

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”  
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL



USO DEL SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL  
GPS PÓRTATIL EN ACTIVIDADES AGROPECUARIAS

Por:

RICARDO ALFONSO MARTÍNEZ ALEMÁN

MEMORIA DE EXPERIENCIAS  
PROFESIONALES

Presentada como requisito parcial  
Para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Buenavista, Saltillo, Coahuila. México  
Noviembre 2012

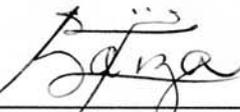
MEMORIA DE EXPERIENCIAS PROFESIONALES ELABORADA BAJO LA  
SUPERVISIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA Y APROBADA  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

COMITÉ PARTICULAR

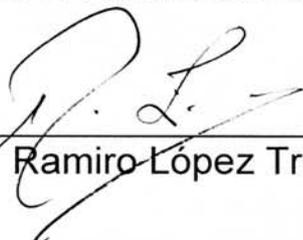
Asesor :   
Dra. Iliana Isabel Hernández Javalera

Coasesor   
MC. Luis Alfonso Natividad Beltrán del Río

Coasesor   
MC. Alfredo Garza Sánchez

Coasesor   
MC. Luis Pérez Romero

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

  
Dr. Ramiro López Trujillo



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México  
Noviembre, 2012

## INDICE DE CONTENIDO

INDICE DE CONTENIDO	i
DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS	ii
INDICE DE FIGURAS	iv
INTRODUCCIÓN	1
EXPERIENCIA PROFESIONAL	3
EL INICIO	3
MI EXPERIENCIA EN INEGI	4
PROCEDE	4
PROCAMPO	5
SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS)	7
ESPACIAL	7
SEÑALES GPS	8
DETERMINACION DE POSICIONES	9
CONTROL	9
USUARIO	10
ITRF Y SU RELACIÓN CON WGS84 Y NAD 27	11
SISTEMAS GEODÉSICOS Y MARCOS DE REFERENCIA	12
MARCO ITRF EN MÉXICO	13
WGS84	14
WAAS Y OTRAS CORRECCIONES EN TIEMPO REAL	14
NAD27	15
GPS PORTATIL	16
CONSIDERACIONES PARA EL USO DE GPS PORTATIL GARMIN ETREX	17
MANEJO DE ESTA TECNOLOGIA	18
COSTO DE LOS EQUIPOS	18
GENERALIZACIÓN DE SU USO	19
OZZY EXPLORER Y GPS PÓRTÁTIL	20
VENTAJAS DEL USO DE GPS PORTATIL EN CAMPO	20
GEORREFERENCIACION COMO REQUISITO	21
GEORREFERENCIACION DE POZOS DE AGUA	21
MEDICION RAPIDAY CALCULO DE AREAS A SEMBRAR	22
GEORREFERENCIACION DE PREDIOS MEDIANTE GOOGLE EARTH	22
GEORREFERENCIACION DE AREAS A MUESTREAR	23
GEORREFERENCIACION DE AREAS ESPECIALES	24
USO EN LABORES AGROPECUARIAS	24
USO GANADERO O CINEGETICO	25
USO AGRICOLA	26
USO EN TRABAJOS COMO PROFESIONISTA INDEPENDIENTE	26
CONCLUSIONES	27
LITERATURA CITADA	28

## **AGRADECIMIENTOS**

A La Dra. Iliana Isabel Hernández Javalera por su apoyo, paciencia y amistad que me ha brindado siempre y especialmente durante la elaboración de esta memoria.

Al MC. Luis Alfonso Natividad Beltrán del Río por todas sus enseñanzas y su guía durante mi carrera como profesionista, pero sobre todo porque siempre me ha brindado su apoyo y amistad incondicional dentro y fuera de la Universidad

Al MC: Alfredo garza Sánchez por sus enseñanzas en las labores topográficas dentro de mi trabajo en el INEGI y fuera de él y por su apoyo en la realización de esta memoria.

Al Ing. Luis Pérez Romero, por su amistad dentro y fuera de la universidad y por su apoyo durante la elaboración de esta memoria.

A mi Alma Mater la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” por tantos conocimientos que me fueron otorgados por todos y cada uno de mis maestros durante mi carrera como Universitario y por el apoyo que siempre he encontrado en sus autoridades que me han apoyado durante el desarrollo de mi profesión.

## DEDICATORIA

Esta memoria la dedico a:

Mis padres Olga Guillermina y Agustín, por darme la vida, por su amor, apoyo y comprensión durante mi estancia en la universidad y después como profesionalista

A mi esposa Cuqui, por ser la parte más importante de mi vida, por su amor, apoyo, comprensión y por su paciencia para conmigo.

A mis hijos keila del Rosario, Ricardo y Carlos Alfonso por ser el motor de mi vida y el regalo más hermoso que me ha dado Dios.

A mis hermanas Lucia Guillermina y Diana Elizabeth por todo su amor y apoyo incondicional siempre.

A mis amigos todos por estar siempre conmigo, por saber escucharme y por estar conmigo en las buenas y en las malas

Gracias a Dios por todo lo que me ha dado, hasta el día de hoy, lo bueno y lo malo, en todo hay una enseñanza. Por permitirme cerrar este ciclo en mi vida de manera satisfactoria.

## ÍNDICE DE FIGURAS

		Página
Figura 1.	Satélite NAVSTAR GPS	8
Figura 2.	Posición de las estaciones de seguimiento y la estación principal de control.	10
Figura 3.	Uso de GPS.	11
Figura 4.	Algunos elementos de un Sistema de Referencia.	12
Figura 5.	Estaciones de la RGNA.	13
Figura 6.	Zona de cobertura WAAS.	14
Figura 7.	GPS Portátil Garmin eTrex 10.	17
Figura 8.	Ejemplos de GPS Portátiles Garmin.	19
Figura 9.	Imagen de Google Earth.	23

## INTRODUCCIÓN

*Una de las decisiones más importantes para el hombre es el momento en que decide a qué habrá de dedicarse el resto de su vida.*

Al entrar a trabajar en el Instituto Nacional de estadística Geografía e Informática (INEGI) comencé a aplicar los conocimientos de cartografía, pues parte de nuestra responsabilidad era la actualización de la cartografía rural del municipio de Saltillo, así como la planeación del levantamiento en campo de el Censo de Población y Vivienda 1990, posterior a éste llegó el Censo Agropecuario 1991 en el cual también colaboré validando todos los cuestionarios levantados en campo, un año después llegó el PROCEDE y con ello el primer contacto con la tecnología del GPS (PXII) que en ese entonces fue lo más sofisticado, era la tecnología de punta que se había usado en la guerra del golfo pérsico y con una precisión de centímetros, aunque el método para la medición era tardado y había que haber una serie de factores como que hubieran al menos 4 satélites durante el posicionamiento de al menos 2 horas, paralelo llegó el equipo Ashtech Dimension con el cual las sesiones de posicionamiento eran de tan solo 5 minutos con el método cinemático y se combinaba con el equipo Ashtech PXII para medir algunos ejidos que por sus dimensiones era poco práctico medirlo con Estación Total, tiempo después tuve el primer contacto con un GPS Portátil fuera de INEGI para hacer un trabajo de deslinde para el banco Banorte que sólo contaba con tres puntos levantados con un GPS. Para realizar este trabajo utilicé un GPS Portátil Garmin, posterior, en el 2011 fui capacitado dentro del INEGI en el manejo del GPS Portátil Garmin con los que se trabajaría en el

programa de Georreferenciación de Predios Beneficiados por el PROCAMPO con el cual tuvimos un panorama más amplio en el manejo de este aparato y pudiendo visualizar el uso que se le puede dar al GPS portátil en los trabajos cotidianos de un profesionalista de la agronomía, por todo esto se tienen los siguientes objetivos.

## **OBJETIVOS**

- Elaborar una reseña histórica sobre mis experiencias en el uso de GPS portátil en los trabajos de georreferenciación de predios del programa PROCAMPO en el estado de Coahuila.
- Exhortar a los estudiantes de la universidad a conocer el uso y aplicaciones del GPS portátil en diferentes.

**PALABRAS CLAVE= GPS PORTATIL**

## **EXPERIENCIAS PROFESIONALES**

### **EL INICIO**

El verano de 1979 pintaba de una manera muy diferente a los años anteriores, puesto que él albergaba el sueño de un joven por ingresar a la universidad con la firme intención de prepararse para ser ingeniero agrónomo. De esta forma podría así ayudar a la gente del campo con la que había tenido contacto desde niño en el área rural del Municipio de Galeana Nuevo León. Como consecuencia de la crianza en la casa de los abuelos maternos, fueron innumerables e invaluable las experiencias que resultaron como fruto del trabajo, y específicamente, del comercio ambulante al que se dedicaba la familia. La principal actividad económica consistía en una ruta, los fines de semana, en la que se visitaban seis ejidos y un aproximado de diez pequeñas propiedades para abastecer a las familias de productos de consumo básico. Fue en estas idas y venidas donde se presentó la oportunidad de conocer de cerca cómo subsistían las personas del campo, situación que dejó una huella en mi vida desde niño, por lo que, ingrese a la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) para cumplir mi sueño.

Al egresar de la universidad se presentó la oportunidad de participar en un proyecto entre la UAAAN y la FORESTAL FCL con la finalidad de dar extensionismo al Ejido El Higo, Municipio de Tula, Tamaulipas. Se participó en la plantación de lechuguilla y algunos otros trabajos de limpieza y reforestación en la comunidad para que los ejidatarios tuvieran derecho al IMSS-COPLAMAR, además de brindar alfabetización a quienes no sabían leer ni escribir.

## **MI EXPERIENCIA EN INEGI**

En 1989 ingresé a laborar al Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) en las actividades previas al Censo de Población y Vivienda 1990, esto, en el área rural del Municipio de Saltillo. Para realizar este trabajo se hacía necesario el uso de cartografía, de esta manera se ubicaban las localidades rurales, fue aquí donde resultó de gran utilidad poner en práctica los conocimientos sobre el uso de la cartografía adquiridos en la universidad como parte de los aprendizajes en la materia de Fotogrametría y Fotointerpretación. Posteriormente, en 1991 participé en el VII Censo Agropecuario donde conjunté la experiencia del anterior censo con la preparación curricular universitaria, lo cual me permitió sobresalir entre los profesionistas de otras carreras.

## **PROCEDE**

A partir de la modificación al marco legal del Artículo 27 Constitucional y Ley Agraria en 1992 (DOF.1992), se daba por terminado el reparto agrario. Por lo que, el segundo semestre de 1992 dio inicio el Programa Nacional de Delimitación de Tierras Ejidales (PRONADELTE), el cual se convirtió posteriormente en el Programa de Certificación de Derechos Ejidales (PROCEDE). Con el inicio del PROCEDE, el INEGI a nivel estatal pasó de ser una Coordinación Estatal de Censos a una Coordinación Estatal del INEGI con tres subcoordinaciones estatales: Cartografía Automatizada, Operaciones de campo y Censos nacionales. Dentro de la Subcoordinación de Cartografía Automatizada, mi trabajo como técnico consistió en la digitalización de planos, esto, resultado de la medición de los núcleos agrarios con estación total y/o GPS (Sistema de Geoposicionamiento Global por sus siglas en inglés) (INEGI, 1993d). Cabe mencionar que la modificación al Artículo 27 Constitucional, contemplan tres formas de propiedad de tierras y aguas: pública, privada y

social. Donde, la propiedad social está representada por núcleos agrarios (ejidos, comunidades y nuevos centros de población ejidal).

Dentro de este programa se nos dio capacitación en tecnología de punta sobre el uso de aparatos electrónicos como: Estación Total Sokkia (INEGI, 1993b) y GPS PXII (INEGI, 1993a). y ya mi capacitación directa fue en el paquete computacional Autocad 7 (INEGI, 1993c y d).

## PROCAMPO

Después de participar en los Censos de Población, Económico y Agropecuario, de 2007-2010, en el INEGI, en Octubre del 2011 participé como técnico en Georreferenciación de predios del programa PROCAMPO dependiente de la SAGARPA quien subcontrato al INEGI para hacer dicho trabajo.

Este programa era la parte final del proceso de actualización de expedientes de beneficiarios del Programa PROCAMPO en este caso, la labor consistió en georreferenciar las parcelas ejidales o los predios de pequeña propiedad mediante un paquete computacional llamado SIADep y con el apoyo de los beneficiarios, quienes identificaban sus predios. En el caso de las personas a las que se les dificultaba indicar la ubicación de su predio en la pantalla de la computadora se les hacía una cita para asistir a su propiedad y hacer el levantamiento mediante el uso del GPS portátil para posteriormente proceder a la digitalización y grabarlos en el servidor estatal, donde concluían su trámite de actualización de expedientes de beneficiarios del PROCAMPO (INEGI 2011a).

En el caso de los ejidos, los beneficiarios mostraban el certificado parcelario y/o el certificado de tierras de uso común en original y con la información contenida en estos certificados emitidos por el RAN resultado

de la medición de su ejido por el PROCEDE, se buscaba en la base de datos de PROCEDE. En el programa SIADEP se mostraba la imagen de la parcela que se estuviera georreferenciando, si ésta coincidía con la contenida en el certificado y previa aprobación del interesado, se grababa dando con esto por concluido el trámite de actualización de expedientes de beneficiarios del PROCAMPO (INEGI 2011a).

Fue aquí, durante este proyecto el momento en el que surgió la inquietud de investigar y ver todos los usos posibles del GPS portátil en la vida cotidiana de un profesionista. A tal grado llegó el impacto de dicho dispositivo que meses más tarde se logró la adquisición de uno de la marca GARMIN modelo Etrex, elegido por ser muy amigable y poseer funciones y aplicaciones fáciles de entender y de llevar a la práctica, además de su compatibilidad con varios paquetes computacionales para el manejo de los archivos.

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

La creación y desarrollo del GPS (Sistema de Posicionamiento Global), que es un sistema de posicionamiento por medio de satélites fue diseñado para fines militares de posicionamiento y navegación en tierra, aire y mar, por el departamento de la defensa de los E.U.A. Sin embargo, actualmente sus usos y aplicaciones es muy amplia, ya que además de la milicia, se utiliza en levantamientos topográficos, catastrales, obras civiles, estudios de los recursos naturales, agricultura, ganadería, caza, y otros donde se requiera el posicionamiento de algo o alguien (INEGI 2011b).

Con el GPS se puede determinar las coordenadas que permitan ubicar puntos sobre la superficie de la tierra, de manera que para poder hacer un levantamiento de alta precisión es conveniente utilizar equipo de medición geodésico-topográfico con tecnología de punta, tal como el GPS. El sistema GPS se compone de tres grandes rubros: Espacial, control y Usuario (INEGI; 2011b):

### **ESPACIAL**

El Sistema De Posicionamiento Global (GPS) está formado por una constelación de satélites de navegación que se encuentran orbitando a nuestro planeta a una altitud de 20,000 Kms. A esta altura los satélites completan dos orbitas en poco menos de un día (INEGI,2011b).

Aunque en sus inicios fue creado por el Departamento de defensa de E.U.A. para fines militares, su gobierno permitió que su sistema fuera disponible para usos civiles y levanto las medidas de seguridad puestas para restringir su precisión hasta 10 metros. La cantidad de satélites óptima consta de 24 pero a partir de Julio del 2006, se tienen 29 satélites operando en esta constelación. (INEGI 2011b).

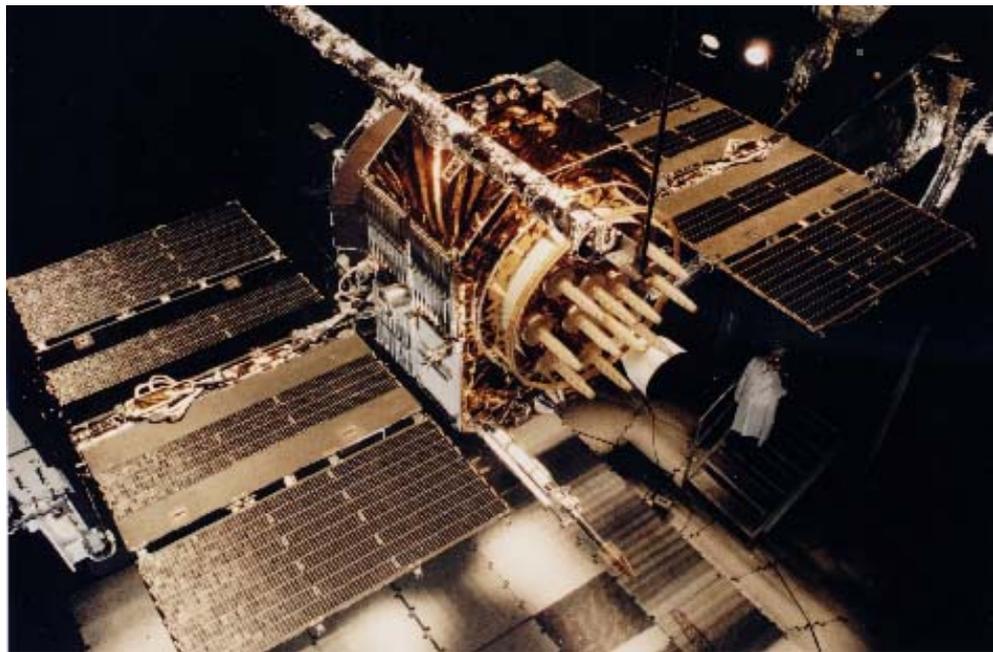


Figura 1. Satélite NAVSTAR GPS (<http://es.wikipedia.org/wiki/Gps>).

## SEÑALES GPS

Todos los satélites del GPS transmiten dos señales de radio de baja potencia, denominadas L1 y L2, cada señal GPS tiene tres componentes de información: Un código pseudoaleatorio, datos de efemérides de satélite y los datos de almanaque. El código pseudoaleatorio nos identifica al satélite que está transmitiéndonos su señal. Los datos de efemérides de Satélite nos informan acerca de la ubicación de este en cualquier momento. El almanaque nos da información sobre el estado del satélite, la fecha y hora actuales. Cada satélite tiene un reloj atómico a bordo que

controlan su tiempo lo cual es de vital importancia para conocer su posición exacta. (INEGI 2011b)

## DETERMINACIÓN DE POSICIONES

Las posiciones se sacan por medio de la determinación de las distancias a los satélites visibles. Este proceso se llama trilateración. Se compara el tiempo que tarda la señal en llegar del satélite al receptor por diferencia de tiempos lo que nos arroja el tiempo que tardo la señal en viajar del satélite al receptor. Si se multiplica este tiempo por la velocidad de la luz podemos obtener un dato de distancia con el satélite, la repetición de este proceso desde tres satélites nos permite obtener una posición en dos dimensiones en el planeta (la longitud y la latitud) con un cuarto satélite se puede determinar la tercera dimensión o sea la altura. Cuando mas satélites son visibles es más precisa la posición del punto a determinar. Las orbitas de los satélites GPS tienen  $55^\circ$  de inclinación con respecto al ecuador de la tierra. La distribución espacial de la constelación de satélites nos permite disponer de 5 a 8 satélites visibles en cualquier momento. La configuración fue diseñada  $15^\circ$  sobre el horizonte para asegurar que al menos haya 4 satélites visibles en cualquier momento, en cualquier parte del orbe. (INEGI 2011b).

## CONTROL

Existe una serie de estaciones de rastreo distribuidas en toda la superficie terrestre que monitorea de manera continua a cada satélite analizando las señales que estos emiten con lo que actualiza los datos de los elementos y mensajes de navegación, también las correcciones del reloj de los satélites.

Todas las estaciones se encuentran estratégicamente ubicadas cerca al plano ecuatorial y todas cuentan con receptores con relojes de alta precisión (INEGI 2011b).



Figura 2. Posición de las estaciones de seguimiento y la estación principal de control (<http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geodesia/gps.aspx>).

## USUARIO

Este aspecto está compuesto por los receptores GPS que reciben y registran la señal emitida por los satélites para poder calcular su posición como ya fue mencionado tomando en cuenta el tiempo de viaje de la señal y la velocidad de la luz, así se obtiene las pseudodistancias entre cada satélite y el GPS en un tiempo determinado, observando cuatro satélites al menos al mismo tiempo el receptor calcula las coordenadas X, Y, Z y el tiempo (INEGI 2011b).



Figura 3. Uso de GPS

<http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geodesia/gps.aspx>.

### **ITRF Y SU RELACIÓN CON WGS84 Y NAD27**

En México el INEGI puso a disposición de los usuarios información de la Red Geodésica Nacional para que sus estudios y proyectos estén ligados a esta red. Para esto el INEGI publicó en el diario oficial de la federación la Norma Técnica del Sistema Geodésico Nacional, esta entró en vigor en diciembre del 2010 y que establece como marco de referencia oficial al ITRF2008 en época 2010.0 en sustitución del ITRF92 época 1988.0. (INEGI 2012b).

## SISTEMAS GEODÉSICOS Y MARCOS DE REFERENCIA

El Sistema de Referencia es definido como las prescripciones y convenciones, que unido a un modelo matemático de la tierra es utilizado en cualquier momento como un sistema de ejes coordenados para la ubicación de puntos en todo el planeta. Los marcos de referencia son los sistemas de referencia materializados por medio de puntos establecidos sobre la superficie terrestre, y que son directamente accesibles para su ocupación u observación (INEGI 2012).

Los ITRF (Marcos de referencia terrestre Internacional), que son realizaciones del ITRS (Sistema de Referencia terrestre internacional), se realizan mediante la estimación de las coordenadas, y sus respectivas velocidades, de un grupo de estaciones de observación distribuidas en todo el planeta; su realización mas reciente es el ITRF2008 (INEGI 2012).

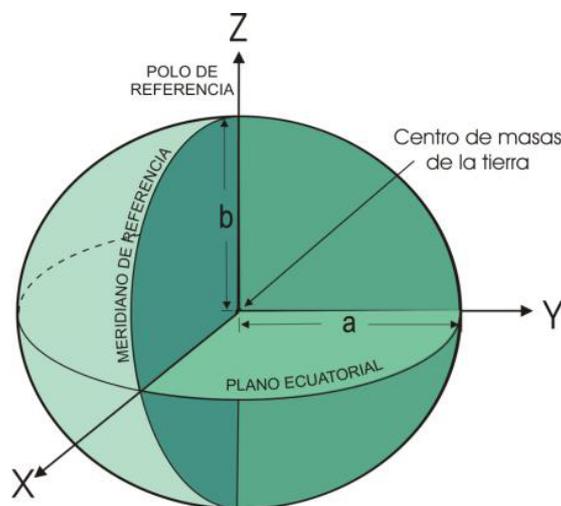


Figura 4. Algunos elementos de un Sistema de Referencia (INEGI/DGGMA/Subd. de Marcos de Referencia/Departamento de Evaluación Geodésica)

## MARCO ITRF EN MÉXICO

En nuestro país, la materialización del ITRF2008 se da a través de la Red Geodésica Nacional Activa (RGNA) y su densificación se logra mediante levantamientos GPS sobre marcas o monumentos en toda la república mexicana, estas marcas o monumentos conforman la Red Geodésica Pasiva.

Actualmente la RGNA está conformada por 22 estaciones que registran continuamente datos de los satélites GPS. (INEGI 2012).



Figura 5. Estaciones de la RGNA (INEGI/DGGMA/Subd. de Marcos de Referencia/Departamento de Evaluación Geodésica).

## WGS84

El sistema Geodésico Mundial 1984 (WGS84) es un sistema de referencia global que se obtuvo a partir de observaciones satelitales, sin embargo no ofrece la disponibilidad de estaciones materializadas como marco de referencia, y por lo tanto la obtención de coordenadas precisas en este sistema no se puede realizar igual que ITRF al no haber una red de estaciones WGS84 a la cual ligar nuevas mediciones. Además de esto las mediciones hechas con este sistema tienen una precisión de hasta 15 metros (INEGI, 2012).

## WAAS Y OTRAS CORRECCIONES EN TIEMPO REAL

Los posicionamientos hechos con GPS tipo navegador que son corregidos en tiempo real con el sistema WAAS (Sistema de Aumentación Basado en Satélites) son compatibles con ITRF pues las correcciones que da el sistema están en ITRF y tienen una exactitud de 3 a 5 metros, esto para usuarios civiles o comunes es adecuado (INEGI, 2012).

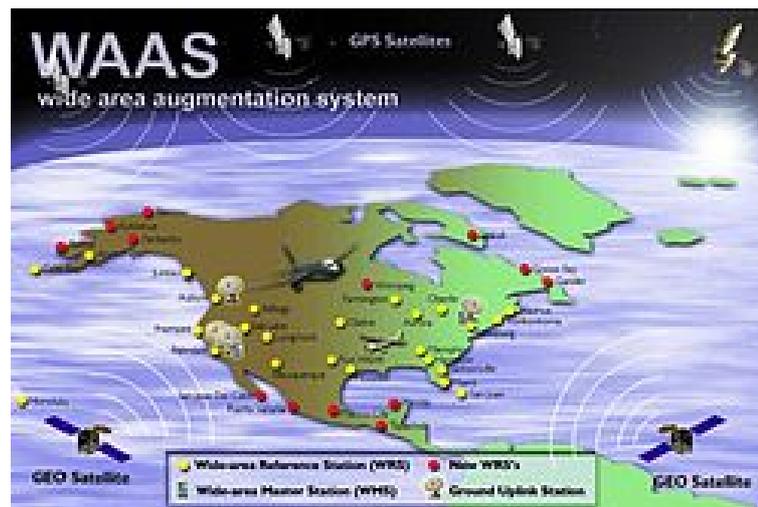


Figura 6. Zona de cobertura WAAS  
([http://es.wikipedia.org/wiki/Wide\\_Area\\_Augmentation\\_System](http://es.wikipedia.org/wiki/Wide_Area_Augmentation_System)).

## NAD27

El NAD27 (North American Datum of 1927) se usó en México oficialmente hasta 1998 pues presentaba inconsistencias en algunas zonas del país, pues su densificación fue hecha por métodos geodésicos tradicionales y no existen parámetros de transformación globales, sólo hubo parámetros regionales para transformar coordenadas entre NAD27 e ITRF92 (INEGI, 2012).

El INEGI desarrolló el programa TRANINV para transformar coordenadas de NAD27 a ITRF92 y viceversa, es pertinente aclarar que la exactitud estas transformaciones no son validas para aplicaciones cartográficas pues la precisión del TRANINV es de varios metros (INEGI, 2012).

## **GPS PORTÁTIL**

El GPS Portátil nació a consecuencia de la evolución y mejoramiento del GPS Estático pero les narrare que este gran invento nació allá por 1965, como toda gran invención a partir de una necesidad, fue el departamento de defensa de los estados Unidos de Norteamérica que lo desarrollo como un sistema estratégico militar, con el paso del tiempo y las mejoras técnicas hechas a este aparato también se fueron descubriendo una gran cantidad de aplicaciones civiles. Cabe señalar que al irse mejorando esta tecnología el tamaño del GPS se fue reduciendo y la diversificación de sus tareas creció a la par de crearse el GPS Portátil el cual era de una precisión menor (4 metros) pero con tecnología que lo hacía muy versátil y útil para un sinfín de tareas a diferencia del GPS Estático el cual sirve para georreferenciar un punto con una precisión de centímetros. (Garmin, 2009).

Hoy en día podemos encontrar GPS portátiles en casi todos los automóviles nuevos, maquinaria agrícola, barcos y aviones. GPS's usados por turistas, deportistas, choferes, cazadores, excursionistas y profesionistas relacionados con la topografía y la georreferenciación de terrenos en general, ya que la mayoría de estos aparatos incluyen mapas carreteros y urbanos, que los convierten en una herramienta prácticamente indispensable para recorrer sitios que no conocemos. Pero sobre todo porque nos dan nuestra ubicación. (Garmin, 2009).

Al inicio estos artefactos tenían grandes dimensiones y peso pero con el paso del tiempo y la evolución de la tecnología, su tamaño y precisión

fueron mejorando, ahora los usuarios lo tenemos no solo en los medios de transporte sino hasta en algunos teléfonos celulares y algunas netbooks, haciendo que su precio sea cada vez más accesible para todo usuario. (Garmin, 2009).

### **CONSIDERACIONES PARA EL USO DEL GPS PORTATIL GARMIN ETREX.**

A continuación se describirán algunos aspectos a considerar para el uso del GPS Portátil Garmin Etrex, la empresa Garmin LTD. Fue fundada en 1989 y vino a revolucionar el uso de estos aparatos en todo el mundo, como decía es el equipo que hemos utilizado en nuestro trabajo, digo algunos porque cada día que pasa le aparecen nuevos usos y/o aplicaciones por lo que solo describiré las que nos pueden ser útiles en el ámbito agronómico y que a nuestra experiencia creo que serian de más utilidad. (Garmin, 2009).



Figura 7. GPS Portátil Garmin eTrex 10

[http://www.cabelas.com/catalog/browse/camping-handheld-gps-accessories-handheld-gps/\\_/N-1107301](http://www.cabelas.com/catalog/browse/camping-handheld-gps-accessories-handheld-gps/_/N-1107301)

## MANEJO DE ESTA TECNOLOGÍA

El manejo de las funciones del GPS Portátil Garmin Etrex son muy sencillas y fáciles de aplicar de acuerdo a lo que se necesite: marcar un punto, ir a un punto conocido, marcar una ruta hacia un punto determinado, medir una superficie, graficar un plano entre otras tareas (Garmin, 2007).

Su menú es muy amigable y de fácil acceso, con el solo mini manual que trae el GPS Portátil es posible manejarlo además si se requieren hacer aplicaciones topográficas más precisas se puede uno apoyar en el software Ozzy explorer que es gratuito (se baja de internet sin costo), y sirve si se requiere hacer conversiones a archivos Kml, kmz, Shape (shp), y/o GPX, esto de acuerdo al uso y/o procesamiento que se necesite. (Garmin, 2007).

## COSTOS DE LOS EQUIPOS.

A diferencia de hace años cuando se pudo tener acceso a esta tecnología (1992 aprox.) cuando un equipo GPS PXII costaba arriba de \$ 70, 000.°, los Portátiles que se usan hoy en día, su precio va desde los \$1800.° en las versiones para campismo, compatibles con tecnología Waas y una precisión de 4 mts. Con interface para PC Pero sin altímetro barométrico, ni ranura para expandir memoria o adquirir mapas, hasta los \$9000.° este incluye un mapa base mundial con contornos y sombreados, cuenta también con un sistema de transferencia de datos inalámbrica con modelos similares a ellos, brújula electrónica y altímetro barométrico de gran precisión, tecnología Waas, además de lo anterior se le pueden cargar mapas vía una tarjeta de memoria SD card (Cabelás, 2012).

Los GPS van desde los de campismo, los deportivos, los de pesca, los de topografía entre otros. En lo personal recomiendo el portátil de campismo por lo económico y los usos que se le podrían dar en los trabajos del agrónomo y porque su precisión es buena, he aquí unos ejemplos Tomados de la página oficial de la tienda Norteamericana Cabelas de San Antonio, Texas. (Cabelás, 2012).



Figura 8. Ejemplos de GPS Portátiles Garmin

<http://www.cabelas.com/catalog/browse/camping-handheld-gps-accessories-handheld-gps>

## GENERALIZACIÓN DE SU USO

Cuando se inició el uso de los GPS portátiles surgió un gran número de usos en actividades recreativas como cacería (en todas sus modalidades), campismo (desde una caminata por el monte hasta montañismo), pesca, ciclismo de montaña y motociclismo a campo traviesa, además de los equipos montados en los automóviles (inclusive algunos modelos de autos lo traen como equipo de serie), viene también su generalización de uso en los equipos de rescate y emergencia.

Además de lo anterior mencionare que muchos teléfonos celulares traen GPS y hasta acceso al Google maps, de modo que más pronto de lo que pensemos el GPS formara parte importante de nuestras vidas.

#### OZZY EXPLORER Y GPS PORTATIL.

Hay gran variedad de paquetes computacionales, muchos de ellos proporcionados o vendidos por el fabricante del GPS, pero para los fines de uso dentro del campo del agrónomo sólo se menciona uno, que es el más amigable y fácil de usar llamado OZZY EXPLORER, el cual nos ayuda a bajar los datos del GPS así como a grabar el archivo resultante como lo necesitemos (shape(shp), kmz, kml, gpx) todo esto de manera sencilla. En el OZZY EXPLORER se pueden introducir los datos tecleando las coordenadas para formar el plano en caso de tratarse de este tipo de trabajo o simplemente hacer el caminamiento y grabarlo como archivo KML y de ahí pasarlo al Google Earth y referenciar a un predio, inclusive mandar una copia de la pantalla donde aparece el predio.

#### VENTAJAS DEL USO DEL GPS PORTATIL EN CAMPO

Debido a la facilidad en su manejo así como a lo accesible de su precio es cada vez mas imperante el uso del GPS Portátil como herramienta de trabajo de campo del ingeniero agrónomo, ya que le permite saber con exactitud en donde se encuentran cada parte o herramienta de el proyecto o trabajo que esté haciendo así como llevar bitácoras exactas de recorridos y gasto de combustibles. Y además darle un valor agregado a su trabajo.

Es válido también mencionar el aspecto de seguridad pues se pudiera presentar una situación de emergencia en donde el tiempo que se tarde el auxilio es de vital importancia pues puede ser la diferencia entre la vida o la muerte de una persona accidentada, picada por algún animal ponzoñoso o cualquier tipo de emergencia de tipo médico.

## **GEORREFERENCIACIÓN COMO REQUISITO**

Con el uso generalizado de la tecnología y la precisión proporcionada por los GPS Portátiles cada vez son más los trámites ante dependencias de gobierno que requieren que se haga un levantamiento de coordenadas con GPS portátil para con ello las instituciones oficiales tener la ubicación exacta de la propiedad en donde se ubica el objeto del trámite como lo pueden ser, pozos de agua, minas de materiales, un apoyo otorgado, entre otras cosas.

Es cada vez más fuerte la necesidad de las dependencias de tener ubicados a los usuarios de sus servicios y/o a los beneficiarios de sus programas además de que la tecnología va encaminada a que en un tiempo no muy lejano podremos revisar si tal o cual parcela esta o no esta trabajada o sembrada con solo entrar a internet.

El ejemplo más claro de esto es el programa de la SAGARPA: PROCAMPO que en mi opinión es la punta de lanza de las dependencias para ubicar fehacientemente en donde se aplican los recursos otorgados.

## **GEORREFERENCIACIÓN DE POZOS DE AGUA**

La comisión nacional del agua durante años pedía para el registro de un pozo de agua una carta topográfica de la zona, donde se marcaba la localización del pozo y plasmando las coordenadas (tomadas de la carta topográfica) en la solicitud.

A últimas fechas se pide que de preferencia se levante la posición del pozo con un GPS y así tener más exactitud a la hora de hacer la visita de supervisión a dicho pozo, pues es imposible que el personal de CONAGUA conozca las brechas y caminos de todo el estado.

el uso del GPS les permite llegar a donde se encuentra dicho pozo sin batallar ni tener que perder tiempo buscando el camino hacia dicha obra

hidráulica o a que las coordenadas sacadas de la carta topográfica sean incorrectas lo que les haría perder mucho tiempo o dar una segunda vuelta para verificar dicha obra. La tendencia en el sector oficial es de tener información veraz y de calidad en la prestación de sus servicios y/o en los tramites que en ella se lleven a cabo.

## MEDICIÓN RÁPIDA Y CÁLCULO DE ÁREAS A SEMBRAR

Cuando va a iniciar el ciclo productivo se necesita la cuantificación del área a sembrar para calcular la semilla a utilizar, la cual puede ser obtenida por GPS, también es muy útil el uso del GPS a la hora de incorporar nuevas áreas de cultivo o en la delimitación de zonas especiales para siembra, así como, en medición y cálculo de cuencas hidrológicas en las zonas de temporal. Por otra parte, el uso de este sistema se ha dado en programas como PROCAMPO y ASERCA, para conocer con exactitud en donde se aplican los apoyos otorgados a productores o cuáles son las áreas beneficiadas y poder verlas reflejadas en planos o en imágenes digitales por Municipio, Región, Estado, por tipo de tenencia de la tierra y hasta por ciclo productivo.

## GEORREFERENCIACIÓN DE PREDIOS MEDIANTE GOOGLE EARTH

En la actualidad es muy común el recurrir al programa Google Earth para localizar el lugar exacto en donde se encuentra un lugar, por diferentes motivos o requerimientos, lo cierto es que permiten la rápida ubicación de un lugar para que cualquier persona que conozca y use este programa vía internet pueda localizar la propiedad que le hayan mencionado o a la que lo invitaron (Google Earth, 2012).

Ya teniendo el levantamiento con el GPS Portátil es muy fácil marcar una propiedad en este programa e inclusive calcular área y distancia a recorrer y poder así planear de manera más exacta y adecuada la visita a dicho lugar sin tener que pasar innecesariamente por extravíos, rodeos

infructuosos, pérdida de tiempo e inclusive pasar coraje y abortar la visita a dicha propiedad o predio (Google Earth, 2012).

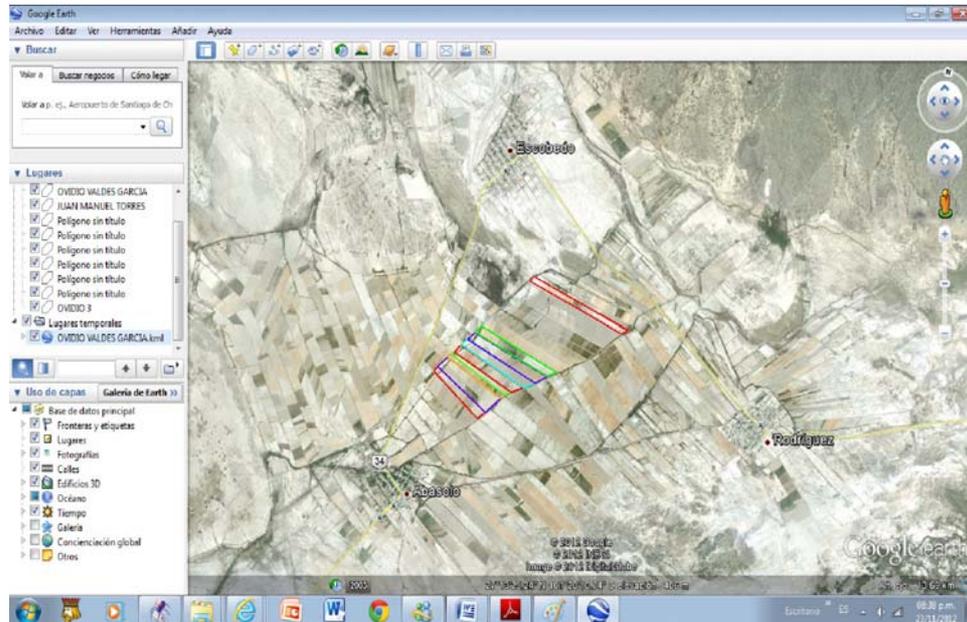


Figura 9. Imagen de Google Earth (Google Earth)

## GEORREFERENCIACIÓN DE ÁREAS A MUESTREAR

Cuando por nuestro trabajo o por un proyecto de investigación se tienen que realizar muestreos de vegetación presente o de alguna especie vegetal en particular, un cultivo o el tipo de suelo presente para posteriores proyectos se debe conocer la ubicación exacta de nuestro objeto de estudio o muestreo, dejando atrás el marcado (de poca exactitud) en la carta topográfica o en croquis improvisados y con una escala poco confiable.

Lo anterior nos permite darle un valor agregado a nuestro trabajo ya que nos lleva a presentar trabajos más profesionales y de mejor presentación

ante los ojos de quienes tengan que ver dicho estudio y así contribuir a mejorar la imagen que del agrónomo se tiene, y que nuestra carrera sea vista como lo que es, una profesión de gente muy preparada y profesional en el ámbito agropecuario en nuestro país, especialmente los egresados de la UAAAN.

## GEORREFERENCIACION DE ÁREAS ESPECIALES

Muy parecido a lo anterior es este tema pero es este podemos georreferenciar todo tipo de instalaciones y/o áreas especiales que se encuentren en el rancho, ejido o cualquier propiedad, desde la posición de los comederos, saladeros, áreas de reserva para el ganado, corrales principales y los de manejo, ubicación de todas y cada una de las pastas en que este dividido el rancho.

En el caso de los ganaderos, e inclusive se puede presentar que a veces al andar haciendo el recorrido de rutina programado por todo el rancho ganadero nos topamos con que algún animal está enfermo o que se haya caído a algún arroyo y este fracturado simplemente marcamos el lugar y vamos por ayuda o el vehículo o equipo necesario para hacer las maniobras que se necesitan. Logrando la ubicación rápida y exacta del animal en cuestión. Evitando con esto pérdidas económicas innecesarias.

Dándole un valor agregado a nuestro trabajo como profesionista del campo que además cada día se va haciendo más necesario dentro de los trabajos pecuarios y acorde a los tiempos en que estamos viviendo.

## USO EN LABORES AGROPECUARIAS

El uso del GPS Portátil tiene muchas aplicaciones posibles, tratare de enumerar las principales y que serian las más útiles durante el trabajo del ingeniero agrónomo y que explicare a detalle en otro apartado:

- a) Medición de áreas de siembra.

- b) Ubicación de pozos profundos.
- c) Ubicación de abrevaderos y comederos.
- d) Medición y ubicación de pastas.
- e) Ubicación de áreas de reserva para el ganado.
- f) Ubicación de ganado enfermo o accidentado para su traslado.
- g) Medición de áreas de muestreo de cultivos.
- h) Medición completa del rancho o predio donde se trabaje.
- i) Medición y cálculo de cuencas hidrológicas y su aprovechamiento.

### USO GANADERO Y/O CINEGÉTICO

Los ranchos ganaderos y los cinegéticos por su actividad o por su naturaleza son propiedades de una extensión de terreno muy grande, por lo que es conveniente tener bien identificadas y ubicadas las diferentes instalaciones y zonas en que se dividen estas propiedades.

Desde los bebederos, saladeros y comederos, de los ranchos ganaderos, además de las zonas de reserva para la época seca, hasta las ubicaciones de las pastas en donde se encuentra el ganado, dividido de acuerdo a su estatus productivo: preñadas, amamantando, vacas secas, animales de desecho, becerros, novillos, entre otros.

En cuanto a los ranchos cinegéticos, en el ambiente de la cacería es muy común el uso del GPS Portátil pues cuando matan a un venado, marcan el sitio donde está la presa y van por ayuda o por vehículo para llevarlo al campamento o al casco del rancho.

También se usan para tener georreferenciadas las torres de cacería, así como también tener las rutas preestablecidas para guiar a los cazadores a los lugares en donde encontraran a sus presas, así como los comederos y abrevaderos distribuidos por toda la propiedad.

Otro uso es cuando personal de estos ranchos recorre las cercas perimetrales para ver que se encuentren en buen estado, si detectan tramos caídos o cortados por cazadores furtivos marcar el lugar y regresan con más personal y material para reparar la parte dañada de la cerca.

## USO AGRÍCOLA

En los ranchos agrícolas se deben tener bien ubicadas las instalaciones que lo componen como son los pozos profundos, los sistemas de riego, así como la delimitación de áreas de cultivo, de áreas de siembra especiales, trazo de riegos.

Y toda clase de instalaciones que se tengan en dicha propiedad como lo son caminos internos, cercas perimetrales trazo de silos, construcciones.

También nos sirve para medir las pendientes presentes en la propiedad, así como el trazado de áreas nuevas que se incorporaran a las siembras.

## USO EN TRABAJOS COMO PROFESIONISTA INDEPENDIENTE.

En el área de la prestación de servicios tanto para proyectos productivos como para la auditoría externa de proyectos para dependencias como CONAFOR, quien encarga a gabinetes independientes la revisión de reforestaciones con georreferenciación de áreas en donde ya se ha hecho el trabajo de replantado de la especie que se trate.

Así como la medición de dicha área por medio del GPS Portátil. De lo cual se entrega un informe completo así como los archivos resultado de dicha medición en versiones shp (shape) y kml y las fotografías de las áreas supervisadas.

## CONCLUSIONES

Durante mi vida profesional siempre he estado abierto al aprendizaje de nuevas tecnologías, como van surgiendo, gracias a un ex coordinador estatal del INEGI, me inicié en el manejo de la PC desde sistema operativo, Office, Autocad.

Pero al haber aprendido a manejar el GPS Portátil a la par del software Arcgis ha sido un gran paso en mi preparación como agrónomo y visualizando hacia dónde va encaminada la tecnología, quise conminar a los alumnos de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” quienes todavía están en la etapa de aprendizaje que se acerquen a conocer esta tecnología la cual les será de gran utilidad durante el desempeño de sus funciones cuando egresen de la Universidad como Ingenieros Agrónomos, ya sea dentro de una dependencia, trabajando para la iniciativa privada, o formando un gabinete como profesionista independiente.

Continuando con este último tema conminaría a los hoy estudiantes que aprovechen al máximo su estancia en la universidad para beneficiarse de todo lo que nuestra “*Alma Mater*” pone a disposición.

## LITERATURA CITADA

**Cabelás.** 2012 (recuperado).

[http://www.cabelas.com/catalog/browse/camping-handheld-gps-accessories-handheld-gps/\\_/N-1107301+4294771034/Ne-4294771034/Ns](http://www.cabelas.com/catalog/browse/camping-handheld-gps-accessories-handheld-gps/_/N-1107301+4294771034/Ne-4294771034/Ns)

**Diario Oficial de la Federación.** 1992. Decreto por el que se reforma el artículo 27 de la CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS. DOF:06/01/1992.

[http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=4643312&fecha=06/01/1992](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4643312&fecha=06/01/1992)

**Garmin** .2007. Manual del usuario Etrex H. Navegador Personal Garmin. LTD.190-0018-33.RevB 32p.

**Garmin LTD.** 2009.

[http://www.garmin.com/garmin/webdav/site/es/users/garmines/public/notas\\_prensa/2009/NP%20Garmin%2020%20aniversario\\_2.pdf](http://www.garmin.com/garmin/webdav/site/es/users/garmines/public/notas_prensa/2009/NP%20Garmin%2020%20aniversario_2.pdf).

**Google Earth.** 2012. <http://www.google.com/earth/index.html>.

**Instituto Nacional de estadística Geografía e Informática (INEGI).**

1993a. Guía de Especificaciones técnicas para el uso y manejo de equipos GPS modelo PXII Y Dimension. Subdirección de Cartografía Catastral.

**Instituto Nacional de estadística Geografía e Informática (INEGI).**

1993b. Guía de la Estación Total Sokkia Set 2 BII. Subdirección de Cartografía Catastral.

**Instituto Nacional de estadística Geografía e Informática (INEGI).**  
1993c. Manual de Conceptos Básicos. Subdirección de Cartografía Catastral.

**Instituto Nacional de estadística Geografía e Informática (INEGI).**  
1993d. Manual del técnico en digitalización de planos del PROCEDE. Subdirección de Cartografía Catastral.

**Instituto Nacional de estadística Geografía e Informática (INEGI).**  
2011a. Manual del técnico en Georreferenciación de predios del PROCAMPO. Dirección General de Geografía y Medio Ambiente.

**Instituto Nacional de estadística Geografía e Informática (INEGI).**  
2011b. <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geodesia/gps.aspx>

**Instituto Nacional de estadística Geografía e Informática (INEGI).**  
2012 (recuperado). INEGI/DGGMA/Subd. de Marcos de Referencia/Departamento de Evaluación Geodésica.

**Wikipedia.** 2012 (recuperado).  
([http://es.wikipedia.org/wiki/Wide\\_Area\\_Augmentation\\_System](http://es.wikipedia.org/wiki/Wide_Area_Augmentation_System)).