

Tecnologías Emergentes

Tema 03. Servicios basados en localización

Índice

Esquema

Ideas clave

- 3.1. ¿Cómo estudiar este tema?
- 3.2. Servicios basados en localización
- 3.3. Tecnologías para la localización móvil
- 3.4. Localización basada en GNSS
- 3.5. Precisión y Exactitud en tecnologías de localización
- 3.6. Beacons: localización por proximidad

A fondo

Tecnologías de localización

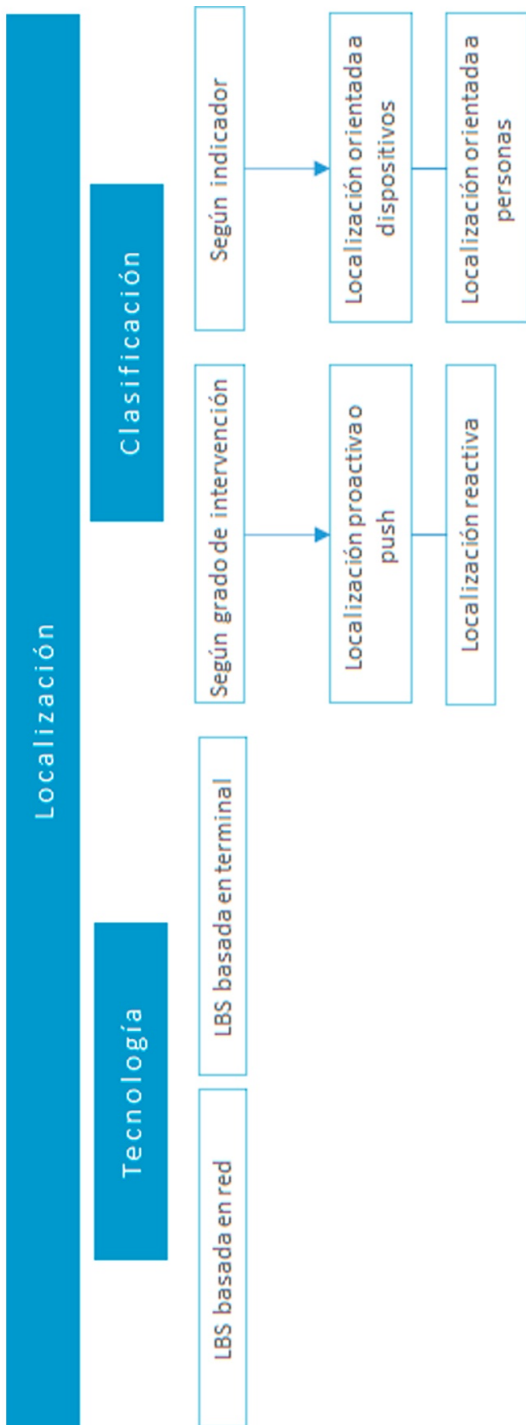
Beacons

Geolocalización de Interiores: experiencias SITUM

Sistemas de geolocalización en dispositivos móviles

Precise Positioning using raw GPS measurements from Android smartphones

Test



3.1. ¿Cómo estudiar este tema?

Para estudiar este tema, lee las ideas clave disponibles a continuación. Los **objetivos** a conseguir son:

- ▶ **Servicios basados en localización:** se explican distintos tipos de servicios que se pueden ofrecer con las tecnologías de geolocalización móvil.
- ▶ **Tecnologías para la localización móvil:** se presentan las dos grandes alternativas tecnológicas, la localización basada en red y la localización basada en terminal.
- ▶ **Localización basada en GNSS:** se trata específicamente la geolocalización utilizando constelaciones de satélites GPS, Galileo, Glonass y BeiDou.
- ▶ **Precisión y exactitud en tecnologías de localización:** Se dan pautas para la evaluación de la calidad de los datos de geolocalización obtenidos con un dispositivo móvil.
- ▶ **Beacons y localización por proximidad:** se presentan algunos mecanismos de localización de interiores y se aborda específicamente el uso de balizas o *beacons* basadas en Bluetooth.

3.2. Servicios basados en localización

Los **servicios basados en localización** (LBS, *Location Based Services*) se pueden definir como aquellos servicios que integran la ubicación (geográfica, de red, o conceptual) de un dispositivo móvil con otra información de contexto relevante, proporcionando al usuario un valor añadido.

Muchos de estos servicios se conocen coloquialmente como de «**geolocalización móvil**», y pueden ir desde aplicaciones básicas de mapas y de guiado, hasta otras más sofisticadas, de realidad aumentada, en las que los servicios LBS son parte importante, como se pudo observar en su momento con el fenómeno *Pokemon Go*.

Actualmente existen varios puntos de vista para la clasificación de los servicios o aplicaciones basados en localización (LBS). Una de las principales distinciones se realiza en torno a si son servicios orientados a personas o a dispositivos:

- ▶ Las aplicaciones LBS **orientadas a personas** son todas aquellas en las que el propósito principal de la aplicación es **determinar la ubicación de una persona o bien usar la posición de una persona para ofrecer un servicio de valor añadido**. A modo de ejemplo, podemos imaginar una app gracias a la cual un empleado de mantenimiento de parques y jardines puede enviar una notificación de una incidencia, junto con su ubicación.
- ▶ En este caso la persona objeto de la localización es la que **siempre debe controlar el servicio** y decidir explícitamente cuándo se obtiene y se utiliza la información de su ubicación. Esto debe ser así, por cuestión elemental de protección de la privacidad, especialmente en los casos en los que un usuario cede explícitamente el permiso para que un tercero pueda conocer su ubicación o realizar un seguimiento de sus ubicaciones en tiempo real.



Figura 1. Compartición de ubicación para un contacto de WhatsApp, tanto información estática de posición, como en tiempo real.

Este control debe ser explícito también en cuanto a la duración de la cesión de los datos de ubicación. Por ejemplo, en la app de Google maps se puede definir el tiempo durante el cual se usa el servicio «compartir ubicación».

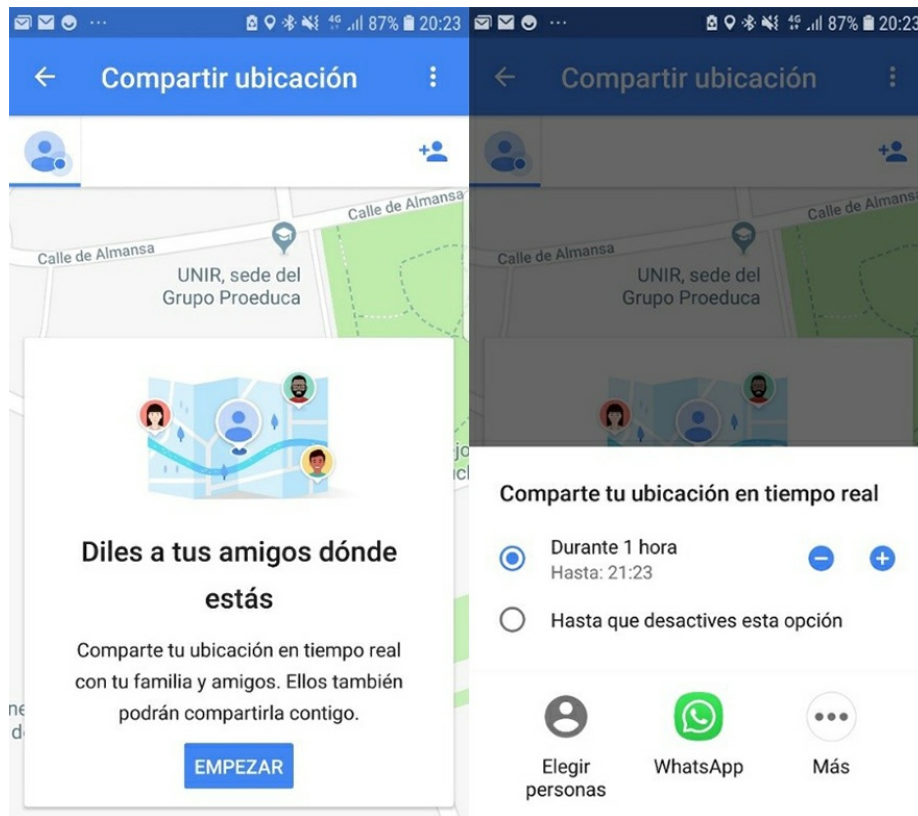


Figura 2. Opción «compartir ubicación» de Google Maps, que permite activar el seguimiento en tiempo real con una duración limitada.

- Las aplicaciones LBS **orientadas a dispositivos** son externas al usuario, que no gestiona su propia ubicación como foco principal, sino que le permiten conocer la ubicación de dispositivos que comparten de forma pública o privada su información de posición.

Por ejemplo, aplicaciones de monitorización continua para la gestión de flotas o de **recuperación de vehículos robados**. En este caso, es un dispositivo normalmente embarcado en vehículos el que sin intervención humana y de forma autónoma, permite la localización a un tercero.

O también, los **servicios de carsharing** que tanta popularidad tienen recientemente, en los que con una app se pueden localizar vehículos disponibles cerca de la posición del usuario, y que incluso permiten acceder a cierta información de

telemetría, como el nivel de carga de la batería de cada vehículo (habitualmente se trata de vehículos 100 % eléctricos).

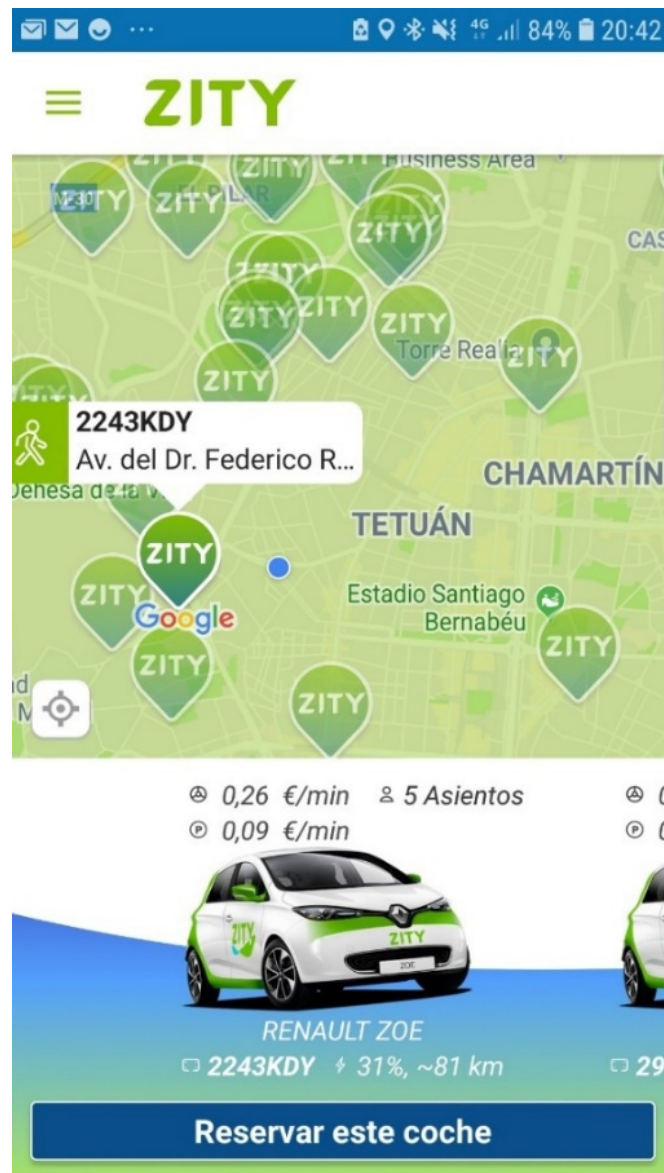


Figura 3. App de *carsharing* que permite conocer la disponibilidad de vehículos próximos con información de nivel de carga y autonomía.

Por otra parte, las aplicaciones LBS se pueden clasificar como **reactivas** o **proactivas**, según el grado de intervención del sujeto de la localización:

- ▶ Una **aplicación LBS reactiva** es aquella que siempre es activada explícitamente por el usuario. En este caso, la interacción entre el usuario y el servicio LBS es siempre del mismo tipo: el usuario invoca el servicio desde un dispositivo móvil, solicitando entonces ciertas funciones o determinada información, y para ello el servicio obtiene la información de localización necesaria, la procesa y entrega los resultados contextualizados al usuario (por ejemplo, la lista de farmacias de guardia más próximas).
- ▶ Así, un servicio LBS reactivo se caracteriza por la **interacción necesaria entre usuario y servicio**. Si se trata de actividades de monitorización continua, conllevan un elevado tráfico de datos que conviene regular en términos de frecuencia de actualización.
- ▶ Por el contrario, una **aplicación LBS proactiva**,, también denominada **aplicación LBS de tipo Push**, se inicializa automáticamente siempre que se produce un evento de localización predefinido, por ejemplo, si un usuario se acerca a, entra en o abandona una determinada zona o punto de interés.
- ▶ Una buena muestra de este tipo de servicio sería un servicio de *marketing* móvil que enviase (con su consentimiento previo) un mensaje a un cliente con alguna oferta promocional cuando este se acerque a una de las tiendas de una cadena de distribución comercial minorista. Así, en los servicios proactivos, **la interacción entre el usuario y el servicio es asíncrona**, no prevista de antemano por el usuario, por lo que se requiere que las aplicaciones realicen necesariamente una monitorización continua del usuario para detectar eventos de localización.

Es importante reseñar que las aplicaciones LBS pueden tener **distintos grados de exigencia sobre la exactitud del dato de la posición geográfica** para que sean utilizables. Por supuesto, la viabilidad de algunos de estos servicios dependerá fuertemente de la disponibilidad de determinadas tecnologías de localización que contemplen dichos niveles de exactitud.

Por ejemplo, de nada valdría intentar crear un servicio de localización que guiase paso a paso a un peatón con su móvil hasta el cajero automático más cercano de la red de su entidad bancaria si la tecnología LBS usada para ubicarle geográficamente únicamente puede ofrecer una exactitud equivalente a 500 metros.

Tipo de aplicación – Exigencia de exactitud	
Direcciones y guiado	Alta
Emergencias	Alta
Seguimiento de activos valiosos	Alta
Realidad Aumentada	Media-Alta
Comercio electrónico móvil	Media-Alta
Publicidad geolocalizada	Media-Alta
Gestión de flotas	Media
Información de tráfico	Media-Baja

Tabla 1. Aplicaciones LBS y nivel de exactitud de localización que las hace viables.

3.3. Tecnologías para la localización móvil

Una vez conocidos los distintos tipos de aplicaciones basadas en localización, es el momento de conocer las tecnologías que físicamente hacen posible dicha localización, principalmente en el sentido de conocer sus grados de precisión y exactitud.

Básicamente existen dos tipos de tecnologías físicas de localización de dispositivos móviles:

- ▶ En la **localización basada en red**, es la infraestructura del propio operador móvil la que realiza la localización. Esta información de localización siempre está disponible si el dispositivo móvil del usuario está operativo y conectado a la red del operador, y **es totalmente independiente del tipo de dispositivo móvil empleado**, incluso si no es un smartphone. En efecto, el operador, para poder dar servicio de telefonía móvil y datos a sus usuarios, necesariamente los tiene permanentemente localizados: grosso modo, como mínimo sabe qué antena (técnicamente hablando, BTS/Nodo-B/eNodeB) se está usando para la comunicación.



Figura 4. Localización de un dispositivo móvil (estrella azul) mediante trilateración de la señal obtenida por tres antenas de telefonía móvil. Fuente: gsma.org

- ▶ En la segunda opción, **la localización basada en terminal**, son los propios

dispositivos móviles los que, de forma totalmente autónoma realizan las operaciones necesarias para obtener la posición. Esto es posible porque el hardware especial necesario (por ejemplo, circuitos receptores de señales GPS y otros sensores) ya suele venir integrado de fábrica

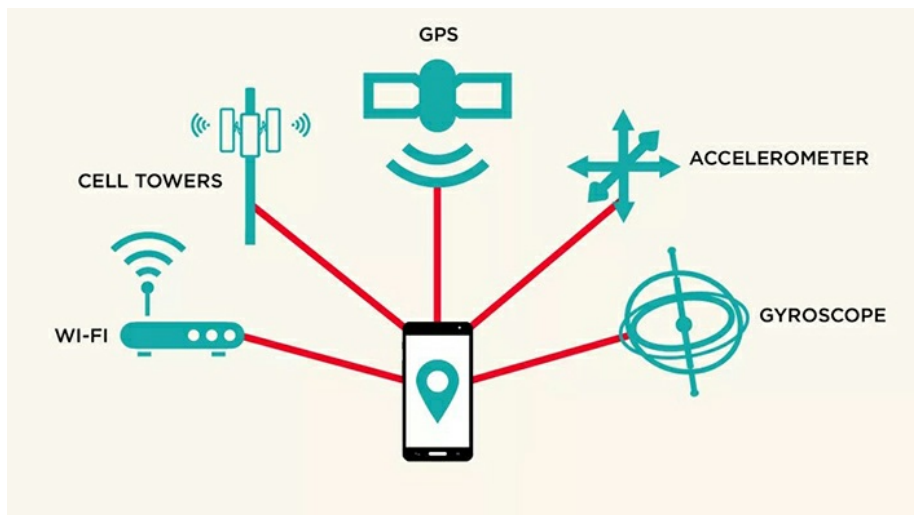


Figura 5. Distintas tecnologías que permiten la localización basada en terminal. Fuente. lbeacon.com.hk

3.4. Localización basada en GNSS

Entre las tecnologías basadas en terminal, la más extendida a la hora de obtener una ubicación geográfica es la basada en un **Sistema de Navegación Global por Satélite (GNSS, Global Navigation Satellite System)**.

Un Sistema de Navegación Global por Satélite es una constelación de satélites que transmiten señales desde el espacio, con información que contiene datos de tiempos e información de ayuda para la localización. Los receptores GNSS, en este caso incluidos en dispositivos móviles, utilizan estos datos para calcular la ubicación

Por definición, un GNSS proporciona cobertura global, y existen distintos GNSS en la actualidad:

- ▶ **GPS** (Global Positioning System), de EEUU.
- ▶ **Galileo**, de la Unión Europea.
- ▶ **GLONASS**, de Rusia.
- ▶ **BeiDou**, de China.

Existen además otros sistemas que no son globales, sino de ámbito regional, como IRNSS de India, y QZSS de Japón.

Por ejemplo, el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) utiliza una constelación de 24 satélites alimentados por energía solar, que orbitan a poco más de 19 km sobre la superficie de la Tierra. Los receptores móviles de GPS (en este caso, los terminales móviles), situados en la superficie de la Tierra, usan las señales de radio que difunden estos satélites para determinar la posición del receptor, normalmente expresada como latitud, longitud y otros datos adicionales.

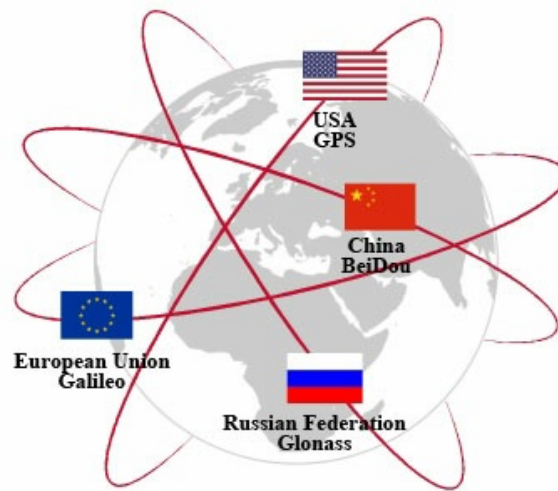


Figura 6. Distintas constelaciones de satélites GNSS. Fuente: <https://es.tab-tv.com/>

Buena parte de los dispositivos móviles de gama media-alta disponen de receptores GNSS para varias de las constelaciones antes señaladas. Dada su cobertura global y elevado grado de exactitud, el uso de la tecnología GNSS como medio de localización basado en terminal constituye la opción más interesante entre las diversas tecnologías de localización móvil.

Sin embargo, en relación con los requisitos habituales de los servicios LBS, el uso de sistemas GNSS tiene algunos inconvenientes, siendo el principal de ellos el normalmente alto consumo energético del propio receptor GNSS integrado en el terminal móvil, así como un elevado (y a veces impracticable) tiempo para obtener la primera posición, y una mala cobertura del servicio en interiores.

El Tiempo de Primera Adquisición de datos de localización, también denominado **Time To First Fix (TTFF)** suele ser alto cuando se enciende por primera vez un dispositivo GNSS en una ubicación diferente a donde se usó por última vez. Puede llegar a ser de varios minutos.

Con el fin de solventar estos problemas, en el ámbito particular de la tecnología móvil, se ha creado una tecnología de asistencia a la localización denominada GNSS

Asistido.

Por ejemplo, en el caso de **A-GPS (GPS Asistido)**, se ha integrado la tecnología GPS en las redes de los operadores móviles de modo que estas ayudan al dispositivo móvil a acelerar el proceso de búsqueda de ubicación. Las mejoras que la localización A-GPS aporta a la basada en GPS son las siguientes:

- ▶ Precisión mejorada.
- ▶ Reducción del tiempo de adquisición de posición.
- ▶ Menor consumo energético en el dispositivo móvil.
- ▶ Incremento de la sensibilidad del receptor GPS del dispositivo.

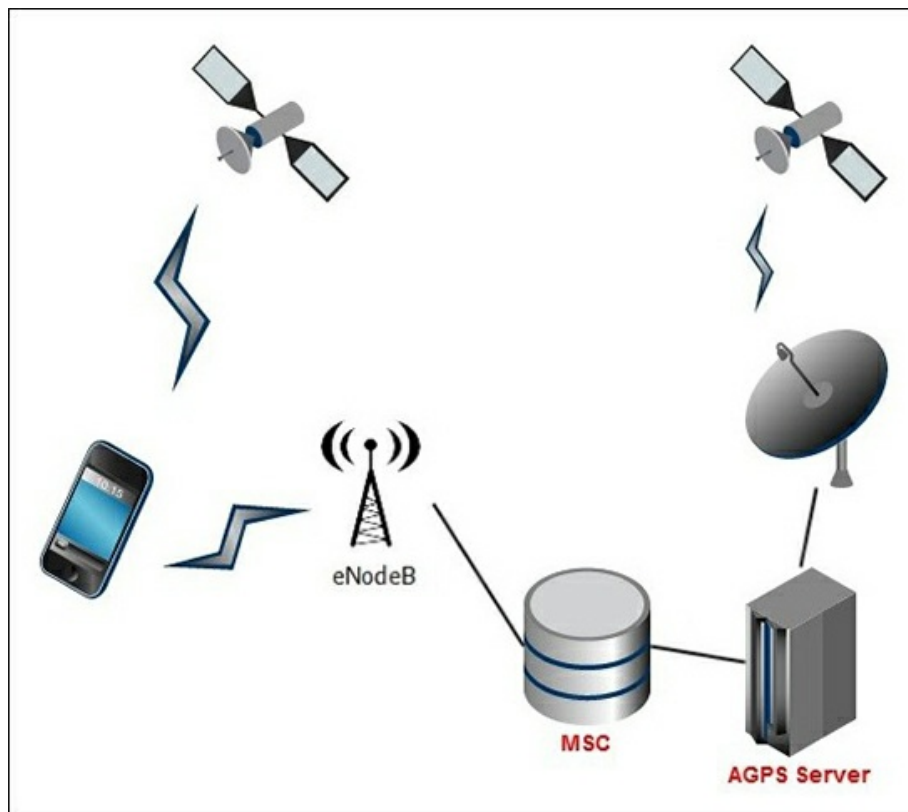


Figura 7. Operación de A-GPS. Fuente: Technical Diary (yeehas.egloss.com).

Finalmente, en la siguiente tabla se muestra un resumen de los distintos métodos de localización física basada en terminal, indicando cada tecnología, su modo de operación (autónomo o asistido por la red móvil) así como el tipo de red en que son aplicables.

Tecnología		Localización física basada en terminal		
		Modo		Tipo de señales usadas para la localización
		Basado en Terminal	Asistido por la red	
Satélite	GPS	✓		GNSS
	Galileo	✓		
Satélite + Red Móvil	A-GPS	✓	✓	GNSS + Red móvil 2G/3G/4G

Tabla 2. Localización física basada en terminal.

Se debe señalar que es de esperar que haya diferencias operativas en las ubicaciones obtenidas con el receptor GNSS de un dispositivo móvil con respecto a los patrones de comportamiento observables en dispositivos GNSS de propósito específico, fundamentalmente debidas a las **limitaciones físicas y operativas que impone la inclusión del hardware de receptor GNSS en un dispositivo móvil**, que compite por espacio y consumo de batería con el resto de los elementos que configuran un smartphone.

Esto es especialmente relevante en cuanto a la **antena GNSS**, que suele estar integrada por motivos de diseño, y que tiene necesariamente propiedades bien diferentes de las de receptores GNSS de alto rendimiento, con un sistema de antenas sólido y optimizado. Así, debido a estas limitaciones en el hardware, cabe esperar un peor comportamiento en lo referente a precisión y exactitud posicional en un smartphone, que en un dispositivo GNSS convencional.

3.5. Precisión y Exactitud en tecnologías de localización

Llegados a este punto, es importante ocuparnos de las métricas que se pueden utilizar para evaluar la calidad de la información de ubicación geográfica que nos proporciona un dispositivo móvil que haga uso de los sistemas GNSS.

Según la terminología que se recoge en el Vocabulario Internacional de Metrología:

- ▶ Se define la **exactitud** de una medida cómo la proximidad existente entre un valor medido y un valor verdadero de un mensurando.
- ▶ Se define la **precisión** de la medida como la proximidad existente entre las indicaciones o valores medidos obtenidos en mediciones repetidas de un mismo objeto, o de objetos similares, bajo condiciones específicas. Estas condiciones se denominan principalmente condiciones de repetibilidad, o de reproducibilidad, y, por tanto, frecuentemente **el término precisión denota simplemente repetibilidad**, es decir, está asociado a la dispersión de las mediciones reiteradas, la cual es habitual expresarla numéricamente mediante medidas de dispersión tales como la desviación típica o la varianza.

Para poder realizar los cálculos comparativos, lo habitual es registrar las posiciones geográficas usando grados decimales con un *datum* **WGS-1984**, sistema geodésico de referencia original del GPS y equivalente directo del **ETRS-89** europeo para la gran mayoría de aplicaciones topográficas o cartográficas.

Se denomina *Datum* a un conjunto de parámetros que sirven de origen para realizar medidas en la Tierra, teniendo en cuenta que esta no es un elipsoide perfecto).

Por comodidad, estas coordenadas se suelen transformar a coordenadas

planimétricas, expresadas en metros, según el sistema de coordenadas UTM. Se toma siempre un punto de referencia bien conocido (con equipos de medición de grado profesional), con coordenadas planimétricas X_{real} e Y_{real} , correspondientes a la longitud y la latitud.

La variable **EXACTITUD** para cada valor observado será:

$$Exactitud_i = \sqrt{e_{xi}^2 + e_{yi}^2}$$

Donde:

$$e_{xi} = X_i - X_{real}$$

$$e_{yi} = Y_i - y_{real}$$

Para el caso de la precisión se realizarán los cálculos utilizando la media muestral de las observaciones en lugar del valor real utilizado para la exactitud.

A estos efectos, se definen:

- ▶ **DeltaX** como la diferencia entre el dato obtenido en cada una de las observaciones de la muestra para el valor longitud y el valor de la media muestral de la longitud.
- ▶ **DeltaY** como la diferencia entre el dato obtenido en cada una de las observaciones de la muestra para el valor latitud y el valor de la media muestral de la latitud

La variable **PRECISIÓN** planimétrica para cada observación i de la muestra será

$$Precision_i = \sqrt{Delta_X^2 + Delta_Y^2}$$

3.6. Beacons: localización por proximidad

En el caso de localización en interiores, la cuestión es más complicada, al no llegar la señal de los sistemas GNSS, o llegar fuertemente atenuada por la propia estructura de las edificaciones.

En estos casos se suelen utilizar otros mecanismos de localización utilizando por ejemplo técnicas basadas en la potencia de señal recibida en redes WiFi, en tecnologías de proximidad como las Balizas, uso de sensores geomagnéticos, etc. Aquí nos ocuparemos de una de las tecnologías de localización de interiores por proximidad más interesantes: las **balizas o beacons**.

Las **balizas o beacons** con dispositivos de tamaño reducido, que utilizan la tecnología bluetooth para su funcionamiento. Su operativa es simple: transmiten de forma cíclica una señal radio dirigida a los dispositivos móviles que se encuentran en las proximidades.

La clave es que esta señal incluye un **identificador (ID)** que es único para cada baliza fabricada en el mundo (incluso habiendo como hay muy numerosos fabricantes).



Figura 8. En esta imagen se muestra cómo es una baliza por dentro. Se observa que hay una pila que puede durar hasta cuatro años. Fuente: estimote.com

El funcionamiento es el siguiente: cuando un dispositivo móvil, con bluetooth activado y en algunos casos con una determinada app activa, se aproxima al área de cobertura de un *beacon*:

- ▶ Se detecta ese *beacon* específico.
- ▶ Se obtiene su ID.
- ▶ Con el ID se puede obtener información sobre el entorno o contexto donde está situado dicha baliza.

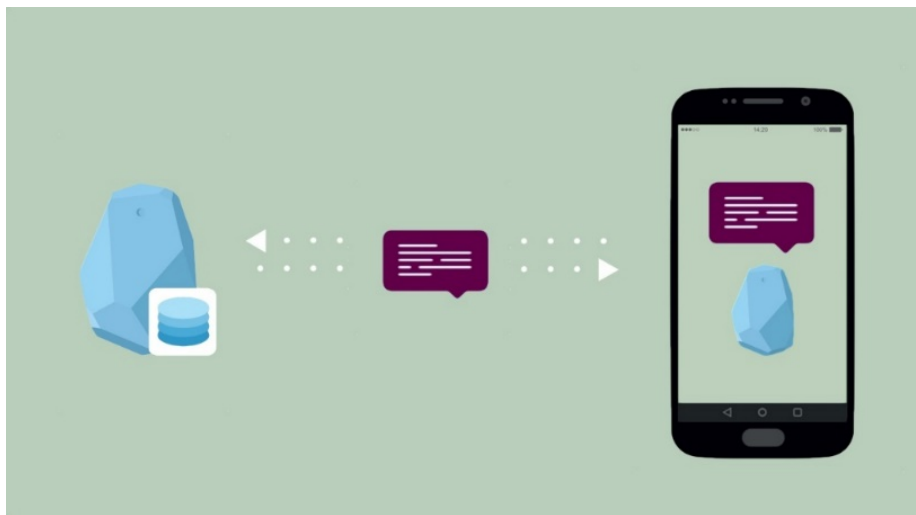


Figura 9. Operativa de un beacon cuando un smartphone se acerca. Fuente: estimote.com

Como ejemplo de caso de uso, en un aeropuerto se pueden desplegar distintos *beacons* en el trayecto que realizan los viajeros una vez aterrizado su avión en busca del equipaje facturado. Cada uno de estos *beacons* tiene su propio ID, y que está registrado en la app del aeropuerto. Cuando un viajero, que tiene instalada la app, en su trayecto para recoger el equipaje se aproxima a uno de estos *beacons*, y reconoce su ID, puede recibir información personalizada sobre la cinta en la que podrá recoger su equipaje, si esta ya está funcionando, e incluso la distancia que le queda por recorrer.



Figura 10. Uso de balizas en un aeropuerto. Fuente: blog.beaconstack.com

A nivel técnico, en la actualidad existen dos tipos diferentes de balizas: los **iBeacons**, que están enfocados al ecosistema de dispositivos de Apple, y **Eddystone**, que son los indicados por Google para su ecosistema Android.

Las balizas de tipo **Eddystone** son bastante más versátiles, puesto que se pueden configurar para que envíen más datos que el simple ID, como por ejemplo direcciones web (su URL) o también información de telemetría que, mediante la señalización de distancias a la baliza, permitiría crear apps de navegación o guiado en interiores.

En la actualidad, uno de los inconvenientes de la tecnología de balizas bluetooth es que numerosos usuarios de dispositivos móviles normalmente mantienen desactivado el bluetooth, por considerar que el consumo de batería es notable. Esto tenía su justificación en las primeras versiones de la tecnología, pero lo cierto es que, con el actual estándar empleado en las balizas, denominado **Bluetooth Low Energy (BLE)**, el consumo es realmente reducido y ese temor tiene ya poca base.

Technical Specification	Classic Bluetooth technology	Bluetooth low energy technology
Radio Frequency	2.4 Ghz	2.4 Ghz
Distance/Range	30 meters	50 meters
Over the air data rate	1–3 Mbit/s	1 Mbit/s
Application throughput	0.7–2.1 Mbit/s	0.2 Mbit/s
Active slaves	7-16,777,184	Unlimited
Security	64/128-bit and application layer user defined	128-bit AES and application layer user defined
Robustness	Adaptive fast frequency hopping, FEC, fast ACK	
Adaptive fast frequency hopping		
Latency (from a non-connected state)	Typically 100 ms	6 ms
Total time to send data	100 ms	<6 ms
Government Regulation	Worldwide	Worldwide
Certification Body	Bluetooth SIG	Bluetooth SIG
Voice capable	Yes	Yes, with some limitation
Network topology	Scatternet	
Star-bus		
Power consumption	1 as the reference	0.01 to 0.5 (depending on use case)
Peak current consumption	<30 mA	<15 mA
Service discovery	Yes	Yes
Profile concept	Yes	Yes
Primary use cases	Mobile phones, gaming, headsets, stereo audio streaming, automotive, PCs etc.	Mobile phones, gaming, PCs, watches, sports and fitness, healthcare, security & proximity, automotive, home electronics, automation, Industrial, etc.

Figura 11. Comparación entre Bluetooth clásico y Bluetooth Low Energy (BLE). Fuente: rctmagazine.com

Tecnologías de localización

En esta lección magistral se abordan las distintas tecnologías de localización para smartphones, así como el imparto de los nuevos receptores de doble frecuencia.

Beacons

¿Qué son los Beacons? (4 de noviembre de 2020). Viewnext.
<https://www.viewnext.com/que-son-los-beacons/>

Documento claro en el que se explica de forma muy directa y sucinta la información más relevante sobre la tecnología de los *Beacons*.

Geolocalización de Interiores: experiencias SITUM

Indoor mapping (S. f.). Situm. <https://situm.com/en/solutions/indoor-mapping/>

Interesante lista de casos de éxito de apps que hacen uso de la tecnología de geolocalización en interiores de SITUM, *startup* española radicada en Santiago de Compostela.

Sistemas de geolocalización en dispositivos móviles

Universitat Politècnica de València – UPV. (1 de abril de 2014). *Sistemas de geolocalización en dispositivos móviles. / / UPV* [Vídeo]. YouTube. <https://youtu.be/YmzoMQDkMgA>

Exposición del profesor Jesús Tomás sobre tecnologías de localización móvil basadas en GPS, identificación de célula (Cell Id) y Wi-Fi.

Precise Positioning using raw GPS measurements from Android smartphones

Banville, S. y Van Diggelen, F. (7 de noviembre de 2016). Innovation: Precise Positioning using raw GPS measurements from Android smartphones. *GPSworld*. [Mensaje en un blog]. <http://gpsworld.com/innovation-precise-positioning-using-raw-gps-measurements-from-android-smartphones/>

Interesantísimo artículo en el que se analizan las nuevas posibilidades de acceso a la información de los satélites que brindan los dispositivos Android desde la versión Nougat (7.0), y que puede hacer posible el desarrollo de apps con exactitudes mucho más altas en lo referente a la geolocalización.

1. Sobre las aplicaciones LBS orientadas a personas
 - A. El usuario no controla el servicio.
 - B. El usuario objeto de la localización debe controlar siempre el servicio.
 - C. La localización se utiliza únicamente para redes sociales.

2. Los servicios de carsharing o vehículos compartidos
 - A. Utilizan apps LBS orientadas a dispositivos.
 - B. Utilizan apps LBS que no tienen en cuenta la ubicación del usuario que los solicita.
 - C. Utilizan servicios de localización en interiores como tecnología predominante.

3. Una aplicación LBS reactiva
 - A. Es aquella que reacciona negativamente cuando obtiene datos de ubicación poco convincentes.
 - B. Es aquella que está programada con la librería de código abierto React.
 - C. Se caracteriza por la interacción necesaria entre usuario y servicio.

4. En una aplicación LBS de tipo Push
 - A. La interacción entre el usuario y el servicio es asíncrona.
 - B. No es posible la inicialización automática por determinados eventos.
 - C. La interacción entre el usuario y el servicio es síncrona.

5. Las tecnologías de localización basadas en red
 - A. Únicamente permiten localizar smartphones.
 - B. Permiten localizar cualquier tipo de dispositivo móvil.
 - C. Son aquellas que utilizan una red neuronal para mejorar la localización.

6. La exactitud en GNSS

- A. Es lo mismo que la precisión.
- B. Expresa una proximidad entre una ubicación real y una ubicación obtenida.
- C. No es cuantificable en el caso de dispositivos de tipo smartphone.

7. Para calcular la exactitud en GNSS

- A. Se debe tener un punto geográfico de referencia muy bien conocido.
- B. Solo es posible hacerlo con un smartphone del ecosistema de Apple.
- C. El smartphone debe tener desactivado el servicio de Ubicación/Geolocalización.

8. Las antenas GNSS en los dispositivos móviles

- A. Son mucho más eficientes que las de dispositivos GNSS específicos de alto rendimiento.
- B. Suelen ser antenas camufladas en el cable de los auriculares no inalámbricos.
- C. A y B son correctas.

9. La tecnología de beacons

- A. Únicamente puede funcionar con smartphones de Apple.
- B. Se puede utilizar para ofrecer información del entorno o contexto próximo.
- C. Es una tecnología aún incipiente y aún no comercializada, en la que trabaja Google y que Apple replicará posteriormente en sus dispositivos.

10. Acerca de las balizas o beacons

- A. Existen dos alternativas: iBeacon y Eddystone.
- B. Suelen tener una batería con muy poca autonomía (una semana en el mejor caso).
- C. Están específicamente diseñadas para entornos marinos, y se colocan en boyas de señalización.