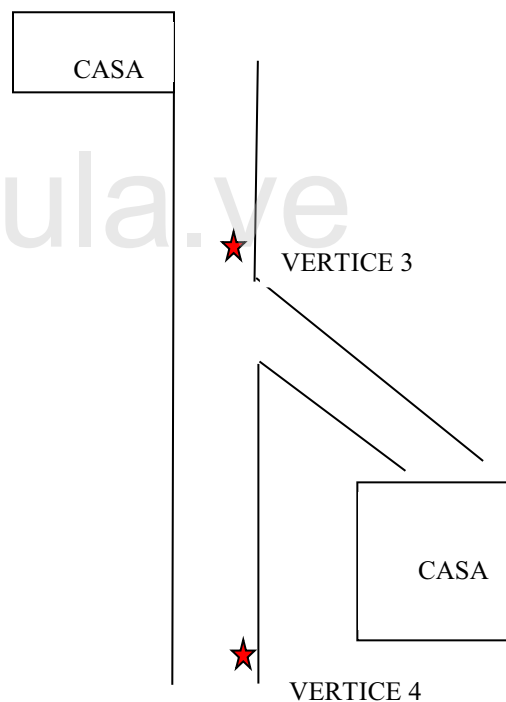
**ACCESO:** Eje Vial a mano derecha a 4 km de la entrada de la chapa, Finca El Silencio

**MARCA GEODESICA:** RED GEODÉSICA, 2011, 2

## APENDICE 7

### DENSIFICACIÓN RED GEODÉSICA MUNICIPAL MUNICIPIO PAMPANITO

VERTICE: 3	NÚMERO: 3	ESTADO: TRUJILLO		
DATUM: SIRGAS-REGVEN	ELIPSOIDE : GRS - 80	FECHA: agosto 2012		
COORDENADAS UTM				
NORTE (m)	ESTE (m)	h elipsoidal (m)	Cota -HEGM96(m)	HUSO
1036638.8206	337232.2142	832.8940	839.4483	19



CROQUIS DE UBICACION

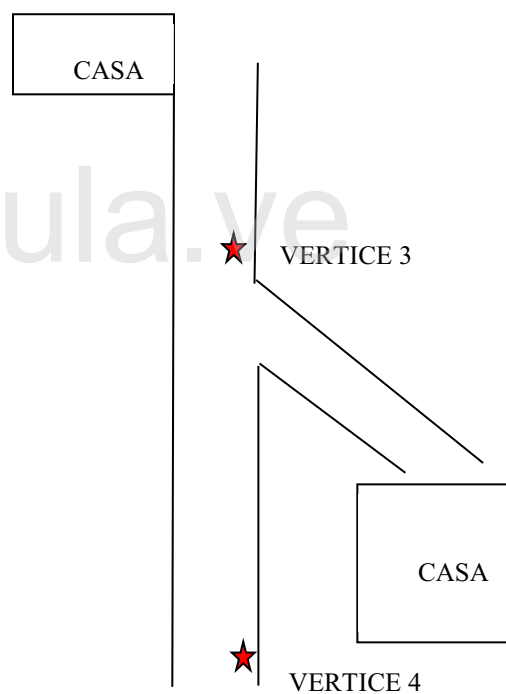
**ACCESO:** Eje Vial a mano derecha a 4 km de la entrada de la chapa, Finca del Señor Rodrigo Márquez

**MARCA GEODESICA:** RED GEODÉSICA, 2011, 3

## APENDICE 7

### DENSIFICACIÓN RED GEODÉSICA MUNICIPAL MUNICIPIO PAMPANITO

VERTICE:	4	NÚMERO:	4	ESTADO:	TRUJILLO
DATUM:	SIRGAS-REGVEN	ELIPSOIDE :	GRS - 80	FECHA:	agosto 2012
COORDENADAS UTM					
NORTE (m)	ESTE (m)	h elipsoidal (m)	Cota -HEGM96(m)	HUSO	
1036593.0737	337346.2148	841.7630	848.3073	19	



CROQUIS DE UBICACION

**ACCESO:** Eje Vial a mano derecha a 4 km de la entrada de la chapa, Finca del Señor Rodrigo Márquez

**MARCA GEODESICA:** RED GEODÉSICA, 2011, 4