



Grupo de Geodesia Satelital de Rosario
Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura
Universidad Nacional de Rosario

CURSO DE CAPACITACIÓN

GEOGRAFÍA Y GEORREFERENCIACIÓN

APLICACIÓN DE GPS EN LA ENSEÑANZA

Datos del curso



Curso de Capacitación auspiciado por la “**Asociación Gremial de Docentes e Investigadores de la Universidad Nacional de Rosario**”

Lugar

COAD – Tucumán 2254 – Rosario

Sitio oficial: <http://www.coad.org.ar/>

Destinatarios

Docentes

Fechas y horarios de realización

Viernes: 14 y 28 de agosto, 11 de septiembre de 2015.
18:30 a 22:00 hs.

Sábados: 15 y 29 de agosto, 12 de septiembre de 2015.
9:00 a 12.30 hs.

Certificación

- Quienes acrediten 80% de asistencia a las horas presenciales obtendrán un certificado de **ASISTENCIA**.
- Quienes acrediten un mínimo de 80% de asistencia a las horas presenciales y aprobación del Trabajo Final de Aplicación⁽¹⁾ obtendrán un certificado de **ASISTENCIA CON EVALUACIÓN**.

Duración y modalidad

Teoría y Práctica presenciales: 21 horas.

Preparación del Trabajo Final de Aplicación⁽¹⁾ para evaluación y aprobación del curso:
20 horas.

Exposición de los Trabajos Finales: 3 horas.

Coordinación general

Ing. Geógrafo Aldo Mangiaterra – Grupo de Geodesia Satelital de Rosario (GGSR)

Docentes dictantes/colaboradores

Aldo Mangiaterra

Gustavo Noguera

Laura Cornaglia

⁽¹⁾ Elaboración de una propuesta didáctica que incluya la aplicación de la *Georreferenciación*.

Consultas

Aldo Mangiaterra <aldomangiaterra@gmail.com>

Gustavo Noguera <noguera@fceia.unr.edu.ar>

Laura Cornaglia <cornagli@fceia.unr.edu.ar>

Práctica

Durante el curso los participantes dispondrán de dos navegadores que pueden llevarse a domicilio para efectuar prácticas personales o de grupo.

Índice de contenido

Contenido	Pág.
1. Objetivos	1
1.1. Núcleos temáticos.....	1
2. Georreferenciación	3
2.1. Información Georreferenciada.....	3
2.2. Coordenadas geográficas: ¿cómo obtenerlas?	3
2.3. La Georreferenciación	4
2.4. Geografía y georreferenciación	4
2.5. Salto tecnológico devenido en cambio cultural	5
2.6. Aplicaciones.....	6
2.7. Cartografía.....	8
2.8. Propuesta de Trabajo Final de Aplicación (optativo)	9
3. Sistemas de Posicionamiento Global	10
3.1. Historia	10
3.2. Sistema GPS.....	11
3.3. Obtención de coordenadas	13
3.4. Métodos de obtención de coordenadas.....	17
3.5. Estación Permanente GPS (o bien GNSS)	22
4. Coordenadas y Marcos de referencia	25
4.1. El espacio territorial y las coordenadas	25
4.2. Representación en el plano	31
4.3. Marcos de Referencia	34
5. Práctica	40
Anexo A: Agricultura de precisión	41

1. Objetivos

- Analizar el marco teórico de la georreferenciación y su aporte en el estudio y la enseñanza de nivel medio, terciario y superior.
- Informar sobre la tecnología llamada GPS y GNSS.
- Reconocer el valor de la información territorial georreferenciada.
- Interrelacionar los conocimientos y experiencia en docencia e investigación entre distintos niveles del proceso educativo.
- Desarrollar propuestas didácticas utilizando la georreferenciación como recurso.
- Transferir conocimientos sobre tecnología satelital de posicionamiento, sus fundamentos, sus diversas aplicaciones y abordar la crítica a esa tecnología como "magia".
- Aportar conceptos básicos inherentes a la georreferenciación con el fin de incorporarlos al bagaje teórico de los docentes, y realizar prácticas de obtención de coordenadas (mediante receptores satelitales), y empleo de las mismas (distancias, orientación, rutas, etc.).
- Informar sobre programas de uso público útiles para la enseñanza y algún entrenamiento para su aplicación.
- Utilizar cartografía.

1.1. Núcleos temáticos

Georreferenciación

Definición. Evolución. Su importancia en el estudio y enseñanza de la Geografía aplicada. Significación práctica en las actividades humanas. Diversos tipos de aplicaciones: investigación científica (desplazamientos de la corteza terrestre, monitoreo de corrientes marinas, etc.), catastro multifinalitario (identificación de parcelas públicas y privadas, áreas de reservas naturales, límites administrativos, etc.), agricultura de precisión, navegación (aérea, marítima, fluvial y terrestre), construcción de obras, Sistemas de Información Geográficos (SIG), asuntos legales, etc. Estudio particular de su importancia y aplicación en la Cartografía. Ejemplos. Su significación actual.

Sistemas de Posicionamiento Global

Historia y descripción del Sistema de Posicionamiento Global (GPS). Los satélites. El sistema de monitoreo y control desde Tierra. Los usuarios de GPS. La obtención de coordenadas. Descripción de diversos métodos y equipamientos. Información sobre la precisión. Otros sistemas similares al GPS: ruso (GLONASS), europeo (GALILEO) y chino (COMPASS). Estado actual y perspectiva. Sistema Global de Navegación Satelital (GNSS). Redes de Estaciones Permanentes GNSS. Las Estaciones Permanentes en nuestro país. Estación Permanente GNSS de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura. Propuesta para la Provincia de Santa Fe.

Coordenadas y Marcos de referencia

El espacio territorial expresado mediante coordenadas. Concepto de coordenadas espaciales. Sistema de referencia terrestre. Coordenadas cartesianas geocéntricas. Origen del sistema y orientación de los ejes coordenados. Coordenadas geográficas: latitud, longitud y altura. Superfi-

Geografía y Georreferenciación

cies de referencia: esfera, elipsoide, geoide. Proyecciones cartográficas. Cartas, mapas y planos. Escalas. Curvas de nivel. Pendientes. Escurrimiento de las aguas superficiales. Ley de la Carta. Instituto Geográfico Nacional. Marco de referencia oficial de la República Argentina. Su evolución y definición actual.

Aplicaciones Prácticas

Uso de navegador GPS y obtención de coordenadas y almacenamiento, definición de rutas, navegación hacia un sitio de coordenadas conocidas, cálculo de distancias. Aplicaciones del GPS en el transporte. Determinación de coordenadas de un itinerario con Google Earth. Obtención e ingreso de coordenadas en un receptor.

2. Georreferenciación

Definición. Evolución. Su importancia en el estudio y enseñanza de la Geografía aplicada. Significación práctica en las actividades humanas. Diversos tipos de aplicaciones: investigación científica (desplazamientos de la corteza terrestre, monitoreo de corrientes marinas, etc.), catastro multifinalitario (identificación de parcelas públicas y privadas, áreas de reservas naturales, límites administrativos, etc.), agricultura de precisión, navegación (áerea, marítima, fluvial y terrestre), construcción de obras, Sistemas de Información Geográficos (SIG), asuntos legales, etc. Estudio particular de su importancia y aplicación en la Cartografía. Ejemplos. Su significación actual.

2.1. Información georreferenciada

Hoy es habitual encontrar la expresión "**información georreferenciada**", ¿cuál es su significado?

Se dice que una información está georreferenciada cuando se puede acceder al conocimiento de las coordenadas geográficas (latitud y longitud – en algunos casos también la altura –) que permiten ubicar un punto en el espacio vinculado a la Tierra.

La información puede ser del más diverso tipo, pongamos por caso la identificación de un elemento físico, como la ubicación de un hotel o un cruce de rutas, pero podría ser un suceso como un acto artístico o un accidente, o bien un dato estadístico como el promedio de lluvia anual.

La posibilidad de contar, más o menos fácilmente, con información georreferenciada ha producido un enorme impacto en todo el conocimiento que, de una u otra manera, tiene que ver con el uso o la enseñanza de la geografía.

Los aparatos popularmente conocidos como GPS no hacen otra cosa que trabajar con información georreferenciada, acumulada en su memoria, vinculándola con su ubicación que obtienen en el momento mediante posicionamiento satelital. Así funcionan los navegadores portátiles ubicados en cualquier vehículo.

No hace muchos años la información georreferenciada sólo estaba disponible en ciertos mapas o bien en estudios específicos de algunos temas; y era una información muy limitada.

La información georreferenciada no es algo nuevo. Lo nuevo es la facilidad con que se puede obtener la georreferenciación, es decir, las coordenadas, y, además, su aplicación práctica mediante el uso de la informática.

Actualmente, a partir del Sistema de Posicionamiento Global llamado GPS, existe un uso popular de la información georreferenciada, más allá de que quien lo hace tenga o no conocimientos específicos al respecto.

2.2. Coordenadas geográficas: ¿cómo obtenerlas?

Desde al año 1994 está plenamente operativo el Sistema de Posicionamiento Global (GPS). Como suele suceder se acostumbra identificar con ese nombre al aparato que se utiliza, el cual, entre otras cosas, es un receptor de las señales satelitales que permiten calcular las coordenadas del punto en el cual está ubicado ese receptor.

GPS forma parte del sistema militar de los EEUU, pero se permite el uso civil dentro de determi-

nadas precisiones.

Con posterioridad se habilitaron otros sistemas similares, creados por otros países o asociación de países, y actualmente existe un complejo de sistemas satelitales que pueden ser usados en forma conjunta, al cual se lo denomina Sistema Global de Navegación Satelital, y se lo conoce con el acrónimo de **GNSS** por su expresión en inglés, Global Navigation Satellite Systems.

En definitiva, es muy fácil obtener coordenadas. Más adelante veremos qué pasa cuando existen requerimientos especiales, como por ejemplo cuando se pretende que el conocimiento de las mismas sea con alta precisión.

2.3. La Georreferenciación

La georreferenciación consiste en la identificación de todos los puntos del espacio (aéreos, marítimos, fluviales o terrestres; naturales o culturales), mediante coordenadas referidas a un único sistema mundial.

Las coordenadas son algo así como el **Documento Universal de Identidad** de cada uno de los puntos del espacio.

Por ejemplo, se puede ver en Google Earth:

32° 57' 33.3" S, 60° 37' 47.2" W	↔	Esquina Pellegrini y Ayacucho, Rosario
32° 57' 34.3" S, 60° 37' 41.9" W	↔	Esquina Pellegrini y Colón, Rosario

La Georreferenciación no sólo identifica los puntos. También permite vincular unos puntos con otros, por ejemplo calcular la distancia que los separa.

Además permite correlacionar datos referentes al mismo punto (información georreferenciada) proveniente de distintas épocas y/o de distintas fuentes informativas. Por ejemplo calcular el despazamiento de la corteza terrestre, en determinado lugar, con motivo de un terremoto.

Así nos vamos acercando a la idea de la importancia de la georreferenciación en el estudio de la naturaleza y la actividad humana.

2.4. Geografía y georreferenciación

Sabemos que **la geografía estudia la sociedad y el territorio** (en sus distintas manifestaciones), **pero vinculados entre sí**.

La georreferenciación brinda la correlación física entre sociedad y territorio.

Por eso hoy, utilizando un receptor satelital, **es posible “caminar” sobre la cartografía**.

Quizás más ilustrativo que nuestras opiniones es el siguiente relato que Jorge Luis Borges, en uno de sus giros literarios, atribuye a un supuesto y antiguo autor anónimo.

“Del rigor en la ciencia

En aquel Imperio, el Arte de la Cartografía logró tal perfección que el mapa de una sola Provincia ocupaba toda una Ciudad, y el mapa del Imperio, toda una Provincia. Con el tiempo esos mapas desmesurados no satisficieron, y los Colegios de Cartógrafos levantaron un mapa del Imperio que tenía el tamaño del Imperio y coincidía puntualmente con

Geografía y Georreferenciación

él. Menos adictas al Estudio de la Cartografía, las generaciones siguientes entendieron que ese dilatado mapa era inútil y no sin impiedad lo entregaron a las inclemencias del sol y de los inviernos. En los desiertos del oeste, perduran despedazadas ruinas del mapa, habitadas por animales y por mendigos..."

Ejemplo de domicilio en lenguaje universal:



2.5. Salto tecnológico devenido en cambio cultural

Es indudable que, por su incidencia en una enorme gama de actividades humanas, la georreferenciación mediante posicionamiento satelital ha devenido rápidamente de salto tecnológico en cambio cultural.

No es necesaria demasiada ilustración. El uso en los teléfonos celulares, en los taxis o el acceso a programas como Google Earth o Google Maps, así lo demuestran.

Ahora bien, ante tal cambio, ¿cuál es la situación, el papel y la necesidad de cada docente?, atendiendo naturalmente a los requerimientos propios de su especialidad.

¿Cuáles son los fundamentos del posicionamiento satelital? ¿Hasta dónde es necesario conocerlos? ¿Hasta dónde se precisa divulgarlos?

¿Quedamos dominados por la "magia" de la tecnología (y sus mitos) o podemos ser protagonistas?

La georreferenciación ¿es una herramienta en la docencia y la investigación en cada uno de nuestros ámbitos?

Estos y otros interrogantes son parte de la temática a abordar y, quizás, y al menos en parte, puedan ser debatidos y/o respondidos en el desarrollo del curso.

2.6. Aplicaciones

Científicas

- Medición del desplazamiento de la corteza terrestre
- Monitoreo de corrientes marinas
- Velocidad de aguas fluviales
- Límites de cuencas hidrográficas
- Estudio de desplazamiento y evolución de la fauna

Catastrales

- La ley Nacional de Catastro exige las coordenadas de los vértices de los inmuebles
- Límites administrativos
- Áreas de reservas
- Información georreferenciada obtenida en los censos
- Zonas periurbanas de restricción del uso de herbicidas

Movimiento de personas y cosas

- Transporte
 - Aéreo
 - Marítimo
 - Fluvial
 - Terrestre
- Circulación de vehículos

Construcción de Obras de Ingeniería. Ejemplo: conexión física Rosario -Victoria

- Conexión física: Rosario – Victoria
- Coordenadas de las cabeceras de la obra
- Construcción simultánea de puentes

Asuntos legales

- Persecución del contrabando y narcotráfico
- Límites de las propiedades
- Contratación y pago de seguro

Agricultura de precisión

- Conocimiento de la Topografía
- Elaboración de mapas de suelos
- Mapas de rendimiento
- Guiado y autoguiado de maquinaria

- Dosificación de productos orgánicos
- Programación de siembra
- Delimitación de cultivos agroecológicos

Ver ilustración en Anexo A

Sistemas de Información Geográfica (SIG)

- Los SIG integran información gráfica y alfanumérica correlacionada por su georreferenciación. A título ilustrativo las podemos considerar "capas" superpuestas como muestra la Figura 1, en la cual mencionamos algunas posibles capas

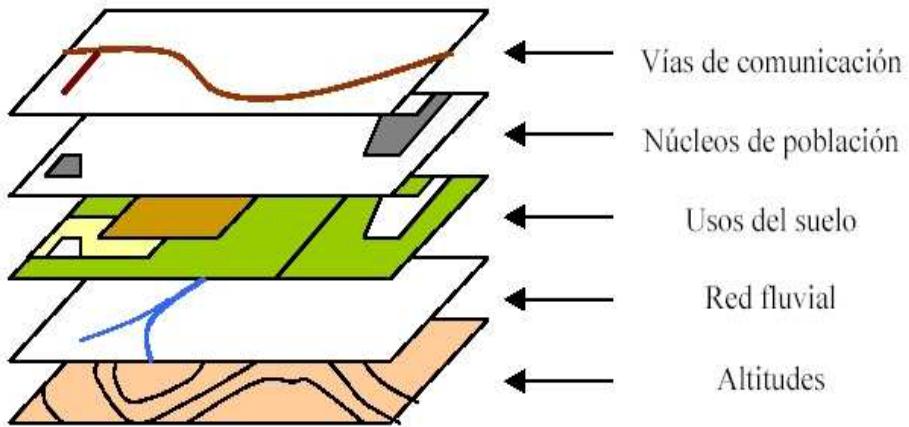


Figura 1: Esquema ilustrativo de la superposición de capas en un SIG.

2.7. Cartografía

Probablemente cuando mencionamos la palabra mapa aparecen recuerdos de la escuela primaria, cuando accedimos a los primeros mapas. Quizás también reaparecen clasificaciones: mapa mudo, mapa político, etc.

Cuando vemos un mapa nos sentimos invitados a viajar y, de algún modo, recorriendo un mapa "viajamos".

Mapas, cartas y planos constituyen documentos cartográficos.

No existe una clasificación rigurosa que los diferencie.

Suelen diferenciarse por la porción del territorio que abarcan y subsecuentemente por la escala que utilizan (recordemos que entendemos por escala la relación entre la medida en el documento representativo y la medida en el espacio real).

En general, cuando hablamos de planos pensamos en una casa, un barrio, un campo; ya en las cartas se trata seguramente de decenas de kilómetros y en los mapas pensamos en provincias, países, continentes. Pero como dijimos ésto no es riguroso. Por otra parte sabemos que hay documentos cartográficos dedicados a usos específicos, de carácter temático.

La historia de la cartografía es poco menos antigua que la de la sociedad humana.

Actividades tan antiguas como el comercio o la conquista territorial fueron motor esencial del desarrollo de la cartografía.

El avance científico requirió y requiere contar con cartografía adecuada y parte de ese avance posibilita un perfeccionamiento y un uso inusitado anteriormente.

La conjunción del posicionamiento satelital, brindando georreferenciación, y la informática como herramienta, replantean un uso cada vez más generalizado de la cartografía.

¿Podemos hablar de la popularización del uso del dato geográfico como un nuevo paradigma?

La cartografía argentina tiene una larga y riquísima historia. Su desarrollo es inmediatamente posterior a la Revolución de Mayo y tiene hitos particulares con la creación de la Oficina Topográfica Militar en 1879, su transformación en 1904 en Instituto Geográfico Militar (IGM) y la sanción de la Ley de la Carta en 1941 (reformada en 1983).

La producción cartográfica oficial ha sido extraordinaria pero ha estado sujeta a una contradicción.

El caso es similar al del GPS. Originalmente se degradaba la precisión librada al uso civil porque se la consideraba incompatible con el interés militar, hasta que en el año 2000 el gobierno de EEUU se vio obligado a eliminar esa restricción.

Esa misma concepción rigió durante mucho tiempo los destinos de la Cartografía Argentina. Vale la cita siguiente: "... *el valor de la cartografía a tal punto que podemos considerarla hoy, un medio más de combate. Ejército Argentino - Lectura de cartografía, 1973*"

La circulación de cartografía producida por el IGM era más bien restringida y era desestimulada la producción de cartografía por fuera del IGM.

Felizmente eso ha sido superado. El IGM se ha transformado en el Instituto Geográfico Nacional (IGN) a partir del año 2009 y se ha reorientado.

Por ejemplo ya se ha llevado a cabo la actualización de varias cartas topográficas que abarcan parte de la Provincia de Santa Fe, trabajando conjuntamente entre el IGN y el Servicio de Catastro e Información Territorial de la Provincia (SCIT). La primera de ellas es la carta de Vera, la cual, simbólicamente, utilizamos en este curso.

En definitiva, en lo que se refiere a Geografía, y en particular a Cartografía, estamos frente a un cambio cultural. Su base tecnológica está constituida por la popularización del acceso a la informática y a la georreferenciación mediante posicionamiento satelital.

Ante ese cambio es necesario pensar qué nuevas posibilidades ofrece y qué nuevas exigencias

impone, para la docencia y la investigación.

A sólo título de ejemplo podemos decir que el impacto en la enseñanza de la geografía es inmediato, pero cabe la pregunta ¿ahí termina todo?

Estamos ante un desafío. Como siempre, la vocación por la docencia y la investigación nos moverá a resolverlo. Como siempre habrá quienes sólo busquen esquivarlo.

Mencionaremos más adelante los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y sus posibilidades de aplicación en las más diversas ramas del conocimiento.

Desde luego que no todo es simple y fácil.

También, como siempre, están de por medio las condiciones materiales.

¿Hay coherencia entre las posibilidades tecnológicas mencionadas y los medios materiales que disponemos, es decir, laboratorios, computadoras, software, internet, salidas al terreno, etc.?

Sin embargo "... *lo esencial es invisible a los ojos*", dijo el Principito.

2.8. Propuesta de Trabajo Final de Aplicación (optativo)

El Trabajo Final contemplará una *Propuesta didáctica* en relación a la aplicación de la Georreferenciación en la disciplina correspondiente.

- Extensión: Texto de 2000 a 3000 palabras (4 a 6 páginas), no incluye los gráficos, si los hubiere. Formato A4.
- Autoría: Individual o grupal hasta tres participantes.
- Presentación: Exposición oral.
- Plazo: A definir.
- Consultas: Correo y/o presencial
 - Aldo Mangiaterra: aldomangiaterra@gmail.com
 - Gustavo Noguera: noguera@fceia.unr.edu.ar

3. Sistemas de Posicionamiento Global

Historia y descripción del Sistema de Posicionamiento Global (GPS). Los satélites. El sistema de monitoreo y control desde Tierra. Los usuarios de GPS. La obtención de coordenadas. Descripción de diversos métodos y equipamientos. Información sobre la precisión. Otros sistemas similares al GPS: ruso (GLONASS), europeo (GALILEO) y chino (COMPASS). Estado actual y perspectiva. Sistema Global de Navegación Satelital (GNSS). Redes de Estaciones Permanentes GNSS. Las Estaciones Permanentes en nuestro país. Estación Permanente GNSS de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura. Propuesta para la Provincia de Santa Fe.

Cuando activamos un navegador GPS lo que obtenemos son las coordenadas del punto del espacio en que está ubicado el receptor y la hora de esa determinación, más allá de que las mismas aparezcan o no en la pantalla.

Dependiendo del aparato utilizado pueden obtenerse otras informaciones como pueden ser la velocidad (si nos estamos moviendo), la ubicación del Norte o, por mencionar alguna, el restaurante más próximo; pero esas otras informaciones nada tienen que ver con el sistema GPS; son producto de información previamente cargada en el equipo o del cálculo que el mismo efectúa mediante software destinado a tal fin.

Para el funcionamiento del sistema GPS (o sus similares), es necesario apelar a conocimientos propios de la electrónica, la informática, la matemática u otras ciencias, lo que obviamente no es abordado en este curso.

Podríamos decir que así como aceptamos que al prender la radio recibimos señales que de alguna manera se convierten en sonido, o al encender el televisor receptamos otras que se convierten en imagen y sonido, cuando encendemos el receptor GPS, de alguna manera, las señales recibidas permiten obtener coordenadas y tiempo.

De todos modos intentaremos abordar, de un modo conceptual, los fundamentos y el funcionamiento del sistema GPS.

3.1. Historia

- El primer satélite artificial fue el Sputnik I, lanzado por la entonces Unión Soviética en octubre de 1957
- Posteriormente surgió el sistema Transit, de origen norteamericano, destinado a obtener coordenadas de puntos terrestres
- EEUU crea GPS, Sistema de Posicionamiento Global, cuyo primer satélite fue puesto en órbita en febrero de 1978 y se completó en diciembre de 1993. En la actualidad continúa con mejoras
- GPS fue concebido para uso militar por el Departamento de Defensa de los EEUU
- Objetivo: obtener coordenadas en cualquier lugar del planeta, en todo momento y condición

3.2. Sistema GPS

Sintéticamente, el Sistema GPS tiene tres componentes:

- Satélites
- Estaciones de control
- Usuarios

Constelación de satélites

- La composición original es de 24 satélites
- Actualmente hay 32 pero puede variar la cantidad
- Cada satélite se identifica mediante un código específico llamado PRN (Pseudo Random Noise) y está dotado de reloj atómico
- Los satélites giran en 6 planos orbitales
- La altura aproximada es de 20200 km y tardan aproximadamente 12 hs en recorrer su órbita.
- Velocidad de desplazamiento de los satélites: 3.86 km/s ó 13900 km/h

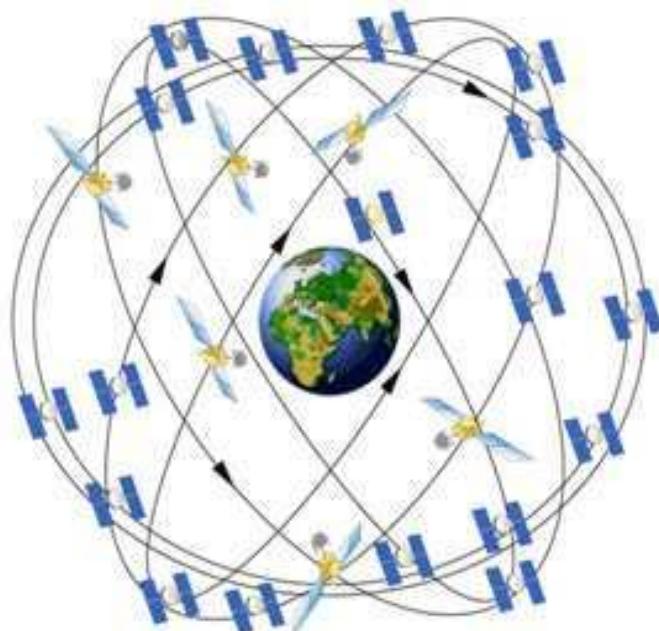


Figura 2: Constelación de satélites.

(Fuente imagen: <http://www.gps.gov/systems/gps/> – Fecha: 07/06/2015)

Estaciones de control

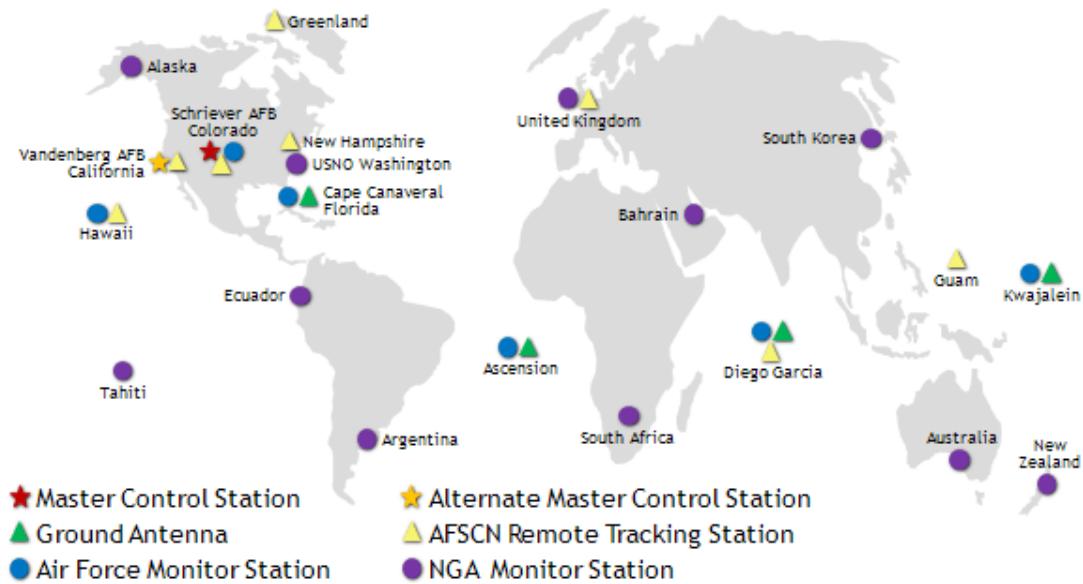


Figura 3: Estaciones de Control.

(Fuente imagen: <http://www.gps.gov/systems/gps/> – Fecha: 07/06/2015)

Algunas de las funciones de las Estaciones de control son:

- Monitoreo permanente de los satélites
- Determinación de órbitas, sincronización de los relojes
- Transmisión a los satélites de la información procesada para reenvío a los usuarios

Usuarios

Son todos quienes, de un modo u otro, utilizan el sistema.

Para ello, los receptores GPS están equipados mínimamente con:

- Antena
- Procesador de señal
- Reloj de cuarzo
- Memoria para almacenamiento
- Software para el cálculo de coordenadas

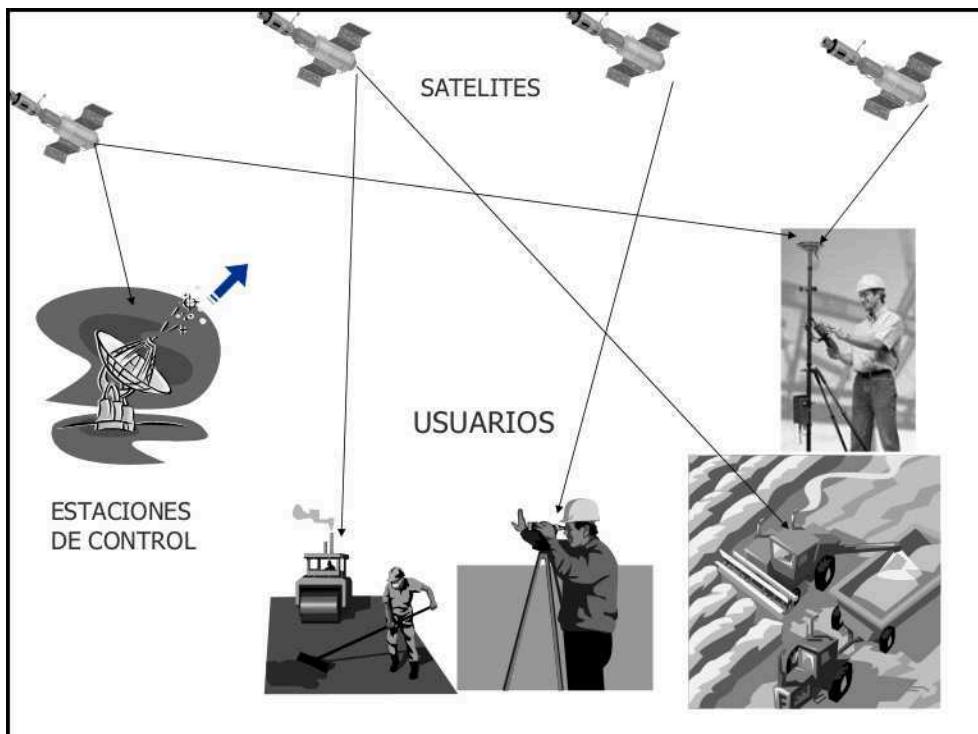


Figura 4: Esquema de la relación entre las componentes del Sistema GPS.

3.3. Obtención de coordenadas

Se acude a lo que en matemática se llama intersección espacial inversa: para determinar la posición de un punto en el espacio se miden las distancias a tres puntos de coordenadas conocidas.

El punto en el espacio es aquel en el que está ubicado el receptor, indicado con la letra P en la Figura 5, y los tres puntos de coordenadas conocidas son aquellos en que están ubicados (en un determinado instante), tres satélites indicados como S_1 , S_2 y S_3 .

Se obtiene la DISTANCIA entre el receptor y el satélite midiendo el TIEMPO que tarda la señal en recorrer el espacio que los separa

- Tiempo que tarda la señal en llegar desde el satélite al receptor: 0.067s aproximadamente (es decir, 67 milésimas de segundo)
- Un error de una milésima de segundo en la medición del tiempo significa un error de ¡300 km! en la medición de distancia
- Apreciación posible con un buen reloj de cuarzo (el que poseen los receptores): 0,00000001 segundos (una centésima de microsegundo), equivalente a una incertidumbre de 3 metros
- Precisión del reloj atómico en los satélites: 1 billonésimo de segundo o mejor aún.

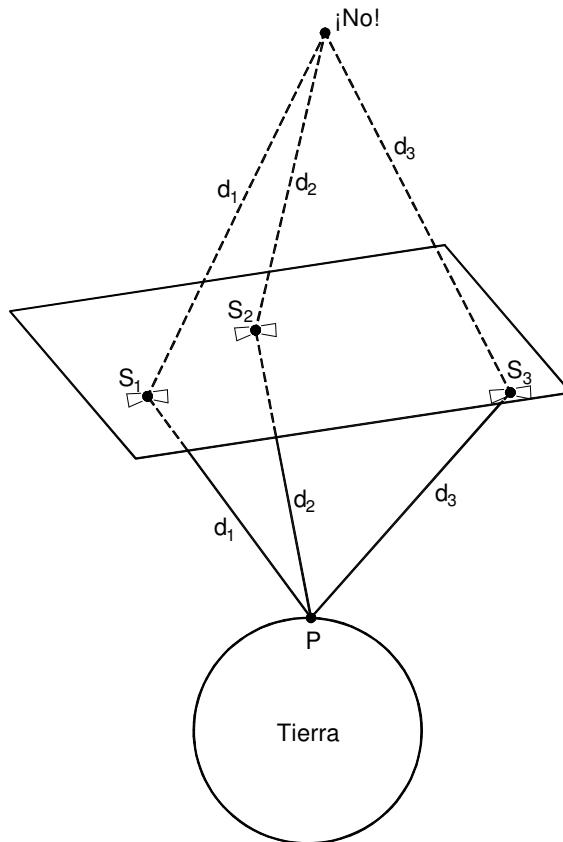
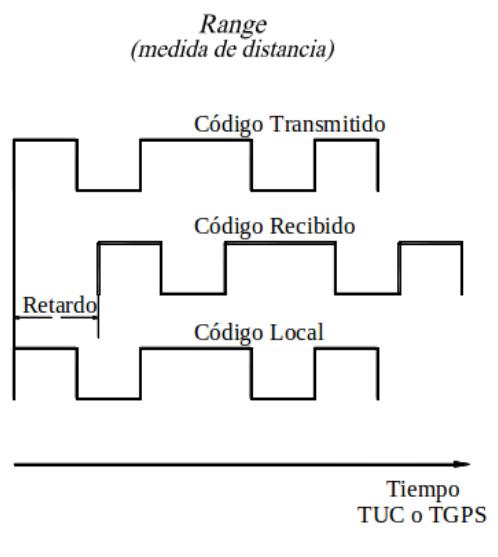


Figura 5: Esquema de la intersección espacial inversa.

Si bien no es el objetivo central de este curso, indicamos a continuación alguna información muy somera sobre la técnica de medición de la distancia satélite-receptor. Las consideraciones siguientes son de particular importancia cuando lo que se pretende es obtener coordenadas con mejor precisión que las que brinda un navegador común.

Se obtiene el TIEMPO midiendo el retardo en la recepción de la señal

Medición de distancia usando el código de libre adquisición C/A.



Retardo=Range (distancia)
Incógnitas: X Y Z Coord. de la antena
Figura 6: Retardo en la recepción de la señal.

Todos los receptores tienen incorporado en su memoria los códigos característicos de todos los satélites. Eso permite:

- el reconocimiento del satélite
- la generación en el receptor de una réplica
- producir la correlación (entre recibido y réplica) (Figura 6)
- medición del retardo

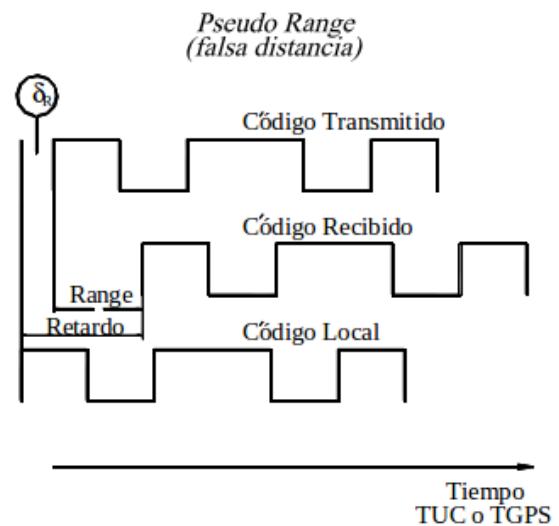
PERO SE MIDEN PSEUDO-DISTANCIAS

Porque la sincronización de los relojes (el del satélite y el del receptor), no puede ser perfecta, tenemos otra incógnita, llamada δ_R (Figura 7), que es el error de reloj del receptor que, como dijimos, es de inferior calidad que el del satélite.

Incógnitas

Por tanto hay 4 incógnitas (las coordenadas de los satélites son conocidas porque los mismos satélites se las transmiten a los receptores):

- 3 de posición del receptor (X_p, Y_p, Z_p)
- 1 de reloj del receptor δ_R



$$\text{Retardo} = \text{Range} + \text{Error de reloj}$$

$$\begin{aligned} \text{Incógnitas: } & X, Y, Z \text{ Coord. de la antena} \\ & dT \quad \text{Error del reloj local} \end{aligned}$$

Figura 7: Error de reloj del receptor δ_R .

Se obtiene el resultado deseado observando las distancias a 4 satélites, lo que permite obtener un sistema de cuatro ecuaciones con cuatro incógnitas, cuya resolución **es una operación matemática relativamente simple**.

Para mayor información, se puede consultar el libro “**GPS Posicionamiento Satelital**”, Capítulo 3, en su versión digital en el sitio del GGSR: <http://www.fceia.unr.edu.ar/gps> en la sección *Publicaciones*.

Errores

Magnitud de los errores que se pueden producir al medir las distancias y calcular las coordenadas (no se trata de valores fijos sino del rango que pueden asumir esos errores) y la afectación que producen en las coordenadas, no necesariamente es su suma, hasta incluso pueden compensarse parcialmente.

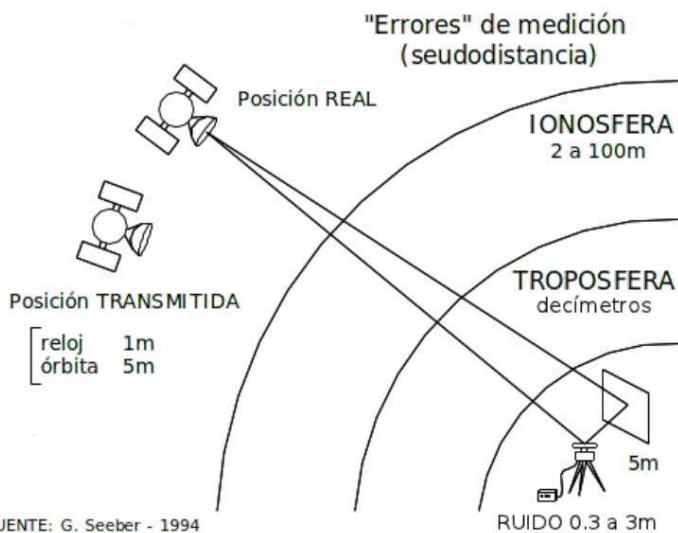


Figura 8: Esquema de la influencia de algunos de los errores que afectan al proceso de medición.

Possibles causas de los llamados Errores sistemáticos

- Errores en las coordenadas de los satélites e incluso en sus relojes
- Influencia de la atmósfera
- Ondas reflejadas en superficies próximas al receptor

Existen diversas maneras de reducir la influencia de estos errores, las que varían de acuerdo a los aparatos y los métodos operativos que se pueden aplicar.

Errores llamados accidentales

- Correlación de códigos, es decir imprecisión en lo que antes llamamos medición del "retardo" o lo que en la Figura 8 se denomina "ruido"

Para disminuir su influencia se apela a la "sobreabundancia" de observaciones y a la búsqueda del "valor más probable", mediante el cálculo matemático de ajuste.

Precisión

La precisión con que se obtienen las coordenadas del punto donde está ubicado el receptor depende de:

- La calidad de la medición
- La sobreabundancia de datos
- La configuración geométrica del sistema, es decir la forma en que se distribuyen en el cielo los satélites de los cuales se recibe señal. Por ejemplo si el receptor está encerrado entre tres paredes y recibe señales sólo de satélites agrupados en ese costado libre se verá afectada la precisión del resultado.

En definitiva, se puede obtener una precisión del orden de los 15 metros, en posicionamiento con un solo receptor, en forma instantánea y en el 95% de los casos.

Si sólo se mide Latitud y Longitud, la precisión resulta mejor que 10 metros.

Dispersión horizontal en mediciones sucesivas

La Figura 9 muestra un caso típico de la dispersión horizontal (Latitud y Longitud en metros) respecto de coordenadas consideradas como “verdaderas” o “exactas”.

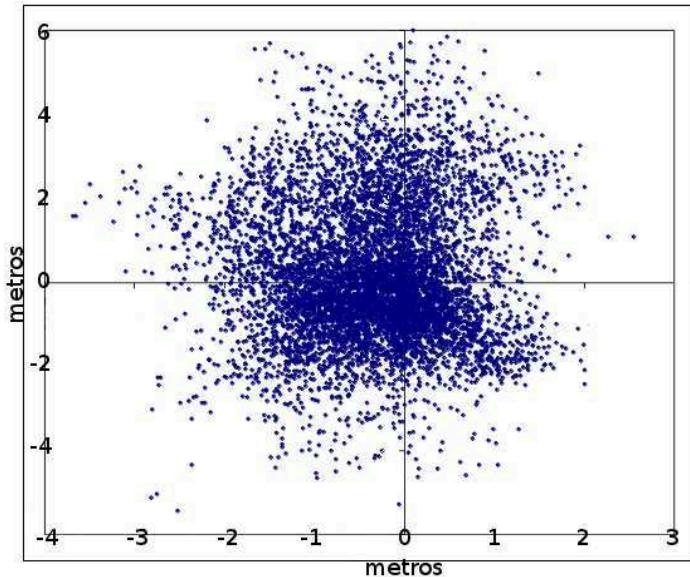


Figura 9: Posiciones obtenidas con un receptor fijo, cada 30 segundos durante 24 horas.

3.4. Métodos de obtención de coordenadas

► Posicionamiento absoluto

Se denomina así a la obtención de coordenadas de uso más extendido, la que se efectúa con un solo receptor utilizando el código de libre adquisición C/A. Podemos citar como ejemplo el navegador que se emplea en un automóvil.

Se obtienen las **coordenadas de la ubicación del receptor en ese momento**, a partir de la medición de distancias a los satélites (que transmiten sus propias coordenadas en la señal satelital).

Ejemplo de método ESTÁTICO

- Receptor estacionado sobre un punto
- Calculando posición
- Solución en 3 Dimensiones (3D)

Ejemplo de método MÓVIL

- Receptor en movimiento
- Calculando posición, por ejemplo, cada 1 segundo
- Solución en 3D, instantánea
- Solución típica de navegación: 1 posición por segundo, describe la *trayectoria*



Figura 10: Ejemplos de receptores que usan los métodos estático y móvil. (a) Navegadores de mano. (b) Navegadores para auto. (c) Navegadores de diseños específicos: transporte, navegación aérea, embarcaciones, práctica deportiva.

► Posicionamiento relativo

Es el que se utiliza cuando se quieren obtener mejores precisiones que la de varios metros y requiere el uso de al menos dos receptores (si bien este tema no sería estrictamente indispensable en el curso entendemos que es conveniente una visión informativa del mismo)

Consideremos el caso de: DOS RECEPTORES, cercanos entre sí, rastreando los mismos satélites y obteniendo posiciones en el mismo momento.

Los errores que se generan en los satélites y en la propagación de la señal, afectan de forma “similar” a ambas estaciones (depende de su separación) (Figura 11).

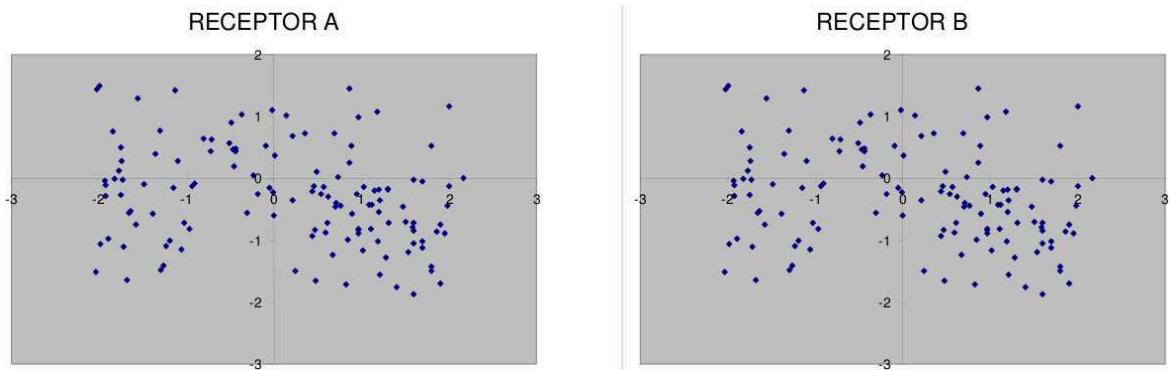


Figura 11: Posiciones obtenidas en los dos receptores.

La Figura 12 muestra un esquema del posicionamiento relativo:

- 2 receptores
- Importante: se consideran sólo los satélites comunes
- Uno de los receptores, fijo: ESTACIÓN BASE
- El otro: RECEPTOR REMOTO

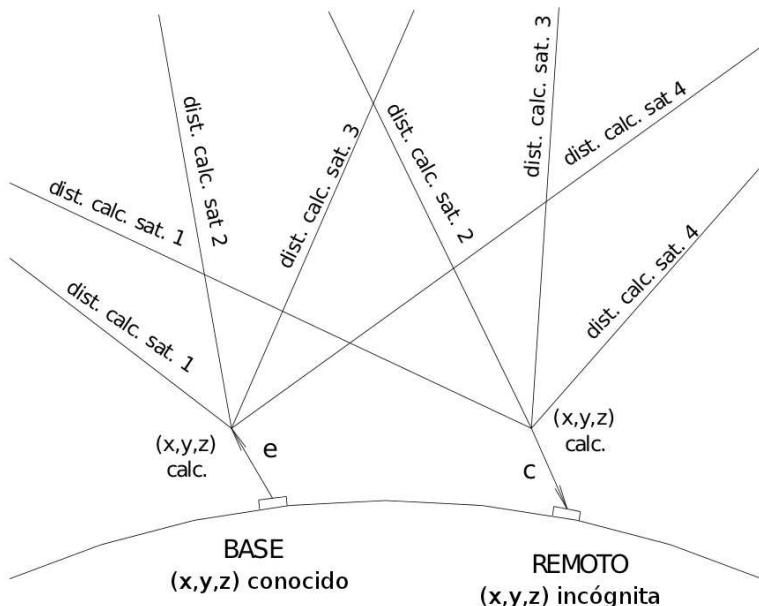


Figura 12: Esquema del posicionamiento relativo entre dos receptores en un posicionamiento relativo.

Los errores propios del satélite y de la propagación de la señal afectan de manera similar a las 2 estaciones cuando están próximas entre sí.

La precisión del posicionamiento GPS mejora notablemente al aplicar corrección diferencial. Es decir estacionar un receptor sobre un punto de coordenadas previamente conocidas llamado base, calcular el error de las coordenadas obtenidas y utilizar esa información para corregir las

coordenadas obtenidas en el otro receptor llamado remoto, el que está estacionado sobre un punto de coordenadas desconocidas

ESTACIÓN BASE	RECEPTOR REMOTO	
	ESTÁTICO	MÓVIL
Receptor estacionado sobre punto de coordenadas conocidas.	ESTÁTICO <ul style="list-style-type: none"> • Receptor estacionado sobre el punto a relevar. • Se aplica corrección diferencial. • Solución final: promedio de las posiciones corregidas. • Obtención del resultado: en post-proceso o en tiempo real. 	MÓVIL <ul style="list-style-type: none"> • Receptor en movimiento. • Se aplica corrección diferencial. • Solución final: trayectoria. • Obtención del resultado: en post-proceso o en tiempo real.

Idea de las precisiones que se obtienen con GPS Diferencial (Código C/A)

OBSERVABLE	SEPARACIÓN ESTACIONES [km]	PRECISIÓN EN POSICIÓN	
		INSTANTÁNEA [m]	PROMEDIO 3 Min. [m]
Código C/A	10	8	4
	500	10	5
Código C/A suavizado	10	3	0.3
	500	7	4
Futuro L2C	500	< 3	< 1

Corrección en Tiempo Real

GPS Diferencial (DGPS): se transmiten correcciones a las observaciones.

La Estación BASE calcula y transmite corrección de distancias vía Link de Radio o Internet (formato RTCM-NTRIP).

La precisión varía en función de la distancia y el tiempo de actualización de la corrección.

Algunos navegadores tienen la posibilidad de recibir DGPS.

Ejemplos de receptores que usan estos métodos

Navegadores con posibilidad de recibir DGPS (Figura 13) corrigen en tiempo real.

Los receptores para Cartografía (por ej. Sistemas de Información Geográfica), tienen la posibilidad de almacenar las observaciones y corregir en post-proceso y algunos también en tiempo real.



Figura 13: Receptores DGPS

► **Posicionamiento relativo con fase**

Cuando se quieren obtener coordenadas más precisas, no ya para cartografía, sino para otros fines, como pueden ser la construcción de obras, las redes geodésicas u otros, se utiliza el POSICIONAMIENTO RELATIVO CON FASE, para el cual se requieren receptores distintos a los mencionados, más sofisticados y de mayor costo, aptos para obtener la o las ondas portadoras de la señal emitida por los satélites, por lo que se los diferencia entre los de simple y doble frecuencia. Al respecto sólo diremos lo siguiente:

- Método de medición: estático / móvil
- Obtención del resultado: post-proceso / tiempo real
- Precisiones: del metro al centímetro, dependiendo de las variables anteriores y la distancia Base-Remoto

► **Usos según las características de las señales que puede captar el receptor**

- Cartografía (por ejemplo Sistemas de Información Geográfica): navegadores (receptores de código de libre adquisición) o receptores de simple frecuencia (Figura 14)
- Topografía y Geodesia: receptores de simple o doble frecuencia



Figura 14: Ejemplo de receptor de simple frecuencia.

► **Coordenadas del punto BASE**

En cualquier tipo de levantamiento GPS RELATIVO, nos referimos a la ESTACIÓN BASE como un receptor estacionado sobre punto de “coordenadas conocidas”.

¿Con qué precisión conocemos estas coordenadas? La precisión con que se conocen las coordenadas de la base debe ser una información previa porque nunca se pueden obtener resultados con mejor precisión que aquella de la cual se parte.

Si las coordenadas de la base están referidas al Marco de Referencia Nacional (más adelante veremos mejor ésto), todas las coordenadas obtenidas estarán referidas a ese mismo marco.

3.5. Estación Permanente GPS (o bien GNSS)

Cuando decimos GNSS nos referimos al llamado Sistema Global de Navegación Satelital, diferenciación necesaria porque intervienen los satélites y la información de otros sistemas similares al GPS (hasta ahora se trata sobre todo del GLONASS ruso)

Concepto de Estación Permanente (EP): Receptor GPS/GNSS rastreando todos los satélites posibles, en forma continua, las 24 horas.

Por supuesto es necesario que las coordenadas del punto correspondiente a la EP sean conocidas así como la precisión que las caracteriza. Tanto esas coordenadas como la información que recibe la EP desde los satélites, debe ser accesible, de alguna manera, por los usuarios de la EP.

¡Debe ser un sistema confiable!

Servicios prestados por las EP

1. Materialización del Marco de referencia
2. Cálculo de coordenadas, velocidades, aporte a redes internacionales
3. Base de los sistemas de mejoramiento de la precisión (internacionalmente llamados sistemas de aumentación)
4. Georreferenciación, usuarios profesionales
5. La utilidad de la EP GNSS es también función de los equipos de los usuarios

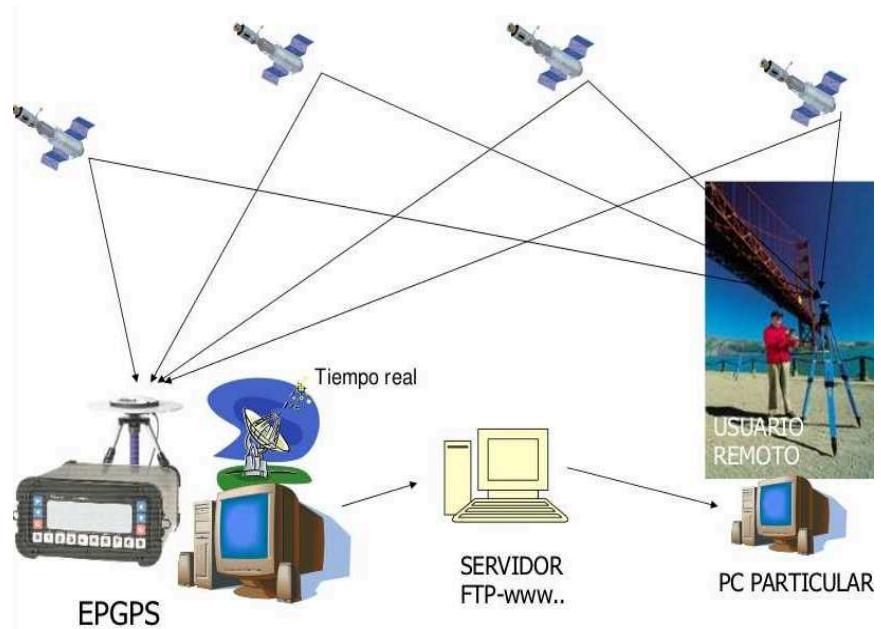


Figura 15: Esquema de funcionamiento de una Estación Permanente GPS (EPGPS).

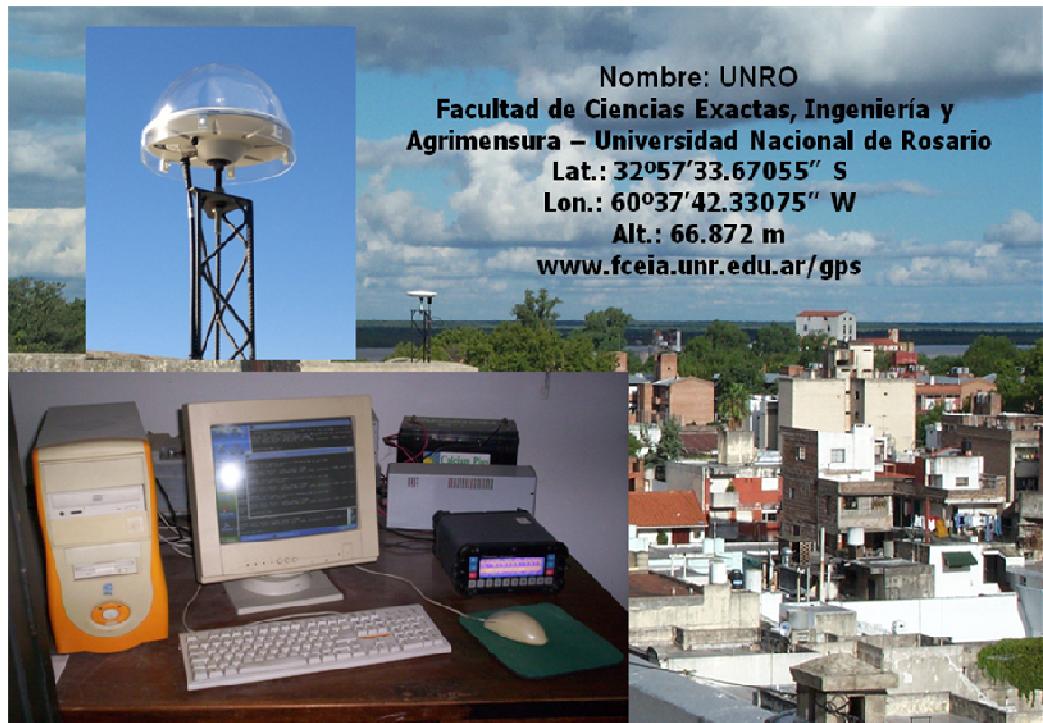


Figura 16: Estación Permanente GNSS Rosario

Sistemas de mejoramiento de la precisión

Consiste en un conjunto de estaciones permanentes de rastreo que efectúan el monitoreo del funcionamiento de los satélites, el cálculo de correcciones y la transmisión de las mismas mediante otros satélites específicamente destinados a tal fin. Son sistemas de alcance regional.

Algunos de los sistemas son:

- WAAS - Wide Area Augmentation System (US)
- EGNOS - European Geostationary Navigation Overlay System

Sistema Global de Navegación Satelital (GNSS) a Junio de 2015

- GPS: 31 satélites funcionando + 1 en órbita no operativo; además nuevas señales
- GLONASS: 24 satélites funcionando + 4 en órbita no operativos
- GALILEO: 8 satélites (proyectados 30 para 2019)
- COMPASS/BEIDOU: 21 satélites (cobertura limitada a China, proyectados 35 para 2020)
- y además sistemas de aumentación...

4. Coordenadas y Marcos de referencia

El espacio territorial expresado mediante coordenadas. Concepto de coordenadas espaciales. Sistema de referencia terrestre. Coordenadas cartesianas geocéntricas. Origen del sistema y orientación de los ejes coordinados. Coordenadas geográficas: latitud, longitud y altura. Superficies de referencia: esfera, elipsoide, geoide. Proyecciones cartográficas. Cartas, mapas y planos. Escalas. Curvas de nivel. Pendientes. Escurrimiento de las aguas superficiales. Ley de la Carta. Instituto Geográfico Nacional. Marco de referencia oficial de la República Argentina. Su evolución y definición actual.

4.1. El espacio territorial y las coordenadas

Si queremos conocer el espacio territorial necesitamos determinar:

- Forma
- Dimensión
- Ubicación

de todos los hechos existentes sobre la superficie terrestre, sean ellos de carácter natural o artificial.

La superficie terrestre es irregular y por eso su representación se aproxima a través de la determinación de la posición espacial de puntos de la misma. Esto es llamado *discretización*.

¿Qué son las coordenadas espaciales?

A cada posición espacial (a cada punto del espacio) le corresponde un juego de coordenadas (x , y , z). Para esto es necesario definir previamente un Sistema de Referencia, lo que implica definir la posición del origen de coordenadas y la orientación de los ejes.

► Los sistemas de referencia

Un Sistema de Referencia Terrestre (SRT) es un Sistema de Referencia FIJO A LA TIERRA. Se pueden definir:

Sistemas de referencia locales

Eje z coincidente con la vertical. La vertical en cada punto es fácilmente materializable (dirección del hilo de una plomada) (Figura 17).

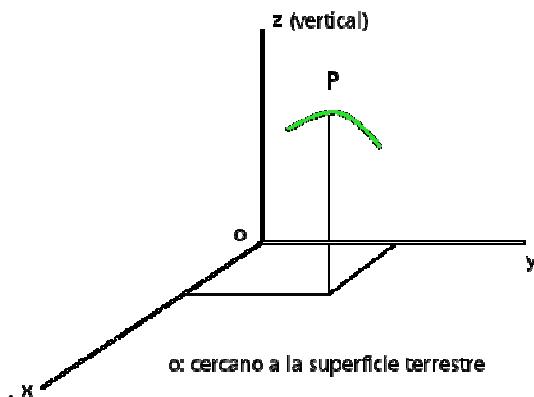


Figura 17: Sistema de referencia local.

Sistema de referencia global (único para todo el planeta)

Eje z coincidente con la dirección del eje de rotación terrestre. Su definición es compleja y para ello se recurre a la astronomía (Figura 18).

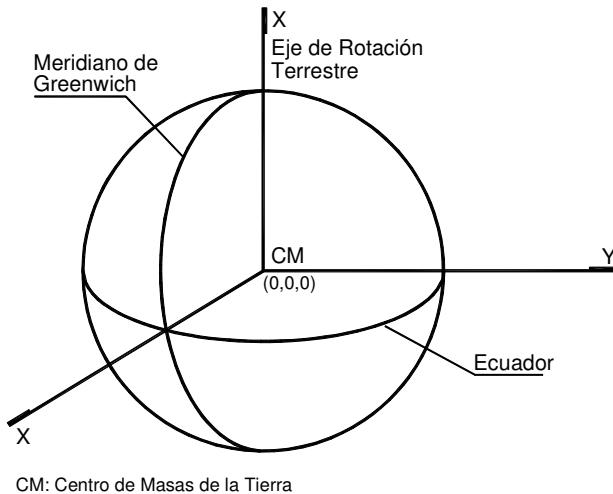


Figura 18: Sistema de referencia global.

El sistema ENh (Este, Norte, Altura) ejemplifica un sistema local, es decir, de una región de la Tierra. El sistema XYZ es global y geocéntrico (Figura 19).

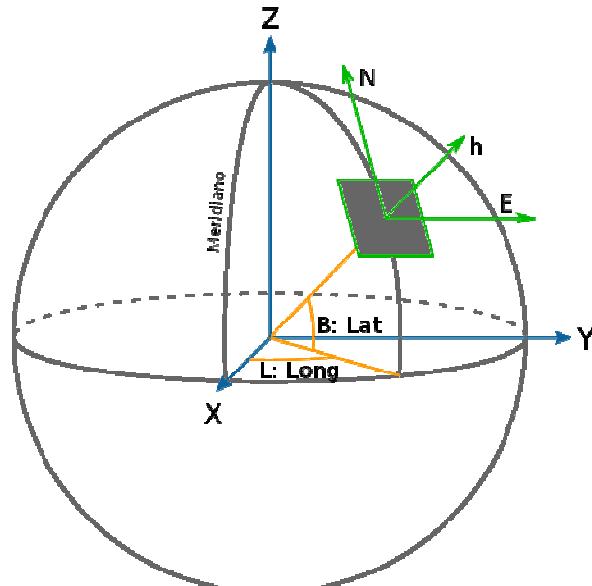


Figura 19: Visión de ambos sistemas (local y global) bajo la hipótesis que la Tierra es esférica.

Ejemplo de **coordenadas cartesianas geocéntricas** de la Estación Permanente UNRO:

Punto	Marco de Referencia	x [m]	y [m]	z [m]
UNRO	POSGAR'07	2627448.1964	-4668383.1855	-3450213.4867

La Figura 20 visualiza, esquemáticamente, las capas de un SIG, cuya base es una red de puntos con coordenadas conocidas.

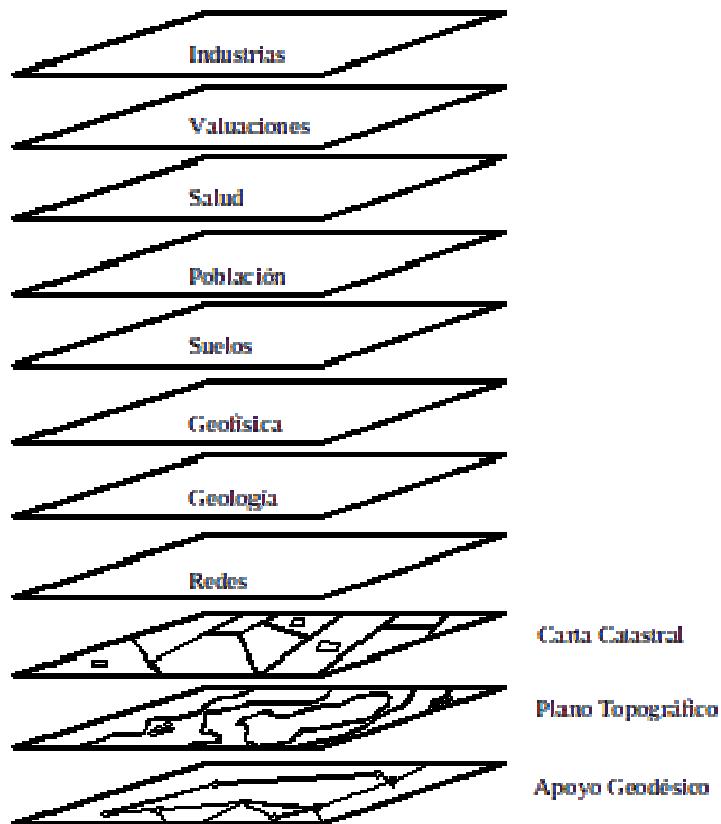


Figura 20: Apoyo geodésico para la constitución de un SIG

Superficies de referencia

Cuando queremos indicar la altura de un punto necesitamos contar con una superficie de referencia. Vamos a definir como superficie horizontal a aquella que es perpendicular a la vertical en todos sus puntos. A continuación veremos cuáles son las implicancias de esta definición.

Vertical

Dirección de la plomada.

En una región acotada o relativamente pequeña (Figura 21):

- Las verticales son paralelas entre sí
- Las superficies horizontales son planas.

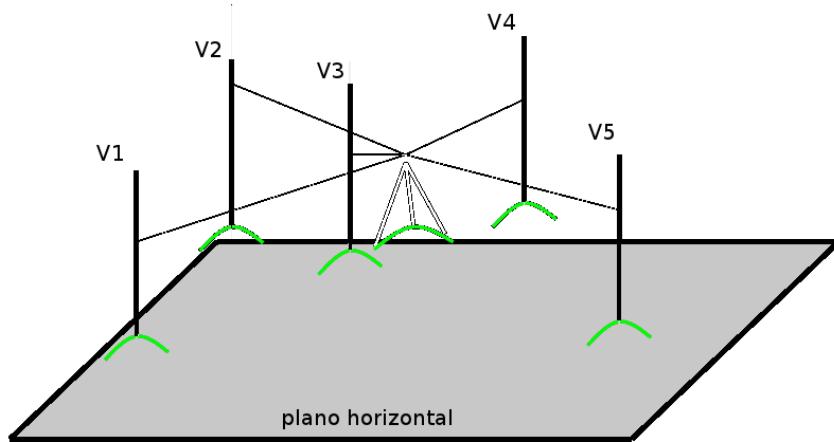


Figura 21: Región relativamente pequeña donde las verticales pueden ser consideradas paralelas.

Una primera aproximación es considerar a la Tierra como esférica, homogénea e irrotacional y su masa concentrada en el centro. Entonces son (Figura 22):

- Verticales concurrentes al centro
- Superficies horizontales esféricas

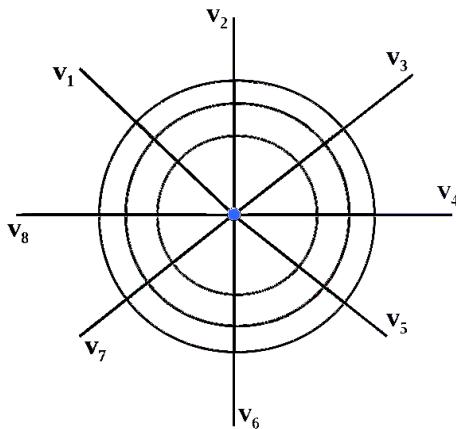


Figura 22: Verticales concurrentes al centro y superficies horizontales esféricas.

En realidad la Tierra es aproximadamente elipsoidal, la distribución de masas no es homogénea y está sometida a la Fuerza Gravitacional y la Fuerza Centrífuga (por su rotación alrededor de un eje). Por lo tanto:

La dirección de la vertical será la dirección de la resultante de la fuerza gravitacional y de la fuerza centrífuga en cada punto.

Geoide

Se denomina Geoide a la superficie de nivel que mejor se ajusta al nivel medio del mar (Figura 23).

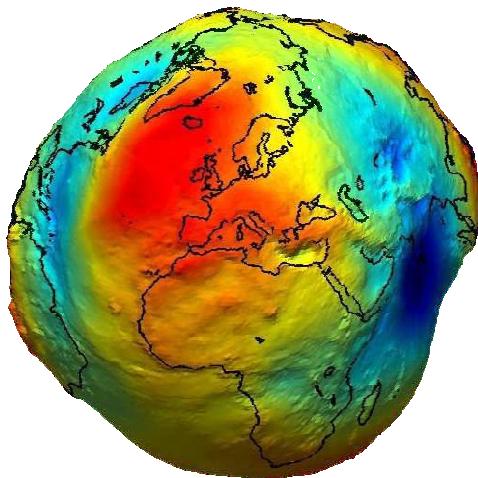
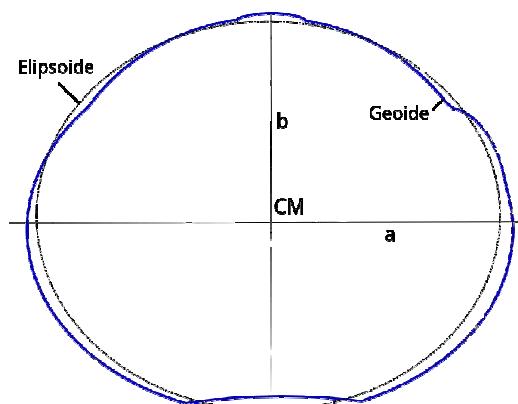


Figura 23: Forma del geoide.

Elipsoide de revolución

Dado lo irregular del geoide se adopta una superficie de referencia lo más aproximada posible a la superficie geoidal. Esa superficie está definida matemáticamente y posibilita efectuar cálculos. Es un elipsoide de revolución, el que se genera mediante una elipse que gira sobre uno de sus ejes.

En la Figura 24 vemos el elipsoide de revolución terrestre en superposición con el geoide.



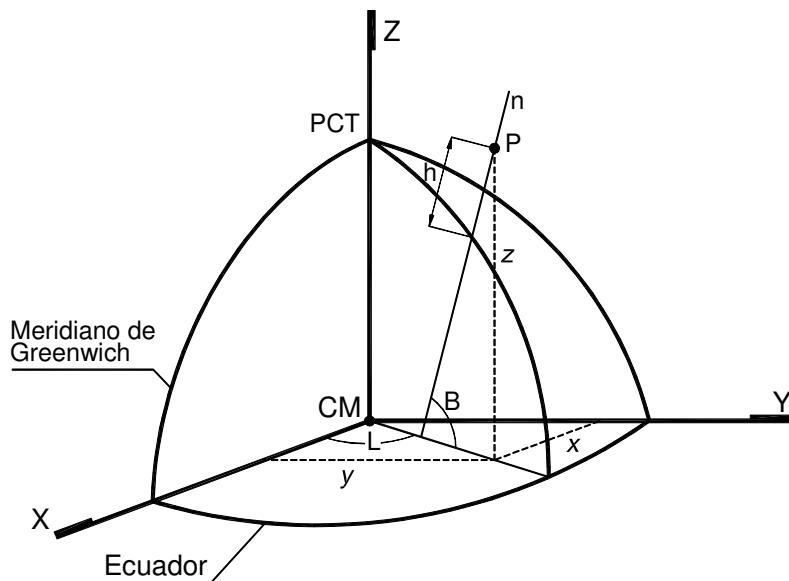
a: semieje mayor
(6378137 metros = 6378,137 km)
b: semieje menor
(6356752, 31414 metros =
6356,75231414 km)
CM: Centro de Masas

Figura 24: Elipsoide de revolución y geoide.

Coordenadas geodésicas

Las coordenadas geodésicas de un punto P (Figura 25) son:

- B: Latitud elipsoidal
- L: Longitud elipsoidal
- h: Altura elipsoidal



- CM: Centro de Masas de la Tierra
- PCT: Polo Convencional Terrestre
- n: Normal al Elipsoide

Figura 25: Coordenadas elipsoidales.

Ejemplo de **coordenadas geodésicas** de la Estación Permanente UNRO:

Punto	Marco de Referencia	B	L	h [m]
UNRO	POSGAR'07	-32°57'33".66705	-60°37'42".33075	66.872

Alturas

(Según la superficie de referencia utilizada -geoide o elipsoide- variará la medida de la altura)

Altura elipsoidal: distancia entre el punto y el elipsoide, medida en la dirección de la normal al elipsoide (h).

Altura sobre el nivel del mar: distancia entre el punto y el geoide medida en la dirección de la vertical (H). Es la de uso más habitual.

Ondulación del geoide

Es la diferencia entre la altura elipsoidal y la altura snm (sobre el nivel del mar).

$$N=h-H$$

Por ejemplo, la ondulación del geoide en el punto UNRO en POSGAR '07

$$N_{P07} = 17.26m$$

4.2. Representación en el plano

Cuando se representa una porción considerable de la superficie terrestre mediante una figura plana inevitablemente se producen deformaciones.



Figura sobre el elipsoide

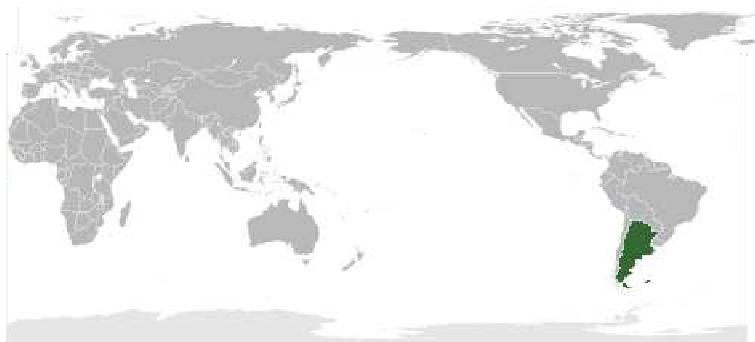


Figura sobre el plano

Figura 26: Representación en el plano.

Representación cartográfica Gauss-Krüger

La representación cartográfica Gauss-Krüger es la adoptada oficialmente por la República Argentina.

Repasemos brevemente algunas de sus características: es cilíndrica, transversal y conforme (esto último significa que las figuras conservan su forma, es decir los ángulos no varían entre la carta y la realidad).

Se adoptan siete "fajas" (Figura 27), cada una de las cuales corresponde a un meridiano de tangencia llamado meridiano central. El ancho de cada faja es de 3° (1.5° a cada lado del meridiano central).

Las coordenadas Gauss-Krüger indican la posición sobre la superficie del elipsoide pero nada dicen de la altura del punto considerado.

La X indica la distancia al Polo Sur a lo largo del meridiano central y desde allí la Y indica la distancia a ese meridiano a la cual se le suma un valor fijo llamado "falso Este", lo que permite identificar en qué faja se halla ubicado el punto.

El pasaje de coordenadas elipsoidales (latitud y longitud) a Gauss-Krüger (X, Y) y viceversa se efectúa mediante cálculos matemáticos para lo cual existe software al efecto.

Obviamente se requiere utilizar una escala para poder graficar

Husos cartográficos

L_{mc} (Long. del meridiano central)	Y_0 (Falso Este) [m]	Faja
-72°	1500000	1
-69°	2500000	2
-66°	3500000	3
-63°	4500000	4
-60°	5500000	5
-57°	6500000	6
-54°	7500000	7

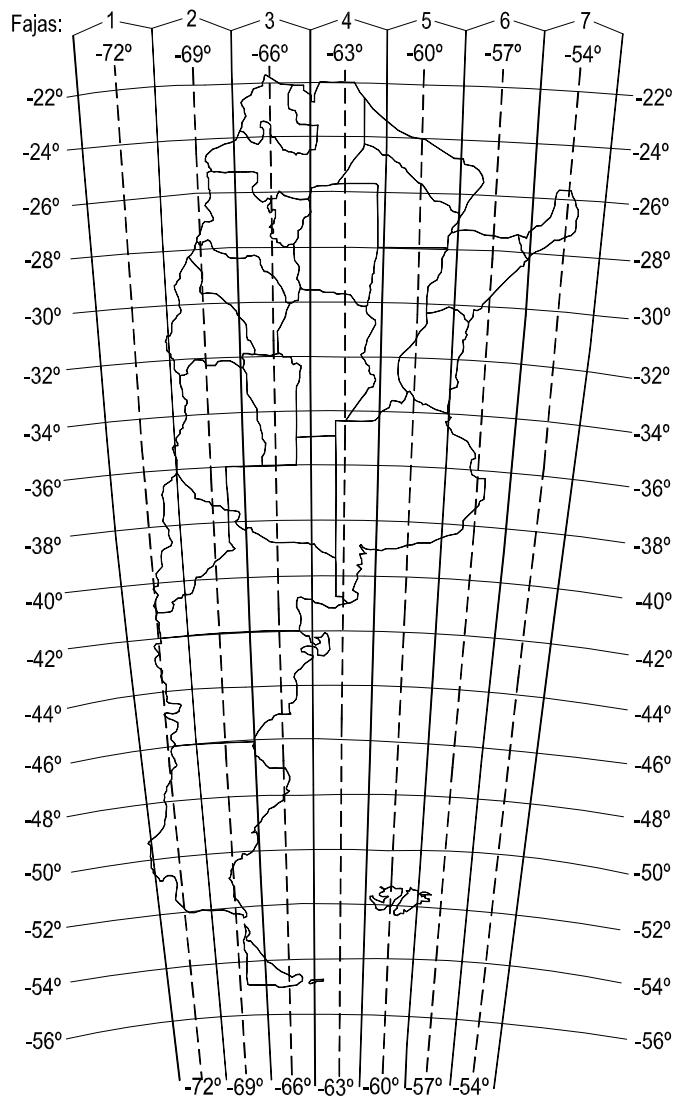


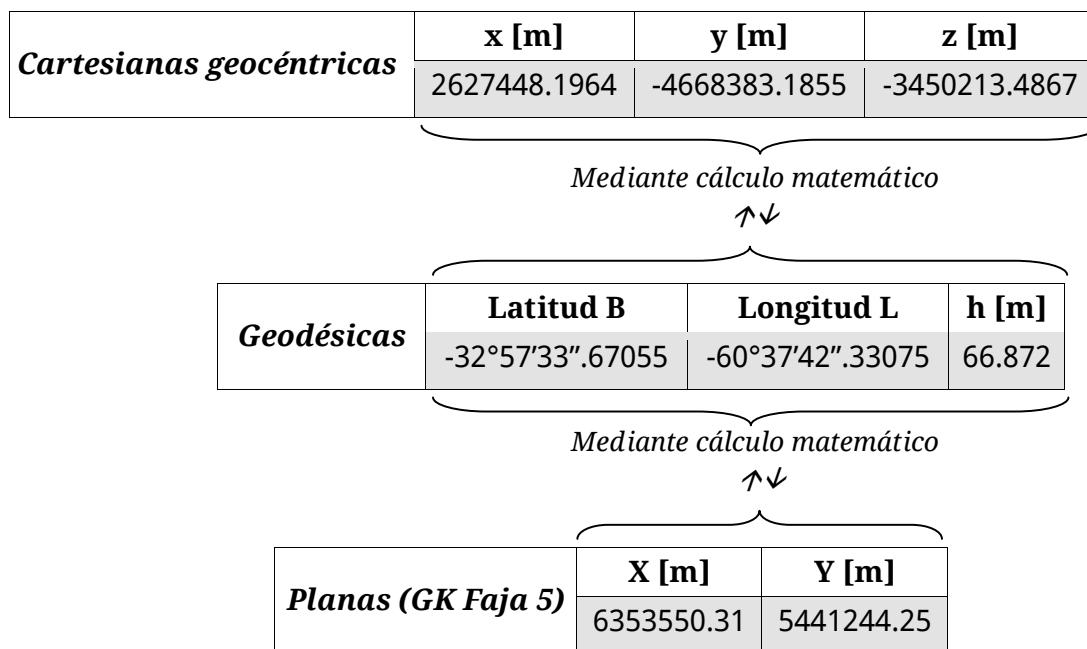
Figura 27: Husos cartográficos en la República Argentina.

Ejemplo de **coordenadas Gauss-Krüger (GK)** de la Estación Permanente UNRO:

Punto	Marco de Referencia	X [m]	Y [m]	L _{mc}
UNRO	POSGAR'07	6353550.31	5441244.25	-60°

Tipos de coordenadas:

Por ejemplo, las coordenadas de UNRO, en el Marco de Referencia POSGAR 2007, se pueden expresar de distintas maneras:



4.3. Marcos de Referencia

Un marco de referencia (MR) es la materialización de un sistema de referencia (SR). Las coordenadas de dos puntos serán correlacionables siempre que estén expresadas en el mismo MR.

Distintos marcos de referencia

**Terribles consecuencias de usar distintos
Marcos de Referencia**



Figura 28: Consecuencia figurativa al utilizar diferentes marcos de referencia.

Geodesia moderna

- Nuevas técnicas espaciales dieron origen a observaciones que posibilitaron la realización de los **Marcos de Referencia Modernos**
- Estos Marcos de Referencia están materializados por un conjunto de puntos con **coordenadas geocéntricas tridimensionales y son de alcance global**. En un pasado no lejano cada país (o incluso regiones dentro de un país) tenía un MR propio. La mayor parte de la cartografía impresa fue elaborada con los MR vigentes en su época y en su región.

Ejemplo de un marco de referencia global es:

ITRF

- <http://itrf.ensg.ign.fr/>
- Materializado por cientos de estaciones

- Distintas realizaciones han ido mejorando paulatinamente su precisión
- 88/89/...../94/96/97/2000/2005
- Elipsoide asociado: GRS80
- Precisión centimétrica

Época de un MR

La alta precisión alcanzada obliga a tener en cuenta los movimientos y deformaciones de las placas tectónicas, introduciendo un nuevo concepto:

Cada estación ITRF está caracterizada por las coordenadas (x, y, z) con sus respectivas velocidades (v_x, v_y, v_z) y una época de referencia t_0 . Esto se debe a que los puntos que materializan cada estación se están desplazando continuamente. Por ejemplo, en Rosario, el desplazamiento normal es de algunos milímetros por año, próximo al centímetro.

SIRGAS: Sistema de referencia geocéntrico para las Américas

- SIRGAS-CON

Tal como se expresa en <http://www.sirgas.org>⁽¹⁾: "Actualmente, SIRGAS está materializado por una red de estaciones GNSS de funcionamiento continuo con coordenadas de alta precisión (asociadas a una época específica de referencia) y sus cambios a través del tiempo (velocidades de las estaciones). La red SIRGAS de funcionamiento continuo (SIRGAS-CON) está compuesta en la actualidad por cerca de 400 estaciones, de las cuales 59 pertenecen a la red global del IGS" (Figura 29).

- Velocidades SIRGAS-CON

Extraído de <http://www.sirgas.org>⁽¹⁾: "El Modelo de Velocidades para América del Sur y El Caribe (VEMOS2009) ha sido calculado a partir de las coordenadas SIRGAS95 y SIRGAS2000, de las velocidades de las estaciones SIRGAS-CON determinadas por el IGS-RNAAC-SIR y de diferentes proyectos geodinámicos desarrollados en la región (Drewes and Heidbach 2009⁽²⁾)" (Figura 30).

⁽¹⁾ Fecha de visita: 7 de junio – 2015

⁽²⁾ Drewes, H., O. Heidbach (2012). The 2009 Horizontal Velocity Field for South America and the Caribbean. En: Kenyon S., M.C. Pacino, U. Marti (Eds.), "Geodesy for Planet Earth", IAG Symposia, 136: 657-664.

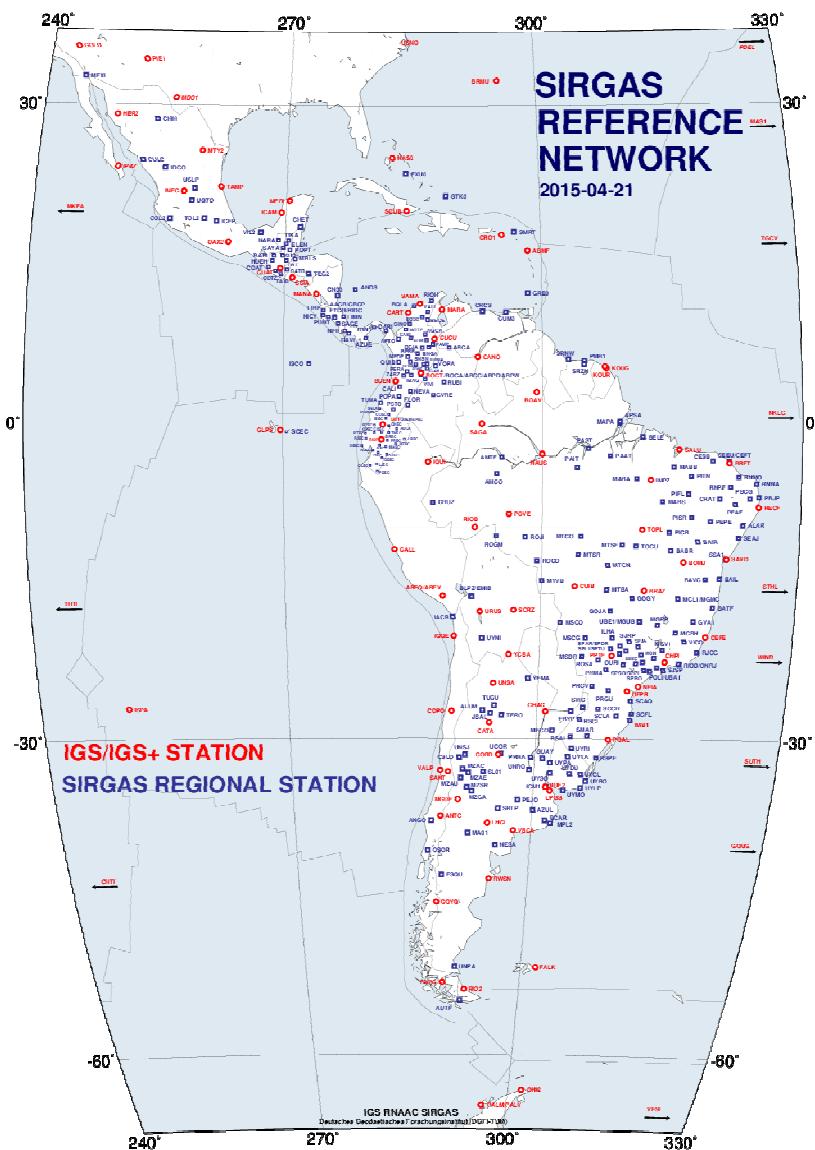


Figura 29: Mapa de estaciones pertenecientes a la red SIRGAS-CON
(Fuente imagen: <http://www.sirgas.org> – Fecha: 07/06/2015)

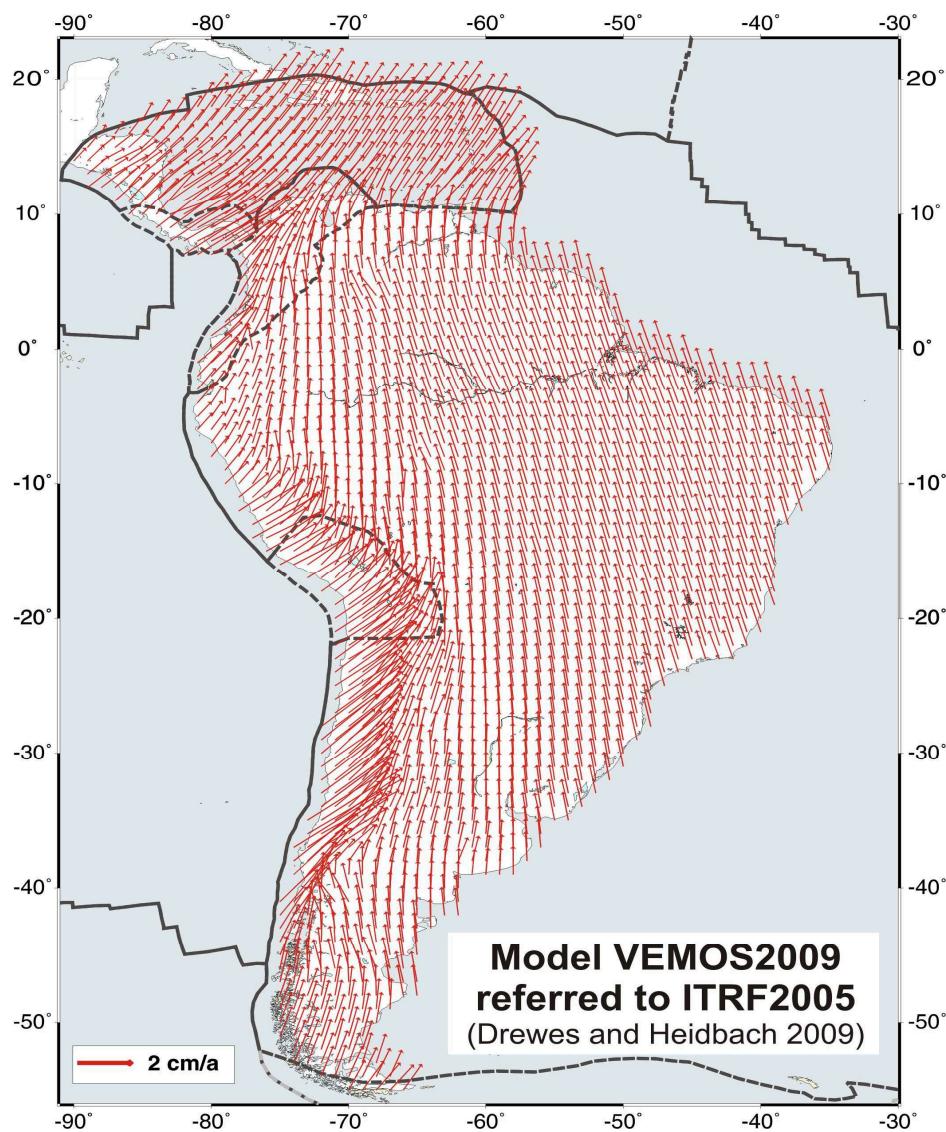


Figura 30: Modelo de velocidades VEMOS2009
(Fuente imagen: <http://www.sirgas.org> – Fecha: 07/06/2015)

Marcos de Referencia en la República Argentina

CAMPO INCHAUSPE 69

- Proveniente de la “geodesia clásica” (oficial hasta el 08/05/1997)
- Materializado por más de 18000 puntos
- Comparado con el actual POSGAR 2007 hay un desplazamiento del orden de los 200 metros
- Precisión: 3 a 10 milímetros por kilómetro (ppm o partes por millón)

POSGAR (Posiciones Geodésicas Argentinas)

- Anteriores
 - POSGAR 94 (oficial desde 08/05/1997 hasta 15/05/2009)
 - POSGAR 98 (nunca fue oficial)
- Actual: **POSGAR 2007** (oficial desde 15/05/2009)
- Calculado en base a una remediación y densificación del original POSGAR 94
- Materializado por 436 puntos
- Precisión: 1 milímetro por kilómetro (ppm o partes por millón)

Red de Estaciones Permanentes

Estaciones Permanentes: Receptores GNSS de doble frecuencia funcionando en forma permanente con sistema de almacenamiento de las observaciones, accesibles a través de Internet.

Servidor capaz de concentrar las observaciones de todas las EPGNSS en operación en nuestro país.

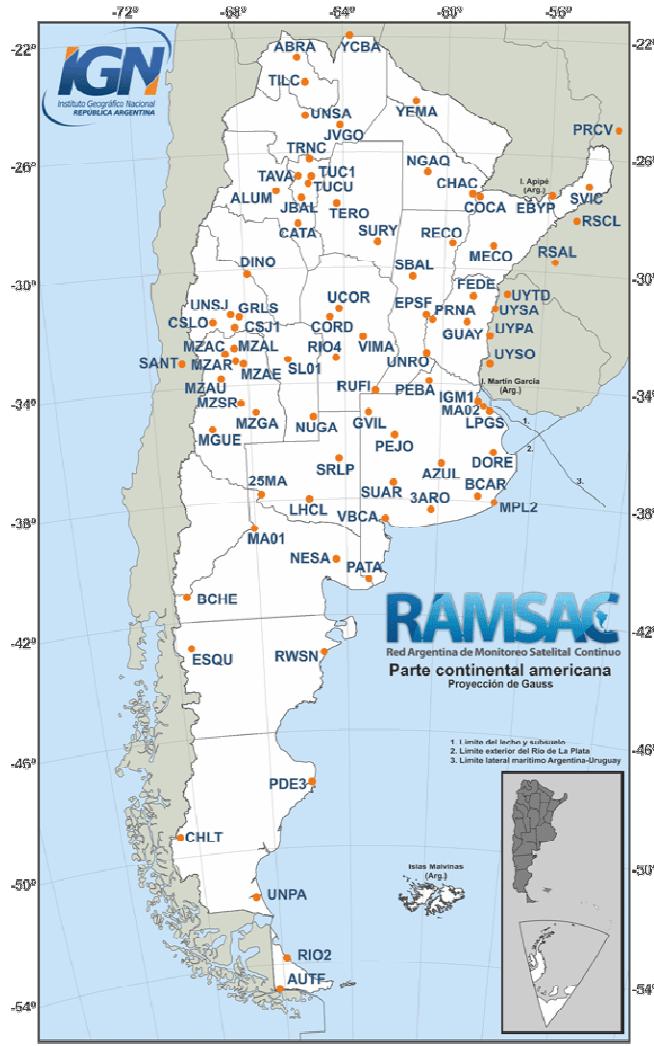


Figura 31: Mapa de la Red Argentina de Monitoreo Satelital Continuo (RAMSAC) administrada por el IGN.
(Red Continental, Fuente imagen: <http://www.ign.gob.ar> – Fecha: 07/06/2015)

ESTACIÓN PERMANENTE UNRO – POSGAR 2007 –		
Coordenadas geodésicas		
Latitud B	Longitud L	Altura elipsoidal h
-32° 57' 33.67055"	-60° 37' 42.33075"	66.872 m
Coordenadas cartesianas geocéntricas		
x: 2627448.1964 m	y: -4668383.1855 m	z: -3450213.4867 m
V _x : 0.0057 m/a	V _y : -0.0074 m/a	V _z : 0.0085 m/a



Figura 32: Estación Permanente UNRO.



Figura 33: Primer receptor de la EPGPS UNRO que se utilizó hasta el año 2013.

5. Práctica

Práctica con navegador

Divididos en dos grupos, un receptor cada grupo.

1. Determinar coordenadas de una esquina y almacenarlas como waypoint (buscando lugar con la menor cantidad de obstrucciones hacia "arriba", lejos de las construcciones). Pueden repetirlo varios integrantes del grupo, almacenando con distinto nombre.
2. En el navegador encontrarán almacenado otro punto denominado MONU, correspondiente al Monumento a la Bandera. Desde la esquina donde están parados, buscar la función "IR A" y elegir MONU. Obtener distancia y orientación, trasladarse unos metros y visualizar la variación.
3. En el aula ingresar "por teclado" las coordenadas de los puntos P001 y P002 de la carta VERA.

POSGAR '07	Latitud	Longitud	Norte	Este
P001	29° 34' 47.95"S	60° 22' 49.18"W	6728350 m	5463150 m
P002	29° 27' 31.00"S	60° 11' 00.58"W	6741850 m	5482200 m

Calcular distancia y orientación entre ambos y comparar con los valores obtenidos midiendo sobre la carta.

Manual del navegador utilizado en el curso:

Ver en el sitio del GGSR: "Manual del usuario Garmin© Oregon" en la sección *Cursos*.

Para mayor información referirse al sitio oficial de Garmin©.

Anexo A: Agricultura de precisión

Mapa de rendimiento de una parcela agrícola

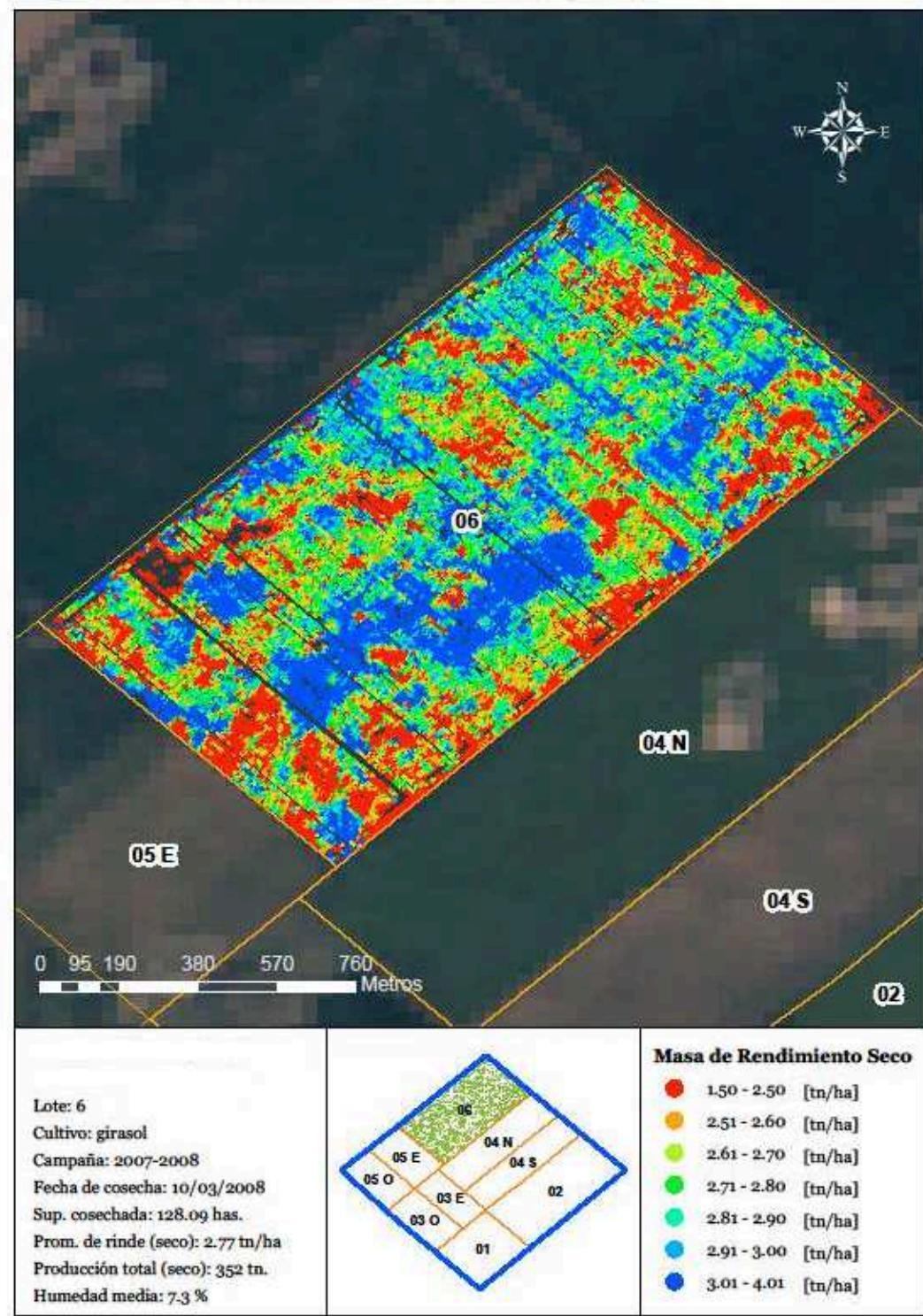


Figura 34: Mapa de rendimiento.