

## **Análisis y Metodología Empleada**

El sistema GPS proporciona la ubicación del usuario en tres dimensiones, sin embargo, como se observó, existen ciertas limitaciones en GPS para que el usuario pueda usar un servicio cien por ciento disponible al realizar localizaciones. Es por ello que se ha buscado desarrollar distintas tecnologías que acompañadas de GPS permitan proporcionar un servicio de localización más eficiente para el usuario.

Analizando las bondades y los puntos en contra que ofrece GPS se pudo determinar el sistema AGPS. Dentro de las bondades, se mantiene como esencia que se trata de un sistema práctico para los usuarios que les permita obtener su localización desde cualquier parte del mundo en poco tiempo, cualidad que había que aprovechar y mejorar.

Sin embargo, con GPS el tiempo que tarda la terminal en mantener la conexión a los satélites que le servirán para proporcionar la ubicación en ocasiones puede variar de 30 s a cerca de cinco minutos, lo cual resta efectividad del sistema y a la vez, consume grandes cantidades de energía (de la batería).

Es por ello que se buscaba emplear un sistema que permitiera que los usuarios obtuvieran su localización en cuestión de segundos sin requerir un desgaste significativo en su batería.

Con base a este contexto, a continuación se describe un panorama general de la forma de operación de AGPS.

## **Contexto de AGPS**

AGPS [Assisted Positioning System - Sistema de Posicionamiento Global Asistido], se integra de dos plataformas, un sistema terrestre conectado a una red de radiocomunicación y a su vez a una constelación satelital GPS que puedan proveer información entre ambas plataformas a los receptores de GPS.

Es por esto que esta tecnología ayuda a mejorar el servicio del procesamiento de ubicaciones del sistema GPS, sus receptores y la información proporcionada al usuario final.

La solución de AGPS es una combinación de GPS, el cual se debe encontrar integrado al

dispositivo celular e información asistida proporcionada por la red celular facilitando al sistema GPS el cálculo de la ubicación del usuario.

Siempre que se habla de este tipo de tecnologías se resalta el concepto de TTFF [Time To First Fix - Primer Tiempo de Fijación de la Señal], que es el periodo que tarda el receptor de la terminal en comunicarse con los satélites para obtener la primera localización, (por ello para AGPS el tiempo para lograr la primera conexión se reduce en gran medida respecto a GPS).

De forma general, para obtener la información asistida, los componentes de la red envían la información de posicionamiento de la terminal al receptor, aprovechando que este debe mantenerse conectado a la infraestructura celular.

De esta forma al momento en que se realiza el cálculo de posicionamiento se tendrá un ahorro de tiempo, ya que se contará con una referencia de ubicación del dispositivo móvil para reducir el tiempo de TTFF y por lo mismo se tendrá un ahorro en la batería del equipo celular; todo esto al mismo tiempo que se incrementa la precisión de la ubicación.

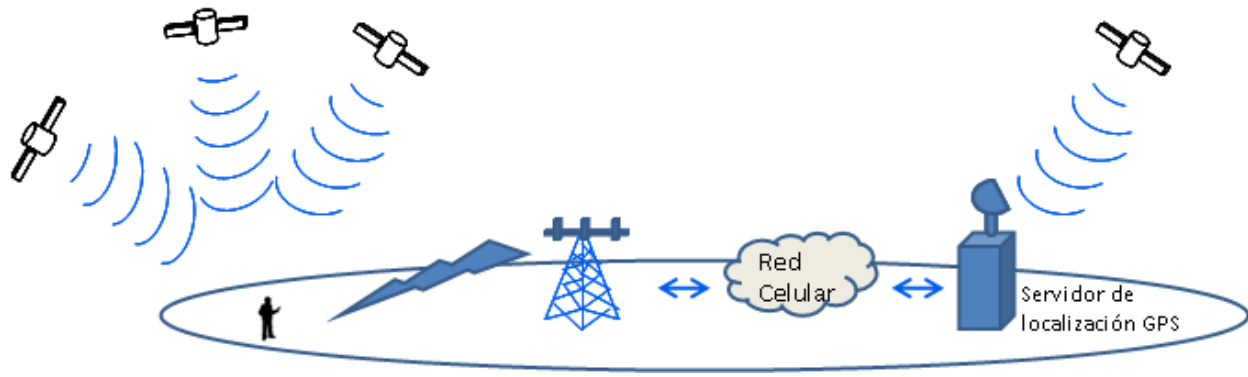


Fig.14 Concepto General de la operación de AGPS

### **Métodos de Operación de AGPS**

Existen varias formas de determinar la posición del dispositivo terminal, se detallará brevemente en ellas. Para ello es necesario aclarar que se entiende por información asistida a aquella información proveniente de otros métodos de localización distintos de GPS que ayudan a este a determinar la ubicación del dispositivo celular con mayor precisión.

*Stand Alone* → Independiente

- ✓ No se provee asistencia cuando la terminal realiza el cálculo de la posición
- ✓ Se incrementa el parámetro TTFF y el consumo de batería
- ✓ Disminuye la precisión
- ✓ Es bastante útil cuando el dispositivo terminal se encuentra en un lugar sin recepción, o cuando por distintos motivos las Redes Telefónicas permanecen parte del tiempo sin operación.
- ✓ La conexión con GPS solamente se requiere en el dispositivo celular.

*MS Based* → Basado en la Estación Móvil (*Mobile Station*)

- ✓ En esta modalidad, se envía información asistida al dispositivo celular periódicamente solamente en caso de requerirse.
- ✓ Un servidor perteneciente a la plataforma de AGPS que se encuentra comunicado a la Red Celular envía información asistida al dispositivo celular cuando se requiere.
- ✓ Con dicha información el dispositivo móvil ejecuta los cálculos de posicionamiento.
- ✓ Requiere que la red envíe información de asistencia al dispositivo celular.

*MS Assisted* → Estación Móvil Asistida

- ✓ Es decir, que el dispositivo celular requiere de información asistida durante todo el tiempo.
- ✓ Un servidor perteneciente a la plataforma de AGPS que se encuentra comunicado a la Red Celular envía información asistida al dispositivo celular cuando se requiere.
- ✓ Con dicha información el dispositivo móvil calcula rangos de ubicación del otro dispositivo móvil y en base a ello ejecuta los cálculos de posicionamiento y los envía al servidor, el cual se encarga de llevar a cabo el procesamiento para calcular la posición final del equipo terminal.
- ✓ Requiere mantener buena comunicación con la Red Celular, para estar al tanto de la información asistida para cada posicionamiento.

## **Control Plane y User Plane**

Los dispositivos utilizan la información asistida para mejorar la precisión en los cálculos de posicionamiento. Es por ello que se requiere conocer los métodos por los cuales es factible que la terminal sea capaz de comunicarse con la plataforma de AGPS y la Red Celular.

Existen dos formas de la recepción y envío de la información asistida al dispositivo celular. El Plano de Control o Control Plane donde el control de los mensajes enviados se encuentra en la red celular y el plano del usuario, donde los mensajes intercambiados entre los equipos terminales y el servidor de AGPS se comunican mediante una conexión IP.

### *Control Plane*

Plano de Control, esta arquitectura permite buena precisión, en ella se envía la información necesaria para la comunicación de la plataforma de AGPS mediante canales de control que se encuentran predefinidos en la red celular en las estructuras de señalización, los cuales forman una parte fundamental en el sistema de red de distribución de las llamadas, es por ello que tanto en redes 2G como en redes 3G se ha desarrollado este modelo.

Sin embargo, tiene la desventaja de que al incrementarse el número de usuarios en el sistema celular, tiende a saturar la capacidad del sistema poco a poco.

Este esquema requiere realizar varias configuraciones en la Red Celular (BSC y las MSC ) para poder soportar los mensajes de señalización estándar. Además de que el ancho de banda de la red debe ser bastante grande para permitir manejar información adicional además del tráfico de voz. Por lo cual, estos motivos hacen que la implementación de AGPS basada en Control Plane resulte costosa e incremente el tiempo en el posicionamiento.

Las aplicaciones LBS (Servicios Basados en Localización) se comunican primero con el GMLC [Gateway Mobile Location Center – Centro de Localización Móvil] que es la puerta de enlace entre los servicios de localización que obtiene el usuario final y la red móvil.

La primer tarea a ejecutar de GMLC es recibir la petición del dispositivo móvil. En seguida se encarga de iniciar el proceso para la obtención del posicionamiento en la red enrutando la petición hacia el SMLC.



Fig.15a - Conexión de GMLC y SMLC con la Red Celular

El SMLC [Serving Mobile Location Center - Centro de Localización de Servicios Móviles] calcula la ubicación actual del dispositivo móvil al mismo tiempo que se encarga de mantener la coordinación de la información requerida para el procesamiento del posicionamiento.

Ya que SMLC recibe las peticiones de GMLC para posteriormente ejecutarlas, puede integrarse directamente a una MSC para obtener información de la red.

Es así como GMLC puede obtener información de la red a través de las BTS. El GMLC se utiliza tanto para tecnología 2G como para tecnología 3G.

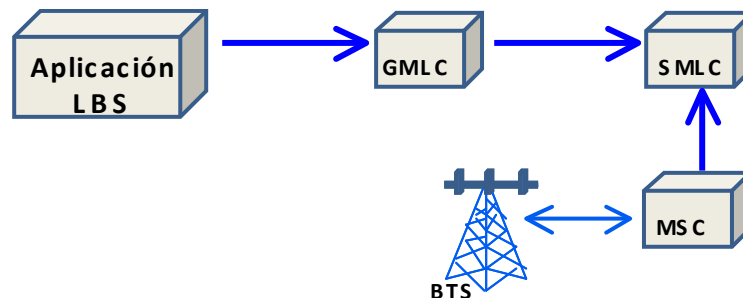


Fig.15b - Conexión de GMLC y SMLC con la Red Celular

LMU [Location Measurement Unit - La Unidad de Medida de Localización] es un subsistema integrado a la plataforma de la red para proveer coordinación en la información proporcionada por el SMLC. LMU fue introducido en las plataformas de localización para realizar la coordinación de la información obtenida con el SMLC y la información asistida para obtener la ubicación de la terminal.

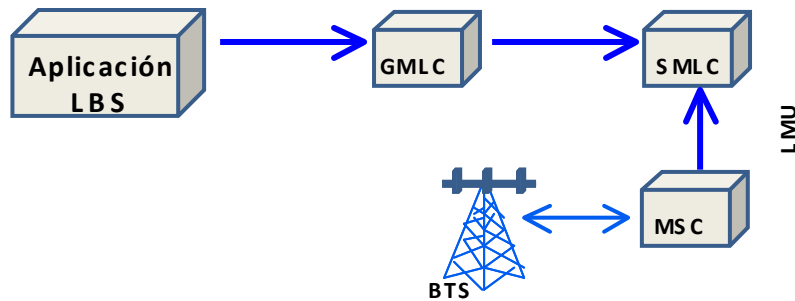


Fig.15c - Conexión de GMLC y SMLC con la Red Celular

Finalmente el GMLC finaliza el procedimiento de posicionamiento y se encarga de enviar la ubicación estimada a la aplicación externa contenida en la terminal. El siguiente esquema muestra la operación general de la solución mediante Control Plane, donde únicamente se agrega la parte de conexión del usuario con la red satelital y la información asistida que recibe el servidor de AGPS para facilitar a SMLC el cálculo del posicionamiento.

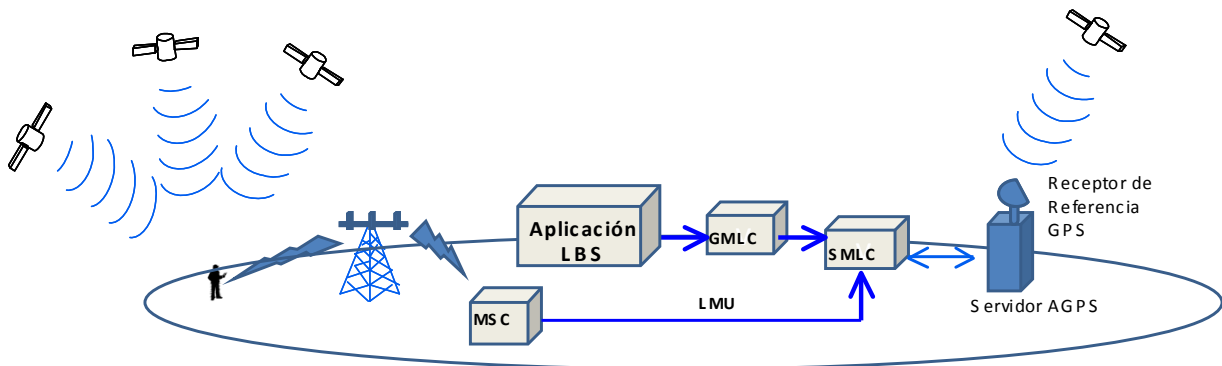


Fig.16 Esquema General de la operación de AGPS mediante Control Plane

### User Plane

User Plane surge como una alternativa a Control Plane a fin de eliminar la saturación en la capacidad del sistema celular debido a la información asistida mediante la señalización. Esta propuesta es de rápida implementación y de bajo costo, permite también una fácil adaptabilidad hacia las plataformas de AGPS y de la Red Celular.

De forma general la arquitectura de esta tecnología está compuesta de un servidor que se ocupará de la información asistida y un equipo terminal capaz de

interpretar dicha información. Esta relación surge con la idea de señalización de la red. En este esquema los mensajes son enviados a través de una conexión IP mediante GPRS o EDGE sin requerir específicamente un estándar.

Este sistema de AGPS es comúnmente llamado SUPL [Secure User Plane Location - Plano del Usuario de Localización Segura], como una arquitectura recientemente estandarizada mediante: OMA [Open Mobile Alliance - Alianza Abierta Móvil]. La siguiente figura muestra una imagen de su arquitectura:

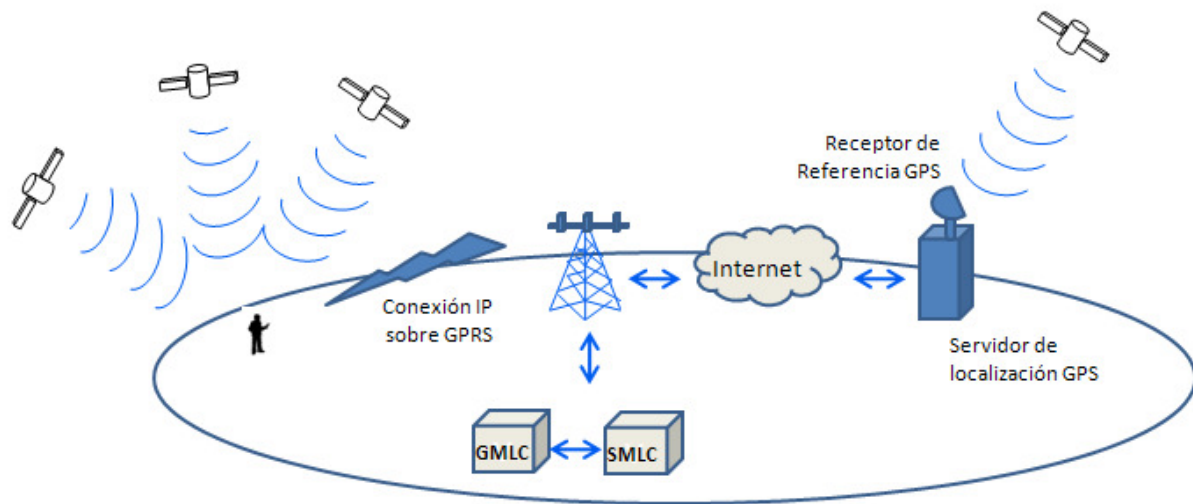


Fig.17 Esquema general de la operación de AGPS mediante User Plane

Esta arquitectura está compuesta de dos elementos básicos: *SUPL Enabled Terminal* (Habilitación de la Terminal), *SET* y *SUPL Location Platform* (Plataforma de Localización), *SLP* ; entendiéndose por SET al dispositivo terminal como un teléfono celular capaz de soportar transacciones SUPL.

SLP es la Plataforma de Localización que consta de un servidor que maneja las tareas asociadas con la autenticación, peticiones de localización, descargas de la aplicación para la localización, procesamiento y roaming.

La arquitectura de SUPL soporta dos protocolos: MLP [Mobile Location Protocol - Protocolo de Localización Móvil] y ULP [User Plane Location Protocol - Protocolo de Localización del Plano del Usuario]. MLP es usado para el intercambio de información de la localización entre SLP y el GMLC, así mismo, también se usa para el intercambio de información entre SLP y SET.

La arquitectura de SUPL es flexible en términos de la capacidad de la estación móvil para realizar la petición de la localización, por otro lado, el contenido de la información de asistencia varía constantemente.

A continuación se detalla el proceso de forma de operación de AGPS mediante SUPL.

### **Descripción del Proceso de operación de AGPS**

La plataforma SUPL es parte del GMLC y es principalmente utilizada para la transferencia de la información asistida y el procesamiento del cálculo de la localización.

En esta plataforma el dispositivo terminal mantiene dos conexiones: la normal hacia la Red Celular y su conexión de GPS; por lo que es indispensable que la terminal mantenga una conexión hacia un receptor GPS o lo tenga integrado. La Red Celular se mantiene en contacto con SLP para obtener las localizaciones mediante su conexión al servidor de AGPS.

A su vez, el sistema celular se comunica mediante un acceso a internet hacia un servidor de referencia, que se conectará hacia las antenas que se mantendrán en comunicación con los satélites para proporcionar la información asistida.

Cabe resaltar que la ubicación de estas antenas debe ser estratégica en cuanto a cobertura para facilitar realizar el cálculo de localización del dispositivo terminal. A continuación se describe de forma general el flujo de proceso de mensajes intercambiados entre las plataformas que intervienen para la determinación de la ubicación de un dispositivo celular, a fin de poder visualizar los pasos comentados.

Como se comentó, las antenas y el servidor de referencia se encuentran constantemente comunicados para poder enviar la información obtenida de los enlaces que mantiene mediante las constelaciones de GPS hacia SLP, por lo que la función del servidor de referencia será obtener la información de efemérides de los satélites para su envío periódico hacia el sistema celular, así como para proporcionar la información en el momento en el que le sean enviadas peticiones de requerimiento de información.



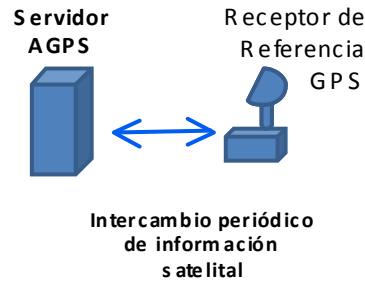


Fig.18a Representación AGPS mediante arquitectura SUPL

La información recibida por el receptor de AGPS incluye el almanaque, las efemérides, el tiempo de referencia, la precisión de la información asistida, la integridad en tiempo real y los modelos ionosféricos.

Se entiende por información de almanaque a aquella cuyo contenido consta de los parámetros orbitales de los satélites GPS; por otro lado, se entiende por efemérides a aquella información que nos proporciona datos del tiempo y la órbita precisa de cada satélite individual. El almanaque envía la actualización menos constante que las efemérides, ya que en este último la actualización de la información se obtiene por cada hora.

Para mantener actualizada la información, periódicamente SLP que es parte de GMLC realiza peticiones de localización al servidor AGPS de referencia.

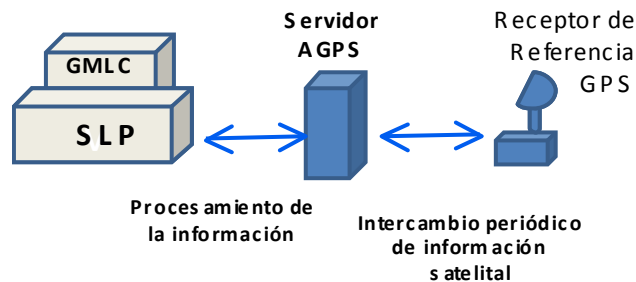


Fig.18b Representación AGPS mediante arquitectura SUPL

El GMLC una vez recibida esta información la convierte a un formato que posteriormente pueda ser interpretado por el dispositivo terminal y a su vez se mantiene almacenado en la memoria temporal de SLP. Estas son las conexiones que constantemente se mantienen para tener actualizada la información en el momento en que el usuario realice la petición.

Para esto como primer paso, la terminal (SET) hace la petición de localización, donde la comunicación para la transmisión y recepción de información es realizada mediante GPRS, por lo cual si la terminal aún no se encuentra conectada a un paquete de datos, entonces en ese momento inicia su conexión, de lo contrario, la continua. La terminal puede rehusar su conexión segura mediante IP para la sesión SUPL (entre SET y SLP).

Inicialmente se envía un mensaje de SUPL de inicio *SUPL Start*, el cual contiene un ID de sesión, identificador de localización (lid), revisión de los requisitos de capacidad en la terminal, como por ejemplo para determinar si la tecnología empleada se trata de tecnología 2G o 3G y otros parámetros opcionales cuya intención será aumentar la calidad de la posición QoP *Quality of Position*.

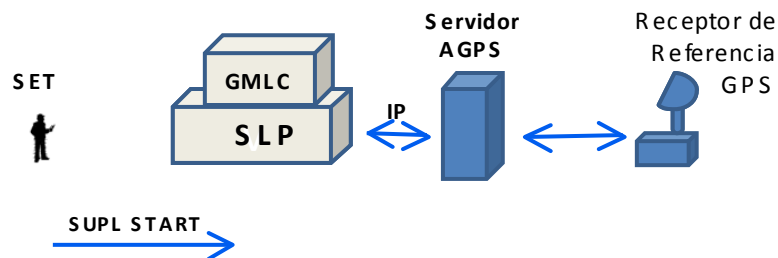


Fig.18c Representación AGPS mediante arquitectura SUPL

El GMLC proporciona el parámetro de Cell ID desde su base de datos que como recordamos se trata de un método de posicionamiento que proporcionará la información básica para poder determinar la ubicación del dispositivo móvil, es decir que identifica la célula a la que el dispositivo móvil se encuentra conectado al instante.

El uso de este método de localización es útil porque se comienza obteniendo información sobre la ubicación real del móvil dentro de una celda específica, además, la gran ventaja de este método es que resulta bastante barato utilizarlo, ya que la información se obtiene de las radiobases existentes en la red celular; sin embargo, por el contrario la desventaja de este método es que la precisión depende del tamaño del radio de la célula, por lo que mientras mas grande sea este, se tendrá menor precisión en la localización.

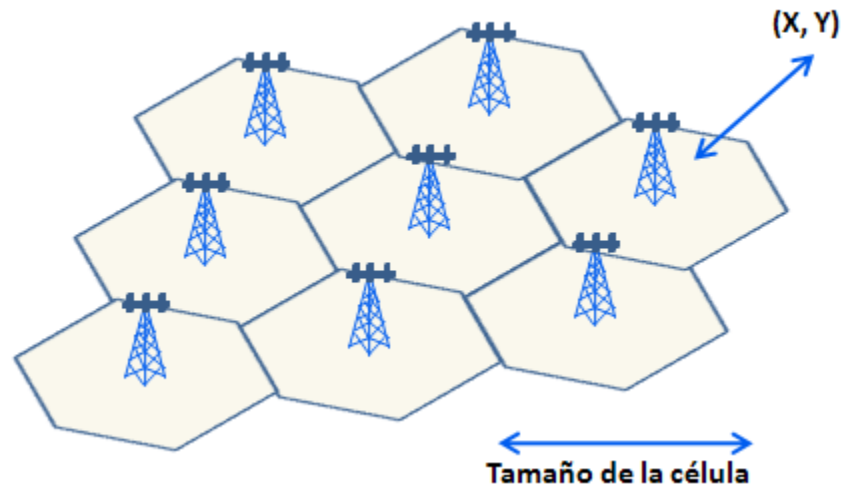


Fig.19 Representación de Cell ID

En el caso de AGPS, la información de Cell ID obtenida de la base de datos del GMLC proporcionará la latitud y la longitud correspondiente a la posición inicial calculada del dispositivo móvil.

Una vez que ya se tiene esta información recabada, SLP envía un mensaje de SUPL RESPONSE al dispositivo terminal. La intención de este mensaje es para responder al mensaje de SUPL START enviado por el teléfono celular proporcionándole el ID de la sesión actual. Este número de ID se mantendrá para identificación de la sesión entre el intercambio de mensajes del dispositivo terminal y de SLP.

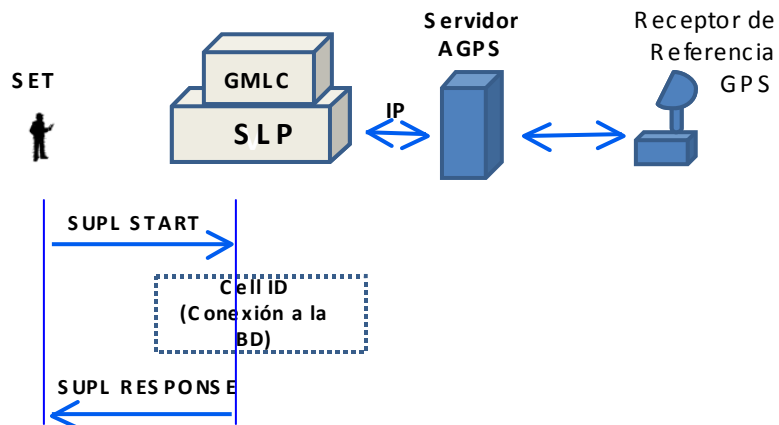


Fig.18d Representación AGPS mediante arquitectura SUPL

El teléfono móvil recibe la respuesta mediante el mensaje SLP RESPONSE y entonces envía un mensaje SUPL POS INIT hacia la plataforma SLP indicando la información de la capacidad del dispositivo celular y el identificador de localización.

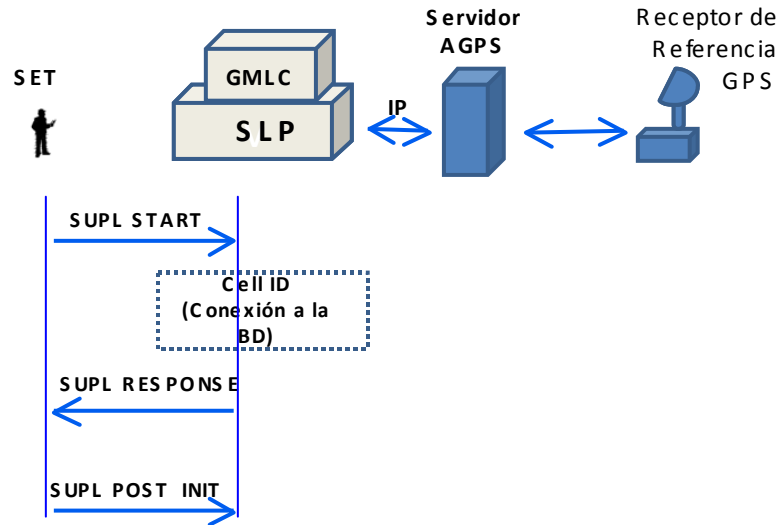


Fig.18e Representación AGPS mediante arquitectura SUPL

Al comparar el mensaje SUPL START con el contenido del mensaje SUPL POST INIT que también contiene nuevamente el número ID para indicar que se trata de la petición en curso, y la información de las capacidades del dispositivo terminal, SUPL POST INIT también realiza la petición para la obtención de la información asistida para la localización.

En ocasiones, esta petición puede requerir parámetros como el almanaque, especificaciones en el modelo UTC, modelos ionosféricos, correcciones DGPS, información de localizaciones y tiempo de referencia, asistencia para la precisión, modelo de navegación e integridad en tiempo real, (en caso de que el dispositivo terminal pueda proporcionar su posición estimada también la envía).

Posteriormente, SLP envía un mensaje SUPL POS al dispositivo terminal para indicar que en ese momento se inicia el procedimiento del cálculo de la posición con base a la posición inicial, la cual como se ha mencionado, es proporcionada por el GMLC.

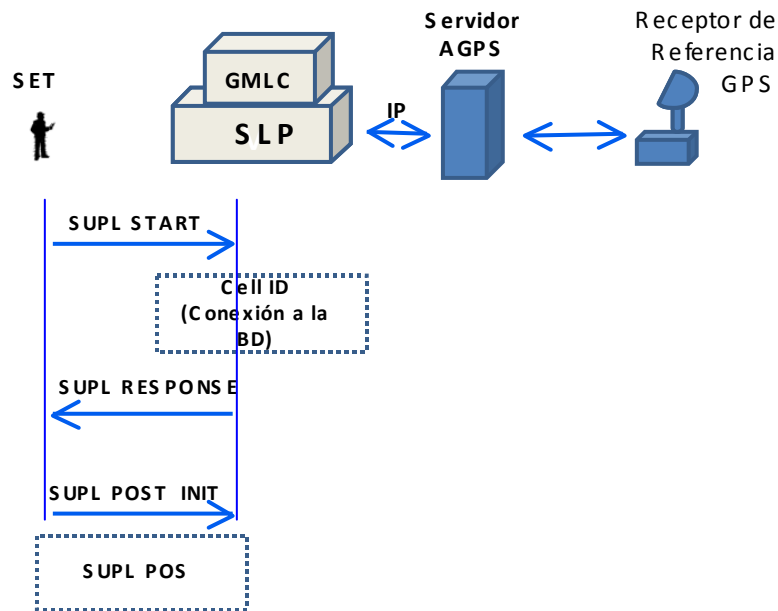


Fig.18f Representación AGPS mediante arquitectura SUPL

En este punto, si la información obtenida mediante Cell ID no coincide con la posición inicial de la base de datos, entonces se considera la información proporcionada por la terminal. El mensaje de SUPL POS contiene una serie de códigos para señalar la petición del cálculo de la posición considerando la información asistida.

El cálculo de posicionamiento del dispositivo terminal dependerá en gran medida de la cantidad de información proporcionada por los satélites que se encuentren enviando información hacia el servidor de Referencia.

No es necesario durante todo el tiempo, enviar información de todos los satélites, como las efemérides, ya que esto hace lento el procesamiento de la información para el cálculo de la posición.

Es por ello que para el cálculo de la localización de la terminal, inicialmente se considera la posición inicial determinada por el dispositivo terminal. Es así como el teléfono celular calcula la posición estimada con base a la información asistida más la obtenida de la plataforma SLP y envía entonces un mensaje de respuesta mediante SUPL POS. Este mensaje contiene la Petición del cálculo de la localización pero incluyendo la información de la localización.

En base a todo este proceso, una vez que el cálculo del posicionamiento se encuentra completado, la plataforma de SLP envía un mensaje de SUPL END a la terminal para indicar que se ha dado por finalizado dicho proceso, por lo que no se realizarán más cálculos posteriormente y con eso se finaliza la petición de localización, dando por cerrado el ID de la sesión.

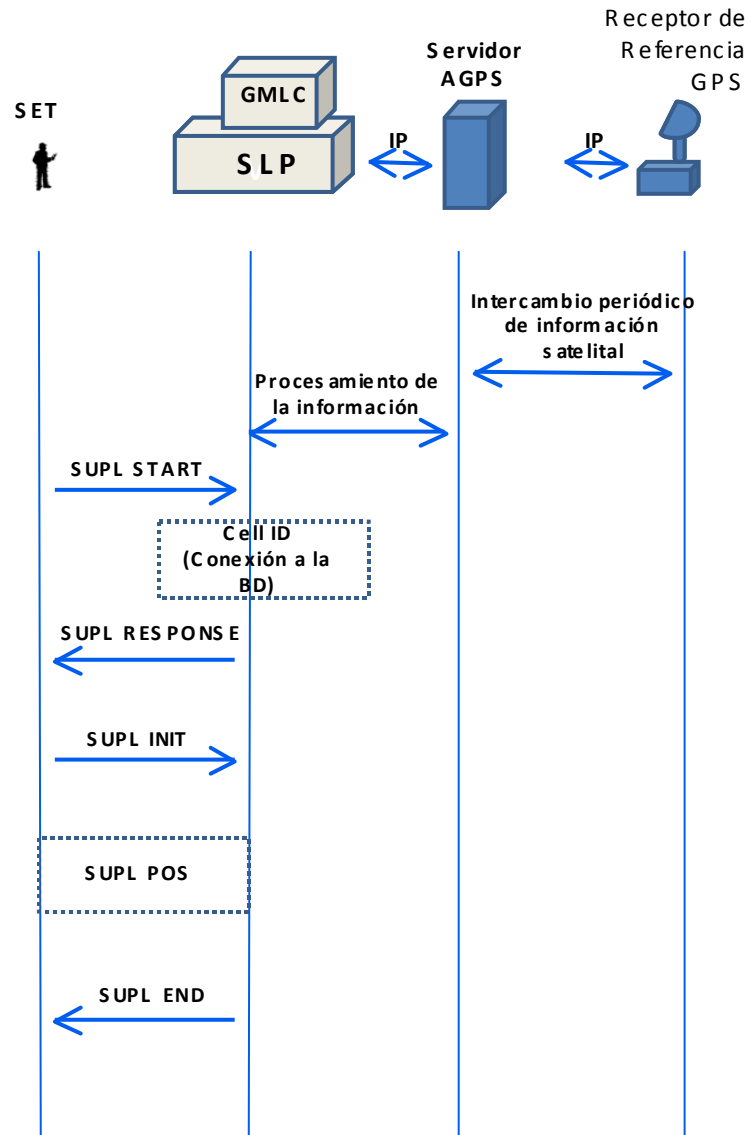


Fig.18g Representación AGPS mediante arquitectura SUPL

Efectivamente GPS Asistido incrementa la sensibilidad del receptor, ya que este debe ser capaz de obtener y demodular las señales provenientes del satélite en áreas donde no le llegue información asistida; de ahí que con la información de las efemérides que recibe el receptor este puede determinar de forma más rápida la posición que sin contar con AGPS, sobre todo cuando se realiza la solicitud de posicionamiento en un área despejada.

Es importante resaltar que estas ventajas van a poder ser resaltadas sobre circunstancias en las que se intente realizar una petición de ubicación cuando el dispositivo móvil se encuentre en un área donde no se tiene buena recepción de la señal de radiofrecuencia.

Esto se puede observar en la potencia, cuando el dispositivo se enciende por primera vez el receptor de GPS no contiene información actualizada de las efemérides de los satélites, por lo que en esta circunstancia la plataforma de información asistida establece una conexión con el receptor con la finalidad de establecer la primer conexión para determinar la posición del teléfono celular de forma más rápida que si se empleara un dispositivo con un receptor que solamente se basara en la tecnología de GPS.

En el caso en el que sin haber dejado pasar mucho tiempo ya se haya realizado una petición de localización, entonces el receptor GPS se encuentra alerta en cuanto al procesamiento y se mantiene demodulando las señales recibidas del satélite y conjuntándola con la información asistida recibida de las ondas de radiofrecuencia de la red.

Sin embargo, si luego de esto el receptor cambia de posición y deja pasar un lapso de tiempo sin solicitar la actualización de su localización, los satélites podrán detectar que el teléfono celular ha cambiado su posición, ya que la información de efemérides de cada satélite también variará, es por esta razón que en este caso se mantiene actualizada la ubicación del receptor.

Constantemente se mantiene actualizada la información de las efemérides de los satélites en el receptor permitiendo que en el dispositivo terminal se pueda consultar siempre su ubicación con gran precisión aunque se pierda en ocasiones la comunicación con la plataforma de AGPS asistido.

### **Soluciones Híbridas**

Como se ha descrito anteriormente, existen muchos factores que afectan la precisión de las tecnologías de localización, especialmente las vibraciones terrestres, las condiciones climáticas y las distintas características del lugar en el que realizamos la petición de localización para conocer la ubicación específica de un objeto o persona.

Otros factores como el tamaño de la célula y las posibles interferencias, tienen impactos en el procesamiento del cálculo en menor medida. Una solución híbrida, es decir, la conjunción de dos tecnologías para hacer una más completa provocan que la nueva tecnología se opere mediante una plataforma bastante robusta.

AGPS proporciona una forma de solución híbrida con la integración de dos plataformas existentes al apoyarse de la infraestructura en las redes inalámbricas y de la información asistida mediante los receptores GPS al conectarse con los satélites más útiles a fin de mejorar un servicio existente.

En este caso, esta solución híbrida proporciona beneficios de alta densidad a las estaciones base en ambientes urbanos de alta densidad en donde se es capaz de recibir señales GPS. En base a esto, los ambientes rurales operan en condiciones totalmente satisfactorias proporcionando una alta precisión a los servicios GPS, debido a que la recepción de la señal es bastante buena y por lo mismo los servicios basados en AGPS también, en contraste, en los lugares rurales el detalle de los mapas no suele ser tan bueno y por lo mismo no muestra gran detalle al usuario final.

Algunas personas que se encuentran a favor de los métodos de localización basados en la red consideran que la mayor dificultad se encuentra en las consideraciones que debe tener el dispositivo terminal para hacer uso de estos servicios. Sin embargo, AGPS es una solución bastante convincente hasta el momento debido a la fusión de las tecnologías empleadas que complementan de mejor forma el servicio.

Últimamente se ha podido corroborar que las soluciones híbridas ofrecen una precisión de localización superior y un costo potencial más efectivo (debido principalmente a la mejora en el tiempo de retardo de la señal, lo que conlleva a una reducción del consumo de batería al realizar las peticiones de localización), por lo que AGPS actualmente se está estandarizando en todas las interfaces.