

# Protocolo de Mediciones con el GPS



## **Objetivo General**

Determinar la latitud, longitud y altitud del centro escolar y de todos los sitios GLOBE.

## **Visión General**

Se utilizará el receptor GPS para determinar la latitud, longitud y altitud del centro escolar o de los sitios de estudio GLOBE.

## **Objetivos Didácticos**

### **Conceptos científicos**

#### *Ciencias de la Tierra y del Espacio*

Los materiales terrestres tienen diferentes propiedades físicas (magnetismo).

#### *Ciencias Físicas*

La posición de un objeto se puede describir por su posición relativa respecto a otro objeto.

Los materiales tienen propiedades medibles (magnetismo).

Los imanes se atraen y se repelen.

#### *Geografía*

Las herramientas y las tecnologías tienen características y utilidades diferentes.

Usar las herramientas geográficas apropiadas.

La latitud y la longitud se pueden mostrar en mapas.

### **Habilidades de Investigación Científica**

Usar un receptor GPS para determinar la latitud y la longitud.

Utilizar una brújula para determinar el Norte y el Sur verdaderos.

Identificar preguntas y respuestas.

Diseñar y dirigir investigaciones científicas.

Utilizar las matemáticas apropiadas para analizar los datos.

## **Tiempo**

Entre 15 minutos y 60 minutos por sitio.

## **Nivel**

Todos.

## **Frecuencia**

Una vez por cada sitio de estudio.

## **Materiales y herramientas**

Receptor GPS

Brújula magnética

Cinta métrica

Lápiz o bolígrafo

*Hoja de Datos del Protocolo de GPS*

*Hoja de Datos de Mediciones de Apoyo del GPS*

## **Preparación**

Elegir los sitios a visitar. Llevar el receptor GPS, hojas de datos, lápiz y bolígrafo, a los sitios de campo. Identificar sitios en los que la ubicación con GPS no sea posible porque la señal está obstaculizada. A estos sitios, se deberá llevar también una brújula, cinta métrica y la *Hoja de Trabajo de Mediciones de Apoyo del GPS*.

## **Requisitos Previos**

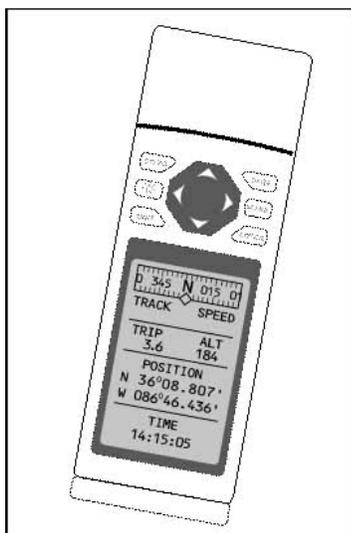
Ninguno.

## Protocolo GPS – Introducción

¿Ha pensado alguna vez cómo describe su posición o cómo da indicaciones para llegar a un lugar? Cuando le dice a un amigo dónde ir, lo más probable es que indique el lugar en relación con algún otro lugar u objeto familiar para ambos. Por ejemplo “quedemos en la puerta principal de nuestro colegio”. En este caso, ambos se dirigirán al mismo lugar porque conocen su centro escolar – es un sistema que está referenciado respecto a su propia experiencia. Sin embargo, si piensan encontrarse en un lugar nuevo para ustedes, tal como una ciudad cercana, tendrán que buscar un marco de referencia más general. Por ejemplo, podrían usar sistemas de carreteras o referencias topográficas, tales como ríos o montañas. Si quiere ubicar todos los centros GLOBE y sus sitios de estudio, tendría que recurrir a un sistema de referencia más universal.

El sistema de coordenadas geográficas utilizado es un conjunto de líneas de *latitud* y *longitud* que se representan como una malla sobre la superficie esférica de la Tierra. Por convención, la longitud de cero grados pasa por Greenwich, Inglaterra, y la latitud de cero grados es el Ecuador. Las coordenadas se identifican como al Este y al Oeste de la longitud cero, y al Norte

*Figura GPS-P-1: Diagrama de un Ejemplo de Receptor GPS*



o al Sur de la latitud cero. En cualquier posición también es posible concretar más la posición midiendo la altitud, o altura del lugar sobre o bajo el nivel del mar. Enviando su latitud, longitud y altitud, cada centro GLOBE puede ser individualmente localizada.

Para el alumnado GLOBE, el receptor GPS proporciona un modo simple y preciso de medir la latitud, longitud y, cuando se corrige, la altitud. Estos instrumentos son suficientemente precisos para distinguir entre los dos extremos de una clase o para determinar la posición correctamente dentro de un área del tamaño de un píxel (30m x 30m) de una imagen LandSat. Además de la posición, los receptores GPS también proporcionan la hora, así como mediciones adicionales tales como la velocidad del recorrido entre dos puntos, y la distancia y dirección entre dos puntos cualquiera. Una visión global del sistema GPS permite comprender las mediciones que proporciona y cómo una simple medición se basa en una infraestructura científica y tecnológica muy sofisticada.

### **Posición de Apoyo**

¿Qué ocurre si no se pueden realizar las mediciones de latitud y longitud con el GPS en el sitio de estudio o de muestreo porque las señales de satélite están obstaculizadas por cobertura densa o por un edificio? Ver Figura GPS-P-2. Es posible desplazarse desde el sitio de estudio a un lugar cercano en el que el receptor GPS pueda recibir las señales de satélite. Esta sería la posición de apoyo. Así, se podría determinar la posición del lugar deseado midiendo la dirección con la brújula y la distancia entre la posición de apoyo y del sitio de estudio. A partir de cálculos trigonométricos se podrá determinar la posición deseada. Sin embargo, si el desplazamiento se realiza hacia el Norte o hacia el Sur desde el sitio a localizar, se puede determinar la latitud y la longitud del sitio usando sólo cálculos aritméticos y algunos conocimientos sobre nuestro planeta.

Nuestro planeta es casi esférico. Dividiendo la circunferencia terrestre de 39941km por 360°, obtenemos que hay 110,95km por cada grado de circunferencia. Dividiendo esto por 10000

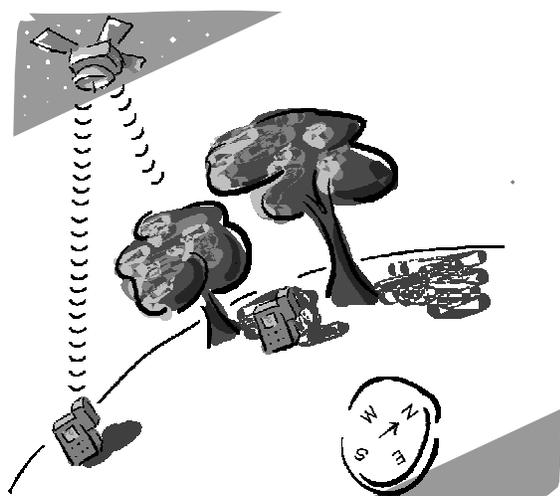


Figura GPS-P-2: Visión despejada y obstaculizada de un satélite GPS

se obtiene el número que kilómetros que hay en una diezmilésima parte de un grado de la circunferencia (0,0111km/0,0001grados u 11m/0,0001grado aproximadamente). Los receptores GPS generalmente aproximan la localización al 0,0001 grado más cercano, lo que supone aproximadamente unos 11 metros de latitud en Tierra. Conociendo la distancia hacia el Norte o hacia el Sur entre el sitio y la ubicación equivalente utilizada, se puede hallar la diferencia entre las latitudes.

### Altitud

Todas las mediciones de altitud se realizan tomando como referencia el nivel medio del mar. Por ejemplo, el Monte Everest tiene una altitud de 8850 metros sobre el nivel medio del mar. Debido a la fluctuación diaria del nivel del mar por las mareas, se toma como superficie de referencia el nivel medio del mar. La superficie de referencia que recoge la media global del nivel del mar y que está formada por el campo gravitatorio de la Tierra se llama *geoide*. Esta superficie no es regular, dada la distribución irregular del campo gravitatorio de la Tierra.

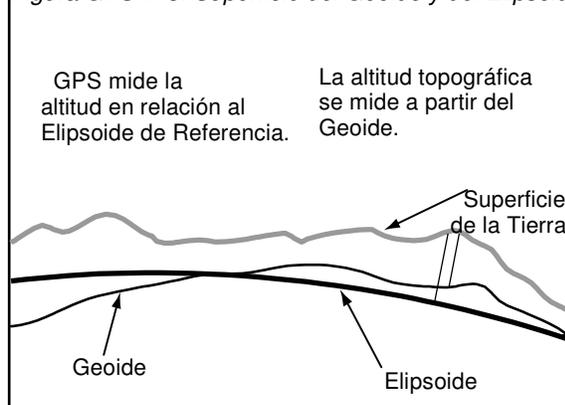
Los receptores GPS necesitan usar también una superficie de referencia para determinar la altitud. Desafortunadamente, el geoide es muy complicado y muy largo para caber en la memoria interna de la mayoría de los receptores GPS. En su lugar, contienen una forma simplificada de una superficie suavizada conocida como *elipsoide de referencia*. Todas las mediciones de altitud de GPS se hacen a partir del elipsoide de referencia. Ver Figura GPS-P-3.

El geoide y el elipsoide de referencia pueden coincidir en algunas zonas, en otras pueden diferir en más de 100 metros. Debido a esto, la altitud de una posición medida con un receptor GPS puede ser significativamente diferente a la medida a partir de otros medios (por ejemplo, mapas topográficos). El servidor GLOBE hará automáticamente la corrección al geoide de la altitud cuando se envíen las mediciones GLOBE de latitud, longitud y altitud del sitio de estudio.

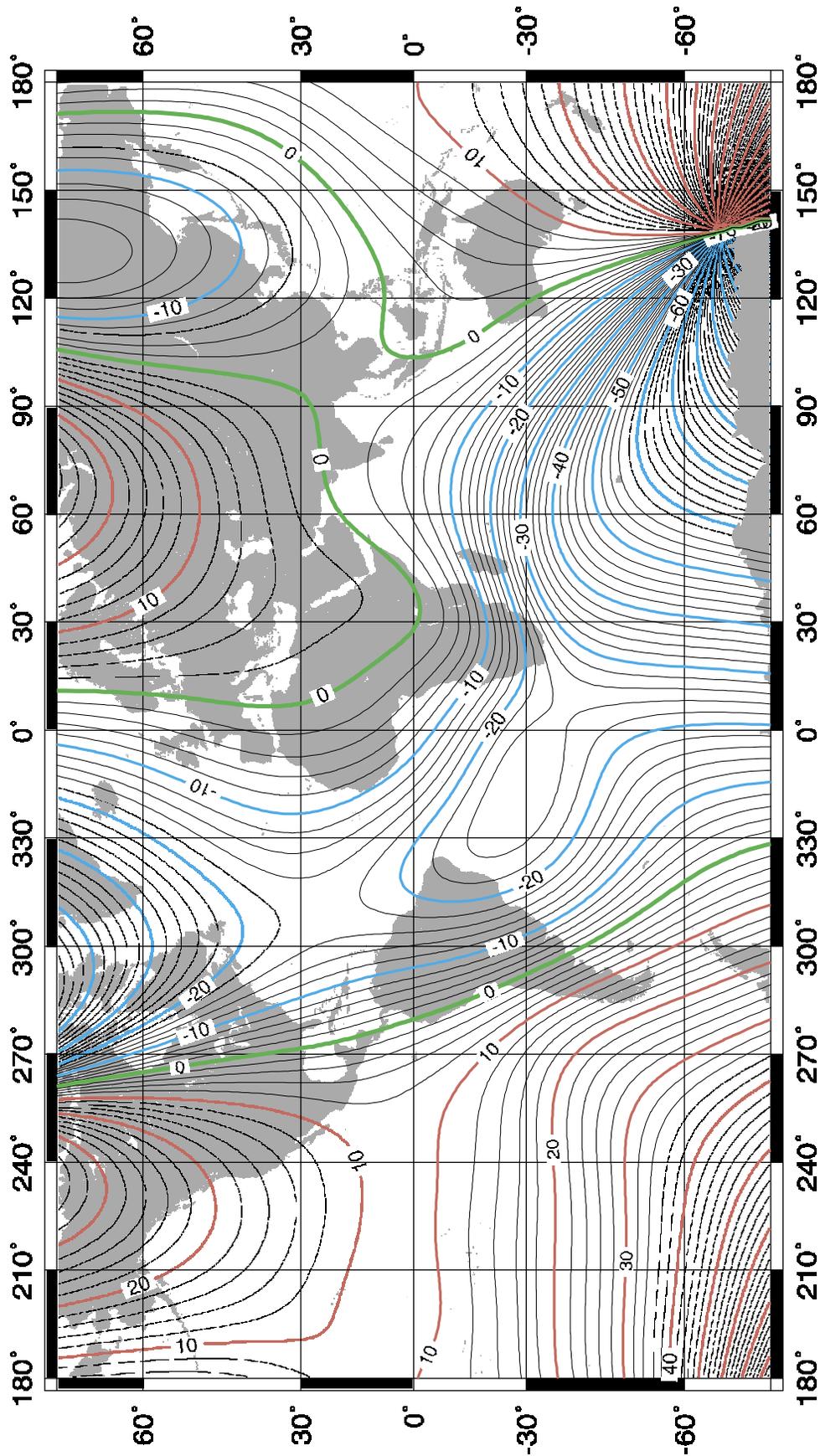
### Desviación Magnética

En la Tierra, los Polos Magnéticos Norte y Sur no se alinean exactamente con los Polos Norte y Sur verdaderos (del eje de rotación de nuestro planeta). El Polo Norte magnético se desplaza lentamente y actualmente se encuentra en los territorios del noroeste de Canadá, a unos 11 grados del Polo Norte. Además, las propiedades magnéticas de la composición de la Tierra varían ligeramente entre posiciones. Por ello, a cada lugar concreto le corresponde una única desviación del campo magnético de la Tierra. Generalmente, se debe sumar o restar un pequeño valor de unos pocos grados de la lectura de la brújula magnética para determinar la dirección del Norte verdadero. Este valor se conoce como *desviación magnética* o *declinación magnética* y depende de la posición. La Figura GPS-P-4 es un mapa del mundo de declinación magnética. Se puede utilizar esta figura para determinar el Norte verdadero en su posición. También se puede utilizar un mapa topográfico para determinar la declinación magnética. Se necesitará conocer el Norte verdadero para llenar la parte superior de la *Guía de Campo de Medición de la Dirección del Viento en Investigación de la Atmósfera* y para la *Guía de Campo de Posición de Apoyo del GPS*. Hay que asegurarse de ajustar la brújula al Norte verdadero según las siguientes indicaciones.

Figura GPS-P-3: Superficie del Geoide y del Elipsoide







**Cómo Determinar la Dirección del Norte Verdadero de su Localización:** Determine la declinación magnética de su localización usando el mapa que se presenta arriba. Sume este valor a los cero grados (Norte Magnético). El resultado representa la dirección hacia el Norte Verdadero en su localización. Nota: Por favor recuerde que si su valor de declinación es negativo, debe restarlo de los cero grados.  
**Crédito:** U.S. Geological Survey USGS/Ft. Collins, CO, USA

Unidades (declinación): grados  
 Intervalo entre curvas: 2 grados  
 Proyección del mapa: Mercator



# Brújula: Norte Verdadero

La aguja magnética de una brújula es atraída por el magnetismo de la Tierra, y eso es lo que hace que siempre apunte hacia el Norte. Sin embargo, en realidad hay dos Polos Norte en la Tierra. Uno es el *Polo Norte Verdadero*, que está situado geográficamente en el extremo superior de la Tierra (a 90° de latitud Norte); y el otro es el *Polo Norte Magnético*, una zona de rocas de alto magnetismo bajo el centro de Canadá.

Mapas y direcciones se basan en el Norte verdadero, mientras la aguja de la brújula apunta hacia el Norte magnético. La declinación magnética es el ángulo entre el Norte verdadero y el Norte magnético. Su tamaño y dirección depende del lugar de la Tierra en el que nos encontremos. Es necesario determinar la declinación para obtener la orientación correcta de la brújula. Las brújulas tienen bien un mecanismo para fijar el ángulo de declinación o bien una escala para determinar la declinación.

Debido a que las brújulas son atraídas por los objetos metálicos, darán lecturas incorrectas si el usuario está cerca de, o lleva, objetos metálicos, entre los que se incluyen relojes, llaves, etc.

## Tres partes básicas de la brújula

1. La *aguja magnética* (Ver A en la Figura GPS-P-5) es atraída por el Polo Norte magnético de la Tierra. El extremo magnético (rojo) siempre apunta hacia el norte magnético.
2. La *esfera o limbo graduado* (B) se utiliza para marcar el rumbo deseado. El rumbo se lee en grados en la flecha de dirección (C) en la parte superior de la brújula. La esfera está graduada a intervalos de 2 grados de 0 a 360 grados. Las direcciones cardinales están a 0° (ó 360°), 90 grados, 180 grados y 270 grados, correspondiendo a Norte, Este, Sur y Oeste respectivamente.
3. La *plataforma base* (D) tiene una flecha orientadora (E) y una flecha de dirección (C). Algunos modelos también tienen otros componentes que se utilizan para alinear la aguja magnética e indicar la "línea de viaje".

## Ajuste del Rumbo de la Brújula

### Paso 1:

Colocar el limbo (B) en la lectura de grados deseada (la dirección en la que se quiere viajar) de manera que el rumbo correcto de la brújula se alinee con la flecha de dirección (C).

### Paso 2:

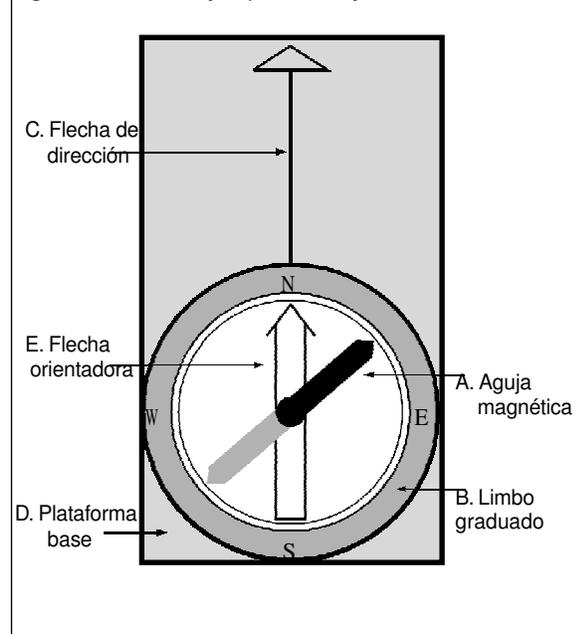
Mientras se mantiene a nivel la brújula, girar el cuerpo hasta que el extremo final de la aguja magnética (A) se alinee con la flecha orientadora (E).

### Paso 3:

La dirección deseada u objetivo quedará ahora directamente en línea recta en la dirección en la que se está sujetando la brújula (la dirección que marca la flecha de dirección).

Hay que asegurarse de elegir un objeto delante de nosotros en línea con el rumbo de la brújula y caminar hacia él. Esto permitirá caminar sin mirar a la brújula. Cada pocos pasos parar y comprobar que todavía se está viajando en la dirección deseada.

Figura GPS-P-5: Ejemplo de brújula



## Apoyo al Profesorado

### Logística de las Mediciones

1. El alumnado debe determinar la latitud, longitud y altitud de su centro escolar y del resto de los sitios de estudio GLOBE.
2. Recordar que la posición y la altitud de cada sitio sólo se debe determinar una vez.
3. Si el centro escolar no tiene un receptor GPS y les han prestado uno, sería posible determinar todos los sitios de los que es necesario realizar mediciones GPS. Esto permitirá recoger datos GPS de todos los sitios en un corto período de tiempo (por ejemplo, una semana).
4. Localización de las mediciones GPS: en algunos sitios GLOBE se tiene una clara visibilidad del cielo y, por tanto, una buena recepción de satélites (por ejemplo, sitio de estudio de Atmósfera). En otros, especialmente en el de cobertura terrestre y fenología, se puede tener una recepción pobre debido a una cobertura

densa. La posición del centro escolar se debe determinar en la puerta principal del centro, por lo que el edificio puede bloquear la recepción de satélites hasta cierto punto. En estos casos usar la *Guía de Campo del Protocolo de Posición de Apoyo del GPS*.

### Preparación del Alumnado

Las actividades de aprendizaje de esta Investigación proporcionan ejercicios adicionales para ayudar al alumnado a comprender las mediciones de tiempo, posición absoluta y relativa, y ángulos, todos los elementos básicos que requieren las mediciones GPS.

### Consejos Útiles

Antes de utilizar un receptor GPS hay que asegurarse de que está configurado para mostrar las siguientes unidades:

- Hora como Hora Universal (UT)
- Altitud en metros
- Latitud y longitud en grados decimales.

Si no lo está, siga las instrucciones del fabricante o el manual del usuario para hacer estos ajustes.

Se debe tener en cuenta que algunos receptores GPS no pueden mostrar las lecturas de latitud y longitud en grados decimales. Si se tiene uno de estos receptores, se debe configurar para mostrar grados y minutos decimales, y después convertir las lecturas de latitud y longitud a grados decimales antes de enviarlas a GLOBE. Para ello, usa la fórmula y el ejemplo siguientes:

#### **Convertir de grados y minutos decimales a grados decimales:**

$$1 \text{ grado} = 60 \text{ minutos}$$

$$\text{Lectura en grados decimales} = \text{grados} + \text{minutos decimales} / (60 \text{ minutos/grado})$$

Ejemplo:

Si tenemos una lectura de latitud de 15 grados y 39.03 minutos N.

$$\begin{aligned} \text{Latitud en grados decimales} &= 15 \text{ grados} + 39.03 \text{ minutos} / (60 \text{ minutos/grado}) = \\ &= 15 \text{ grados} + 0.6505 \text{ grados} = 15.6505 \text{ grados} \end{aligned}$$

Sitio de estudio	Posición mediante GPS
Centro escolar	Entrada principal
Sitio de estudio de atmósfera	Posición de la caseta meteorológica
Sitio de estudio de hidrología	Posición del sitio de muestreo de agua
Sitios de estudio de suelos: Sitio de caracterización del suelo Sitio de humedad del suelo Sitio de temperatura del suelo	Posición del perfil del suelo Centro del patrón estrella de humedad del suelo Posición del sitio de humedad del suelo o del de atmósfera
Sitios de muestreo de cobertura terrestre	Centro del área homogénea de 90m x 90m
Fenología	Posición del árbol, arbusto o metro cuadrado de herbáceas utilizado para las mediciones de reverdecimiento y senescencia.

# Protocolo de GPS

## Guía de Campo

### **Actividad**

Hallar la latitud, longitud y altitud del centro escolar o de un sitio de estudio GLOBE.

### **Qué se Necesita**

-Receptor GPS

-*Hoja De datos del GPS*

-Reloj

-Lápiz o bolígrafo

### **En el Campo**

1. Llevar el receptor GPS al lugar exacto del que se quiere determinar latitud, longitud y altitud.
2. Encender el receptor, asegurándose de que se está sujetando verticalmente y que no se está bloqueando la visibilidad del cielo de la antena. En la mayoría de los receptores la antena es interna, y se encuentra en la parte superior del receptor.
3. Después de un mensaje de inicio, el receptor empezará a buscar algunos satélites. Algunos receptores pueden mostrar los valores de latitud, longitud y altitud anteriores mientras capta las señales de los satélites.
4. Esperar a que el receptor indique que al menos se han adquirido cuatro satélites y se puede tomar una buena medición. En la mayoría de los receptores, esto se indica mediante la aparición del mensaje “3-D”.
5. En intervalos de un minuto y sin mover el receptor más de un metro, anotar cinco lecturas en una copia de la *Hoja de Datos de la Investigación de GPS* de todos los dígitos y símbolos que aparezcan de los siguientes datos:
  - a. Latitud
  - b. Longitud
  - c. Altitud
  - d. Hora
  - e. Número de satélites
  - f. Iconos de estado “2-D” o “3-D”
6. Apagar el receptor.
7. Hallar la media de las cinco latitudes, longitudes y altitudes.
8. Comprobar que los resultados tengan sentido. Se puede obtener una medida aproximada de su latitud y longitud mirando en un mapa mundial o local.
9. Copiar y enviar todas las lecturas GPS como posición del sitio de estudio al archivo de datos del alumnado GLOBE.
10. Seguir este protocolo para cada sitio del que se necesite determinar latitud, longitud y altitud.

# Protocolo de Posición de Apoyo del GPS.

## Guía de Campo

### **Actividad**

Hallar la latitud y la longitud del centro escolar o de un sitio de estudio cuando el receptor GPS no puede realizar una medición precisa.

### **Qué se Necesita**

-Receptor GPS	-Reloj
-Brújula magnética	-Lápiz o bolígrafo
-Cinta métrica	- <i>Hoja de Datos de Mediciones GPS de la Posición de Apoyo</i>

### **En el Campo**

1. Determinar la dirección del Norte verdadero desde su posición mediante la Figura GPS-P-4.
2. Ir al sitio deseado y marcarlo con una bandera o cualquier otro marcador apreciable.
3. Seguir la *Guía de Campo del GPS* para confirmar que no se puede obtener una buena recepción con el GPS.
4. Utilizar la brújula para determinar el norte verdadero.
5. Desplazarse bien hacia el Norte o hacia el Sur hasta llegar al área abierta más cercana en la que se pueda seguir satisfactoriamente la *Guía de Campo del GPS*. Esta será la posición de apoyo.
6. Seguir la *Guía de Campo del GPS* y anotar la latitud y la longitud. Marcar esta posición como la posición de apoyo.
7. Anotar si la posición de apoyo se encuentra hacia el Norte o hacia el Sur del sitio de estudio.
8. Medir la distancia entre la posición de apoyo y el sitio de estudio en metros y anotarlo en la *Hoja de Trabajo de Datos de la Posición de Apoyo del GPS*.
9. Dividir esta distancia entre 110,000 metros por grado para determinar la diferencia de latitud (en diezmilésimas de grado) entre la posición de apoyo y su sitio de estudio.
10. Dependiendo de la dirección de la posición de apoyo:
  - Si el desplazamiento es hacia el Norte del sitio de estudio, restar este valor de la latitud de la posición de apoyo para hallar la latitud de su sitio de estudio.
  - Si el desplazamiento es hacia el Sur de su sitio de estudio, sumar este valor a la latitud de la posición de apoyo para determinar la latitud de su sitio de estudio.
11. La longitud del sitio de estudio es la misma que la de la posición de apoyo.
12. Determinar la altitud del sitio de estudio a partir de un mapa topográfico.



## **Preguntas Frecuentes**

### **1. ¿Cuánto tiempo tarda el receptor GPS en determinar la latitud, longitud y altitud?**

El receptor GPS puede tardar varios segundos o minutos en adquirir un número suficiente de satélites después de encenderse. Esto depende de la disponibilidad de satélites en el momento de la medición, de la presencia de obstáculos y del estado de las pilas del receptor. Si tarda más de cinco minutos en encontrar satélites, se debe cambiar las pilas e intentarlo de nuevo.

### **2. El receptor no está mostrando la latitud y la longitud. ¿Por qué?**

El receptor tiene muchas funciones disponibles en varias pantallas tras la pantalla de “Localización” que generalmente aparece cuando el receptor se enciende. Por favor, lea el manual para conocer estas otras funciones del receptor GPS.

### **3. El receptor muestra “Insuficientes satélites”, “Recepción de señal pobre” o algo similar. ¿Qué se debe hacer?**

No anotar datos si aparece alguno de estos mensajes. Cuando el receptor tiene una buena vista del cielo, esperar o desplazarse ligeramente normalmente es suficiente para que estos mensajes desaparezcan. Situarlo cerca del receptor o un grupo de gente alrededor del receptor puede obstaculizar la visión del receptor de satélites, y puede provocar pérdidas intermitentes de la señal, lo que dará lugar a la aparición de estos mensajes. Hay que separarse del receptor o mantenerlo en alto. Si hay densa cobertura, es posible que el receptor no pueda encontrar los cuatro satélites requeridos. Dado que los satélites se mueven en el cielo, volverlo a intentar posteriormente puede proporcionar mejores resultados. Si persisten los problemas debido a obstáculos, se deberá seguir la *Guía de Campo de Posición de Apoyo del GPS*.