

TITULO

"Interconectividad de un Sistema GMPCS con Operadores Celulares en el Ecuador".

AUTOR

Rosa Zeas M. ¹, Miguel Coello ², Walter Ronquillo ³, Marcos Delgado ⁴, Ing. Vicente Saltos ⁵.

¹ Ingeniero Eléctrico Electrónico (Telecomunicaciones) 1999.

² Ingeniero Eléctrico Electrónico (Telecomunicaciones) 1999.

³ Ingeniero Eléctrico Electrónico (Telecomunicaciones) 1999.

⁴ Ingeniero Eléctrico Electrónico (Telecomunicaciones) 1999.

⁵ Director de Tópico, Ingeniero Eléctrico Electrónico (Telecomunicaciones) Escuela Superior Politécnica del Litoral.

RESUMEN

El presente proyecto de Tópico enfoca los diferentes criterios que una operadora en el Ecuador debe tener en cuenta para la selección e implementación de un sistema GMPCS (Global Mobil Personal Communication Sistem). Inicialmente se presentan las principales propuestas que en la actualidad existen a escala mundial, se analizan sus diferencias y se elige un sistema que de acuerdo a las condiciones actuales de las operadoras celulares en el Ecuador resulte ser el más compatible con ellas.

Luego, se analizan los diferentes aspectos de numeración y fraude, así como también los equipos utilizados por el usuario para acceder al servicio. Se realiza una simulación del sistema con la respectiva señalización y finalmente se realiza un estudio de costos y mercadeo.

INTRODUCCION.

Un sistema de comunicación personal por satélite basa su necesidad en el hecho de que a principios del siglo XXI los sistemas de comunicaciones móviles celulares terrestres darán servicio al 50 por ciento de la población, pero tan sólo al 15 por ciento de la superficie terrestre. Además, existe otra causa que justifica la introducción de este nuevo servicio: la incompatibilidad

entre los distintos sistemas de comunicaciones móviles (como por ejemplo GSM, PCS, etc.) que hacen que desplazarse a diferentes sistemas, signifique tener que cambiar el teléfono móvil.

Los sistemas que ofrecen tales servicios reciben el nombre de Redes de Comunicaciones Personales por Satélite (GMPCS -Global Mobil Personal Communications System).

Aquellos que viajen a cualquier lugar del planeta, podrán usar el mismo terminal móvil con el mismo conjunto de servicios a los que estén suscritos en cualquier lugar del mundo, sin necesidad de familiarizarse con equipos diferentes cuando visiten distintos países. El estándar de telefonía del sistema de comunicaciones móviles por satélite, será similar al proporcionado por las redes de comunicaciones móviles digitales según el estándar GSM.

Varios operadores de Comunicaciones Personales por Satélite como GlobalStar, Inmarsat-P, Iridium, Teledesic y otros, ya están definiendo sus sistemas para empezar a operar en los próximos años; son sistemas basados en diferentes tecnologías como son los sistemas de órbita baja (LEO), sistemas de órbita intermedia (ICO), etc.

El propósito de éste estudio es definir cuál de los GMPCS propuestos en la actualidad es aplicable en nuestro país y qué requisitos tecnológicos, legales e inversiones tiene que cumplir una empresa que desee utilizar dicho sistema para prestar servicio en un futuro inmediato.

CONTENIDO.

1. SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES MÓVILES POR SATÉLITE.

El concepto de sistema telefónico portátil mundial atrae la atención de muchos, utilizando directamente las órbitas MEO o LEO. Así nacieron varios proyectos como Odyssey y Ellipso para las órbitas MEO o como Globalstar, Iridium, Teledesic y Skybridge para las órbitas LEO. Los sistemas más viables han sido bautizados como Big LEOs: Odyssey, ICO, Globalstar, Iridium y Teledesic.

Estos sistemas tienen en común:

- La utilización de satélites no geoestacionarios mucho menos potentes que los gigantes geoestacionarios que en este momento son los pilares de todos los sistemas de comunicación.
- Ser sistemas globales, proporcionar servicios en tiempo real tales como voz y datos. Pero varias de sus características técnicas son diferentes. Eso es lo que veremos exponiéndolas de manera simplificada para algunas de las propuestas más importantes.

1.1 Sistema Ico (Inmarsat-P).

ICO es un sistema de satélites de órbita intermedia circular establecido por INMARSAT, a este se lo conoce como INMARSAT-P. El sistema ICO es un sistema MEO con 10 satélites más 2 de reserva distribuidos en dos grupos de 5 en planos ortogonales.

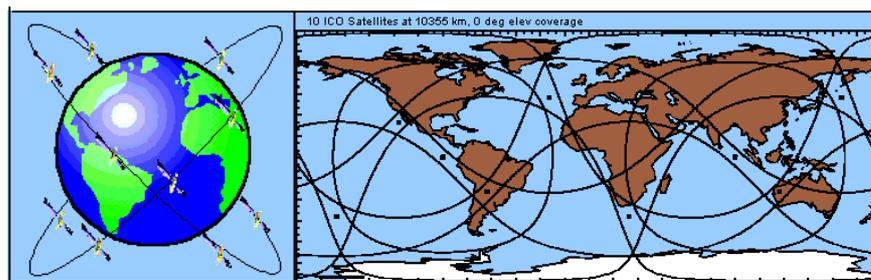


Fig. 1.1: Cobertura del Sistema Ico.

El sistema ICO encaminará cada llamada desde el usuario final a un satélite y, desde ahí, a una de las 12 estaciones terrestres denominadas nodos de acceso al satélite (SAN), ubicados alrededor del mundo. Los SAN están enlazados mediante cable de gran capacidad para formar la red ICONET, que envía la llamada a la red fija o móvil de destino o, mediante un segundo satélite, a otro teléfono ICO.

El sistema ICO utilizará la banda de 2 GHz para enlaces de servicio (usuario-satélite) y de 5/7 GHz para los enlaces de alimentación (satélite - SAN). Se espera que el Sistema ICO empiece hacer pruebas a finales del año 2000.

1.2 Sistema Odyssey.

Odyssey se podría describir como un método que provee comunicaciones a través de satélites de órbita intermedia (MEO), cuenta con 12 satélites más 3 de reserva repartidos en tres planos.

Cada satélite se orienta automáticamente de manera que queda directamente enfocado a una región definida. El método de acceso múltiple que utiliza Odyssey es el CDMA.

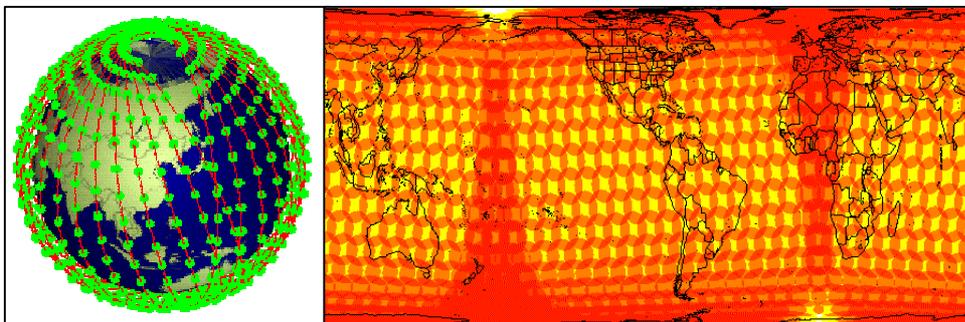
Todos los procesos de conmutación son realizados en el suelo manteniendo un diseño del satélite sencillo y resistente a las evoluciones futuras.

Se espera que Odyssey este operativo para comienzos del año 2 000, con una inversión de más de cinco mil millones de dólares.

1.3 Sistema Teledesic.

El sistema Teledesic es el sistema más ambicioso de los diferentes sistemas propuestos. Es un sistema LEO con 840 satélites más 84 de reserva, repartidos en 21 planos.

El sistema permite la visibilidad de dos satélites al mismo tiempo desde un terminal móvil. Cada satélite, está conectado con sus 8 vecinos para así conseguir una robusta topología, además la red de satélites actúa como un conmutador. Las estaciones terrenas permiten la conexión a terminales de alta velocidad a redes públicas y privadas y, al sistema que soporta la base de datos Teledesic.



Cobertura del Sistema Teledesic.

El método de acceso múltiple elegido es una combinación de división en espacio, tiempo y frecuencia.

Este sistema tiene una inversión en investigación y desarrollo de nueve mil millones de dólares. Se prevé que Teledesic esté en funcionamiento alrededor del año 2002.

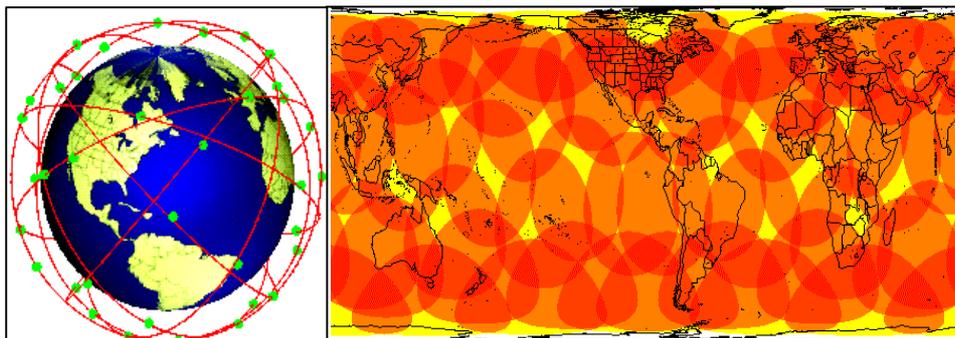
1.4 Sistema Skybridge.

El segmento espacial de SkyBridge consiste en dos constelaciones de 32 satélites, en la banda Ku. El método de acceso se hará por múltiplex en casi todo: FDMA, TDMA y WDMA. Los satélites no disponen de enlaces entre ellos, por lo que actúan como simples repetidores entre terminales de usuario y estaciones base o terrenas.

Un posible acuerdo para crear un sistema híbrido de satélites GEO y LEO, para disfrutar de las ventajas de los sistemas híbridos está en camino. El sistema global no sería completamente transparente, pues al no existir enlaces inter-satélite la comunicación LEO-GEO y viceversa debe hacerse mediante una estación terrena.

1.5 Sistema Globalstar.

La constelación del sistema GlobalStar es un sistema de órbita baja (LEO), formada por 48 satélites más 8 de reserva en 8 planos.



Cobertura del sistema GlobalStar.

Globalstar utiliza las tecnologías CDMA y proporciona conexiones con la red pública a través 100 a 210 estaciones terrenas o Gateways.

El sistema Globalstar proporciona conexiones con la red pública a través 100 a 210 estaciones terrenas o gateways, utiliza tecnología CDMA.

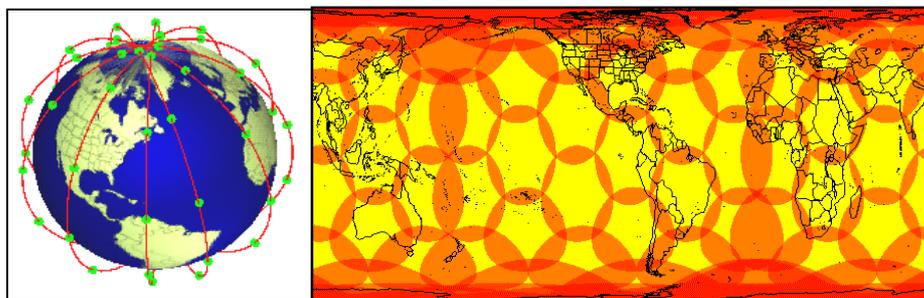
Sólo se establecerán las llamadas a través del satélite cuando la conexión no pueda hacerse a través de la red terrestre, esto es GlobalStar enruta una llamada de un usuario del sistema hasta uno de los 48 satélites, volviéndola a bajar a la estación terrena de acceso a la Red Pública conmutada a través de la cual llega al abonado al que se está llamando.

1.6 Sistema Iridium.

El sistema Iridium es un sistema basado en satélites de órbita baja (LEO), apoyado por la empresa de telecomunicaciones Motorola, con 66 satélites más 6 de reserva repartidos en 6 planos a una altura de 780 km tiene la estructura de una red celular.

Las conexiones a la red pública se efectúan vía estaciones terrenas. Los satélites están enlazados entre sí. Cada satélite está conectado con sus cuatro satélites vecinos a través de enlaces inter-satélite los cuales proporcionan flexibilidad para localizar las estaciones terrenas.

Ambos enlaces ascendente y descendente emplean un híbrido de TDMA y FDMA. Utiliza la banda L en los enlaces hacia los terminales móviles y la banda Ka para enlaces satélite-satélite y satélite-estación terrena, ofreciendo servicios de voz y datos de carácter personal y con cobertura mundial. Además también estarán disponibles servicios de radiomensajería (paging) o fax. Sus servicios tienen como denominador común la conveniencia de la movilidad e integración tecnológica.

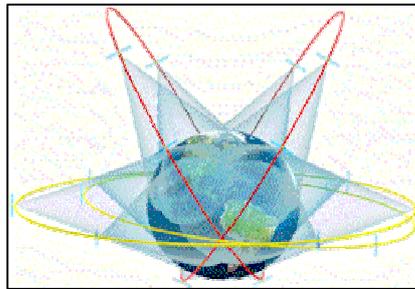


Cobertura del Sistema Iridium.

1.7 Sistema Ellipso.

La constelación Ellipso está constituida por un total de 17 satélites que se distribuye en dos tipos de planos orbitales.

El sistema Ellipso es el único que utiliza satélites en órbita elíptica. Con ello pretende aprovechar el hecho de que la mayor parte de la población mundial se concentra en el hemisferio Norte. Dará servicio de voz y datos, pretende extender y complementar las redes telefónicas y de datos terrestres existentes. En busca de una utilización óptima del sistema, además de las órbitas descritas, utilizará multiplexación por división de código CDMA.



Órbitas elípticas utilizadas por los satélites Ellipso.

1.8 Selección de un GMPCS para su aplicación en el Ecuador.

Después de analizar cada propuesta GMPCS con sus principales características y diferencias, podemos asegurar que Iridium es en la actualidad el sistema GMPCS más adecuado para su implementación en el Ecuador, por lo que se procede a detallar los requerimientos para la conectividad entre Iridium y un operador local.

2. APLICACIÓN DE UN GMPCS EN ECUADOR.

La operadora que esté interesada en ofrecer los servicios de Iridium, tiene que tener completo conocimiento del sistema para poder implementarlo, esto es, los aspectos legales, aspectos

técnicos, aspectos administrativos, aspectos de facturación, aspectos de fraude y finalmente los servicios a prestar.

2.1 Aspectos legales.

Iridium LLC debe solicitar a la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones un permiso para que con previa aprobación del CONATEL (Consejo Nacional de Telecomunicaciones) y de conformidad con el Reglamento de Radiocomunicaciones y Reglamento de Tarifas por el Uso de Frecuencias se otorgue autorización para el uso de frecuencias en la banda L que el sistema Iridium utiliza para la conexión entre el móvil y el satélite.

Otro aspecto legal a considerar son las tarifas fijadas por parte del proveedor del servicio. La operadora podrá fijar libremente sus precios, siempre y cuando no excedan las tarifas máximas establecidas por el CONATEL. A tal efecto el operador informará a la Secretaría los precios fijados y estos precios deberán ser publicados por lo menos en dos diarios de amplia circulación en el Ecuador.

Toda operadora podrá someter a la Secretaría una propuesta de ajuste de tarifas máxima, de acuerdo con los mecanismos y procedimientos establecidos en el Reglamento de la Ley Especial de Telecomunicaciones.

2.2 Aspectos técnicos.

2.2.1 Convenciones de numeración de Iridium.

Iridium ha convenido usar de acuerdo al servicio prestado dos clases de numeración, que son: Para el servicio de Voz y Para el servicio Paging.

Convenciones de numeración para el servicio de voz.

Cuando un SP ofrece a sus subscriptores servicio de voz, Iridium maneja 4 clases de números, éstos dependerán del país al que pertenece el SP, del Gateway con el que interactúa el SP, del protocolo utilizado por la red inalámbrica terrestre (IS-41, GSM o PDC) en caso de servicio de roamer, y del fabricante de los equipos utilizados por el subscritor (ISU y SIM). Éstos números son:

- **IMEI.**

Se establecerá el IMEI (International Mobile Equipment Identity) cuando el ISU (Iridium Subscriber Unit) es fabricado y está acompañado de la carga de un archivo de información que envía el fabricante dentro del EIR.

- **IMSI.**

El IMSI (International Mobile Subscriber Identification) consiste de una clave de usuario necesaria para utilizar los sistemas satelitales o terrestres GSM. El fabricante imprimirá el número IMSI pre-designado a cada tarjeta.

- **ICCID.**

El ICC-ID (Integrated Circuit Card Identifier) es el número de serie de la tarjeta SIM y está impreso sobre las tarjetas SIM.

- **MSISDN.**

El MSISDN (Mobile Subscriber Integrated Services Digital Network) es el número del suscriptor. El suscriptor de Iridium tendrá su número al activar el servicio y lo usará para hacer y recibir llamadas.

Convención de numeración para paging.

ISDN-A.

Es similar al MSISDN para clientes de voz, el ISDN-A será un número único asignado individualmente a cada cliente de paging.

CAPCODE.

Un Capcode, también conocido como la "dirección" del pager, es asignado a un pager durante el proceso de fabricación.

2.2.2 Roaming.

Cuando un suscriptor de una red GSM desee recorrer una red terrestre IS-41, se usará la combinación IRM/ESN (International Roaming MIN / Electronic Serial Number).

Otro punto que un SP que trabaja con IS-41 tiene que considerar es el sistema de facturación, esto se debe a que en los sistemas tradicionales que operan con IS-41 manejan solamente 10 dígitos mientras que el número de Iridium es de 12 dígitos, para solucionar esta incompatibilidad, se usa el proceso denominado Pseudo-MIN/ESN.

Cuando se trata de servicio de pager, el sistema Iridium utiliza áreas de salida de mensaje (MDAs) para dirigir los mensajes desde la constelación de satélites al pager del suscriptor. Puesto que el pager es un dispositivo unidireccional y no puede decir al sistema Iridium su localización, el suscriptor puede elegir hasta 3 MDAs para la recepción de mensajes. Sin embargo, si el suscriptor tiene un ISU y pager, el teléfono actuará como dispositivo de localización, en caso de que sea necesario.

➤ Tarjeta SIM.



Full-size SIM Card Plug-in Size SIM Card Plug-in Adapter

Tipos de Tarjeta Sim.

que usar una tarjeta SIM (Subscriber Identity Module), el tipo de esta tarjeta SIM dependerá del servicio que el suscriptor requiera.

Todo suscriptor de Iridium ya sea que utilice la red de satélites o que esté haciendo roaming en un sistema que no es compatible con el sistema al cual él pertenece tiene

La tarjeta SIM (Subscriber Identity Module) es un módulo removible que contiene la información relacionada al suscriptor. Hay dos tamaños para la tarjeta SIM, el *Full-Size Sim Card* y el *Plug-In Size Sim Card*.

➤ **SERVICIO GLOBAL 8816**



El servicio de Voz Global Satelital (8816) Ofrece una opción particularmente eficiente, que resulta ideal para el acceso telefónico desde áreas regiones con una cobertura celular remotas, insuficiente o en cualquier sitio lejos de las redes basadas en tierra, tendrá una conexión satelital directa tanto para las comunicaciones entrantes como salientes, con un solo número al cual lo podrán llamar. El teléfono satelital portátil Motorola o Kyocera permitirán realizar y recibir llamadas virtualmente en cualquier lugar del Mundo.

➤ **SERVICIO ROAMING MUNDIAL**



Ideal para atender las necesidades de comunicación a nivel global. Este servicio convierte el problema de redes inalámbricas incompatibles y cargos separados, en una solución sencilla. Con libertad para hacer “roaming” desde la red telefónica de origen, simplemente usted se registrará en una red telefónica inalámbrica local con su número *IRIDIUM*, y los cargos acumulados en cada ciudad serán consolidados en su facturación *IRIDIUM*. Además de un teléfono *IRIDIUM* de modo doble, se puede utilizar cualquier teléfono GSM o IS-41 previamente programado, con el Servicio Global de Roaming *IRIDIUM*.

➤ **SERVICIO GLOBAL DE MENSAJES**



Con un dispositivo Buscapersonas (pager) *IRIDIUM* ofrece un servicio único de paging que cubre la superficie completa de la tierra. Como servicio independiente o complementando otros servicios *IRIDIUM*, se permitirá recibir mensajes alfanuméricos de hasta 120 caracteres en 16 idiomas, así como mensajes numéricos hasta de 20 dígitos, virtualmente en cualquier lugar del planeta. El pager *IRIDIUM* permitirá al usuario contactarse en cualquier parte del Mundo por un correo de voz o un mensaje de paging que puede ser enviado desde cualquier correo electrónico o a través de operadores.

ASPECTOS ADMINISTRATIVOS.

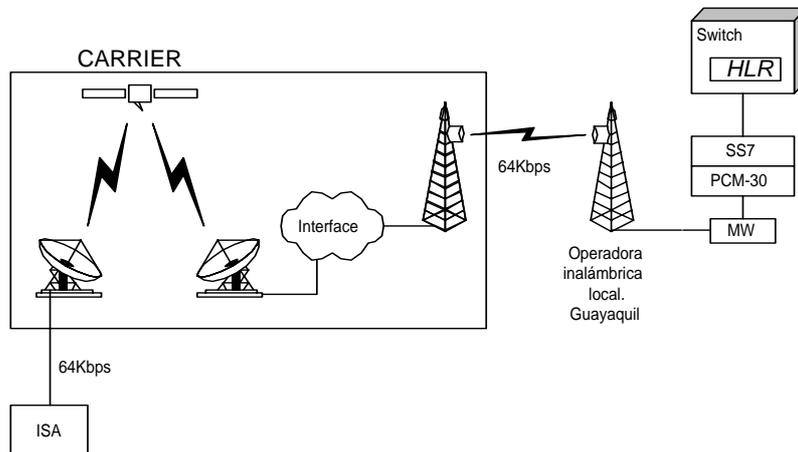
Existen algunos aspectos administrativos para el manejo tales como:

- Certificación de la tarjeta SIM.
- Distribución de ISUs y sus accesorios.
- Aprovisionamiento.
- Distribución de pagers y sus accesorios.
- Aspectos de facturación.
- Aspectos de Fraude.

3. CONEXIÓN ENTRE IRIDIUM Y LA OPERADORA LOCAL.

Es importante analizar las alternativas que en la actualidad tiene una operadora en Ecuador para conectarse con el Sistema Iridium, las cuales son:

Si la operadora celular tiene un enlace (satelital, de fibra óptica, etc.) a un país donde exista un Gateway, tendrá que gestionar la conexión a él ya sea a través de la PSTN o de un carrier local en ese país.



Proyecto de enlace hasta ISA (Brasil) contratando un carrier en Ecuador.

La segunda forma que se plantea requiere la contratación de un carrier en el Ecuador para enlazarlos con ISA, lo cual es posible luego de consultar a una de las 5 empresas de servicio portador autorizadas. La siguiente figura muestra esta forma.

3.1 PROGRAMA DE SIMULACIÓN.

A este proyecto le acompaña un programa de simulación, que lo podríamos resumir como sigue:

En el menú principal "CASOS DE LLAMADA" se presentan los 7 casos más comunes considerados en la simulación en donde para seleccionar uno de ellos basta con un clic. El texto que describe brevemente el caso se resalta por la acción anterior. Para avanzar se hace clic en el botón "Continuar" o de lo contrario "Salir".

Para hacer una llamada debemos inicialmente encender el ISU haciendo clic en su botón "ON/OFF/END". Con esta acción arranca el registro del ISU con su proveedor del servicio. Una consola titulada "Estado", en la parte superior izquierda de la pantalla, nos revela lo que sucede durante el proceso de registro. Al terminar el proceso se observan los datos del abonado que origina la llamada en la ventana titulada "Datos del abonando A".



Pantalla tipo. Ubicación de los objetos del programa.

4.1 ESTUDIO DE COSTOS Y MERCADEO

El estudio de costos y mercado tiene como objeto dar a conocer toda la información necesaria referente a la inversión económica que una operadora debe realizar para brindar servicio de telefonía móvil satelital.

Las operadoras involucradas en el sistema celular en nuestro país (Concel y Bellsouth) para su conectividad con Iridium necesitarán realizar inversiones en enlaces de comunicaciones, equipos, publicidad y gastos administrativos. A continuación se ilustran las tablas resultantes del mencionado estudio.

INVERSIÓN MENSUAL

DETALLE	EN DÓLARES	EN SUCRES
ENLACE	8 000.00	84 880 000
PUBLICIDAD	22 388.00	237 536 680
ADMINISTRATIVOS	666.67	7 000 000
OTROS	47.62	500 000
TOTAL	31 102.29	329 916 680

PROYECCIÓN DE UTILIDAD AL PRIMER MES DE SERVICIO.

No DE USUARIOS POR PLAN	V. UNITARIO UTILIDAD POR COSTOS DE EQUIPOS + ACTIVACIÓN (US\$)	V. MENSUAL UTILIDAD POR MUESTRA (US\$)
⌘ Industrial Pack 50 Subscriptores	289.05	14 452.5
⌚ Global Traveller Pack 50 Subscriptores	400.75	20 037.50
⌘ Outback Pack 5 Subscriptores	333.30	1 666.5
⌘ Country Wide Pack 50 Subscriptores	204.45	10 222.50
⌘ Traveller Pager Pack 100 Subscriptores	206.25	20 625.0
TOTAL 255 Subscriptores		67 004.0

INVERSIÓN VS UTILIDAD MENSUAL

INVERSION (US\$)	UTILIDAD (US\$)
31 102.29	67 004

Como resultado final del análisis realizado, se verificó que este proyecto es factible, porque si logramos cubrir en ventas solo el 0.13% (sin contar los costos por llamadas) de la población recuperamos la inversión en un mes y obtenemos una utilidad del 100 %.

CONCLUSIONES

El sistema IRIDIUM, basado en una constelación de órbita baja, complementará la oferta de servicios móviles de los operadores celulares de todo el mundo. Adicionalmente, ofrecerá servicios de telecomunicación, por ejemplo en áreas remotas o en situaciones de catástrofes naturales. Su tecnología compatible con las operadoras celulares en el Ecuador combierte a Iridium en la mejor opción de telefonía móvil global para nuestro país.

El costo de los equipos es aún muy elevado aunque desde su aparición, los ISUS y sus accesorios han experimentado una disminución considerable en su precio. En el Ecuador el mercado para estos productos se vislumbra reducido por la recesión actual que vivimos.

En un futuro próximo, la conexión del cable Pan América con el cable SAm-1 que enlazará las ciudades más importantes de América del Sur, tanto del lado Atlántico como del Pacífico, formará un anillo junto con el cable América 1, mejorando la seguridad de la red contra el rompimiento del cable submarino. Las empresas que tengan acceso esta red de fibra óptica podrán incrementar la calidad y cantidad de sus servicios así como también ampliarán su mercado al resto de América y el mundo. Por tanto, es necesario que dichas empresas se encuentren preparadas para dar este gran paso que significa la internacionalización y globalización de los mercados de acuerdo a las tendencias mundiales.

La aplicación de un sistema GMPCS para Ecuador puede darse de dos formas o ambas a la vez: La operadora celular puede operar como Proveedor del Servicio (SP), como Proveedor de Roaming Internacional (RP) o ambas. En estos momentos está permitido el uso de los teléfonos Iridium en el Ecuador, así que eso dejó de ser un problema para convertirse en una ventaja que puede ser aprovechada, siempre que el mercado amerite la inversión; pero como ya dijimos, el mercado es cada vez más global inclusive gracias a la Internet, en donde se actualizan los sistemas para hacer negocios seguros utilizando la WWW.

Países como México, Venezuela, Brasil y otros que se encuentran a la vanguardia de la Tecnología y las Telecomunicaciones en América del Sur ya han entrado en el campo de la telefonía móvil por satélite; de esto se concluye que para una empresa de telecomunicaciones quedarse atrás significaría sucumbir en poco tiempo.

Tomando como referencia el número de empresas en el Ecuador con actividades de mayor desarrollo y de acuerdo a sus necesidades, cuantificamos el mercado Ecuatoriano y de acuerdo a nuestras proyecciones de mercadeo se recupera la inversión en el primer mes de puesto en marcha el servicio, claro está que esto dependerá de la publicidad y ofertas que la operadora presente.

A pesar de que desde el punto de vista del usuario no habrá diferencias entre los sistemas GMPCS, ya que todos pretenden dar servicio a través de teléfonos móviles, las diferencias residen en la tecnología empleada por cada uno de ellos. Los servicios de Iridium tienen la ventaja de ser los primeros en su clase pero cuando entren en funcionamiento proyectos como ICO, Teledesic, etc., la competencia estará en las estrategias de marketing, la capacidad de implementar nuevos servicios y en la reducción de los costos de estos servicios al cliente.

REFERENCIAS

1. **R. Zeas Muñoz, M. Coello, W. Ronquillo, M. Delgado, "Interconectividad de un Sistema GMPCS con Operadores Celulares en el Ecuador" (Tesis, Facultad de Ingeniería Eléctrica y Computación, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 1999).**

2.

3. "Telecomunicaciones por Satélite", CCIR, ISBN 92.61.03173-0, Edición 1988.

4. "Satellite Communications Systems Design", S. Tirró, ISBN 0-306-44147-0, Edición 1993

5. "Satélites de Comunicaciones", Rodolfo N. Vela, ISBN 84-7615628-6, Edición 1991.

6. Manual EF-DATA CST-5000.

7. Manual EF-DATA SDM-300

8. Documentation: "The Cisco Family". CD ROM.

9. " Product and Company Information", EF-DATA, CD-ROM

BIBLIOGRAFÍA

Direcciones Web:

- 1 <http://www.iridium.com>.
- 2 <http://www.iridium.ca>.
- 3 <http://www.skybridge.com>.
- 4 <http://www.globalstar.com>.
- 5 <http://www.teledesic.com>.
- 6 <http://www.cdradios.com>.
- 7 <http://www.attmobsat.com>.
- 8 <http://www.inmarsat.org>.
- 9 <http://www.mot.com>.
- 10 <http://kyocera.com>.
- 11 <http://www.esrin.esa.it/esa/progs/telecom.html>.
- 12 http://helios.etsit.upv.es/tel_espa/pract_14/inmar00.htm#02.
- 13 <http://neutron.ing.ucv.ve/revista-e/No1/SERRANO2.htm>.
- 14 http://www.telkom.co.za/international/satellite/ico_global.htm.

- 15 <http://www.call@iridium-brasil.com.br>.
- 16 <http://www.hotwired.com/wired/1.5/features/iridium.html>.
- 17 <http://www.ee.surrey.ac.uk/Personal/L.Wood/Constellations/iridium.html>.
- 18 <http://www.ee.mtu.edu/courses/ee465/group1/currsat.html>.
- 19 <http://www.gr.ssr.upm.es/~miguel/rcii/moviles/paghtm/tecnol.htm>.
- 20 <http://www.zdwebopedia.com/TERM/P/PCS.html>.
- 21 <http://www.pcsdata.com/roaming.htm>.
- 22 http://209.238.115.27/sd_3.htm.
- 23 - <http://www.telintar-norte.com.ar/globalstar.html>.
- 24 <http://www.dat.etsit.upm.es/~cbousono/satcom/tsld011.htm>.
- 25 <http://www.telecom-global-mall.com/textvers/serv/praxis/espanol.html>.
- 26 <http://www.gr.ssr.upm.es/~miguel/rcii/moviles/paghtm/tablas.htm>.
- 27 <http://www.pelayo-j.com/satelite.htm>.
- 28 <http://www.mass.co.cl/redes/comunisat.html>.
- 29 <http://www.ee.surrey.ac.uk/Personal/L.Wood/constellations/tables/tables.html>.
- 30 <http://www.iridium.it/en/media/sat-mov1.htm>.

- 31 http://www.fcc.gov/Bureaus/International/News_Releases/1999/nrin9010.html.
- 32 http://www.kyoto-np.co.jp/kp/topics/english_topics/1022/iridium.html.
- 33 <http://www.apspg.com/whatsnew/iridium/fast.html>.
- 34 http://www.etsit.upv.es/asiq/5%BA/tel_espa/pract_6/iridsatd.htm#bus.
- 35 <http://www.mot.com/General/Events/InteractiveTelecom/satcom/Iridium.html>.
- 36 <http://www.ee.surrey.ac.uk/Personal/L.Wood/constellations>.
- 37 <http://www.informs.org/Conf/WA96/TALKS/ME08.3.html>.

Publicaciones:

- 38 Rappaport Theodore, Wireless Communications, Prentice Hall PTR, Estados Unidos de Norteamérica, 1996.
- 39 Iridium, Inc. Joins GSM MoU Association. Comunicado de prensa. 25 mar 96
- 40 Ramón Agustí Comes: 'Sistemas de comunicaciones móviles',Buran,Año 4,nº8,Diciembre 1996,pp. 8-10