

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

LICENCIATURA EN INGENIERÍA FORESTAL CON ÉNFASIS EN SILVICULTURA Y MANEJO DE BOSQUES

CAMBIOS TECNOLÓGICOS EN LA MEDICIÓN DE ÁREAS DE PLANTACIONES
FORESTALES EN LA SUBREGIÓN II-3 DEL INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES;

COBÁN, ALTA VERAPAZ (1997-2009)
ESTUDIO DE CASO

MARVIN EDUARDO ESTRADA VAIDES
CARNET 27155-03

SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ, ENERO DE 2016
CAMPUS "SAN PEDRO CLAVER, S . J." DE LA VERAPAZ

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

LICENCIATURA EN INGENIERÍA FORESTAL CON ÉNFASIS EN SILVICULTURA Y MANEJO DE BOSQUES

CAMBIOS TECNOLÓGICOS EN LA MEDICIÓN DE ÁREAS DE PLANTACIONES
FORESTALES EN LA SUBREGIÓN II-3 DEL INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES;

COBÁN, ALTA VERAPAZ (1997-2009)
ESTUDIO DE CASO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR

MARVIN EDUARDO ESTRADA VAIDES

PREVIO A CONFERÍRSELE

EL TÍTULO DE INGENIERO FORESTAL CON ÉNFASIS EN SILVICULTURA Y MANEJO DE BOSQUES EN
EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO

SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ, ENERO DE 2016

CAMPUS "SAN PEDRO CLAVER, S . J." DE LA VERAPAZ

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR: P. EDUARDO VALDES BARRIA, S. J.

VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO

VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO

VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS

SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

DECANO: DR. ADOLFO OTTONIEL MONTERROSO RIVAS

VICEDECANA: LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ

SECRETARIA: ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES

DIRECTOR DE CARRERA: MGTR. LUIS MOISÉS PEÑATE MUNGUÍA

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

MGTR. PEDRO ARNULFO PINEDA COTZOJAY

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN

MGTR. MANUEL SABINO MOLLINEDO GARCÍA

ING. CARLOS ENRIQUE VILLANUEVA GONZALEZ

ING. HERSON ROLANDO SAGÜI ALVA

Guatemala 26 de Septiembre de 2015.

Consejo de Facultad
Ciencias Ambientales y Agrícolas
Presente

Estimados miembros del Consejo:

Por este medio hago constar que he asesorado el trabajo de graduación del estudiante Marvin Eduardo Estrada Vaides, Carné 27155-03, titulada: "Cambios tecnológicos en la medición de áreas en plantaciones forestales durante el periodo 1997-2009, en la subregión II-3 del Instituto Nacional de Bosques INAB, en Cobán, Alta Verapaz"

La cual considero que cumple con los requisitos establecidos por facultad, previo a su autorización de impresión.

Atentamente,



Ing. Pedro Pineda Cotzajay, MSc.
Colegiado No. 1597
Cod. URL 9460



**Universidad
Rafael Landívar**
Tradición Jesuita en Guatemala

**FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
No. 06389-2015**

Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Estudio de Caso del estudiante MARVIN EDUARDO ESTRADA VAIDES, Carnet 27155-03 en la carrera LICENCIATURA EN INGENIERÍA FORESTAL CON ÉNFASIS EN SILVICULTURA Y MANEJO DE BOSQUES, del Campus de La Verapaz, que consta en el Acta No. 06131-2015 de fecha 9 de octubre de 2015, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

**CAMBIOS TECNOLÓGICOS EN LA MEDICIÓN DE ÁREAS DE PLANTACIONES
FORESTALES EN LA SUBREGIÓN II-3 DEL INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES;
COBÁN, ALTA VERAPAZ (1997-2009)**

Previo a conferírsele el título de INGENIERO FORESTAL CON ÉNFASIS EN SILVICULTURA Y MANEJO DE BOSQUES en el grado académico de LICENCIADO.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 6 días del mes de enero del año 2016.



**ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES, SECRETARIA
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
Universidad Rafael Landívar**



AGRADECIMIENTOS

A:

La Universidad Rafael Landívar, Campus San Pedro Claver, SJ

Instituto Nacional de Bosques -INAB-, sub región II-3, por el tiempo y espacio otorgado para la realización de este trabajo.

Ing. Agr. Pedro Pineda por su asesoría; sus cualidades humanas y profesionales fueron base fundamental para el cumplimiento de esta Meta.

DEDICATORIA

A:

- Dios** Por estar presente en cada día de mi vida, por llenarme de su gracia y por ser parte fundamental en ella.
- Mis Padres** Neftaly Estrada Bonilla por enseñarme que la nobleza y la perseverancia esta sobre todas las cosas.
María Victoria Vaides Rivera de Estrada por su apoyo y cariño incondicional en todo momento.
- Mi Esposa** Mariana Lucia Zavala Galeano, por su apoyo, comprensión y creer en mí, en nuestro matrimonio y nuestro grande Amor.
- Mi Hijo** Eduardo Enrique Estrada Zavala, por ser el motor e inspiración de lucha de mi vida y nuestro hogar.
- Mis Hermanos** Gustavo Neftaly y José Guillermo, que son ejemplos de vida que me ayudan a ser mejor cada día.
- Mi Hermanas** Lisbeth, Rosaura y Brenda por su ejemplo de superación.
- Mis sobrinos (as)** Por recordarme la pluralidad de la niñez a través de su inocencia.
- Mis Abuelos** Gustavo Estrada y Delfina Bonilla, por sus consejos y optimismo; y Juan Vaides (†) (Q.E.P.D.), Carmen Rivera (†) (Q.E.P.D.) que me cuidan y guían desde paraíso terrenal.
- Mis Suegros** Carlos Zavala Y Dina Galeano, por sus consejos, apoyo, comprensión y optimismo.
- Mis Tíos** Waldemar Estrada (†) (Q.E.P.D.) y Carlos Figueroa (†) (Q.E.P.D.) quienes me protegen desde el paraíso terrenal
- Mi asesor de Tesis** Quien me brindo Orientación, dedicación, confianza, amistad y respaldo durante mi carrera profesional.
- Todos mis familiares y amigos** Con mucho aprecio por que cada uno me da a conocer lo bonito de la vida.

ÍNDICE

| | |
|---|----|
| RESUMEN..... | i |
| SUMMARY..... | ii |
| I.INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. REVISIÓN DE LITERATURA | 3 |
| 2.1 DESCRIPCIÓN DE LOS MÉTODOS DE MEDICIÓN DE ÁREAS DEPLANTACIONES FORESTALES UTILIZADOS EN ESTE ESTUDIO:..... | 3 |
| 2.1.1 Sistema de medición de áreas de plantaciones forestales con cinta métrica y brújula:..... | 3 |
| 2.1.2 Procedimiento operativo normal para la medición de áreas de Plantaciones forestales con el sistema de Posicionamiento global:..... | 9 |
| 2.1.2.1 Sistema de posicionamiento global (por su siglas en ingles GPS):..... | 9 |
| 2.1.2.2 Receptor GPS:..... | 10 |
| 2.1.2.3 Sistema de cómputo y programas de procesamiento de datos: | 11 |
| 2.1.2.4 Fase de campo del sistema de medición GPS: | 11 |
| 2.1.2.5 Fase de gabinete del sistema de medición de áreas con GPS:..... | 11 |
| 2.1.3 Sistemas tradicionales y modernos para las mediciones de áreas en plantaciones forestales:..... | 12 |
| 2.1.4 Errores de los sistemas tradicionales y modernos en la medición de áreas en plantaciones forestales:..... | 12 |
| 2.1.4.1 Errores Sistemáticos o Acumulativos | 13 |
| 2.1.4.2 Errores accidentales, aleatorios o compensatorios | 14 |
| 2.2 PLANTACIONES FORESTALES:..... | 14 |
| 2.3 MEDICIÓN DE ÁREA DE PLANTACIONES FORESTALES:..... | 15 |
| III. CONTEXTO | 17 |
| 3.1 ÁREA DE ESTUDIO:..... | 18 |
| 3.1.1 Ubicación: | 18 |

| | |
|---|----|
| 3.1.2 Acceso: | 18 |
| 3.1.3 Extensión: | 19 |
| 3.1.4 Colindancias:..... | 19 |
| 3.1.6 Zona de vida:..... | 19 |
| 3.1.7 Hidrología:..... | 20 |
| 3.1.8 Suelos: | 20 |
| IV. JUSTIFICACIÓN..... | 21 |
| V. OBJETIVOS..... | 22 |
| 5.1 OBJETIVO GENERAL: | 22 |
| 5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS: | 22 |
| VI. METODOLOGÍA | 23 |
| 6.1.3 VARIABLES DE ESTUDIO:..... | 27 |
| 6.1.4 FASES PARA INPLEMENTAR LOS CAMBIOS TECNOLÓGICOS: | 28 |
| VII.RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 29 |
| 7.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE INTERVENCIÓN..... | 29 |
| 7.2.1 CAMBIOS TECNOLÓGICOS: | 31 |
| 7.2.2 EFICIENCIA OPERATIVA:..... | 32 |
| 7.2.3 EFICIENCIA ECONÓMICA: | 33 |
| 7.2.5 MEDICIÓN DE ÁREAS: | 36 |
| 7.2.5.1 Medición de áreas con el sistema cinta y brújula: | 37 |
| 7.2.5.2 Medición de áreas con el sistema de posicionamiento global: | 38 |
| 7.3 Resumen comparativo técnico | 40 |
| 7.4 Resumen comparativo económico..... | 41 |
| VIII. CONCLUSIONES | 43 |

| | |
|------------------------------------|----|
| IX. RECOMENDACIONES | 45 |
| X.REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS | 46 |
| XI. ANEXOS..... | 49 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | Pagina |
|---|--------|
| Cuadro No.1 Personal y equipo para la medición de áreas con cinta métrica..... | 7 |
| Cuadro No. 2 Instrumentos para la determinación de áreas con cinta métrica..... | 8 |
| Cuadro No. 3 Cuadro comparativo precisión diferentes receptores GPS..... | 10 |
| Cuadro No. 4 Personal y Equipo para la medición de áreas con el sistema GPS.. | 11 |
| Cuadro No. 5 Personal y Equipo para la medición de áreas con el sistema GPS.. | 12 |
| Cuadro No. 6 Tiempos de medición por método..... | 32 |
| Cuadro No.7 Comparación de costos de implementación de métodos de Medición..... | 33 |
| Cuadro No. 8 Error promedio encontrado por sistema utilizado..... | 36 |
| Cuadro No.9 Comparación de costos de rendimiento en los métodos de Medición..... | 41 |
| Cuadro No.10 Análisis FODA..... | 56 |

ÍNDICE FIGURAS

| | Pagina |
|-----------------------------------|--------|
| Figura No.1 Dirección Azimut..... | 4 |

| | |
|---|----|
| Figura No.2 Dirección rumbo..... | 4 |
| Figura No.3 Brújula y sus partes..... | 5 |
| Figura No.4 Cinta métrica..... | 6 |
| Figura No.5 Jalones, banderolas y plomada..... | 6 |
| Figura No.6 Navegador GPS..... | 10 |
| Figura No.7 Ubicación y delimitación de la Sub-Región, II-3 del INAB..... | 18 |
| Figura No.8 plano elaborado con el sistema de medición cinta y brújula..... | 36 |
| Figura No.9 Hoja de registro de expediente PINFOR de Reforestación..... | 37 |
| Figura No.10 Plano elaborado en base al sistema de GPS..... | 38 |

ACRÓNIMOS

| | |
|---|-----------|
| Dirección General de Bosques y vida Silvestre | DIGEBOS |
| Global Positionation System | GPS |
| Instituto Nacional de Bosques | INAB |
| Instituto Nacional Forestal | INAFOR |
| Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación | MAGA |
| Programa de Emergencia por Desastres Naturales | MAGA-BID |
| Programa de Incentivos Forestales | PINFOR |
| Unidad de Políticas e Información Estratégica | UPIE-MAGA |
| Universidad Nacional Micaela Bastidas de Ambacay | UNAMBA |

CAMBIOS TECNOLÓGICOS EN LA MEDICIÓN DE ÁREAS DE PLANTACIONES FORESTALES, EN LA SUBREGION II-3 DEL INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES (INAB), COBAN, ALTA VERAPAZ (1997-2009).

RESUMEN

El presente estudio de caso, documentó y analizó los efectos por la implementación de los cambios tecnológicos aplicados en la medición de áreas en plantaciones forestales, durante el período 1997 a 2009 en la sub-región II-3 del Instituto Nacional de Bosques en Cobán, Alta Verapaz. Se determinó la importancia de la implementación del sistema de posicionamiento global para la medición de áreas en plantaciones forestales, el cual sustituyó al sistema de medición de áreas con brújula y cinta métrica. Por lo que se optó por realizar la evaluación de la implementación de los cambios tecnológicos, procediendo a evaluar una muestra de 60 expedientes, en donde se determinó los cambios tecnológicos, la relación beneficio costo y fases en los métodos de medición de áreas en plantaciones forestales, derivados de la implementación de los mismos. Como resultado del análisis de la metodología aplicada se determinó que el sistema de medición de áreas con Sistema de Posicionamiento Global –GPS- es rentable. Técnicamente su implementación derivado del tiempo de toma de datos en campo con respecto al método que lo antecedió, posee más margen de error en la medición pero es permisible, económicamente es más elevada la adquisición del equipo pero agiliza y tecnifica el proceso. En consecuencia se recomienda dar a conocer la importancia y beneficios de la implementación de los cambios tecnológicos en las mediciones de áreas en plantaciones forestales.

TECHNOLOGICAL CHANGES IN THE AREA MEASUREMENT OF FOREST PLANTATIONS IN THE II-3 SUB-REGION OF THE *INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES* (INAB), COBAN, ALTA VERAPAZ (1997-2009)

SUMMARY

This research study documented and analyzed the effects derived from implementing the technological changes in the measurement of forest plantations from 1997 to 2009 in the II-3 sub-region of the *Instituto Nacional de Bosques* [National Forest Institute] in Cobán, Alta Verapaz. The importance of the implementation of the global positioning system to measure the areas in forest plantation was determined, substituting the area measurement system with compass and measuring tape. Therefore, it was decided to evaluate the implementation of technological changes, evaluating a sample of 60 files that allowed determining the technological changes, cost-benefit relationship and phases of the area measurement methods in forest plantations, derived from the implementation of the same. Based on the results of the methodology applied, it was determined that the area measurement system with Global Positioning System –GPS- is profitable. Technically speaking, its implementation has a greater margin of error in the measurement because of the time spent to collect data in the field, compared with the previous method, but it is acceptable. Economically, it is higher than acquiring equipment, but it speeds up the process and incorporates technology to the same. Consequently, it is recommended to identify the importance and benefits obtained from implementing technological changes in the area measurements used in forest plantations.

I.INTRODUCCIÓN

Con la aprobación de la Ley forestal (decreto 101-96), se creó el Instituto Nacional de Bosques (INAB). Dicha ley declara de urgencia nacional y de interés social la reforestación y la conservación de los bosques en Guatemala. Esto incrementó el manejo forestal y a su vez los compromisos de reforestación, las plantaciones voluntarias de reforestación, además de la implementación del programa de incentivos forestales (PINFOR).

Durante el periodo de 1997 al 2009, se han reforestado 92,065.55 hectáreas a nivel Nacional, de las cuales 40,600.68 pertenecen a la Región II del INAB, y 16,372.71 a la subregión II-3 del INAB de Cobán, Alta Verapaz (Base de Datos INAB, 2009).

Debido al incremento de las plantaciones forestales, el INAB, implementó varios cambios tecnológicos para maximizar sus recursos humanos y económicos para la medición de las áreas de las plantaciones forestales. En base al diagnóstico presentado por las diferentes regiones administrativas del INAB (2009), se infirió un déficit de un 25 % en equipamiento para poder desarrollar la labor de supervisión del PINFOR.

Antes de implementar dichos cambios tecnológicos, para evaluar una área reforestada independientemente del fin, si es compromiso de reforestación, proyecto PINFOR y Plantación Voluntaria, se utilizaba un equipo moderno para su época, del cual se puede mencionar: la brújula, cinta métrica, clinómetro, plantilla o rejilla de puntos; el cual fue utilizado por el Instituto Nacional Forestal (INAFOR), la Dirección General de Bosques y vida Silvestre (DIGEBOS) y en sus inicios el Instituto Nacional de Bosques (INAB).

Con el tiempo este equipo fue obsoleto y reemplazado por tecnología más moderna. El INAB optó por adquirir navegadores GPS apoyado de sistemas de cómputo y los programas SIG, además de las Orto fotos. Hasta la fecha se han realizado dos evaluaciones al proyecto PINFOR en general, por parte de URL-IARNA (2002), que fue la documentación y evaluación de siete modalidades de aplicación al Programa de Incentivos Forestales de Guatemala y URL-IARNA (2010) evaluación de los primeros

diez años del Programa de Incentivos Forestales (PINFOR) de Guatemala (1998-2007). Centrándose únicamente en el programa PINFOR, las mismas fueron a nivel INAB y estas evaluaron al programa en su totalidad, el presente estudio de caso de enfoca en los cambios tecnológicos en las mediciones de áreas en plantaciones forestales, tales como plantaciones voluntarias, por compromiso y proyectos PINFOR, para INAB en la sub-región II-3, Cobán, Alta Verapaz.

El presente estudio de caso pretende justificar los cambios tecnológicos en la medición de áreas, implementados por el INAB en la sub-región II-3, evaluando las variables tales como: la tecnología aplicada y un análisis económico de la rentabilidad de la aplicación de dichos cambios.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 DESCRIPCIÓN DE LOS MÉTODOS DE MEDICIÓN DE ÁREAS DEPLANTACIONES FORESTALES UTILIZADOS EN ESTE ESTUDIO:

De acuerdo con el registro del Instituto Nacional Forestal (INAFOR) y la Dirección General de Bosques y vida Silvestre (DIGEBOS), posteriormente reemplazada por el Instituto Nacional de Bosques (INAB), se posee un registro de los procedimientos e instrumentos de medición de áreas de las plantaciones forestales.

De tal forma el INAFOR y DIGEBOS, utilizaban el mismo sistema de medición con cinta métrica, brújula, apoyado de otros instrumentos de gabinete. Asimismo el INAB a sus inicios utilizó dicho sistema, pero con la implementación del programa de incentivos forestales (PINFOR), se tuvo un auge considerable en el incremento de plantaciones forestales, dando como resultado un aumento ascendente en las mismas esto incrementó el trabajo de toda la institución y principalmente del departamento técnico. Por tal razón el INAB implemento varios cambios tecnológicos en las mediciones de áreas.

De acuerdo a la revisión de la metodología de medición de áreas en plantaciones forestales de los registros del INAFOR y DIGEBOS el sistema utilizado para la medición de áreas en plantaciones forestales fue el sistema de medición de áreas con cinta métrica y brújula.

2.1.1 Sistema de medición de áreas de plantaciones forestales con cinta métrica y brújula:

Un área de terreno puede ser levantada topográficamente por medio de brújula y cinta. Esta práctica consiste en el levantamiento de una poligonal cerrada de la cual se requiere medir sus distancias horizontales y sus rumbos (direcciones) para la orientación de los ejes dela poligonal. Este tipo de levantamiento no es de precisión y se utiliza en la elaboración de perfiles geológicos (UNAMBA, 2010).

2.1.1.1 Azimut y rumbo:

Azimut:

Wolf y Brinker (1997), definen con la figura 1 la dirección de azimut es una dirección que tiene como origen la línea norte y tiene un valor de 0° A 360°.

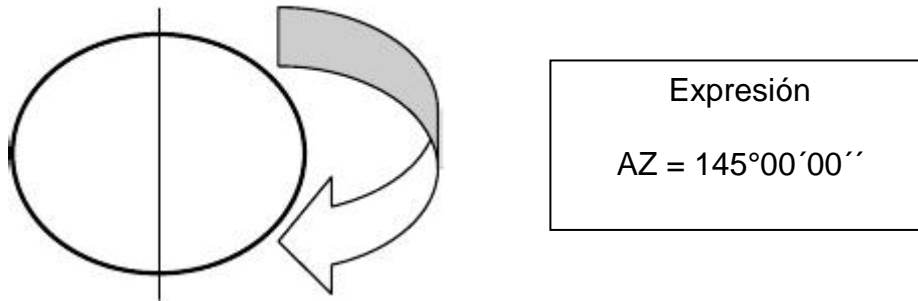


Figura 1. Dirección Azimut

Fuente: Wolf y Brinke (1997)

Rumbo:

En la figura 2 se describe que el rumbo es una dirección que tiene como origen la línea norte \pm sur y tiene un valor de 0° A 90° y se identifica con las literales de acuerdo al cuadrante en que se encuentre. De acuerdo con la figura 2 la dirección del rumbo se divide en 1er. Cuadrante = N E noreste, 2do. Cuadrante = S E sureste, 3er. Cuadrante = S W suroeste, 4to. Cuadrante = N W noroeste (Wolf & Brinker, 1997).

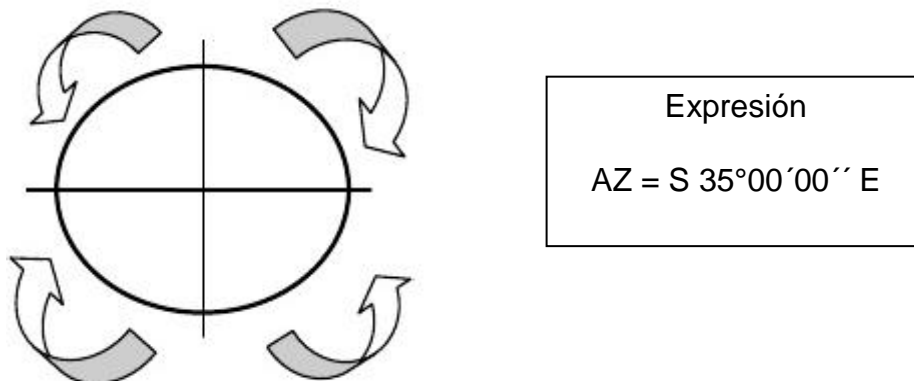


Figura 2. Dirección rumbo

Fuente: Wolf y Brinke (1997)

2.1.1.2 Cinta y brújula

Brújula:

De acuerdo con Cobba (2013), una brújula consta esencialmente de una aguja de acero magnetizada, montada sobre un pivote situado en el centro de un limbo o círculo graduado.

Como se describe las partes de la brújula en la figura 3, la aguja apunta hacia el Norte magnético puede usarse como instrumento sostenido en la mano o bien apoyada en un soporte o trípode, todavía se utiliza la brújula en levantamientos aproximados y continuos siendo un aparato valioso para los geólogos, los técnicos forestales y otros.



Figura 3. Brújula y sus Partes.

Fuente: Alfaror (2013)

Cinta:

Es Utilizada para la medición directa de distancias en todos los itinerarios importantes de un levantamiento. Se emplea generalmente para medir longitudes en perfiles transversales en la situación de detalles y en toda medición entre dos o más puntos sobre una alineación, su principal ventaja es su exactitud, pero su desventaja más notable es el tiempo de la toma de datos es alto, cuando se trata de mediciones de gran precisión se utilizan cintas marca Invar (Gutiérrez, 2000).

De acuerdo con Navarro (2008), están hechas de materiales impermeables tales como el acero, metal, invar, tela y fibra de vidrio siendo las últimas las más comunes, tiene una gran longitud entre 20, 25, 30 Metros. En la figura 4 se presentan diversidad de cintas métricas para medición de áreas y en esta se muestra su forma y sus diferentes medidas.



Figura 4. Cintas Métricas medición de áreas

Fuente: Curso Topografía II (2001)

2.1.1.3 Jalones, banderolas y plomada

Los jalones son cilindros metálicos de 2m. de longitud acabados en punta para clavar y pintados en franjas blancas y rojas. Las banderolas son jalones con un trozo de tela blanca/roja que se colocada en su parte superior, haciéndolos visibles a mayor distancia, la plomada ayuda a compensar y nivelar la cuerda en mediciones con mucha pendiente (Trujillo, 2014).

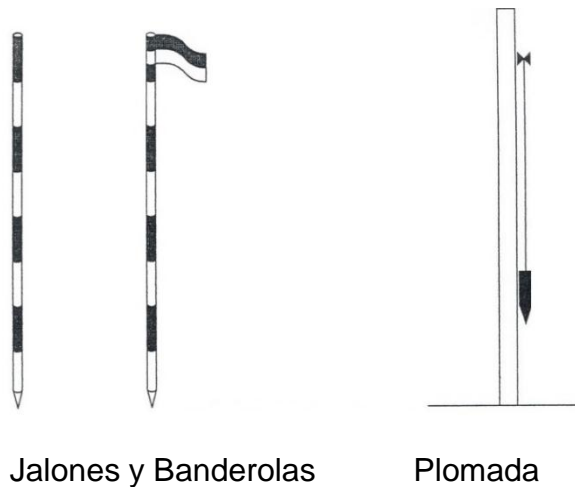


Figura 5. Jalones, banderolas y plomada

Fuente: Trujillo (2014)

Las ventajas de la utilización de estos instrumentos es que son pacticos y sencillos, no requieren de gran experiencia, las desventajas poseen es que si no son utilizados técnicamente bien, generan errores en la medición. La medición normal de un área de

plantaciones forestales con el sistema de medición cinta métrica y brújula se divide en dos fases:

2.1.1.4 Fase de campo del sistema de medición de áreas con cinta métrica y brújula:

De acuerdo con el cuadro 1 el equipo se utiliza de forma que los jalones se materializan la línea que se ha de medir, de la siguiente manera: se coloca un jalón en cada extremo del segmento a medir y luego se alinean (a ojo) uno o más jalones, de manera que los sub segmentos obtenidos sean menores que la longitud de la cinta disponible. Para la medición de áreas de plantaciones forestales se utilizan tres personas un Zaguero, un delantero y un abre brechas (Gutiérrez, Medina, Quintero, Díaz, Ramírez y Ollarves, 2011).

Cuadro 1. Personal y equipo para la medición de áreas con cinta métrica (Fase de Campo)

| No. | Instrumento/Personal | Cantidad |
|-----|----------------------|----------|
| 1 | Cinta métrica | 1 |
| 2 | Brújula | 2 |
| 3 | Fichas | 10 |
| 4 | Jalones | 3 |
| 5 | Clinómetro | 1 |
| 6 | Personal técnico | 3 |

Fuente: Base de Datos, Instituto Nacional de Bosques (1997)

Gutiérrez et al. (2011), detallan que una vez materializada la línea por donde pasará la cinta, uno de los integrantes del equipo de medición (el "delantero"), tomará un extremo de la cinta y el juego de fichas, y comenzara a recorrer el segmento a medir, Donde se termine la cinta será alineado (a ojo) por el otro integrante del equipo (el "zaguero"), y allí clavará la primera ficha por dentro de la manija que tiene en sus manos. Este procedimiento se repetirá tantas veces como sea necesario para llegar hasta el otro extremo del segmento.

A medida que se vaya avanzando, el delantero irá clavando sus fichas y el zaguero colocará la manija de su extremo por fuera de la ficha encontrada, levantando la misma y guardándola en otro anillo de transporte, cuando el delantero haya alineado y clavado una nueva ficha. Al final se contarán las fichas que el zaguero tenga en su anillo (que serán el número de "cinteadas") y se las multiplicará por la longitud de la cinta; a ello se sumará el resto de segmento que se encuentre entre la última ficha y el jalón de llegada, lo que dará la distancia medida total (Gutiérrez et al., 2011).

Según el curso Topografía II (2001), un problema muy habitual al medir una distancia con una cinta, es que la distancia a medir sea mayor que la longitud de la cinta. Para subsanar este inconveniente, en agrimensura se aplica lo que se denomina "Procedimiento Operativo Normal" (P.O.N.). El procedimiento se auxilia con jalones y un juego de fichas o agujas (pequeños pinchos de acero, generalmente diez, unidos a un anillo de transporte) de agrimensor.

2.1.1.5 Fase de gabinete del sistema de medición de áreas con cinta métrica y brújula:

Esta fase se apoya de los instrumentos del cuadro 2, se procede a realizar el polígono del área, con los datos levantados en campo, posteriormente se le coloca debajo de una rejilla de puntos para determinar el área de la plantación, en base al sistema de rejillas, para posteriormente realizar el informe técnico respectivo.

Cuadro 2. Instrumentos para la determinación de áreas con cinta métrica (Fase de Gabinete)

| No. | Instrumento/Personal | Cantidad |
|-----|-----------------------------------|----------|
| 1 | Escalímetro | 1 |
| 2 | Rejilla de puntos | 1 |
| 3 | Transportador | 1 |
| 4 | Hojas de Papel Milimetrado | 2 |
| 5 | Hojas de Papel Bond Carta/Oficio. | 2 |

Fuente: Inventario Instituto Nacional de Bosques (1997)

2.1.2 Procedimiento operativo normal para la medición de áreas de Plantaciones forestales con el sistema de Posicionamiento global:

De acuerdo con Branthomme (2009), El Sistema de Posicionamiento Global más conocido por sus siglas en inglés como -GPS- o Global Positionation System, funciona mediante una red de 32 satélites (28 operativos y 4 de respaldo) en órbita sobre el globo, de 20 a 200 km, con trayectorias sincronizadas para cubrir toda la superficie de la Tierra. Cuando se desea determinar la posición, el receptor que se utiliza para ello localiza automáticamente como mínimo tres satélites de la red, de los que recibe unas señales indicando la posición y el reloj de cada uno de ellos. Con base en estas señales, el aparato sincroniza el reloj del GPS y calcula el retraso de las señales (es decir, la distancia al satélite).

Por "triangulación" (método de trilateración inversa), calcula la posición en que éste se encuentra. En el caso del GPS, la triangulación a diferencia del caso 2-D que consiste en averiguar el ángulo respecto de puntos conocidos, se basa en determinar la distancia de cada satélite respecto al punto de medición. Conocidas las distancias, se determina fácilmente la propia posición relativa respecto a los tres satélites. Conociendo además las coordenadas o posición de cada uno de ellos por la señal que emiten, se obtiene la posición absoluta o coordenada, reales del punto de medición. También se consigue una exactitud extrema en el reloj del GPS, similar a la de los relojes atómicos que llevan a bordo cada uno de los satélites (Branthomme, 2009).

2.1.2.1 Sistema de posicionamiento global (por su siglas en ingles GPS):

De acuerdo con el gobierno de los Estados Unidos de Norte América y la Oficina de Coordinación Nacional de Posicionamiento, Navegación, y Cronometría por Satélite (2000), el GPS se compone de tres elementos: los satélites en órbita alrededor de la Tierra, las estaciones terrestres de seguimiento y control, y los receptores del GPS propiedad de los usuarios. Desde el espacio, los satélites del GPS transmiten señales que reciben e identifican los receptores del GPS; ellos, a su vez, proporcionan por

separado sus coordenadas tridimensionales de latitud, longitud y altitud, así como la hora local precisa.

2.1.2.2 Receptor GPS:

De acuerdo con el manual GPS Garmin vista hcx (2010), los receptores GPS detectan, decodifican y procesan las señales que reciben de los satélites para determinar el punto donde se encuentran situados y son de dos clases: portátiles y fijos. Y se dividen en Navegadores GPS, GPS submetricos, GPS de nono frecuencia y Fase y GPS de doble frecuencia. De acuerdo con las tarjetas de responsabilidad el personal técnico de la subregión II-3 posee navegadores GPS Garmin Vista Hcx, como se puede observar en la figura 6.



Figura 6. Navegador GPS Garmin Vista Hcx (2010)

Fuente: Manual GPS Garmin vista Hcx (2010)

A continuación se expone un cuadro comparativo de los diversos tipos de receptores GPS:

Cuadro 3. Cuadro comparativo entre los diferentes tipos de Receptores GPS.

| Tipo de GPS | Método | Frecuencia | Observable | Precisión | Aplicaciones |
|------------------|-------------|------------|--------------|-------------|--------------|
| Navegador | Absoluto | L1 | COD.C/A | + - 5 m | Navegación |
| Submetricos | Diferencial | L1 | COD.C/A | 1m | Carto/GIS |
| Mono Frecuencia | Diferencial | L1 | C/A Y FASE | 1cm + 2ppmm | Topografía |
| Doble frecuencia | Diferencial | L1 y L2 | C/A, P, FASE | 5mm + 1ppmm | Topo/Geo |

Fuente: Farjas (1997)

En el cuadro 3 se muestra un cuadro comparativo entre los diferentes tipos de receptores GPS, siendo el navegador GPS utilizado por INAB para medir el área en las plantaciones forestales, este determina un punto en promedio de un minuto con un margen de error de más (+) menos (-) 5 metros, en comparación con los otros tipos que van de 15 a 25 minutos en promedio con un margen de error de más (+) menos (-) 1 metro o 5mm (milímetros) Mas (+) 1ppmm (partes por milímetro).

2.1.2.3 Sistema de cómputo y programas de procesamiento de datos:

Costa de una computadora personal y el paquete de programas SIG, y las orto fotos con los cuales se procesan los puntos obtenidos o Coordenadas obtenidas a través del Navegador GPS, de donde se genera el polígono más exacto y visiblemente más estético.

2.1.2.4 Fase de campo del sistema de medición GPS:

El proceso inicia realizando un recorrido por todas las esquinas del área a mediar y se posicionan con el GPS cada una, como se describe en el cuadro 4, el personal y equipo para la utilización de este sistema, solo se necesita de una persona en todo el proceso, la misma persona toma las coordenadas del polígono y el mismo procesa la información para obtener los planos y el área de la plantación (Manual GPSGarmin vista Hcx, 2010).

Cuadro 4. Personal y Equipo para la medición de áreas con el sistema GPS (Fase de Campo/Gabinete)

| No. | Instrumento/Personal | Cantidad |
|-----|----------------------|----------|
| 1 | Receptor GPS | 1 |
| 2 | Técnico Forestal | 1 |
| 3 | Equipo de Computo | 1 |

Fuente: Manual Técnico del Instituto Nacional de Bosques (2006)

2.1.2.5 Fase de gabinete del sistema de medición de áreas con GPS:

Esta se realiza utilizando un sistema de cómputo y una impresora, apoyados de los programas SIG, con los cuales procesan las coordenadas y las transforma en un

polígono, en el cual se puede referenciar un norte de cuadrícula, darle escala y los atributos que distinguen a un plano topográfico que debe llevar para su fácil interpretación.

Cuadro 5. Personal y Equipo para la medición de áreas con el sistema GPS (Fase de Gabinete)

| No. | Instrumento/Personal | Cantidad |
|-----|-------------------------------|----------|
| 1 | Equipo de Computo e impresora | 1 |
| 2 | Personal Técnico | 1 |

Fuente: Manual Técnico del Instituto Nacional de Bosques (2006)

2.1.3 Sistemas tradicionales y modernos para las mediciones de áreas en plantaciones forestales:

Según Sánchez (1995), determina que los sistemas de medición de áreas en plantaciones forestales tradicionales parten del uso de cinta métrica y brújula estos son análogos. Y los sistemas modernos se basan a la aplicación de la tecnológica satelital y de cómputo, para generar las mediciones con mayor calidad y rapidez que sus antecesores los análogos.

2.1.4 Errores de los sistemas tradicionales y modernos en la medición de áreas en plantaciones forestales:

De acuerdo con Barrera (2010), todas las operaciones en la medición de áreas en plantaciones forestales están sujetas a las imperfecciones propias de los aparatos, dispositivos o elementos, a la capacidad propia de los operadores de los mismos y a las condiciones atmosféricas; por lo tanto ninguna medida en topografía es exacta en el sentido de la palabra. No hay que confundir los errores con las equivocaciones. Mientras que los errores siempre están presentes en toda medición debido a las limitaciones aludidas, las equivocaciones son faltas graves ocasionadas por descuido, distracción, cansancio o falta de conocimientos. El equivocarse es de humanos, pero en topografía se debe minimizar o eliminar, ya que esto implica la repetición de los trabajos de campo, lo cual incrementa el tiempo y los costos, afectando la eficiencia y la economía.

Es necesario conocer los tipos y la magnitud de los errores posibles y la manera como se propagan para buscar reducirlos a un nivel razonable que no tenga incidencias nefastas desde el punto de vista práctico. Los errores deben quedar por debajo de los errores permisibles, aceptables o tolerables para poder garantizar los resultados los cuales deben cumplir un cierto grado de precisión especificado. El error es la discrepancia entre la medición obtenida en campo y el valor real de la magnitud (Barrera 2010). Asimismo expone que las causas de los errores pueden ser de tres tipos:

Instrumentales: debido a la imperfección en la construcción de los aparatos o elementos de medida, tales como la aproximación de las divisiones de círculos horizontales o verticales, arrastre de graduaciones de un tránsito o teodolito, navegador GPS, etc.

Personales: debido a limitaciones de los observadores u operadores, tales como deficiencia visual, mala apreciación de fracciones o interpolación de medidas, etc.

Naturales: debido a las condiciones ambientales imperantes durante las mediciones tales como el fenómeno de refracción atmosférica, el viento, la temperatura, la gravedad, la declinación magnética, etc. Cuando se hacen cálculos a partir de mediciones hechas en campo, las cuales ya tienen errores, se presenta la propagación de esos errores, que se pueden magnificar y conducir a resultados desagradables o no esperados. Para el estudio de los errores se dividen en dos tipos: sistemáticos y accidentales.

2.1.4.1 Errores Sistemáticos o Acumulativos

Sunzuleta en el (2011), indica que las condiciones de trabajo fijas en el campo son constantes y por lo tanto son acumulativos, tales como la medición de ángulos con teodolitos mal graduados, cuando hay arrastre de graduaciones. En la medición de distancias y desniveles con cinta mal graduadas, cintas inclinadas, errores en la alineación, errores por temperatura tensión en las mediciones con cinta, etc. Los

errores sistemáticos se pueden corregir si se conoce la causa y la manera de cuantificarlo mediante la aplicación de leyes físicas.

2.1.4.2 Errores accidentales, aleatorios o compensatorios

Son los que se cometen indiferentemente en un sentido o en otro, están fuera del control del observador, es decir que las mediciones pueden resultar mayores o menores a las reales. Existe igual probabilidad que los errores sean por exceso o por defecto (positivos o negativos). Tales errores se pueden presentar en los siguientes casos: apreciación de fracciones en lecturas angulares en graduaciones de nonios o vernieres, visuales descentradas de la señal por oscilaciones del cordel de la plomada, interpolación en medición de distancias, colocación de marcas en el terreno, etc. (Sunzuleta, 2011).

Muchos de estos errores se eliminan porque se compensan, se reducen con un mayor cuidado en las medidas y aumentando el número de repeticiones de la misma medida. Los errores aleatorios quedan aún después de hacer la corrección de los errores sistemáticos (Barrera, 2010)

2.2 PLANTACIONES FORESTALES:

Gálvez *et al.* (2002), citan a los incentivos forestales y son definidos como un pago en efectivo que el estado otorga al propietario de tierras de vocación forestal, por ejecutar proyectos de reforestación o manejo de bosques naturales. El artículo 4 de la Ley forestal, Decreto Legislativo Número 101-96, señala que los incentivos forestales, son todos aquellos estímulos que otorga el Estado, para promover la reforestación y la creación de bosque y/o el manejo sostenible de bosques naturales. Con la aprobación de ésta ley forestal se crea el Programa de Incentivo Forestales (PINFOR), el que con una proyección de 20 años, pasa a constituirse como el principal instrumento de la política forestal de nuestro país. Este programa es administrado por INAB, en coordinación con el Ministerio de Finanzas Públicas. Económicamente la asignación anual asciende al equivalente de un 1% del presupuesto de los ingresos ordinarios del Estado.

De acuerdo con el Congreso de la República de Guatemala (1996) decreto la ley forestal bajo el decreto 101-96, cita que las Plantaciones Voluntarias son aquellas que se implementan cuando no existe ningún tipo de compromiso legal de reforestación, en el área proponente a reforestar, estas se inscriben de tal forma que quedan exentas del pago de impuestos al realizar algún manejo en las mismas. De acuerdo con la ley forestal decreto 101-96, las plantaciones por compromisos de reforestación son las que se implementan a raíz de un manejo forestal, esto con la finalidad de que la masa forestal se mantenga, no están exentas de impuestos y son obligatorias.

Según INAB (2000), en su manual forestal describe que previo a la certificación de la plantación forestal se debe de delimitar y medir el área reforestada topográficamente, presentado un polígono en plan de manejo de la misma indicando su área, plano, especie y densidad entre otros, esta medición en área debe de coincidir con lo reportado en las escrituras que amparan la propiedad del terreno, como en los planes de manejo y POA, se basan en el área total y la sujeta a manejo.

2.3 MEDICIÓN DE ÁREA DE PLANTACIONES FORESTALES:

Según el boletín anual de estadísticas INAB (2003), existe un aumento de proyectos de reforestación en desarrollo, con la deforestación actual esto no es suficiente para conservar la cobertura forestal que necesita el país en este momento, sin embargo el monitoreo y medición de áreas reforestadas, es un trabajo de tiempo completo pues cada año las plantaciones van en aumento de acuerdo con INAB.

La medición de áreas en plantaciones conlleva una fase de campo y una de gabinete, según los procesos de medición existen.

Desde sus inicios el INAB emprendió la implementación de varios cambios tecnológicos, los cuales no han sido estudiados para su divulgación. DIGEBOS para el proceso de medición de áreas en plantaciones, utilizo el equipo básico de cinta

métrica, brújula, jalones y fichas y personal técnico. De acuerdo con los registros INAB a sus inicios utilizó dicha tecnología para la medición de áreas, dándose cuenta que la misma ya era obsoleta, por tal razón esta fue reemplazada por el sistema de posicionamiento global GPS, apoyado de varios Software.

El INAB realiza evaluaciones de las plantaciones forestales enfocándose en: la medición de áreas reforestadas, medición de alturas, diámetros, entre otras; de tal forma la medición de áreas en las plantaciones es primordial para la realización de los dictámenes de las mismas.

III. CONTEXTO

En el año 1996 con la promulgación del Decreto Legislativo 101-96 se crea la nueva Ley Forestal la cual da vida a un Institución descentralizada, semiautónoma, con gobierno (Junta Directiva) y presupuesto y con ella también se crea el Programa de Incentivos Forestales, cuyo principal objetivo estratégico es aumentar la cobertura forestal del país y constituir una masa crítica de bosques y producir materia prima de calidad para la industria forestal nacional.

A través de la implementación de dicho decreto se inicia el manejo sostenible del recurso forestal en Guatemala sumado a los diferentes programas de reforestación tales como agua y bosques Para la concordia, Reverdecer Guatemala, Programa de Incentivos Forestales –PINFOR-, entre otros, esto aumento las plantaciones forestales, que por parte de la institución rectora del sector forestal, procedió a evaluar y/o monitorear prendimiento, densidad, áreas y esto dio como resultado una grande carga de trabajo en aumento; para evaluar una plantación se tiene que medir el área total plantada para realizar un polígono de dicha área y su posterior dictamen.

Para la medición de las áreas plantadas anteriormente se utilizó tecnología de punta (se conoce de esta forma la utilización de tecnología más actualizada) en su tiempo, cinta métrica, brújula y clinómetro. A inicios del año 2000 fue utilizado el sistema de Posicionamiento Global -GPS-, apoyado de varios paquetes de programas SIG, además de las hojas cartográficas y Ortofotos.

Antes de la implementación del GPS, se evidenciaron otros problemas tales como la falta de personal técnico y equipo en la medición de áreas de plantaciones forestales, por el aumento de plantaciones forestales, no sabiendo si los cambios tecnológicos establecidos en el INAB fueron acertados, de tal forma el estudio contempla ver sus aportes del mismo, para determinar si estos fueron acertados y el posible rumbo que han de tomar los mismos.

3.1 ÁREA DE ESTUDIO:

3.1.1 Ubicación:

La Sub-región II-3 de INAB abarca los municipios: San Agustín Lanquín, San Pedro Carchá, San Juan Chamelco, Santa María Cahabón y Cobán, del departamento de Alta Verapaz. En la figura 7 se ubica en la hoja cartográfica “Alta Verapaz”, y las coordenadas de la oficina Sub-región son: latitud 15° 28' 37.2" Norte, longitud 90° 22' 48.6" oeste.

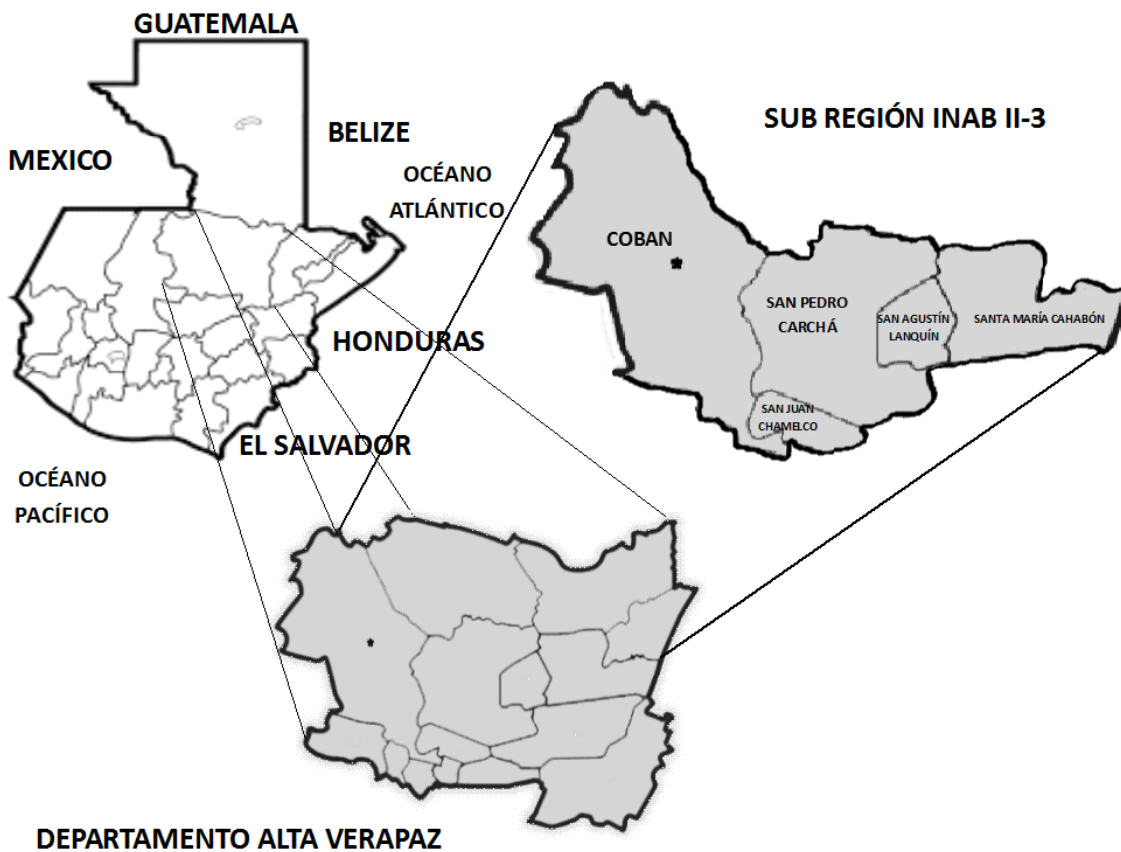


Figura 7 Ubicación y delimitación de la Sub-Región, II-3 del INAB

3.1.2 Acceso:

De la ciudad Capital se toma la carretera a Izabal, a inmediaciones del rancho, se toma la carretera CA-14, que lleva directo hacia la cabecera departamental de Alta Verapaz,

Cobán donde se ubica la sede de la Sub-región II-3, de la ciudad capital hacia la cabecera departamental del departamento de Alta Verapaz se recorren: 211 kilómetros.

3.1.3 Extensión:

La subregión II-3 INAB, posee una extensión de 4771,4283 km², ver distribución en la figura 7.

3.1.4 Colindancias:

- **NORTE:** Departamento del Peten
- **SUR:** Departamento de Baja Verapaz
- **ESTE:** Departamento del Quiche
- **OESTE:** Departamento de Izabal

3.1.5 Fisiografía:

En el 2011, SEGEPLAN describe que el 75.6% del territorio la subregión II-3 del INAB, está situado dentro de la región fisiográfica que corresponde a las Tierras Altas Sedimentarias, cuya geo forma ha sido originada por fallas y procesos erosivos, sus características son afloramientos que están constituidos por calizas cretácicas que presentan extensos fenómenos de karstificación en afloramiento menor se encuentran calizas pérmicas, rocas sedimentarias clásticas y rocas magmáticas. El 18.58% del territorio la subregional se ubica en las Tierras Altas Cristalinas.

3.1.6 Zona de vida:

De acuerdo a la clasificación de Zonas de Vida, de Leslie Holdridge y la adaptación para Guatemala de, De la Cruz (1982) el área de estudio se encuentra en la Zonas de Vida: Bosque muy húmedo subtropical cálido bmh-S(c) y Bosque muy húmedo subtropical Templado bmh-S(t). Posee un invierno no determinado, con precipitaciones que van de los 1.580 mm. a los 2.100 mm. por año, además con una biotemperatura que oscila entre los 21°C y los 25°C.

3.1.7 Hidrología:

De acuerdo al Instituto Geográfico Nacional (1972), el área de estudio se irriga por una corriente de agua permanente, que se conduce por los ríos Cahabon y Lanquín, estas corrientes de agua, además de beneficiar los suelos del área de estudio, beneficia también a las comunidades, pueblos aledaños al mismo. El drenaje natural de la corriente, se dirige hacia la parte sur del departamento, después esta se encamina hasta unirse al caudal del río Cahabón.

3.1.8 Suelos:

De acuerdo a UPIE-MAGA y MAGA-BID (2000), clasificación taxonomía de los suelos de la república de Guatemala, se describe a la subregión II-3, de INAB con el orden de molisoles, Lixiviados profundos y mal drenados, por ende la productividad de los suelos son bajas, formadas a partir de la roca madre carbonatada; tienen relieve ondulado y pendiente baja, la textura predominante es franco-arcillosa, con una profundidad de 25 cm y el subsuelo 75 cm; de fertilidad baja y alto peligro de erosión. Suelos con un horizonte interno con altos contenidos de arcilla con relación a los horizontes superficiales, suelos maduros con un grado de desarrollo avanzado, pero que generalmente son suelos con buen potencial de fertilidad.

IV. JUSTIFICACIÓN

Con la implementación de los Cambios Tecnológicos en la medición de áreas de plantaciones forestales durante el periodo 1997-2009 en la subregión II-3 de INAB se tuvieron cambios en el funcionamiento técnico en el área en estudio, los cuales no han sido documentados, a pesar de que dentro de la institución se cuenta con los registros de funcionamiento técnico de las mediciones de áreas en plantaciones forestales y sus costos económicos. Quedando únicamente compilar la información e interpretar la misma.

Sin embargo, en la actualidad, se carece de un sistematización que permita conocer el rendimiento, funcionalidad y eficiencia de los cambios tecnológicos, el cual justifica que dichos estudios sean imprescindibles, para realizar este estudio de caso, por su utilidad e importancia para el INAB, ya que a partir de la eficientizar de la medición de áreas en las plantaciones forestales, se facilita la evaluación.

Los métodos análogos son deficientes en tiempo, para la medición de áreas de las plantaciones forestales, hacen que se incrementen los costos económicos de medición de áreas y aumentan el uso de personal técnico y recurso económico, esto retrasa el proceso del dictamen o certificación de las mismas.

V. OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GENERAL:

- Definir los cambios Tecnológicos en la medición de áreas de plantaciones forestales en el periodo 1997-2009 en la subregión II-3 del Instituto Nacional Bosques INAB, en Cobán, Alta Verapaz.

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Determinar los cambios tecnológicos implementados para la medición de áreas de plantaciones forestales en el periodo 1997-2009 en la subregión II-3 del Instituto Nacional Bosques INAB, en Cobán, Alta Verapaz.
- Determinar la eficiencia operativa en la medición de las plantaciones forestales en la Subregión II-3 del Instituto Nacional Bosques INAB, en Cobán, A.V. derivada de cambios tecnológicos implementados en el periodo 1997-2009.
- Calcular la eficiencia económica de la implementación de los cambios Tecnológicos en la medición de plantaciones forestales en la subregión II-3 del Instituto Nacional Bosques INAB, en Cobán, A.V.
- Comparar la diferencia de las precisiones de los sistemas utilizados en la medición de áreas en plantaciones forestales, determinados por los cambios tecnológicos, en la subregión II-3 del Instituto Nacional Bosques INAB, en Cobán, A. V.

VI. METODOLOGÍA

6.1 Metodología de trabajo

6.1.1 Metodología general

En términos generales, el estudio de caso se desarrolló a través de las siguientes fases:

- a) Revisión de documentación: se consultaron estudios referentes a sistemas de medición de áreas en plantaciones, procedimientos y proceso de medición, manuales administrativos y técnicos, reglamentos, evaluaciones, tarjetas de responsabilidad durante el período de evaluación. Así como los reportes de la base de datos del Programa a la fecha de evaluación y materiales publicitarios para su difusión y promoción.
- b) Entrevistas a personal técnico de la sub región II-3, INAB, Cobán, Alta Verapaz: se obtuvo información sobre la ejecución de las mediciones en áreas de proyectos de reforestación por medio de entrevistas personales al director de la región II y al subdirector de la subregión II-3 y entrevistas grupales con los técnicos forestales de la subregión II-3 del INAB.
- c) Encuestas sobre al personal técnico de la subregión II-3 , del INAB sobre los cambios tecnológicos en la medición de aéreas de plantaciones forestales durante el periodo 1997-2009 en la subregión II-3 del Instituto Nacional de Bosques INAB, en Cobán, Alta Verapaz: se desarrollaron encuestas a cada uno del personal técnico de la subregión II-3, con la participación de:
 - Director Región II
 - Subdirector Región II-3
 - Técnicos Forestales
 - Delegado Admirativo Región II
 - Regentes Forestales

d) Evaluación de gabinete para los proyectos PINFOR, plantaciones voluntarias y compromisos de reforestación en el período 1997-2009: se tomó una muestra de 814 proyectos incentivados y bajo manejo durante el período 1997-2009 , que estaban vigentes en sus compromisos y liberados, con el objetivo de evaluar los cambios tecnológicos en las mediciones de áreas en plantaciones Voluntarias, compromisos y proyectos PINFOR. La distribución de los proyectos para ser evaluados se hizo al azar, entre de los diferentes expedientes administrativas de la subregión II-3 INAB.

Para el presente estudio de caso se realizó una evaluación de una muestra representativa a nivel nacional constituida por proyectos establecidos dentro del período 1997-2009 de acuerdo al procedimiento siguiente:

$$n = \frac{N * Z^2(\alpha/2) * P * Q}{d^2 * (N - 1) + Z^2(\alpha/2) * p * q}$$

En donde:

N = número de proyectos de reforestación a nivel la sub región II-3, establecidos por compromiso, plantaciones voluntarias y con apoyo del PINFOR en el período de 1997 a 2009 (814)

Z = Valor tabular de la distribución de Z , como variable normal estandarizada (1.96)

α = valor de significancia (0.05)

p = probabilidad de éxito (0.5)

q = probabilidad de fracaso (0.5)

d = precisión de la media de proyectos exitosos (0.1)

La muestra estuvo compuesta por 60 proyectos establecidos por compromiso, plantaciones voluntarios y proyectos PINFOR durante el período 1997-2009.

- e) Análisis de datos: se realizaron análisis espaciales, entre los que se menciona para determinar las diferencias en los sistemas de medición de áreas utilizados, eficiencia económica y técnica.
- f) Tabulación de información: los datos obtenidos se ordenaron y procesaron para el respectivo análisis e incorporación en cada uno de las variables de estudio. Además se adjunta en anexo una síntesis de las encuestas aplicadas, que revisa las diferentes dimensiones de los procesos de medición (Ver anexo 5).
- d) Recopilación de información: previo a la discusión y resultados, se obtuvo información del expediente administrativo de cada proyecto, en la oficina de la sub-región II-3 del INAB. Los datos recopilados fueron:
 - Datos generales del proyecto
 - Extensión propuesta y aprobada para incentivo
 - Área al final del periodo de incentivo
 - Plano de ubicación y extensión
 - Informes de las evaluaciones anuales realizadas por INAB durante el periodo del incentivo.

6.1.2 Metodologías específicas para cada objetivo específico

6.1.2.1 Determinar la eficiencia operativa en las mediciones de áreas en plantaciones forestales.

Se determinó en base al tiempo de medición promedio por hectárea medida en su área, el cual se obtuvo del promedio de las encuestas realizadas al personal técnico entrevista y a la revisión de literatura efectuada.

Se compara cuantitativamente el personal por promedio utilizado por hectárea medida en su área, por cada uno de los sistemas de medición encontrados.

Se compara cualitativamente el proceso de la toma de datos por cada uno de los sistemas encontrados para determinar sus ventajas de desventajas.

Se confrontara los planos elaborados con cada sistema de medición en su elaboración, presentación, limpieza y estructura.

6.1.2.2 Definir la eficiencia económica en las mediciones de áreas en plantaciones forestales.

Se compara los costos de inversión por la implementación de los sistemas de medición de áreas encontrados, basándose en las tarjetas de inventario.

Se determinaran los costos fijos mensuales promedio entre pago de honorarios de personal técnico e insumos básicos para redactar informes, y se realizará una comparación económica entre los mismos, para definir su rentabilidad.

6.1.2.3 Comparar diferencia de precisiones en los sistemas encontrados para la medición de áreas en plantaciones forestales.

Se compara los márgenes de error generados en los informes técnicos derivados de cada uno de los métodos utilizados en la medición de áreas en plantaciones.

Se determinaran las diferencias entre los mismos, y se utilizara el promedio de los mismos para establecer la conclusión respectiva.

6.1.3 VARIABLES DE ESTUDIO:

Las variables evaluadas fueron las siguientes:

- a. Cambios tecnológicos en las mediciones de áreas en plantaciones forestales, en la subregión II-3, por compromiso, Voluntarias y proyectos PINFOR, la variable será expresada en una línea de tiempo de 1997 a 2009, de los cambios encontrados.
- b. Eficiencia operativa de los procesos de medición en las tecnológicas encontradas para la medición de áreas en plantaciones forestales, y será expresada en Minutos/Hectárea.
- c. Eficiencia económica en la implementación de los métodos de medición y cambios tecnológicos, la variable se expresara en Quetzales/Hectárea.
- d. Comparar la diferencia de las precisiones de los sistemas utilizados en la medición de áreas en plantaciones forestales, determinados por los cambios tecnológicos, y será expresada el error expresado en metros cuadrados más (+) menos (-).

Además se adjunta en anexo una síntesis de las encuestas aplicadas, que revisa las diferentes dimensiones de los procesos de medición (Ver anexo 5).

6.1.3.1 Integración de la información

Se configuró una matriz, sobre cuyos componentes se ordenó y analizó la información recopilada de acuerdo con cada ámbito de evaluación (Vera anexo 5).

Para los ámbitos de operativo, se determinó un promedio de los valores arrojó la encuesta aplicada para cada criterio. Después por un promedio simple, se determinó un valor que definió la eficiencia técnica, para cada ámbito de estudio.

Una vez establecidos los valores en porcentaje se procedió a la estructuración de cuadros para el análisis de la información y evaluación para emitir un juicio de valor.

Se elaboró un flujo de caja de las variables económicas para determinar principalmente la rentabilidad y viabilidad de los cambios tecnológicos, para evaluar la eficiencia económica se determinó en función del área medida determinando el costo por unidad de área medida, ara determinar la eficiencia operativa por el tiempo de medición de unidad de área medida.

6.1.4 FASES PARA INPLEMENTAR LOS CAMBIOS TECNOLÓGICOS:

Dos fases se describieron por parte del director subregional II-3 del INAB, estos se basan en la presentación de la nueva metodología de medición de áreas en plantaciones forestales y la capacitación del personal técnico para la utilización del nuevo equipo de medición, estos se determinaron por medio de una línea de tiempo construida por medio de una muestra representativa de 60 expedientes distribuidos en los 12 años que evaluó el presente estudio. La información se recolectó teniendo como base una boleta de encuesta, entrevistas personales y revisión de tarjetas de inventario.

VII.RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE INTERVENCIÓN

Con la implementación del PINFOR, se dio un incremento de las plantaciones forestales, aumentando a su vez la carga existente de trabajo al personal técnico del INAB. Esto debido al sistema existente de medición de áreas en plantaciones forestales, dado que para la utilización de este sistema, se necesita en campo dos técnicos como mínimo más un brechador si la plantación tiene maleza, trabajando a un ritmo de medición de 50 minutos por hectárea y un técnico para realizar el informe respectivo, siendo este un sistema obsoleto en su tiempo en comparación con el sistema de posicionamiento global.

De tal manera el INAB, inicio a evaluar el aplicar cambios tecnológicos para la medición de áreas en plantaciones, como los existentes en otros países, concluyendo con el inicio de la incorporación del sistema de medición de áreas de plantaciones forestales con GPS, a finales del año 2000.

De acuerdo con las entrevistas realizadas al ex director de la región II (Departamentos de Alta Verapaz, Baja Verapaz e Ixcán municipio del Quiche) del INAB, y el ex director de la sub región II-3 (Cobán, Alta Verapaz) del INAB, y los registros del INAB, concluyeron que el proceso de intervención para la implementación del cambio tecnológico de medición de áreas inicio a finales del 2000, y fue en tres fases, la de socialización, capacitación e implementación.

El proceso inicio en noviembre del año 2000, con una pequeña socialización del nuevo sistema de medición de áreas de plantaciones, por parte del equipo técnico del INAB central, a todos los directores regionales y sub regionales del INAB de los veintiún departamentos de Guatemala, dando como resultado un pequeño análisis técnico, sobre el funcionamiento, complejidad, factibilidad de la implementación del nuevo sistema de medición de áreas en plantaciones.

Después de realizada la socialización se procedió a la capacitación en diciembre del año 2000, sobre el nuevo sistema de medición de áreas, a los directores regionales y subregionales se les indico que debían iniciar a implementarlo en sus áreas de trabajo previo a una capacitación del personal técnico.

Se planifico en enero del año 2001, una capacitación a todo el personal técnico del INAB, directores regionales, sub regionales y técnicos forestales, en sus respectivas áreas de trabajo por parte de personal técnico del INAB central. A su vez se les doto del equipo técnico necesario para la implementación de la nueva tecnología de medición de áreas en plantaciones forestales.

Los regentes forestales iniciaron el proceso de adaptación, al nuevo sistema de medición de áreas de plantaciones forestales, simultáneamente con el personal técnico de INAB sub región II-3, con la salvedad que con sus propios recursos técnicos y económicos.

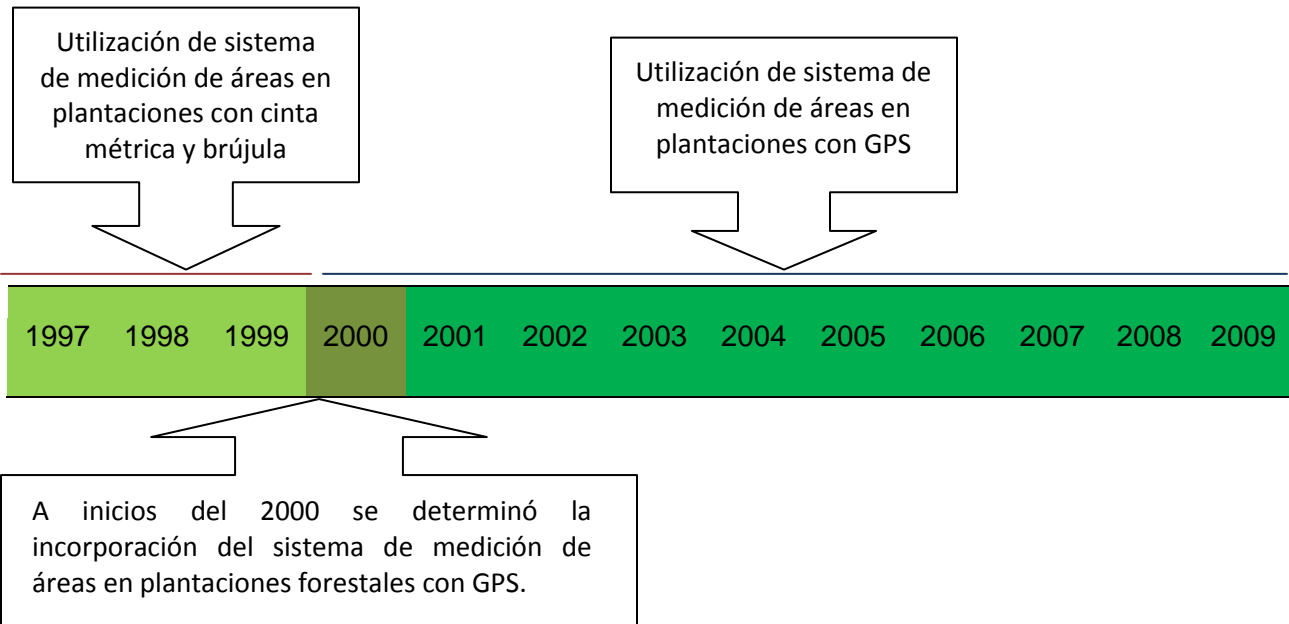
Hasta la fecha del presente estudio no se había determinado ni comprobado técnicamente si el cambio tecnológico implementado había sido importante para la institución. De tal manera con este estudio de caso se procedió a determinar y evaluar la implementación de los cambios tecnológicos en la sub región II-3 del INAB.

7.2 RESULTADOS DE LA VARIABLES DE ESTUDIO

Para realizar un diagnóstico más correcto y exacto de las variables en estudio, se tomó en cuenta los parámetros de la encuesta aplicada al personal técnico y la información recabada en los registros del INAB, fueron ordenados y analizados para evaluar las variables independientemente.

7.2.1 CAMBIOS TECNOLÓGICOS:

De acuerdo con el resumen de boletas de entrevista aplicadas, dirigidas hacia el ex director de la Región II, ex director Sub-Region II-3, Técnicos Forestales de la sub Región II -3, regentes forestales y los registros del INAB, se estableció, una línea de tiempo y allí se determinó que desde sus inicios se utilizó el sistema cinta y brújula para la medición de áreas en plantaciones forestales, en la sub región. A su vez se determinó la implementación de un cambio tecnológico, pero fundamental en la medición de áreas en plantaciones forestales, el cual fue la sustitución sistema de medición de áreas de plantaciones forestales con cinta y brújula, por el sistema de medición de áreas en plantaciones forestales con GPS.



Fuente: Elaboración Propia (2010).

A su vez se estableció que este ha sido el único cambio tecnológico, implementado en la medición de áreas en plantaciones forestales, por el INAB, hasta la fecha de culminación del presente estudio de caso.

De no haberse implementado el cambio tecnológico al sistema medición de áreas en plantaciones forestales sistema con Posicionamiento global o GPS, en vez del sistema de medición de áreas en plantaciones forestales con cinta métrica y brújula, no se hubiesen podido cumplir con el objetivos de manejo de la sub región II-3 del INAB;

debido al incremento de los manejos, proyectos de reforestación y los del programa de incentivos forestales PINFOR, no se hubiera tenido la cobertura, de personal técnicos forestales como de equipo para poder atender los proyectos en aumento, de acuerdo con la base de datos del INAB.

7.2.2 EFICIENCIA OPERATIVA:

Se determinó en base al tiempo promedio de medición por hectárea, de acuerdo con el cuadro 6, el cual se obtuvo de las encuestas realizadas al personal técnico entrevistado y la revisión de literatura efectuada, que contiene una diferencia significativa, en promedio la diferencia de los dos métodos de medición de áreas evaluados es de 35 minutos en promedio por medición de hectárea, con topografía plana y el área de la plantación limpia de maleza.

Cuadro 6. Tiempos de medición por método, para la medición de áreas en plantaciones forestales.

| Tipo de sistema de medición | Área | Eficiencia promedio en la medición |
|------------------------------------|-------------|---|
| Cinta métrica y Brújula | 1 ha. | 50 Minutos. |
| GPS | 1 ha. | 15 Minutos. |

Fuente: Boletas de encuestas (2010).

De acuerdo con la información recabada en las encuestas se determinó que se invierte más tiempo en la medición de áreas de plantaciones con el sistema de Cinta y brújula, por los procedimientos engorrosos para realizar la medición. Caso contrario al sistema de GPS, pues solo se realiza un pequeño caminamiento en todos los vértices o esquinas de la plantación para Geo-posicionar los vértices.

Se necesita más coordinación con el sistema de medición de áreas con cinta y brújula dado que el trabajo lo realizan dos técnicos forestales más el brechador si es necesario, caso contrario al sistema de GPS que solo es un técnico forestal y un brechador si es necesario

El procedimiento de medición con cinta y brújula es más engorroso puesto que hay que realizar varios procedimientos y el tiempo promedio en toma de datos en campo es de 50 minutos para un polígono de una hectárea, al realizar la medición con el sistema de GPS solo se describe como un caminamiento en todos los vértices o esquineros de la plantación dando tiempo de 15 minutos por hectárea. Teniendo una diferencia considerable de 30 minutos por hectárea, cuadro 5.

El tiempo en medición disminuye considerablemente al utilizar el sistema de GPS por utilizar menos recurso técnico y el proceso es comparativamente es más práctico, además de tener un margen de error permisible.

7.2.3 EFICIENCIA ECONÓMICA:

A sus inicios el INAB, implementó el sistema de medición de áreas de plantaciones forestales con cinta Métrica y brújula teniendo un costo del equipo para la implementación del mismo de Q. 2,747; de tal forma la institución destino un capital para la compra de equipo para la implementado de sistema de Posicionamiento global o GPS, de Q. 12,546; comparativamente su costo es elevado debido a ser tecnología de punta en su tiempo. El sistema de medición de áreas de plantaciones con GPS, es hoy en día funcional económicamente, dado que mantiene los costos de operación bajos y aumenta la eficiencia económica. Dentro del marco de la ley de activos de INAB, defiende dos tipos de bienes los inventariables los fungibles, estos al paso de 5 años pierden su valor total, a un devaluó por año, esto por su desgaste o deterioro hasta llegar a ser inservibles.

Cuadro 7. Comparación de costos de implementación de métodos de medición de plantaciones.

| Tipo de sistema de medición | Instrumento, material, equipo y personal | Cantidad de equipo por medición | Costo Q. | Costo total del sistema de medición Q. |
|--------------------------------|--|---------------------------------|----------|--|
| Cinta métrica y Brújula | Cinta métrica | 1 | 161 | 11947 |
| | Brújula | 2 | 354 | |
| | Fichas | 10 | 30 | |
| | Jalones | 3 | 36 | |
| | Clinómetro | 1 | 2152 | |

| | | | | |
|------------|--|---|------|-------|
| | Escalímetro | 1 | 5 | |
| | Rejilla de puntos | 1 | 2 | |
| | Transportador | 1 | 5 | |
| | Hojas de Papel Milimetrado | 2 | 1 | |
| | Hojas de Papel Bond Carta/Oficio. | 2 | 1 | |
| | Personal Técnico | 3 | 9200 | |
| | Receptor GPS | 1 | 3799 | |
| | Equipo de Computo e Impresora | 1 | 8746 | |
| GPS | Programas SIG, Hojas de Papel Bond Carta/Oficio. | 1 | 00 | 17705 |
| | Personal Técnico | 2 | 1 | |
| | Personal Técnico | 1 | 5159 | |

Fuente: Tarjetas de responsabilidad de la sub II-3 y Boletas de encuestas 2,010.

De acuerdo con el cuadro 7 sustraído de las tarjetas de responsabilidad del personal Técnico y la nómina de salarios, de la Sub-Región II-3, existe una comparación considerable en la inversión para la implementación del sistema de medición de áreas en plantaciones forestales con el sistema de GPS es menos rentable económicamente su implementación, dado que el valor del equipo es elevado caso contrario al sistema de medición de áreas con cinta métrica y Brújula que para su implementación fue de un valor relativamente bajo.

Para la implementación del sistema de medición de áreas con cinta métrica y Brújula, se necesita una inversión inicial de Q. 2,747; de los cuales se distribuyen en una Cinta métrica Marca Freeman, de 30 Metros, Q. 161; una Brújula Marca Suunto, Serie 81900092, Q. 354; Clinómetro de metal Marca Tanden, Serie 435155, Q. 2,152; fichas y jalones Q. 66; más los insumos de gabinete Q. 14; sumado al sueldo mensual de Q.4,600 por cada técnico forestal, en este sistema se utilizaban dos técnicos forestales como mínimo.

De los cuales se mantiene un costo fijo mensual promedio de Q.9,500 entre los pagos de honorarios de dos técnicos forestales y los insumos básicos para redactar los informes y la elaboración de los croquis.

Caso contrario para implementar el método de sistema de medición de Áreas Con GPS. Por cada técnico forestal se necesita una inversión inicial de Q.12,546 de los cuales se distribuyen en un GPS marca Garmin Q.3,799 sistema de cómputo, programas e impresora Q.8,746, más el suministro de papel, sumado al sueldo mensual de un técnico forestal que por mes percibe un salario fijo de Q.5,159.

Se mantiene un costo fijo mensual promedio de Q.5,500 entre los pagos de honorarios del técnico forestal y los insumos básicos para redactar los informes e impresión de planos.

De acuerdo con la delegada Administrativa del INAB, región II, describió que los sueldos de los técnicos forestales fueron actualizados únicamente con un aumento del 12%, relativamente los sueldos se mantienen igual pero la carga de trabajo técnico aumento.

La adopción del sistema de medición de áreas con GPS, la adquisición de los sistemas de cómputo e impresora y las licencias de los programas que se utilizan en este sistema requiere de una alta inversión, pero esta se compensa, con la rapidez con se obtienen los resultados.

El sistema de medición de Áreas con Cinta métrica y Brújula su implementación es sumamente baja en costo, pero se pierde demasiado tiempo en la toma de datos y el procesamiento de estos, haciendo ineficiente el mismo.

7.2.4 PRECISIÓN DE MEDICION DE AREAS:

De la precisión en la medición de áreas depende el informe de la medición de áreas en plantaciones, esta es de suma importancia para la verificación del área reforestada. Los tipos de errores encontrados en el sistema de medición de áreas en plantaciones con cinta métrica y brújula son errores instrumentales: cintas mal graduadas y calibración de brújula; y errores personales en la alineación, cintas volteadas y la tensión aplicada a la cinta.

Los tipos de errores encontrados en el sistema de medición de áreas en plantaciones con GPS son error instrumental: navegador GPS mal configurado; y error personal en la toma de la coordenada con margen de error alto. A su inicio utilizaban el sistema de GPS con el sistema de coordenadas o datum Sistema Geodésico Mundial 1984, conocido por sus siglas en ingles WGS84, actualmente ocupan el Guatemala Transversal Mercator –GTM-

Cuadro 8 Promedio de Error encontrado por sistema utilizado.

| Sistema de Medición | Cinta métrica y Brújula /Mts. | GPS/ Mts. |
|------------------------|-------------------------------|-----------|
| Error Medio Encontrado | 0.4+- | 5+- |

Fuente: Elaboración Propia

Comparativamente el sistema de cinta métrica y brújula posee menos margen de error que el sistema GPS, pero el tiempo en la toma de datos es más elevado, 50 minutos por hectárea en comparación con el sistema de GPS que es de 15 minutos, con la diferencia que el sistema de GPS, se tiene la ubicación espacial de la plantación caso contrario al sistema de cinta y brújula que es solo un polígono.

7.2.5 MEDICIÓN DE ÁREAS:

La medición de áreas es de suma importancia en la dásometría, para calcular muchos de los parámetros tales como el área de la plantación, área basal (AB), volumen para la confección de tablas de volúmenes, rendimientos y para el cálculo de incrementos, esta se puede definir como la medida de extensión en una superficie, expresada en unidades de medida, denominadas unidades de superficie. El área es un concepto métrico que requiere que el espacio donde se define se haya definido una medida por ejemplo en metros o varas. Es de suma importancia y se describen las dos utilizadas por INAB, desde sus inicios hasta la fecha.

7.2.5.1 Medición de áreas con el sistema cinta y brújula:

De acuerdo con los entrevistados y la literatura consultada se describe el sistema de medición de áreas en plantaciones forestales con cinta y brújula en su fase de campo utiliza dos técnicos para el levantamiento de una poligonal cerrada de la cual se requiere medir sus distancias horizontales, teniendo en cuenta la pendiente de la misma y compensarla si es necesario y sus rumbos (direcciones) para la orientación de los ejes de la poligonal. Este tipo de levantamiento es de procedimiento muy engorroso, para su operación, debido al cierto grado de coordinación de deben de tener los dos técnicos forestales para su utilización, conllevado a que los instrumentos que se utilizan son instrumentos de medición pero no de precisión como un teodolito, debido al margen de error que se generan por los errores accidentales, aleatorios o compensatorios.

En la fase de gabinete, uno de los técnicos se apoya de sus apuntes de campo, los instrumentos para trazar el polígono, con la rejilla de puntos para determinar el área de croquis, de la área de la plantación forestal, cabe mencionar que el croquis se elaboraba a mano alzada, apoyado de regla, escalimetro y transportador. Como se describe en la figura 8. Estos se pueden generar fácilmente con programas SIG, pero en su tiempo no se contaba con este tipo de tecnológica.

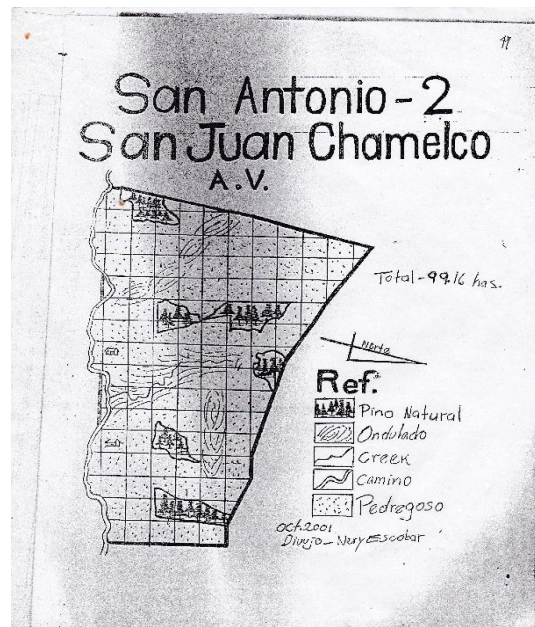


Figura 8 plano elaborado con el sistema de medición cinta y brújula

El informe técnico y hoja de registro de Plantación era llenado a mano normalmente o si bien a máquina de escribir en su caso si fuese posible, como se ve en la figura 9, denota un informe llenado a mano, por su rapidez y practicidad, a pesar de no ser tan atractivo visualmente hablando. Las desventajas que posee por ser elaborado a mano es que conlleva más trabajo y tiempo la elaboración de los planos.

Firma
Luis Roberto Sobreros y Ríos

HOJA DE REGISTRO DE EXPEDIENTES DE PINFOR

No. DE SOLICITUD: 122-99-II-3-R.-

FECHA DE INGRESO: 8 - Diciembre - 1999.-

FECHA DE APROBACION: 23 - Febrero - 2000.-

FECHA DE INICIO DEL PLAN: 01 - Enero - 2000.-

FECHA DE EXPIRACION: 31 - Diciembre - 2006.-

NOMBRE DEL PROPIETARIO: Celubos de Centro America S.A.

REPRESENTANTE LEGAL: Carlos Ivan Meany Valerio.-

No. DE CEDULA DEL REPRESENTANTE O PROPIETARIO: A-1 #459,033

DIRECCION: 34 Calle 7-42 zona 11, Guatemala.

No. DE NIT: 12,52137-K

NOMBRE DEL REGENTE: Oscar Romeo Angel Arceaga

No. DE REGISTRO DEL REGENTE: 290.-

ACTIVIDAD A DESARROLLAR: Reforestación.-

ESTADO (Año de ejecución) 0-1-2-3-4-5-8

ESPECIES: Pinus maximiliani 134 ha - 2,000
Eucalyptus 23 ha - 8,000

DENSIDAD: 1:333

No. DE LA FINCA: 1094776, Libro 12 de 1ª Serie

AREA A REFORESTAR: 777 ha.-

LOCALIZACION DE LA FINCA: Teolamitla, San Juan Chamelé, A.V.

NOMBRE DE LA FINCA: San Antonio (II)

OBSERVACIONES: Tel: Rep. Local: 4762484
Kilometros 3 828, 1596.-
cd. 574 2085

Ministerio de Recursos Naturales y Medio Ambiente

Figura 9 Hoja de registro de expediente PINFOR de Reforestación.

7.2.5.2 Medición de áreas con el sistema de posicionamiento global:

De acuerdo con los entrevistados y la literatura consultada se describe el sistema de medición de áreas de plantaciones forestales con GPS en su fase de campo como, un vector tridimensional de marca a marca (referido de punto a punto b). El mismo contiene distancia, dirección y diferencia en la altura entre nuestros puntos del área forestal que se está midiendo. Generalmente el software del navegador reportará el vector como la diferencia entre las coordenadas X, Y, Z, obtenidas como mínimo de cuatro los satélites, por el proceso de trilateración del aparato, esto se obtiene con un pequeño caminamiento sobre el perímetro de la plantación que se le va a medir el área, ubicándose sobre cada uno de los vértices, y geo referenciando o ubicando las

coordenadas de cada vértice, no importando si es plano o tiene pendiente pronunciada, el navegador de GPS, determinara las coordenadas, estas se copian en la libreta de campo o se almacenan en la memoria interna de GPS directamente, para su posterior utilización en la fase de gabinete.

En la fase de gabinete, el técnico se apoya por el sistema de cómputo y los programas SIG, para elaborar un plano del área de la plantaciones forestal, en cualquiera de estos programas con un procedimiento sencillo se ingresan las coordenadas y se le da formato al plano o polígono, el mismo facilita el cálculo de áreas, como se describe en la figura10.

FINCA SAN SEBASTIAN

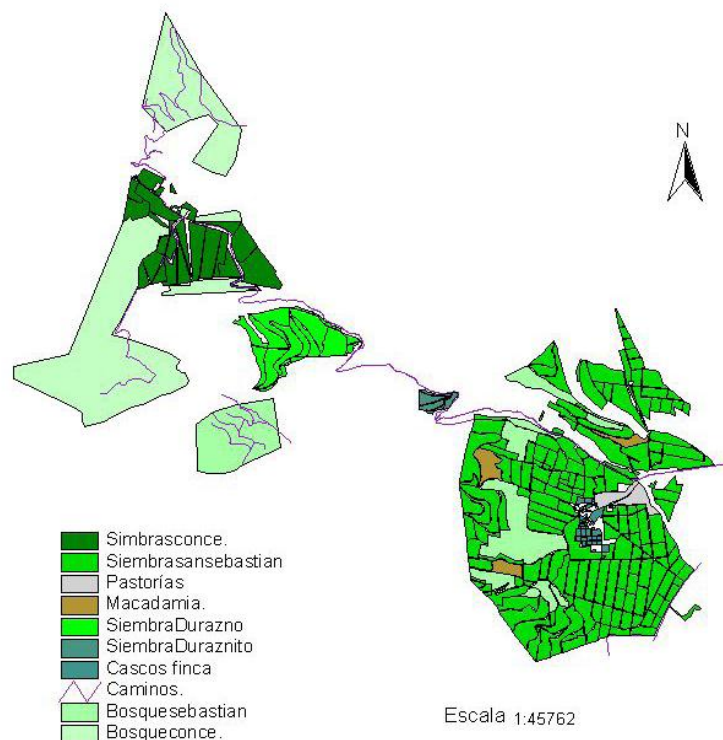


Figura 10 Plano elaborado con el sistema de medición GPS.

Cualitativamente es evidente que su presentación es estructurada, ordenada, limpia, presentable y lo más importante en un plano no un croquis, posee referencia al norte, escala y denota mucho detalle en él mismo, dado que es impresión es elaborado en

computadora, los arreglos de presentación se hacen en el programa para imprimirse ya terminado. Esto representa que se pueden interpretar de una mejor manera sin la necesidad de estar buscando a quien elaboro el plano.

7.3 Resumen comparativo técnico

De acuerdo con los resultados obtenidos de los procedimientos de medición en las boletas de entrevista y los registros del Instituto Nacional de Bosques, para realizar una medición en la fase de campo con el sistema de cinta métrica y brújula se necesitaban dos técnicos como mínimo y como mínimo un brechador si la plantación tenía maleza, en comparación con el sistema de medición de GPS solo se necesita un técnico y un brechador si la plantación tenía maleza.

En la fase de gabinete con el sistema de cinta métrica y brújula se necesita realizar varias operaciones matemáticas, utilizar la rejilla de puntos y dibujar el polígono manualmente (Ver figura 9), caso contrario con el sistema de GPS el cual se apoya del sistema cómputo para procesar los datos y programas GIS apoyado de las orto fotos si es el caso, para la elaboración e impresión del mapa y la determinación del área del polígono (Ver figura 10).

En comparación con su antecesor el sistema de medición de Áreas con GPS en el procesamiento de los datos, la elaboración del polígono o plano, la determinación del área y su ubicación es más rentable técnicamente porque maximiza el tiempo. La presentación de los planos o mapas en cuanto a su estética anexos (Ver figuras 8 y 10), existe una diferencia muy considerable, dado que los planos o polígonos derivados de los dos sistemas de medición son elaborados de diferente forma, siempre logrando el mismo resultado que es el plano o polígono del área de la plantación, el sistema de cinta métrica y brújula el plano es elaborado manualmente con base en las hojas milimetradas y el escalímetro, caso contrario al sistema de GPS que ocupa el sistema de cómputo con impresora para la impresión se utilizan hojas papel bond carta u oficio.

7.4 Resumen comparativo económico

De acuerdo con los datos recabados en el presente estudio de caso se determinaron, los costos de la utilización de los dos sistemas de medición de áreas en plantaciones forestales, para su operación técnica.

Cuadro 9 Comparación de costos de rendimiento en los métodos de medición.

| | Descripción | Monto | Relación |
|---------------------------------------|---|--------------|--------------|
| Sistema de Medición con Cinta Métrica | Salario en Quetzales de dos técnicos | 10318.00 | |
| | Días/Mes/Trabajo | | 20.00 |
| | Área Medida/Has. | | 12.75 |
| | Salario Diario en Quetzales | 515.90 | |
| | Eficiencia en medición/Has/Quetzales | 40.46 | |
| Sistema de Posicionamiento Global GPS | Salario en Quetzales de un técnico | 5159.00 | |
| | Días/Mes/Trabajo | | 20.00 |
| | Área Medida/Has. | | 26.25 |
| | Salario Diario en Quetzales | 257.95 | |
| | Eficiencia en medición/Has/Quetzales | 9.82 | |

Fuente: elaboración propia (2010).

El cuadro 9 establece los principales costos que se realizan al momento de implementar los dos sistemas de medición de áreas en plantaciones forestales, sumados al costo de cada sistema como se describen en el cuadro número 7, por parte de INAB dentro de los rubros no se reflejan costos de transporte hacia el lugar de las plantaciones esto para el 2009, esto debido a que el regente forestal o usuarios corren con estos gastos por la falta de presupuesto de la institución. Debido al poco presupuesto que posee el INAB, para este rubro, vale la pena mencionar que el rubro que más se refleja dentro de los costos es el salario de los técnicos forestales.

La relación en el sistema de medición de áreas en plantaciones forestales con cinta métrica, se estimó un total de 12.75 hectáreas/día de medición en área, con un costo de 515.90 quetzales/día para esta, proyectadas a una relación de 20 días de trabajo al mes de campo en medición de áreas en plantaciones forestales, da un total de 255 hectáreas/mes medidas en área con un costo total de 10,318 quetzales/mes, con una relación de 40.46 quetzales/hectárea.

La relación en el sistema de medición de áreas en plantaciones forestales con GPS, se estimó un total de 26.25 hectáreas/día de medición en área, con un costo de Q. 257.95 por día para esta, proyectadas a una relación de 20 días de trabajo al mes de campo en medición de áreas en plantaciones forestales, da un total de 525 hectáreas/mes medidas en área con un costo total de Q.5,145 por mes, con una relación de Q.9.80 por hectárea.

En comparación la inversión económica para la medición de áreas en plantaciones es diferente en sus costos, esto se debe en parte a los sueldos del personal técnico, en el sistema de medición de áreas en plantaciones forestales con cinta métrica y brújula se utilizan dos técnicos con un sueldo de Q.5,145 c/u con un total de Q.10,318 en este sistema, y el en sistema de medición de áreas en plantaciones forestales con GPS se utiliza uno con un sueldo de Q.5,159 en este sistema, cabe mencionar que los sueldos hasta la fecha de estudio se habían incrementado en un 12% únicamente.

Debido a la implementación del cambio tecnológico en la medición de áreas en plantaciones forestales al sistema GPS, económicamente la subregión II-3, del INAB, incremento su eficiencia en un 72.76%, con la implementación del sistema de medición de áreas con GPS, reduciendo en un 48% los gastos de medición en áreas de medición de plantaciones forestales, teniendo un precio de 40.46 quetzales empleando el método de medición de áreas en plantaciones con cinta métrica a 9.82 quetzales por hectárea empleando el método de medición de áreas en plantaciones con GPS.

VIII. CONCLUSIONES

1. Se determinaron dos cambios tecnológicos en la medición e áreas en plantaciones forestales, el primero consistió en la implementación del sistema de medición de áreas en plantaciones forestales con GPS en sustitución del sistema de medición de área en plantaciones forestales con cinta métrica y brújula. Asimismo la incorporación de SIG por medio del equipo de cómputo.
2. El INAB adoptó una metodología actualizada como es la medición de áreas utilizando el Sistema de Geo posicionamiento Global, esto le permitió un gran avance en cuanto a rapidez de procesos, la exactitud posee un margen de error de +- 5 en la medición de datos y costos bajos.
3. Con el nuevo sistema de medición adoptado el tiempo utilizado para medir una hectárea, se redujo de 50 minutos a 15 minutos, eficientizando el tiempo de medición, el recurso humano y el recurso económico.
4. Los costos de operación utilizando el sistema de posicionamiento global en la medición áreas en plantaciones disminuyeron en un 70%, los gastos de operación y recursos humanos, respecto a la medición de áreas utilizando el sistema de cinta y brújula.
5. El recurso técnico se benefició, con el cambio tecnológico en virtud de tener una mayor eficacia en la evaluación de las áreas reforestadas. Cabe mencionar que los usuarios no reportan déficit con respecto a la medición de áreas dado que los regentes forestales utilizan el mismo sistema de GPS.
6. Estéticamente se ve más atractivo el plano elaborado en base al sistema de GPS, dado que con el apoyo la base de datos y el sistema de cómputo se sistematiza la impresión de los planos. Caso contrario al plano elaborado en base al sistema de cinta y brújula, que se apoya más en instrumentos de dibujo y

rejillas, este depende de la estética del técnico, normalmente no son atractivos visualmente. Aunque en un con el sistema asistido por ordenador o por sus siglas en ingles -CAD- o en por un SIG se puede procesar los datos para generar obtenidos del sistema de cinta y brújula para obtener un plano similar al de un GPS, con la diferencia el sistema de GPS se obtendrá la ubicación espacial de la plantación, caso contrario al sistema de cinta métrica y brújula.

7. El sistema de Geo Posicionamiento Global simplifica notablemente la medición de áreas de plantaciones forestales, dado que las posiciones (vértices) se obtienen fácilmente. Además que la aplicación del cambio tecnológico no requiere de mucha teoría, nada más que principios básicos de topografía.

IX. RECOMENDACIONES

1. Generar temas de investigación con respecto a los registros y actualizaciones de los sistemas de medición de plantaciones forestales de adecuado a la implementación de los mismos para evaluar su eficiencia.
2. Dar a conocer al personal, Regentes forestales y los usuarios los cambios tecnológicos, por la importancia y beneficios que se obtienen al momento de utilizar tecnología de alto rendimiento y eficiencia del manejo de la misma.
3. Es importante el monitoreo por parte del director técnico y director subregional hacia el trabajo realizado por parte del personal técnico en campo, esto para mantener la calidad en la medición de áreas en plantaciones forestales.
4. De acuerdo a lo planteado en el presente estudio es importante no estancarse con los sistemas de mediciones actuales, sino más bien evaluar y actualizarse según sea su caso para no quedarse rezagados, ante los cambios tecnológicos.

X.REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Ambiente, Asuntos agrarios , Cambio climático , Clima , FAO , Forestal , Madera (en línea). Disponible en: <http://agronotas.wordpress.com>.
2. Barrera, U. (2010), Errores en la mediciones Topográficas p.130.
3. Base de datos Región II Instituto Nacional de Bosques (2009) Guatemala.
4. Branthomme, A. (2009). Manual para la recolección integrada en datos de campo. p.180.
5. Cobba, J. (2013) Reconocimiento de los instrumentos topográficos. Universidad Nacional del Santa Perú.
6. Congreso de la república de Guatemala (1996). Ley – forestal. Decreto 106-96. Guatemala. p.49.
7. Curso de Topografía Básica Alfaror (2013). Disponible en línea: <http://topoalfaror.blogspot.com/2013/11/la-brujula.html>
8. De la Cruz, J. (1982). Adaptación de la clasificación de zonas de vida para Guatemala, instituto Nacional Forestal – INAFOR- Guatemala. p.39.
9. Diagnóstico del Clúster Forestal (1999). Guatemala. p.51.
- 10.Estados Unidos de Norte América y la Oficina de Coordinación Nacional de Posicionamiento, Navegación, y Cronometría por Satélite (2000). Sistema de posicionamiento global al servicio del mundo. Recuperado el 5 enero 2015 de <http://www.gps.gov/spanish.php>
- 11.Gutiérrez, D. (2000), Levantamiento topográfico por método de liga, p. 14.
- 12.Gutiérrez, Medina, Quintero, Díaz, Ramírez y Olivares (2011). Medición con cinta métrica en terrenos planos y accidentados.
- 13.Instituto Geográfico Nacional (1972). Clasificación de Suelos de Guatemala.
- 14.Instituto Nacional de Bosques (2000) Manual Técnico forestal, p.115.
- 15.Instituto Nacional de Bosques (2000). Boletín de estadísticas forestales. Guatemala.
- 16.Instituto Nacional de Bosques (2003). Boletín de estadísticas forestales. Guatemala.

17. Instituto Nacional de Bosques (2006). Manual Técnico forestal.
18. Instituto Nacional de Bosques (2007) Programa de Incentivos Forestales – PINFOR- (en línea). Disponible en línea: <http://www.inab.gob.gt>
19. Instituto Nacional de Bosques (2007). Boletín de estadísticas forestales. Guatemala.
20. Instituto Nacional de Bosques, Consejo Nacional de Áreas Protegidas, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Universidad del Valle de Guatemala, Plan de Acción Forestal para Guatemala. 2004. Mapa de cobertura forestal. Escala 1:50,000. Guatemala.
21. Manual GPS Garmin vista Hcx. (2010). p.22 .
22. Medición de áreas con cinta métrica, disponible en http://es.wikipedia.org/wiki/Cinta_m%C3%A9trica
23. Navarro, S. (2008), Manual de topografía- planimetría con cinta, p. 45.
24. Sanches, F. (1995). Medir áreas y longitudes, Departamento de Geología Salamanca, España. p.26.
25. Sistema de Posicionamiento Global (Global Positioning System: sistema de posicionamiento mundial) o NAVSTAR-GPS¹ disponibles en: http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_posicionamiento_global
26. Spiegel R; Abellanas, L. (1992). McGraw-Hill (ed.). Fórmulas y tablas de matemática aplicada para la medición de áreas.
27. Sunzueta, L. (2011), Errores de topografía. p.26.
28. Topografía Alfaror (2013). Disponible en http://topoalfaror.blogspot.com/2013_11_01_archive.html
29. Ugalde, A. (2001). Guía para el establecimiento y medición de parcelas para el monitoreo y evaluación del crecimiento de árboles en investigación y en programas de reforestación con la metodología del sistema MIRA-SIL. CATIE. Turrialba, Costa Rica. p.14
30. Universidad Nacional Micaela Bastidas de Ambacay (UNAMBA), levantamiento con brújula III. Universidad nacional de Micaela bastidas de Abancay

31. UPIE-MAGA y MAGA-BID. 2000. Primera Aproximación al Mapa de Clasificación Taxonómica de los Suelos de la República de Guatemala escala 1:250,000. Guatemala. P. 21-28.
32. Wolf R. y Brinker R. (1997). Topografía. Novena Edición. Alfaomega. México.

XI. ANEXOS

Anexo I

Boleta entrevista

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR
CAMPUS SAN PEDRO CLAVER
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRICOLAS
CARRERA DE INGENIERIA FORESTAL.



Universidad
Rafael Landívar
Tradición Jesuita en Guatemala

La presente boleta tiene como fin apoyar en la recopilación de información que servirá de base en el proceso de investigación para el trabajo de Estudio de Caso denominado Cambios Tecnológicos en la medición de aéreas de plantaciones forestales durante el periodo 1997-2009 en la subregión II-3 del Instituto Nacional de Bosques INAB, en Cobán, Alta Verapaz. Por lo que de antemano se le agradece el favor de su atención en brindar sus respuestas a la presente.

Información general Del entrevistado

1. puesto en que labora o laboro dentro de la institución: _____

2. Periodo de tiempo de laborar o haber laborado en la institución: _____

Información del método de medición

1. Indique cual era el método de medición de áreas utilizado por INAB al inicio de sus operaciones _____
2. Describa en qué consistía éste método _____

3. Liste los insumos técnicos, físicos y de logística que eran necesarios para poder utilizar éste método.
 1. _____
 2. _____

3. _____
4. _____
5. _____
6. _____
7. _____

4. Cuánto tiempo se invertía en promedio por técnico para la medición de un polígono. Por favor indique el tamaño del polígono y el tiempo requerido.

5. Hasta cuando se utilizó éste método. _____

6.Cuál es su opinión, en términos prácticos, técnicos y operativos de la aplicación de ésta metodología. _____

7. En la actualidad cuál es el método que se utiliza para la medición de áreas. _____

8. Describa en qué consiste ésta metodología _____

9. Liste los insumos técnicos físicos y de logística que eran necesarios para poder utilizar éste método.

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____
7. _____

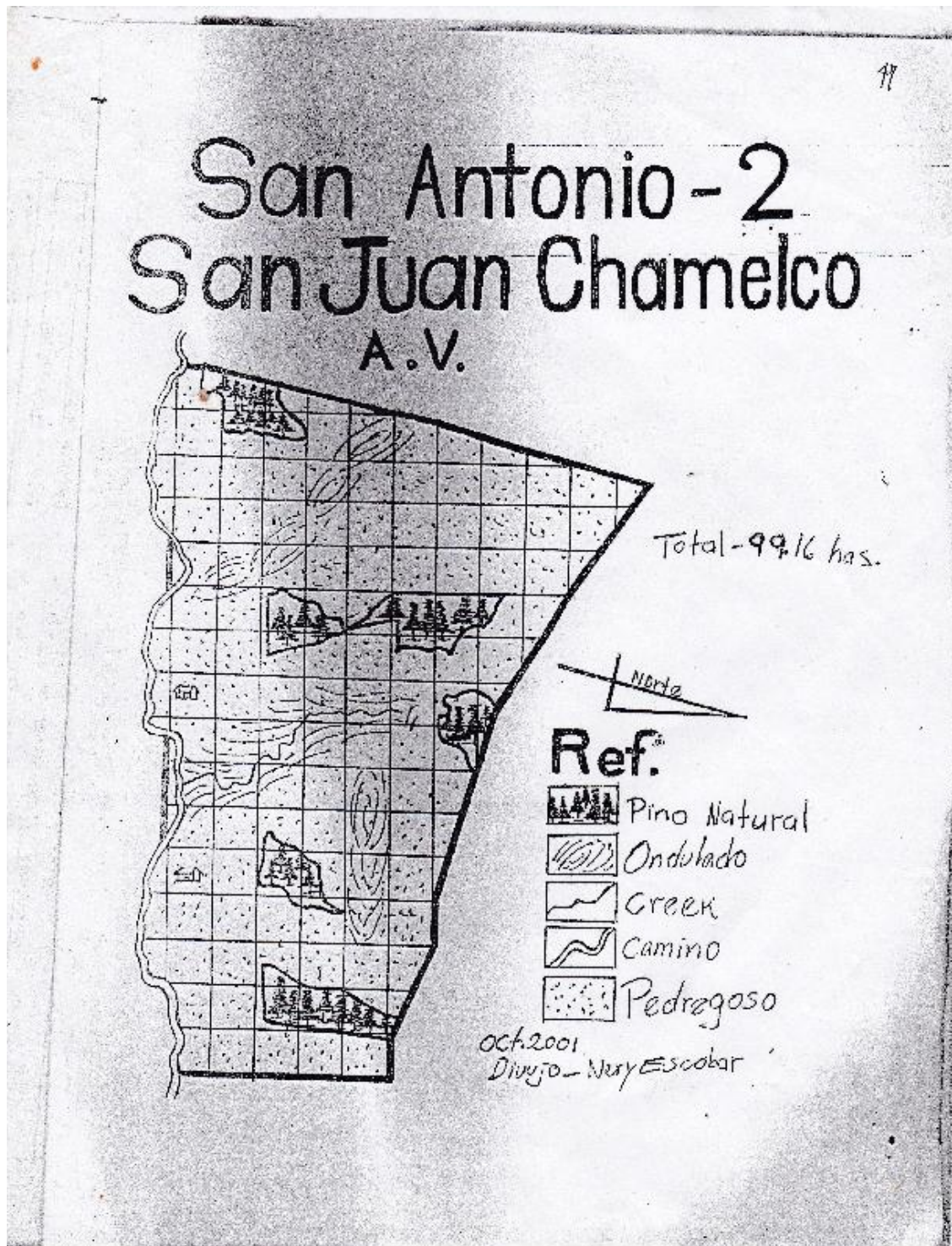
10. Cuánto tiempo se invertía en promedio por técnico para la medición de un polígono. Por favor indique el tamaño del polígono y el tiempo requerido:_____

11.Cuál es su opinión, en términos prácticos, técnicos y operativos de la aplicación de ésta metodología._____

Gracias, Por su tiempo.

Anexo 2

Figura 8 Plano elaborado en base al sistema de Cinta métrica y Brújula.



Anexo 3

Figura 9 Hoja de Registro de proyecto de reforestación.

Firma
Luisa María 15 30 303
Longitud Sub-regional y Rony

HOJA DE REGISTRO DE EXPEDIENTES DE PINFOR

No. DE SOLICITUD: 122-99-II-3-R

FECHA DE INGRESO: 8 - Diciembre - 1,999

FECHA DE APROBACION: 23 - Febrero - 2,000

FECHA DE INICIO DEL PLAN: 01 - Enero - 2,000

FECHA DE EXPIRACION: 31 - Diciembre - 2,006

NOMBRE DEL PROPIETARIO: Celulosas de Centro América, S.A.

REPRESENTANTE LEGAL: Carlos Ivan Meany Valerio

No. DE CEDULA DEL REPRESENTANTE O PROPIETARIO: A-1 #459,033

DIRECCION: 34 Calle 7-42 zona 11, Guatemala

No. DE NIT: 12,52137-K

NOMBRE DEL REGENTE: Oscar Romeo Angel Arreaga

No. DE REGISTRO DEL REGENTE: 290

ACTIVIDAD A DESARROLLAR: Reforestación

ESTADO (Año de ejecución) 0 1 2 3 4 5 6

ESPECIES: Pinus maximiliani 134 ha - 2,000
43 ha - 2,007

DENSIDAD: 1,333

No. DE LA FINCA: 109^{to} 776, Libro 12 de 1ª Serie

AREA A REFORESTAR: 777 ha

LOCALIZACION DE LA FINCA: Tealamitla, San Juan Chamela A.V.

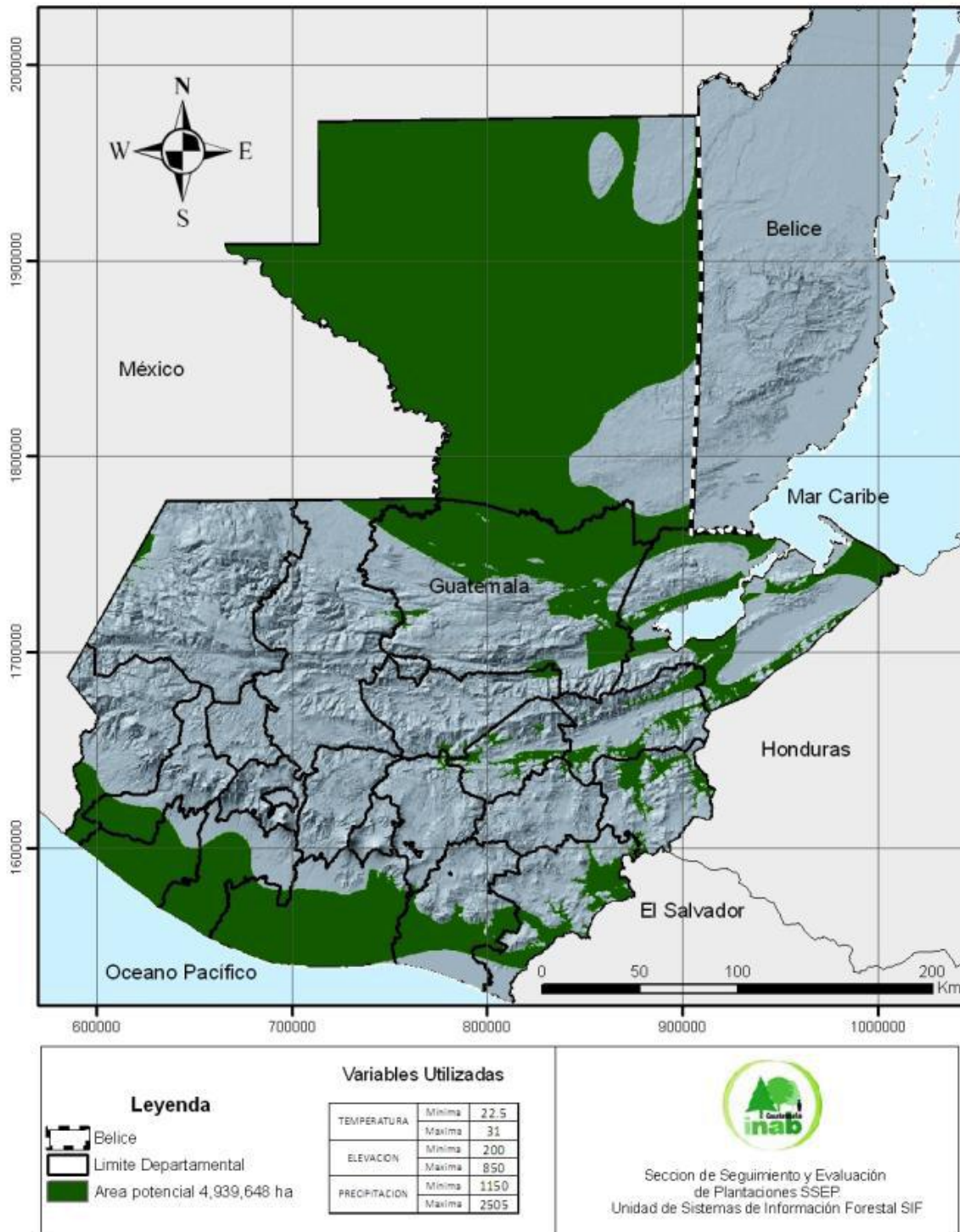
NOBRE DE LA FINCA: San Antonio (II)

OBSERVACIONES: Tel: Rep. Legal: 476 2484
Regente: 593 1596
cel. 546 3085

Para conocer más del desarrollo de Guatemala

Anexo 4

Figura 11 Plano elaborado en base al sistema de GPS.



Anexo 5

Análisis FODA

| | Fortalezas | Oportunidades | Debilidades | Amenazas |
|---|---|---|---|--|
| Sistema de medición de áreas Cinta métrica y Brújula | Es más exacto que el otro método evaluado. | Es de fácil su implementación. Es vigente, a pesar del tiempo de su tiempo de uso. | El tiempo es largo en la toma de datos de campo. Es más largo el proceso de redacción del informe. | Error de humano en toma de datos. |
| Sistema de medición de áreas GPS | El tiempo toma de datos en campo es sumamente rápido. Fácil el procesamiento de datos en gabinete. | Es tecnología de punta. Está en proceso de actualización y de fácil acceso. | Depende de alineación de satélites. | Mayor error en toma de datos en campo. |

Anexo 6

Resumen encuestas aplicadas, personal Técnico INAB

| Información del personal entrevistado | | | | | | | | |
|---|---|---|--|---|--|---|--|--|
| Pregunta. | Encuesta 1 | Encuesta 2 | Encuesta 3 | Encuesta 4 | Encuesta 5 | Encuesta 6 | Síntesis de la Encuestas | |
| Información general del entrevistado | | | | | | | | |
| 1 | puesto en que labora o laboro dentro de la institución: Director Sub-Regional; director Técnico | técnico forestal y Director Sub-Regional | técnico forestal | Director Sub-Regional | Asistente técnico PINFOR. | Regente forestal | Síntesis entrevistados | |
| 2 | Periodo de tiempo de haber laborado en la Institución. 10 Años del Periodo 1998-2008 | 8 Años periodo del 2,001 al 2,010 | 12 Años periodo del 1998 al 2,010 | 13 Años periodo de 1997 al 2,010 | 14 Años Periodo de 1996 al 2,010 | 14 Años de laborar como regente ante INAB | 11.83 Años de experiencia. | |
| Información del método de Medición | | | | | | | | |
| 1 | Indique cual era el método de medición de Áreas utilizado por el INAB a su inicio de Operaciones | Cinta métrica y brújula | Mediante la utilización de Cinta métrica y brújula | cinta métrica o Pita y/o cuerda y brújula | Pita y Brújula | Utilizando cinta métrica y Brújula | Cinta Métrica y Brújula | Sistema de medición de áreas con Cinta métrica (Pita) y Brújula |
| 2 | Describa en qué consistía éste método | Es un levantamiento topográfico con equipo de poca precisión pero accesible y aceptable para medir áreas en terrenos forestales | Consiste en la toma de datos de campo como ángulos y distancias sobre los límites o bordes del punto donde se inició la medición, luego el proceso de tabulación de datos calculo y análisis para determinar las áreas y luego realizar el dibujo de los planos. | Se ubicaba un punto el perímetro del polígono, se media o tomaban con brújula los grados sexagesimales, en que se encontraba el punto en relación a los puntos cardinales luego se media la distancia en metros, tomando los puntos necesarios hasta cerrar el polígono | Se establecían los jalones y se recorría el rededor de la reforestación, se tomaban datos de distancias, azimut con la brújula y se compensaba la pendiente, luego en gabinete utilizando regla grafica dora escalimetro, papel milimetrado, compas se hacia el polígono y para verificar las áreas se utilizaba la rejilla de puntos de puntos. | El objetivo era determinar el área de un polígono utilizando par el efecto los datos de distancia, azimut, compensación de pendiente, en cada punto hasta cerrar el polígono, luego en gabinete utilizando regla grafica dora escalimetro, papel milimetrado, compas se hacia el polígono y para verificar las áreas se utilizaba la rejilla de puntos de puntos. El cálculo matemáticos. | Medición de perímetro del área en estudio con la utilización de una brújula, en cada punto importancia en el perímetro hasta todo su contorno luego se tabulan lados | Se establecían los jalones y se recorría el rededor (el perímetro) de la reforestación, se tomaban datos de distancias en cada vértice, azimut con la brújula y se compensaba la pendiente, luego en gabinete utilizando una regla grafica dora ó escalimetro, papel milimetrado, compas se hacia el polígono o croquis y para verificar las áreas se utilizaba la rejilla de puntos de puntos, el mismo era muy engorroso y tedioso pues llevaba mucho tiempo para realizar el mismo. |

| | | | | | | | | |
|---|--|--|--|---|---|--|------------------------------------|---|
| 3 | Liste los insumos técnicos, físicos y de logística que eran necesarios para poder utilizar este método | Brújula o compas, Cinta Métrica, Libreta y Lápiz | Cinta métrica, brújula, clinómetro, libreta de campo, 2,3 técnicos, lápiz y hojas | Brújula, cinta métrica o pita, papel milimetrado, red de puntos para meas, transportador. | Cuerdas cintas de 25 metros, brújula sunto, clinómetro sunto, regla grafica dora, escalimetro, papel mml, compas rejillas de puntos, además de 2 técnicos y al menos un operador de campo (2 necesitan que desmontaran) | Brújula, Clinómetro, cinta métrica, papel milimetrado, escalimetro, libreta de campo, rejilla de puntos para calcular el área. (Por lo menos la participan con de 2 o 3 personas, el valor de estas mismos es mínimo, comparativamente) | Cinta, brújula libreta y bolígrafo | cuerdas o cintas de 25 metros, brújula sunto, clinómetro sunto, regla grafica dora, escalimetro, papel mml, compas rejillas de puntos, además de 2 técnicos y al menos un operador de campo(2 se necesita que desmontaran) en fase de campo y en gabinete solo 1. |
| 4 | Cuánto tiempo se invertía en promedio por técnico para la medición de un polígono. Por favor indique el tamaño del polígono y el tiempo requerido. | 2 Hectáreas 1 Hora, 1 caballería 1 día. | Polígono de 1 hectárea 2-3 horas, para levantar datos en el campo, 1 hora para calculo y tabulación de datos. | Media hora en un polígono de una hectárea, o más dependiendo de la topografía. | Para medir un polígono de 20 hectáreas 1 día, más el otro día para hacer el polígono. | Para una hectárea se requería de 30-45 minutos pero esto dependía del área, si estaba limpio o la topografía era mala | 1 hectárea 1 hora | Promedio 50 minutos por 1 hectárea |
| 5 | Hasta cuando se utilizó este método | Más o menos hasta el 2,000 | hasta inicios del año 2,002 | hasta el año 1999 | 2000-2001 | Aproximadamente 1999 - 2000 | 2000 | De Acuerdo a los registros del INAB hasta el 2,000 |
| 6 | Cuál es su opinión, en términos prácticos, técnicos y operativos de la aplicación de esta metodología | Datos más reales que un GPS de navegación en áreas quebradas Menores a una caballería. | Es un método que requiere de tiempo (tardado), recurso humano es un método eficaz si existe un buen trabajo de campo en términos operativos no es funcional cuando se tiene una carga de trabajo muy alta. | si cumplía con su función de obtener el área de un polígono, pero comprendí a mediar trabajo, que requería más tiempo para realizar una medición. | Utilizaba mucho tiempo y recursos, además se complicaba cuando era un debía en lugar de un polígono de 20 hectáreas había que medir 20 hectáreas de 1 cada uno para realizar un proyecto de 20 hectáreas, se perdía mucho tiempo cuando habría mucho monte o por la topografía del terreno. | Se obtenían un obtenía deseados que era obtener un área con el mínimo de error permisible sin emplear aparatos sofisticados (Teodolitos) aunque consumía tiempo y requería de muchos insumos. | Engorroso poco exacto. | Utilizaba mucho tiempo y demasiado recursos humano (2-3 Personas por medición), además se complicaba cuando eran varios polígonos para medir un solo proyecto por ejemplo para medir un polígono de 20 hectáreas había que medir 20 polígonos (si con comunales normalmente)para completar las hectáreas 10 has, se perdía mucho tiempo cuando habría mucho monte o por la topografía del terreno, por tal razón era poco rentable. |

| | | | | | | | | |
|----|--|---|--|--|--|---|--|--|
| 7 | Liste los insumos técnicos físicos y de logística que eran necesarios para poder utilizar este método. | GPS de navegación con error de +/- 5 metros de error y GPS Sub-Métrico | Utilización de GPS y herramientas de apoyo para corroborar como las orto fotos. | Se utiliza un GPS aunque todavía se siguen usando teodolito y lo último es estación total. | Geo posicionamiento utilizado aparatos de posicionamiento global y procesamiento de la información utilizando programas de información geográfica como el Arc View o Arc Gis | Actualmente el INAB emplea GPS (Diferentes marcas y Grande Precisión) | GPS | Sistema de Medición de áreas Por Medio del GPS Navegador (Sistema de Posicionamiento Global) |
| 8 | Describa en qué consiste esta metodología | GPS de navegación con error de +/- 5 metros, se realizaba un recorrido sobre los entremos de los polígonos y se posicionan con el mismo | Consiste en la toma de coordenadas, en cada uno de los vértices, del polígono a medir Gabinete, bajar las coordenadas del GPS a la computadora y elaborar planos mediante programas como el ARC VIEW o ARC Gis | con GPS, se tomaron los puntos coordenadas necesarias en el perímetro del polígono luego en gabinete se procesan hasta datos con programas de MAP MACRER, ARC VIEW,, ARC Gis, con lo que se puede obtener el polígono y para él se usa tiempo. | Se utiliza un navegador de PGS mediante cual se ubican todo solo vértices del polígono posteriormente se descargan en un computador mediante un software y se procesan para crear un mapa o shape que posteriormente para verificación puede ser sobre puesto en la orto foto. | Se ubica en el área a medir se toman los puntos (Coordenadas) que sean necesarias se almacenan en el aparato hasta cerrar el polígono luego en gabinete se procesa la información mediante paquetes computacionales, como (Map Maker, Arc Gis Etc) para elaborar el polígono y determinar el área. | Con el aparato de posicionamiento o utilizándose en cada punto de quiebre del polígono | Para medir áreas con este método se utiliza un navegador de GPS mediante cual se ubican todos los vértices del polígono posteriormente se descargan en un computador mediante un software (Arc View o tros) y se procesan para crear un mapa, polígono o shape, que se utiliza posteriormente para verificación del área (hectáreas, Metros Cuadrados, Etc) además puede ser sobre-puesto en la orto foto. |
| 9 | Liste los insumos técnicos físicos y de logística que eran necesarios para poder utilizar este método. | GPS, computadora y SIG | GPS (Navegador), computadora, libreta de campo baterías hojas de papel | Un GPS, con baterías nuevas libreta de campo(no necesita porque se pueden graduar los puntos en el GPS) bolígrafo o lápiz, papel | GPS y Software, 1 técnico 1 operario software Arc View o Arc Gis 1 computador impresora orto fotos. | GPS, libreta de campo, computadora, paquete computacional (Programas), impresora papel, el valor de estos insumos es un tanto elevado pero rentable en cuanto a su eficiencia en la medición (tiempo) | GPS y Sistema de computo | 1 GPS (Navegador), 1 técnico forestal, Sistema de cómputo + Impresora), Paquete computacional (Arc View, Arc Gis, Map Maker), Hojas. |
| 10 | Cuánto tiempo se invertía en promedio por técnico para la medición de un polígono. | GPS, de navegación 1 caballería 3 horas, GPS Sub-Métrico 1 Caballería 6 Horas. | 1 Hectárea, levantar datos de campo 30 minutos elaborar planos más o menos 20 minutos. | 1 día de 9 a 6 pm para medir una área de 76 hectáreas, en terreno con topografía quebrada o irregular. | Un polígono de 20 hectáreas 2 horas para el procesamiento e impresión del plano 1 hora utilizando un técnicos. | En promedio general el tiempo para medir 1 hectárea es de 10 minutos aunque esto dependerá de las condiciones del terreno. | 1Hra. 1 Hora | Promedio 15 minutos por 1 hectárea |

| | | | | | | | | |
|---------------------------------------|---|--|---|--|---|--|--------------------------------|--|
| 11 | <p>Cuál es su opinión, en términos prácticos, técnicos y operativos de la aplicación de ésta metodología</p> | <p>El GPS de navegación facilita la toma de datos y de bajo costo.</p> | <p>Son herramientas que no requieran de muchos recurso en tiempo y humano, es muy eficiente, no es tan exacto se maneja un mejor error.</p> | <p>Excelente método con un pequeño margen de error aceptable</p> | <p>Mayor Velocidad y eficiencia especialmente cuando anualmente hay que evaluar alrededor de 400 planes de proyecto PINFOR, antes se elaboran en periodos de 1997-2000 alrededor de 20 planes en promedio, aparte de los compromisos de reforestación y las plantaciones forestales</p> | <p>El método de cinta es más costoso aunque lleva más tiempo y es un método que ya no se usa, el GPS es más rápido la toma de datos aunque el equipo que se necesita es más costoso,</p> | <p>Es Ideal por el tiempo.</p> | <p>Mayor Eficiencia (menos Tiempo en la medición de Áreas), No requiere mucho recurso Humano, Facilita la toma de datos, es un sistema que requiere de una gran inversión en compra de equipo pero es rentable técnicamente hablando, antes se evaluaban mas o menos 20 proyectos ahora son 400 y está en aumento, posee cierto margen de error, pero es permisible.</p> |
| <p>Puesto Del entrevistado</p> | <p>Sub Regional II-3</p> | <p>Técnico Forestal I</p> | <p>Técnico Forestal II</p> | <p>Director técnico</p> | <p>Certificador PINFOR</p> | <p>Regente forestal</p> | <p>Síntesis final</p> | |

