



UNIVERSIDAD FRANCISCO GAVIDIA

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y INGENIERIA

**INVESTIGACION Y DESARROLLO DE UNA APLICACION BASADA EN
SOFTWARE PARA LA UBICACION EN UN AREA GEOGRAFICA DE TELEFONOS
MOVILES UTILIZANDO SERVICIOS BASICOS DE LOCALIZACION LBS**

RAUL ERNESTO ESCOBAR PALMA

JOSUE ERNESTO ESCALANTE SALAZAR

JULIO CESAR CONTRERAS HERNANDEZ.

CARRERA: INGENIERIA EN TELECOMUNICACIONES

DICIEMBRE 2010

UNIVERSIDAD FRANCISCO GAVIDIA
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y INGENIERIA



AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTOR:

ING. MARIO ANTONIO RUIZ RAMÍREZ

SECRETARIA GENERAL:

LICDA. TERESA DE JESÚS GONZÁLEZ MENDOZA

FECULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

DECANA:

ING. ELBA PÁTRICIA CASTANEDO DE UMAÑA



Nº 26875

Universidad Francisco Gavidia 1/02-2009/03-IT

ACTA DE LA DEFENSA DE PROYECTO DE INVESTIGACION

Acta número CINCUENTA Y CUATRO, en el salón TRES, del Edificio "D", de la Universidad Francisco Gavidia, a las diez horas, del día once de diciembre del dos mil diez; siendo estos el día y la hora señalada para la defensa oral del Proyecto de Investigación: **"INVESTIGACION Y DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN BASADA EN SOFTWARE PARA LA UBICACIÓN EN UN ÁREA GEOGRÁFICA DE TELEFONOS MOVILES UTILIZANDO SERVICIOS BÁSICOS DE LOCALIZACION LBS"**, presentado por los egresados: Josué Ernesto Escalante Salazar, Julio César Contreras Hernández y Raúl Ernesto Escobar Palma, de la carrera de **INGENIERIA EN TELECOMUNICACIONES**

Y estando presente los interesados y el Jurado Evaluador, se procedió a dar cumplimiento a lo estipulado en el Reglamento General de Graduación por Proyecto de Investigación, habiendo llegado el Jurado, después de las exposiciones, el interrogatorio y las deliberaciones correspondientes, a pronunciarse por este fallo:

Aprobado

Josué Ernesto Escalante Salazar

Aprobado

Julio César Contreras Hernández

Aprobado

Raúl Ernesto Escobar Palma

Y no habiendo más que hacer constar, se da por terminada la presente.

Presidente/a

[Signature]
ING. LUIS ENRIQUE REYES VALENCIA

Vocal

[Signature]
ING. WILFREDO SANTAMARIA

Vocal

[Signature]
ING. JOSÉ RAUL PINEDA LEMUS

Egresado/a:

[Signature]
Josué Ernesto Escalante Salazar

Egresado/a:

[Signature]
Julio César Contreras Hernández

[Signature]
Raúl Ernesto Escobar Palma
"Tecnología, Humanismo y Calidad"

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|--|-----------|
| RESUMEN | I |
| INTRODUCCIÓN..... | II |
| 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... | 1 |
| 1.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA..... | 3 |
| 1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA..... | 4 |
| 1.3 DELIMITACIÓN TEMPORAL-ESPACIAL-SOCIAL..... | 6 |
| 1.3.1 <i>DELIMITACIÓN TEMPORAL</i> | 6 |
| 1.3.2 <i>DELIMITACIÓN ESPACIAL</i> | 6 |
| 1.3.3 <i>DELIMITACIÓN SOCIAL</i> | 8 |
| 1.4 FORMULACIÓN DE OBJETIVOS | 9 |
| 1.4.1 <i>OBJETIVO GENERAL</i> | 10 |
| 1.4.2 <i>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</i> | 10 |
| 1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES | 11 |
| 1.5.1 <i>ALCANCES</i> | 11 |
| 1.5.2 <i>LIMITACIONES</i> | 11 |
| 2. MARCO DE REFERENCIA..... | 13 |
| 2.1 TECNOLOGÍAS DE LOCALIZACIÓN | 13 |
| 2.1.1 <i>LOCALIZACIÓN MEDIANTE REDES MÓVILES Y SATELITALES</i> | 14 |
| 2.1.1.1 <i>TÉCNICAS BASADAS EN LA IDENTIDAD CELULAR</i> | 15 |
| 2.1.1.2 <i>TÉCNICAS BASADAS EN RED</i> | 16 |
| 2.1.1.3 <i>TÉCNICAS BASADAS EN LA MODIFICACIÓN EL TERMINAL MÓVIL</i> | 18 |
| 2.2 SISTEMA GLOBAL PARA LAS COMUNICACIONES MÓVILES (GSM) | 22 |
| 2.2.1 <i>ARQUITECTURA GSM</i> | 22 |
| 2.2.2 <i>SEÑALIZACIÓN EN GSM</i> | 24 |
| 2.2.3 <i>ALGORITMO DE ENCRIPCIÓN GSM A/51</i> | 25 |
| 2.3 TECNOLOGÍAS CELULARES DE TERCERA GENERACIÓN | 26 |
| 2.3.1 <i>SISTEMA UNIVERSAL DE TELECOMUNICACIONES MÓVILES (UMTS)</i> | 26 |
| 2.3.2 <i>ARQUITECTURA UMTS</i> | 27 |
| 2.4 ENTORNOS DE DESARROLLO PARA APLICACIONES MÓVILES..... | 28 |
| 2.4.1 <i>BASES DE DATOS</i> | 31 |
| 2.4.2 <i>SERVICIOS DE MENSAJERÍA CORTA</i> | 34 |
| 2.4.3 <i>SISTEMAS OPERATIVOS</i> | 36 |
| 2.4.4 <i>SERVIDOR WEB</i> | 39 |
| 3. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS..... | 41 |
| 3.1 HIPÓTESIS GENERAL | 41 |
| 3.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS..... | 41 |
| 4. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN..... | 43 |
| 4.1 SELECCIÓN Y DISEÑO DEL TIPO DE INVESTIGACIÓN..... | 44 |
| 4.2 DESCRIPCIÓN DE LA POBLACIÓN..... | 44 |
| 4.2.1 <i>POBLACIÓN MUESTRA</i> | 45 |
| 4.2.2 <i>DISEÑO MUESTRAL</i> | 45 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 4.2.3 | CALCULO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA..... | 45 |
| 4.2.4 | ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS POBLACIONALES..... | 45 |
| 5. | RECOLECCIÓN DE LOS DATOS..... | 47 |
| 5.1 | TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN..... | 47 |
| 5.2 | ELABORACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN | 48 |
| 5.3 | APLICACIÓN DEL INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN..... | 50 |
| 5.4 | PROCESO DE RECOLECCIÓN DE DATOS | 51 |
| 5.5 | PRESENTACIÓN DE DATOS RECOLECTADOS | 51 |
| 6. | ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS..... | 54 |
| 6.1 | ANÁLISIS DE COSTOS DE TRÁFICO DE DATOS EN EL SALVADOR | 61 |
| 7. | PROPUESTA DE SISTEMA DE LOCALIZACIÓN BASADO EN CELL ID..... | 65 |
| 7.1 | GENERALIDADES DE LA PROPUESTA..... | 66 |
| 7.2 | ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE TECNOLOGÍAS | 67 |
| 7.2.1 | BASE DE DATOS..... | 67 |
| 7.2.2 | SISTEMA OPERATIVO..... | 69 |
| 7.2.3 | SERVIDOR WEB..... | 71 |
| 7.2.4 | PASARELA DE MENSAJERÍA..... | 72 |
| 7.2.5 | LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN PARA DESARROLLO DE SOLUCIÓN..... | 72 |
| 7.3 | ELABORACIÓN DE LA PROPUESTA (COMPONENTES DE LA PROPUESTA) | 74 |
| 7.3.1 | BASE DE DATOS..... | 74 |
| 7.3.2 | SISTEMA OPERATIVO..... | 86 |
| 7.3.3 | GESTOR DE BASES DE DATOS MYSQL | 91 |
| 7.3.4 | SERVIDOR WEB APACHE 2.2.X CON SOPORTE PHP..... | 93 |
| 7.3.5 | PASARELA DE MENSAJERÍA SMS KANNEL..... | 97 |
| 7.3.6 | SISTEMA WEB DE LOCALIZACIÓN BASADO EN CELL-ID..... | 100 |
| 7.4 | FUNCIONAMIENTO DEL PROTOTIPO DEL SISTEMA PROPUESTO. | 103 |
| 7.4.1 | ESCENARIOS..... | 105 |
| 7.4.1.1 | ADQUISICIÓN Y ENVÍO DEL DATOS HACIA EL SERVIDOR WEB..... | 105 |
| 7.4.1.2 | ALMACENAMIENTO DE LA DATA. | 106 |
| 7.4.1.3 | LOCALIZACIÓN DEL MÓVIL | 107 |
| 7.4.1.4 | ENVÍO DE MENSAJES | 107 |
| 7.4.1.5 | ESQUEMA MULTIUSUARIO..... | 109 |
| 7.4.2 | FUNCIONAMIENTO DE LA APLICACIÓN MÓVIL | 109 |
| 7.4.2.1 | DIAGRAMA DE BLOQUES DE LA APLICACIÓN J2ME | 109 |
| 7.4.2.2 | DIAGRAMA DE PROCESOS | 110 |
| 7.4.3 | FUNCIONAMIENTO DE LA APLICACIÓN WEB..... | 111 |
| 7.4.4 | DETERMINACIÓN Y PRESENTACIÓN DE LA LOCALIZACIÓN DEL MÓVIL | 111 |
| 7.4.5 | PROCESO DE ENVÍO DE MENSAJE A UN MÓVIL | 115 |
| 7.5 | SEGURIDAD..... | 116 |
| 7.5.1 | PROTECCIÓN DE APLICACIÓN WEB CON CONTRASEÑAS..... | 116 |
| 7.5.2 | PROTECCIÓN DE INFORMACIÓN POR ALGORITMO A5/1 EN INTERFAZ AIRE.... | 117 |
| 7.5.3 | PROTECCIÓN DE SERVICIOS POR CARACTERÍSTICAS DE CONFIGURACIÓN .. | 117 |
| 8. | COSTOS..... | 118 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 8.1 | COSTOS PARA DESARROLLO DE SOFTWARE..... | 118 |
| 8.2 | COSTOS EN HARDWARE..... | 119 |
| 8.3 | COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN DE PROTOTIPO DE SOLUCIÓN..... | 120 |
| 9. | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 121 |
| 9.1 | CONCLUSIONES..... | 121 |
| 9.2 | RECOMENDACIONES | 123 |
| | BIBLIOGRAFÍA..... | 126 |
| | ANEXOS | 128 |
| | ANEXO A: EXTRACTO GUÍA OFICIAL PARA DESARROLLADORES SONY ERICSSON PLATAFORMA J2ME | 128 |
| | ANEXO B: ACRONIMOS..... | 152 |
| | ANEXO C: TERMINOS..... | 156 |
| | ANEXO D: MANUAL DE USUARIO | 163 |
| | ANEXO E: MANUAL DE INSTALACION | 178 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|--|-----|
| FIGURA 1-1. COMPARACIÓN DE PRECISIÓN DE GEO-POSICIÓN POR TECNOLOGÍA. | 1 |
| FIGURA 1-2. RUTA DE ESTUDIO SELECCIONADA PARA DESARROLLO SERVICIO LBS. | 8 |
| FIGURA 2-1. SISTEMA DE LOCALIZACIÓN POR ÁNGULO DE LLEGADA (AOA)..... | 16 |
| FIGURA 2-2. (A) LOCALIZACIÓN CON INFORMACIÓN DE ORIENTACIÓN (B) LOCALIZACIÓN SIN INFORMACIÓN DE LOCALIZACIÓN. | 17 |
| FIGURA 2-3. SISTEMA DE LOCALIZACIÓN TDOA..... | 17 |
| FIGURA 2-4. SISTEMA DE LOCALIZACIÓN POR "HUELLA MULTITRAYECTO". | 18 |
| FIGURA 2-5. SISTEMA DE LOCALIZACIÓN COMERCIAL MEDIANTE A-GPS Y CELL ID. | 21 |
| FIGURA 2-6. ESTRUCTURA DEL SISTEMA GSM..... | 22 |
| FIGURA 2-7. PROCEDIMIENTO ESQUEMÁTICO DEL ALGORITMO A5/1. | 26 |
| FIGURA 2-8. ARQUITECTURA DE UMTS. | 27 |
| FIGURA 2-9. COMPARACIÓN DE LA UTILIZACIÓN DE LOS SERVIDORES WEB EN EL MUNDO. | 40 |
| FIGURA 6-1. PUNTOS REGISTRADOS POR EL MÓVIL DURANTE EL RECORRIDO EN ESTUDIO. | 54 |
| FIGURA 6-2. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL ALMACENAMIENTO DE DATOS. | 55 |
| FIGURA 6-3. RUTA TRAZADA CON SISTEMA GOOGLE MAPS. | 60 |
| FIGURA 7-1. MODELO CONCEPTUAL E/R DE LA BASE DE DATOS..... | 74 |
| FIGURA 7-2. PANTALLA DE MANTENIMIENTO TABLA PERSONAS..... | 83 |
| FIGURA 7-3. PANTALLA DE MANTENIMIENTO TABLA: 1) USUARIOS, 2)TELÉFONOS..... | 83 |
| FIGURA 7-4. PANTALLA DE MANTENIMIENTO TABLA CELDAS..... | 84 |
| FIGURA 7-5. INGRESO AL ADMINISTRADOR REMOTO DE MYSQL..... | 85 |
| FIGURA 7-6. MYSQLADMINISTRATOR EN FUNCIONAMIENTO CON BASE DE DATOS..... | 85 |
| FIGURA 7-7. RESPALDO DE LA BASE DE DATOS PROGRAMADO DESDE ADMINISTRADOR. | 86 |
| FIGURA 7-8. VENTANA INICIAL DE INSTALACIÓN DE UBUNTU..... | 87 |
| FIGURA 7-9. BOTÓN SOBRE EL ESCRITORIO PARA INICIAR LA INSTALACIÓN..... | 88 |
| FIGURA 7-10. VENTANA "SELECCIÓN DE IDIOMA "..... | 88 |
| FIGURA 7-11. VENTANA "ZONA HORARIA"..... | 89 |
| FIGURA 7-12. VENTANA "CONFIGURACIÓN DEL TECLADO"..... | 89 |
| FIGURA 7-13. VENTANA "SELECCIÓN DE DISCO DURO"..... | 90 |
| FIGURA 7-14. VENTANA "CONFIRMACIÓN DE DATOS Y CONFIGURACIONES"..... | 90 |
| FIGURA 7-15. VENTANA "FINALIZACIÓN DE INSTALACIÓN"..... | 91 |
| FIGURA 7-16. ASISTENTE DE INSTALACIÓN MYSQL EN MODO CONSOLA. | 91 |
| FIGURA 7-17. SESIÓN EN CONSOLA MYSQL..... | 92 |
| FIGURA 7-18. PANTALLA DE INICIO DE SESIÓN MYSQL CON HERRAMIENTA GRÁFICA. | 92 |
| FIGURA 7-19. SERVIDOR APACHE 2.X CORRIENDO NORMALMENTE. | 94 |
| FIGURA 7-20. VERIFICACIÓN DE SERVIDOR APACHE CON SOPORTE PHP. | 95 |
| FIGURA 7-21. CONFIRMACIÓN DE MÓDULO MYSQL EN SERVIDOR APACHE..... | 95 |
| FIGURA 7-22. EXTRACTO DE ARCHIVO CONFIGURACIÓN PUERTO DE LÓGICO DE APACHE..... | 96 |
| FIGURA 7-23. EXTRACTO DE ARCHIVO CONFIGURACIÓN RUTA HDOCS DE APACHE..... | 96 |
| FIGURA 7-24. EXTRACTO DE ARCHIVO CONFIGURACIÓN NOMBRE SERVIDOR APACHE..... | 97 |
| FIGURA 7-25. BEARER BOX KANNEL INICIADA EN SESIÓN DE CONSOLA..... | 98 |
| FIGURA 7-26. SMS BOX KANNEL INICIADA EN SESIÓN DE CONSOLA. | 99 |
| FIGURA 7-27. ARCHIVO DE CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA..... | 101 |
| FIGURA 7-28. MENÚ PRINCIPAL DEL SISTEMA. | 102 |
| FIGURA 7-29 DIAGRAMA DE RED DEL SISTEMA. | 103 |
| FIGURA 7-30 ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA..... | 104 |

| | |
|---|-----|
| FIGURA 7-31. ESQUEMA DE ENVÍO Y ALMACENAMIENTO EN LA BASE DE DATOS | 106 |
| FIGURA 7-32. PROCEDIMIENTO DE ALMACENAMIENTO EN LA BASE DE DATOS. | 106 |
| FIGURA 7-33. ESCENARIO DE LOCALIZACIÓN DE UN MÓVIL. | 107 |
| FIGURA 7-34. ENVÍO DE MANSAJES | 108 |
| FIGURA 7-35. ESCENARIO PARA EL ENVÍO DE MENSAJES..... | 108 |
| FIGURA 7-36. ESQUEMA MULTIUSUARIO | 109 |
| FIGURA 7-37. DIAGRAMA DE BLOQUES DE LA APLICACIÓN EN J2ME | 110 |
| FIGURA 7-38. DIAGRAMA DE PROCESOS DE SHADOW | 110 |
| FIGURA 7-39. UBICACIÓN DE SUSCRIPTORES POR NÚMERO DE TELÉFONO..... | 112 |
| FIGURA 7-40 AYUDA BÁSICA DEL SISTEMA PARA ORIENTAR AL USUARIO. | 112 |
| FIGURA 7-41. UBICACIÓN GRÁFICA DE PUNTOS REGISTRADOS PARA SUSCRIPTOR. | 113 |
| FIGURA 7-42. PANTALLA DE BÚSQUEDA CON FILTROS..... | 114 |
| FIGURA 7-43. TRAZA DE RUTA DE PUNTOS REGISTRADOS PARA SUSCRIPTOR..... | 115 |
| FIGURA 7-44. CONFIRMACIÓN ENVÍO DE MENSAJES AL MÓVIL. | 115 |
| FIGURA 7-45. NIVELES DE SEGURIDAD DEL SISTEMA. | 116 |
| FIGURA 10-1 PANTALLA DE INGRESO AL SISTEMA | 163 |
| FIGURA 10-2 MENÚ DE ADMINISTRADOR DEL SISTEMA | 163 |
| FIGURA 10-3 MENÚ DE USUARIO DEL SISTEMA..... | 164 |
| FIGURA 10-4 LOCALIZACIÓN DE UN SUSCRIPTOR..... | 164 |
| FIGURA 10-5 RESULTADO DE LA BÚSQUEDA DE UN SUSCRIPTOR. | 165 |
| FIGURA 10-6 TRAZADO DE LA RUTA RECORRIDA DE UN SUSCRIPTOR | 165 |
| FIGURA 10-7 CONFIRMACIÓN DE ENVÍO DE MENSAJE A SUSCRIPTOR..... | 166 |
| FIGURA 10-8 PANTALLA DE LOCALIZACIÓN AVANZADA..... | 166 |
| FIGURA 10-9 LOCALIZACIÓN AVANZADA UTILIZANDO FILTRO..... | 167 |
| FIGURA 10-10 CONFIRMACIÓN DE ENVÍO DE MENSAJES A SUSCRIPTORES SELECCIONADOS | 167 |
| FIGURA 10-11 PANTALLA DE GESTIÓN DE SITIOS | 168 |
| FIGURA 10-12 BÚSQUEDA DE UN SITIO POR SU NOMBRE. | 168 |
| FIGURA 10-13 INGRESO DE UN NUEVO SITIO. | 169 |
| FIGURA 10-14 CONFIRMACIÓN DE ELIMINAR UN SITIO | 169 |
| FIGURA 10-15 IMPORTAR DATOS DE SITIOS DESDE ARCHIVO | 170 |
| FIGURA 10-16 ESTRUCTURA DEL ARCHIVO DE SITIO A IMPORTAR | 170 |
| FIGURA 10-17 CONFIRMACIÓN AL HABER INGRESADO REGISTROS..... | 171 |
| FIGURA 10-18 VENTANA GESTIÓN DE USUARIOS..... | 172 |
| FIGURA 10-19 AGREGANDO UN NUEVO USUARIO..... | 172 |
| FIGURA 10-20 MENSAJE AL INTENTAR BORRAR REGISTROS..... | 173 |
| FIGURA 10-21 MODIFICAR INFORMACIÓN DE UN USUARIO. | 173 |
| FIGURA 10-22 VENTANA DONDE SE INTRODUCEN DATOS DE USUARIO | 174 |
| FIGURA 10-23 ASIGNADO CONTRASEÑA A UN USUARIO..... | 174 |
| FIGURA 10-24 PANTALLA DETALLES DE USUARIO CON DATOS INGRESADOS | 175 |
| FIGURA 10-25 INGRESO DE UN NÚMERO DE TELÉFONO AL USUARIO..... | 175 |
| FIGURA 10-26 PANTALLA DE GENERACIÓN DE REPORTE | 176 |
| FIGURA 10-27 BÚSQUEDA DE UN NÚMERO TELEFÓNICO..... | 176 |
| FIGURA 10-28 LUGAR DONDE DE GUARDARA EL ARCHIVO | 177 |
| FIGURA 10-29 REPORTE GENERADO POR EL SISTEMA. | 177 |
| FIGURA 10-30 MENÚ ADMINISTRADOR DEL SISTEMA MUESTRA BOTÓN “SALIR” | 177 |
| FIGURA 11-1. SELECCIÓN DEL IDIOMA DEL PROGRAMA DE INSTALACIÓN DE UBUNTU 9.04..... | 179 |

| | |
|--|-----|
| FIGURA 11-2. MENÚ DE INSTALACIÓN UBUNTU 9.04. | 180 |
| FIGURA 11-3. SELECCIÓN DE LENGUAJE PARA UBUNTU 9.04. | 180 |
| FIGURA 11-4. SELECCIÓN DE TECLADO A INSTALAR. | 180 |
| FIGURA 11-5. OPCIONES DE SELECCIÓN DE DISTRIBUCIÓN DEL TECLADO. | 181 |
| FIGURA 11-6. ESQUEMA DE TECLADOS DISPONIBLE EN UBUNTU 9.04. | 181 |
| FIGURA 11-7. INSTALACIÓN DE RED POR SERVICIO AUTOMATIZADO DHCP. | 181 |
| FIGURA 11-8. INGRESO DE NOMBRE DEL SERVIDOR. | 182 |
| FIGURA 11-9. SELECCIÓN DE FECHA PARA UBUNTU. | 182 |
| FIGURA 11-10. MÉTODOS DE PARTICIONADO DE DISCOS. | 182 |
| FIGURA 11-11. INSTALACIÓN DEL SISTEMA OPERATIVO EN PROGRESO. | 183 |
| FIGURA 11-12. INGRESO DE NOMBRE DE USUARIO. | 183 |
| FIGURA 11-13. NOMBRE DE CUENTA DE ACCESO. | 183 |
| FIGURA 11-14. CONTRASEÑA PARA ACCESO A SESIÓN AL SISTEMA OPERATIVO. | 183 |
| FIGURA 11-15. SELECCIÓN DE CIFRADO DE CARPETA PERSONAL. | 183 |
| FIGURA 11-16. REVISIÓN DE LOS PAQUETES Y ACTUALIZACIONES DISPONIBLES. | 184 |
| FIGURA 11-17. SELECCIÓN DE TIPO DE ACTUALIZACIONES. | 184 |
| FIGURA 11-18. FINALIZACIÓN DE INSTALACIÓN UBUNTU 9.04. | 184 |
| FIGURA 11-19. REINICIO POST INSTALACIÓN DE UBUNTU. | 184 |
| FIGURA 11-20. INSTALACIÓN DE SERVIDOR DE BASES DE DATOS MYSQL. | 185 |
| FIGURA 11-21. CONFIGURACIÓN DE CONTRASEÑA PARA USUARIO ROOT EN MYSQL. | 186 |
| FIGURA 11-22. PROCESO DE INSTALACIÓN DE SERVIDOR Y HERRAMIENTAS MYSQL. | 186 |
| FIGURA 11-23. CONFIGURACIÓN DE SEGURIDAD EN MYSQL. | 187 |
| FIGURA 11-24. PASOS FINALES DE CONFIGURACIÓN DE SEGURIDAD EN MYSQL. | 187 |
| FIGURA 11-25. INICIO DE SESIÓN EN MYSQL POR MEDIO DE CONSOLA. | 188 |
| FIGURA 11-26. INGRESO A MYSQL CON EL SOFTWARE ADMINISTRADOR. | 188 |
| FIGURA 11-27. INSTALACIÓN DE SERVIDOR WEB APACHE2. | 189 |
| FIGURA 11-28. REINICIO DE SERVICIO APACHE2. | 189 |
| FIGURA 11-29. CONFIRMACIÓN DEL SERVICIO APACHE CORRIENDO PERFECTAMENTE. | 190 |
| FIGURA 11-30. DETALLE DE CONFIGURACIÓN DE MÓDULO PHP EN APACHE. | 191 |
| FIGURA 11-31. FUNCIONAMIENTO ESQUEMATIZADO DE KANNEL EN EL SISTEMA. | 192 |
| FIGURA 11-32. CAJAS DE KANNEL A UTILIZAR EN EL SISTEMA. | 192 |
| FIGURA 11-33. KANNEL BEARER BOX EN FUNCIONAMIENTO. | 195 |
| FIGURA 11-34. KANNEL SMSBOX EN FUNCIONAMIENTO. | 196 |
| FIGURA 11-35. CONFIRMACIÓN DE ENTREGA DE MENSAJE POR KANNEL. | 196 |
| FIGURA 11-36. ARCHIVO DE CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA. | 197 |
| FIGURA 11-37. RESTAURACIÓN DE LA BASE DE DATOS. | 198 |
| FIGURA 11-38. PANTALLA DE INGRESO AL SISTEMA. | 199 |
| FIGURA 11-39. MENÚ PRINCIPAL DEL SISTEMA. | 199 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|---|-----------|
| TABLA 1-1. TABLA DE COMPARACIÓN EN PRECISIÓN PARA TECNOLOGÍAS DE LOCALIZACIÓN..... | 2 |
| TABLA 1-2. TABLA DE COSTOS EN LOS SERVICIOS DE PROVEEDORES GPS EN EL SALVADOR | 5 |
| TABLA 2-1. TABLA DE COMPARACIÓN DE E-OTD Y A-GPS..... | 21 |
| TABLA 2-2. TABLA COMPARATIVA LENGUAJES PARA DESARROLLO EN CELULARES. | 29 |
| TABLA 2-3. TABLA COMPARATIVA LENGUAJES PARA DESARROLLO DE APLICACIONES WEB. | 30 |
| TABLA 2-4. TABLA COMPARATIVA DE ALGUNOS GESTORES DE BASE DE DATOS. | 34 |
| TABLA 2-5. TABLA COMPARATIVA DE SISTEMAS OPERATIVOS. | 39 |
| TABLA 2-6. TABLA COMPARATIVA DE SERVIDORES WEB..... | 40 |
| TABLA 5-1 ALGUNAS CARACTERÍSTICAS DE TELÉFONOS POR FABRICANTE. | 49 |
| TABLA 6-1. RESULTADOS DE EXTRACCIÓN DE DATOS EN AEROPUERTO. | 57 |
| TABLA 6-2. RESULTADOS DE TRAZA DE CELL-ID EN RADIO BASE AEROPUERTO Y SANTO TOMÁS. | 57 |
| TABLA 6-3. DATOS ALMACENADOS EN LA BASE DE DATOS DESDE SHADOW. | 59 |
| TABLA 6-4. PRECIOS DE LA CONEXIÓN DE DATOS DE DIFERENTES COMPAÑÍAS QUE OPERAN EN EL PAÍS (MAYO 2010)..... | 61 |
| TABLA 6-5. TRANSACCIONES REALIZADAS POR EL MÓVIL AL ENVIAR DATOS HACIA EL SERVIDOR. | 62 |
| TABLA 7-1. DICCIONARIO DE DATOS DE LA BASE DE DATOS DISEÑADA PARA PROYECTO..... | 78 |
| TABLA 7-2. TABLA ESTADOS | 81 |
| TABLA 7-3. TABLA PERSONAS..... | 81 |
| TABLA 7-4. TABLA ACCESOS..... | 81 |
| TABLA 7-5. TABLA USUARIOS | 81 |
| TABLA 7-6. TABLA TELÉFONOS | 82 |
| TABLA 7-7. TABLA CELDAS..... | 82 |
| TABLA 7-8. TABLA TRANSACCIONES..... | 82 |
| TABLA 8-1. TABLA COMPARATIVA DE COSTOS DE SOFTWARE DE DESARROLLO..... | 118 |
| TABLA 8-2. COSTOS INCURRIDOS EN EL TRABAJO DE CAMPO | 119 |
| TABLA 8-3. COSTOS DE HARDWARE UTILIZADO EN LA PROPUESTA | 119 |
| TABLA 8-4. COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO | 120 |

RESUMEN

Este trabajo presenta como resultado final un prototipo de solución implementada de un servicio basado en localización por el método de identificación del Cell ID el cual permite ubicar a uno o varios suscriptores de telefonía celular en un mapa en un área determinada. Tal servicio ha sido montado en un sistema basado en web desarrollado por los autores. En este documento se plasman todos los pasos seguidos para la consecución de los objetivos planteados al inicio del proceso de investigación, se muestran los aspectos teóricos que refuerzan la comprensión de tecnologías utilizadas en cuanto a la arquitectura y funcionamiento de la redes celulares GSM (*Global System Mobile*) y UMTS (*Universal Mobile Terrestrial System*), lenguajes de programación, diseño y gestión de bases de datos, sistemas operativos y otros que han sido parte del proceso que se ha realizado. Se encontrarán las hipótesis planteadas, los objetivos generales y específicos, la metodología y otros más. El método científico ha sido la base de la investigación con la peculiaridad que ésta ha sido netamente técnica orientada al campo de la Ingeniería en Telecomunicaciones con ciertos rasgos del amplio mundo de las Tecnologías de la Información. Es necesario aclarar que esta tesis no se debe utilizar como un libro texto, ya que los tópicos incluidos en la sección teórica no profundizan en ninguno de sus temas, pero si establecen un base académica-cognitiva esencial para la comprensión de la terminología y los conceptos incluidos en el documento con la cual el lector puede tener una visión clara para comprender el contenido de cada capítulo. Necesariamente se requiere un nivel de Ingeniería en Telecomunicaciones para gozar una lectura práctica y comprensiva. La experiencia en dicha área también sería maravillosa de manera que escudriñar cada apartado sea en algunos casos como leer un manual de una plataforma, equipo o servicio o inclusive un proceso de evaluación de una propuesta tecnológica, de una revista técnica en el cual no hay mayores explicaciones del contexto teórico pero si se cuenta con referencias para ampliar en caso necesario. Se cuenta además con una sección de anexos donde se encontrará con un conjunto de acrónimos y términos técnicos seleccionados específicamente para referencia en este trabajo.

INTRODUCCIÓN

Desde hace algunos años se cuenta en El Salvador con el servicio de telefonía celular, actualmente éste ha sido concesionado por el estado a un grupo de operadoras asignándole uno o más segmentos del espectro radioeléctrico disponible a cada una. Gracias a esto, hoy en día se puede establecer una comunicación desde casi cualquier punto del país como origen o destino usando las redes tecnológicas de estas compañías y un dispositivo emisor/receptor, denominado, teléfono celular. Consecuentemente con estos avances en sistemas de telefonía móvil, se ha abierto un mercado potencial de servicios de valor agregado VAS (*Valued Added Services*) los cuales generan nuevos ingresos a las compañías como a terceros que en alianzas con estas empresas ofrecen diversidad de nuevos sub-servicios basados en los VAS. Son muy comunes los ofrecimientos de trivias, recepción de noticias, chistes, horóscopos y otros tipos de información por mensajería SMS (Short Message Service), esto gracias a la tecnología celular. Aunque puede parecer que el set de servicios potenciales ya ha sido aprovechado o inclusive ya está saturado, los departamentos mercadotécnicos de las empresas interesadas en aumentar sus ganancias siguen en constante búsqueda de nuevas opciones, en el 2010 no es causa de admiración que se estén creando nuevos foros, comisiones o inclusive departamentos encargados de la investigación de soluciones innovadoras contando con el concurso de especialistas en diferentes áreas.

Este trabajo busca presentar una investigación acerca de un segmento de servicios no explotados aún, los llamados servicios basados en localización LBS (*Location Based Services*). Por ser un segmento de mercado aun no explotado, especialmente en El Salvador, elaborar un sistema que brinde un LBS requiere la exploración de las opciones disponibles para su desarrollo en términos de obtener la información requerida, de la disponibilidad de la fuente de información insumo, de la arquitectura del engranaje de desarrollo y propuesta para entornos de producción, etc. Ésto no es un obstáculo para esta investigación, obviamente algunas áreas no se cubren o no han sido completamente cubiertas, por ejemplo, la parte del mercadeo que no es uno de los fines de este proyecto sin embargo si se sugieren algunas actividades en las

que el sistema prototipo puede ser utilizado ya sea con fines comerciales o con fines de cubrir una labor o responsabilidad social, recuerde que mayoría de invenciones durante la historia no tuvieron un fin específico de uso sino que en la práctica se ha explotado su potencial en rubros en los que posiblemente no estaba considerado; por citar un ejemplo de los anterior, la dinamita de Alfred Nobel cuyo destino original era la minería pero rápidamente se convirtió en un elemento poderoso en la guerra.

Finalmente se invita al lector a disfrutar de esta investigación, no es un libro texto pero si se espera que pueda utilizarla como punto de partida o referencia para futuros proyectos que enfoquen los recursos económicos y técnicos disponibles hacia la creación de nuevas tecnologías que impulsen el desarrollo de las naciones.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En El Salvador todavía no se cuenta con un servicio de localización basado en información de la red celular, existen empresas que ofertan sus productos como sistemas de ubicación, sin embargo éstos basan su funcionamiento en otras técnicas y tecnologías como es el caso de las que usan el GPS (*Global Position System*). En realidad existen más opciones técnicas para desarrollo de servicios de localización pero se utiliza este sistema debido a su alta precisión en comparación con otros que ya ha sido documentados pero que no han sido explotados hasta el momento en el país; el precio de este un servicio basado en GPS requiere la adquisición de tal dispositivo lo que a su vez encarece el precio. La siguiente figura muestra una comparación en términos de la precisión que se puede alcanzar con algunas de las tecnologías documentadas a nivel mundial.

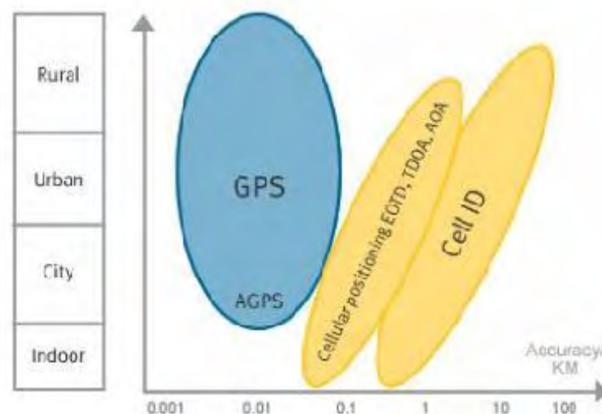


Figura 1-1. Comparación de precisión de geo-posición por tecnología.

No debe existir preocupación si en este momento no se tiene nociones en cuanto a estas técnicas mostradas en la comparación de la figura anterior, en el apartado teórico de este documento se hace una introducción a cada una de ellas con el fin de mostrar al lector algunas de sus características.

Como se ha mencionado el precio es un factor que está en contra de los servicios basados en GPS, otro es que no permite la comunicación con el contratante por

ningún medio y requiere línea de vista para al menos 3 satélites. El salvador es un país muy accidentado geográficamente y en el caso de la ciudad los edificios e incluso los techos de las residencias de los ciudadanos constituyen un elemento de atenuación para captar señales desde el espacio. A continuación se muestra un cuadro que hace referencia a las ventajas y desventajas entre algunas técnicas de localización:

| TECNOLOGÍA | PRECISIÓN | APLICACION | VENTAJAS | DESVENTAJAS |
|---------------------------------|-------------------------------|---|-------------------------|---|
| GPS | 5 – 20 m | Localización de vehículos | Datos muy confiables | Requiere dispositivo GPS y línea de vista a 3 satélites |
| TDOA(Time Difference of Arrive) | Más de 100m | Localización de bienes por medio de red celular | Datos confiables | Requiere estimación calculada con vista a 3 BTS(Base Transceiver Station) |
| CGI (Cell Global Identity) | Depende de cobertura de celda | Ubicación de población y promociones | Tecnología no intrusiva | Muy baja precisión |

Tabla 1-1. Tabla de comparación en precisión para tecnologías de localización.

Tal y como lo refleja la tabla anterior una de las características que se ve influenciada en función de la tecnología que se está utilizando es la precisión. Este término se refiere a qué tan cercana es la referencia que una u otra técnica brinda respecto a la otra; como por ejemplo ubicar un vehículo monitoreado vía GPS, éste podría llegar a ser ubicado con una precisión tal que se tenga la certeza que se encuentra en un radio de hasta diez metros.

Por otro lado un suscriptor de telefonía celular que puede encontrarse dentro del área de cobertura de la BTS (*Base Transceiver Station*), cuyo radio de alcance

puede estar entre cincuenta metros (50 m) y algunos kilómetros (Km), cuando se usan para ubicación parámetros de red como el Cell ID (Identificador de la celda celular).

Apenas se ha hecho una pequeña introducción a algunas de las características de tecnologías de localización, pero se puede hacer la reflexión acerca de las preguntas siguientes: ¿Realmente es necesario pagar un alto precio por un servicio de localización? ¿Todas las aplicaciones que pretenden ubicar bienes u otros necesitan una alta precisión? ¿Solo algunos ciudadanos o empresas tienen derecho al acceso a estos servicios basados en su capacidad económica? ¿Qué opciones existen?

Las preguntas planteadas hasta ahora y otras que puedan surgir llevarán a inferir al lector en que existe la responsabilidad (moral, ética y social) por parte de los profesionales, y más aun los que sus áreas de especialización se relacionan directamente con el uso y desarrollo de Tecnologías de Información, la Electrónica y las Telecomunicaciones las cuales durante los últimos años han trabajado de la mano para buscar alternativas que permitan el acceso a sistemas tecnológicos a aquellos que aún no han podido por las características del mercado, por las limitantes económicas o por cualquier otra razón que haya hecho que los servicios disponibles sean restrictivos desde el punto de vista social. Por otra parte, no se puede ser sensacionalista y aventurarse a investigar y desarrollar soluciones que interfieran con la actividad económica, recursos técnicos y de infraestructura de otros. Una solución no se puede esperar que vaya a ser gratis, pero si se bajan los costos de los servicios por consecuencia se ofrecerán a un menor precio a los potenciales clientes. De ésta manera se crean las condiciones para que la solución se encuentre inminentemente al alcance de favorecer a muchos que antes no podían contar con un servicio de localización con menor precisión y precio a lo que se oferta actualmente.

1.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA

En base a lo que ya se ha expuesto, el problema objeto de esta investigación se plantea como sigue:

“En El Salvador debido a la inseguridad generalizada, los altos índices de criminalidad y los problemas económicos en los que se encuentran las empresas en tiempos post-crisis mundial, se divisa la necesidad de ofrecer un servicio de localización basado en el identificador de celda de telefonía móvil, aprovechando la extensa cobertura de la red celular en el territorio de El Salvador, el cual estaría al alcance de pequeños empresarios, instituciones de gobierno, ONG’S o personas naturales y que además permita ubicar suscriptores en un área geográfica y cuente con un servicio de comunicación directa con el mismo.”.

Una acotación importante es que la solución a este problema no pretende competir con los servicios actualmente comercializados en el país como el GPS pues el enfoque de localización, precisión y capacidad de comunicación no es el mismo, sino ofrecer una opción viable económicamente al futuro usuario o contratante ya sea persona natural, empresa, entidad de gobierno, ONG’S, etc.; con el cuidado de no desarrollar un producto-servicio intrusivo en la red del operador. El término Intrusivo en este contexto se refiere que la red del operador de telefonía móvil no se verá afectada en sus servicios ni en sus equipos por la solución que se plantee para éste problema ni se le hará ningún requerimiento.

1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

El planteamiento del problema sujeto de una solución en esta investigación nos lleva a que se justifique. ¿Existe alguna razón de peso para dar la solución a un problema como tal? ¿Cuáles serían los beneficios de una presunta solución al problema? ¿A quiénes pretende favorecer o beneficiar tal solución?

En primer lugar, independientemente de la existencia o no de un servicio de localización basado en la identidad celular (de hecho no existe aún en El Salvador), el punto es que lo que ofrecen en el país las empresas que compiten en el rubro no es accesible económicamente hablando para el segmento que se ha mencionado en la definición del problema anterior y en todo caso existen actividades que no requieren de la oferta actual. A continuación se presenta una tabla comparativa con

algunos de los planes ofertados en servicios GPS por proveedores locales, se ha reservado el nombre del proveedor, pero puede consultarse en medios impresos, consultas telefónicas o en páginas de la web:

| PROVEEDOR | PLAN | PRECIO(al 12/04/10) |
|-------------|-----------------------------|--|
| Proveedor A | GPS local 1 equipo | \$320 dispositivo + \$17 mensual |
| Proveedor B | GPS Tracker Pro Standard | \$422 dispositivo + \$15.66 mensual |
| Proveedor C | Rastreo GPS Satelital | \$298 dispositivo + \$30 mensuales |

Tabla 1-2. Tabla de costos en los servicios de proveedores GPS en El Salvador

La tabla anterior muestra únicamente ofertas para GPS, como se ha mencionado antes, no existe aún explotación de LBS en el país (según SIGET, CNR y páginas amarillas), los precios son altos. Algunas razones para investigar y desarrollar una solución para futura implementación es la responsabilidad social, es necesario e imperativo a través de la ingeniería ofrecer opciones a aquellos que no pueden alcanzar los beneficios de los productos actuales, es parte de la razón de la existencia de esta área de la ciencia. Luego no es necesario tener amplios conocimientos en economía, mercado y negocios para inferir que si no se ofrecen igualdad de condiciones e incentivos al pequeño empresario, este no puede crecer. Por ejemplo un empresario cualquiera dedicado al ramo de distribución de productos, si no tiene control de sus vehículos, existe la posibilidad de aumentar los costos de operación pues no conoce si el conductor sigue la ruta que se ha definido para su trabajo generando excesos en el gasto de combustible; lo que en cascada de efectos minimiza la oportunidad de empleo al orientar recursos económicos en la cobertura de tales gastos y así sucesivamente se podrían dar más ejemplos. La ventaja principal de los servicios LBS es que se da la posibilidad de obtener un servicio de localización a los sectores del mercado que no pueden optar por un servicio de GPS, por lo que se abre un nuevo rubro en el mercado con el potencial de ser explotado con mayor acceso, mayores empleos y baja inversión (la redes celulares ya están en servicio desde hace años) con lo que se beneficia a un grupo no limitado de

potenciales usuarios. Muchas entidades y empresas no necesitan tener una gran precisión para que tengan la funcionalidad requerida para lograr sus objetivos, por ejemplo controlar la ruta que sigue algunos vehículos oficiales o un pequeño restaurante de un pueblo podría ofrecer sus servicios a los usuarios que se encuentran en su zona geográfica de operación si pudiera ubicar por lo menos a quienes portan un teléfono celular y enviar publicidad por SMS. No existe un sistema que le permita tal actividad, su ventas no crecen; otro ejemplo es: el comité de emergencia nacional COEN podría anunciar un evento de entrega de víveres o publicar los albergues a la población de una área afectada por una catástrofe de casi cualquier índole. Estos ejemplos implican utilización de un servicio de localización y no necesitan alta precisión en sus datos de ubicación que no existe a la fecha. Se pueden mencionar más ejemplos de entidades que se beneficiarían con la solución pretendida y que no pueden pagar los precios altos de las opciones ofertadas actualmente.

1.3 DELIMITACIÓN TEMPORAL-ESPACIAL-SOCIAL

Es importante delimitar en tiempo, espacio y potenciales beneficios (económicos o sociales) este proyecto de forma que el lector pueda tener un panorama amplio del contenido de esta investigación ya que en este caso no es posible generalizar; por ejemplo en el caso de las redes celulares, el tiempo de estudio en cada una de las instaladas en el país tomaría un tiempo sumamente largo por lo tanto limitar la investigación a un grupo de elementos ubicados en una ruta de estudio. De forma similar se presenta la delimitación en términos de tiempo y otros.

1.3.1 DELIMITACIÓN TEMPORAL

El tiempo de realización de este proyecto se extiende del 27 de noviembre de 2009 al 3 de mayo de 2010.

1.3.2 DELIMITACIÓN ESPACIAL

La zona de estudio de este proyecto será el la ruta en carretera comprendida entre la universidad Francisco Gavidia y El Aeropuerto Internacional de El Salvador ubicado

en Comalapa, departamento de La Paz. Con eso será suficiente para obtener una ruta nutrida de radio-bases de servicio de telefonía celular. Además en un entorno de desarrollo del prototipo para la solución no es necesario definir un área mayor. Lo beneficios de la ruta es que permite hacer pruebas de campo sin ocasionar congestión en el tráfico vehicular cuando se requiera la recolección de los datos. Además de esto la ruta seleccionada cumple con tres características o entornos de servicio de redes celulares que son muy importantes para el ambiente de investigación que se propicia. Es importante aclarar que los criterios siguientes se han tomado en cuenta basándose en la teoría de redes celulares, las secciones de planificación de frecuencias, sitios y consideraciones generales de un buen texto de GSM podrían facilitar al lector comprender el espíritu de selección de estas características:

1. Alta densidad poblacional. La alta densidad poblacional implica que las empresas propietarias de las redes de telefonía celular posean un alto número de radio bases, ya que depende de ello la cantidad de usuarios a quienes pueden prestar sus servicios. Para esta investigación es importante ya que se puede observar el comportamiento de la futura solución en una zona como tal. En la figura 1-2 se muestra en círculo rojo marcado con una letra "A" el área referida.
2. Baja densidad poblacional. Una baja densidad poblacional implica para el operador de telefonía una cantidad menor de radio bases para poder brindar el servicio a sus suscriptores. Para esta investigación es necesario conocer el comportamiento del prototipo en este tipo de área. En la figura 1-2 se muestra en círculo rojo marcado con una letra "C" el área en cuestión.
3. Carretera. La última pero no menos importante zona de cobertura en la cual nos podemos encontrar en una red de telefonía celular es la de una carretera, en esta el número de radio bases es mucho menor que en los dos casos anteriores ya que en esta los vehículos generalmente solo se encuentran con las celdas de paso y generan una cantidad considerable de handover (traspaso entre celdas), esto es, el teléfono celular cambia de celda de recepción de servicio con mucha frecuencia; este tipo de eventos es muy

común en las redes celulares. Para esta investigación es importante conocer el comportamiento que el prototipo tendrá en esta condición. En la figura 1-2 se muestra en círculo rojo marcado con una letra "B" la sección de la ruta que cumple con éstas características.

A continuación se muestra la ruta en la cual se realizará el estudio para este proyecto incluyendo los tres entornos de estudio mencionados en la figura 1-2. La imagen ha sido elaborada con la herramienta Google Earth utilizando algunos marcadores disponibles para el usuario. Se esperaría lograr que el prototipo de la aplicación muestre un mapa similar, sin adelantarse en el desarrollo del estudio, el resultado debería ser bastante cercano a la figura siguiente:



Figura 1-2. Ruta de estudio seleccionada para desarrollo servicio LBS.

1.3.3 DELIMITACIÓN SOCIAL

Este proyecto está enfocado al desarrollo de una solución basada en software para la ubicación de suscriptores en un área geográfica utilizando LBS que le permita a microempresarios, entidades de gobierno, ONG's, personas naturales o jurídicas

acceder a este tipo servicios, considerando que si uno similar su eficiencia se ve afectada o sus operaciones son muy costosas con lo que directa o indirectamente afectan el desarrollo de El Salvador; se pretende brindar una opción viable económicamente y que cumpla con sus requerimientos mínimos para operar, con las expectativas de precisión en los datos de localización que sea necesarios y que les permita comunicarse con suscriptores ya que una de sus variantes respecto a otras ofertas sería que no requerirá la compra de equipos extra más que los teléfonos celulares.

Por otra parte, además de fomentar el compromiso social de la ciencia con la humanidad se hará énfasis en el respeto a la información y la privacidad de los suscriptores considerando el cumplimiento de la ley primaria plasmada en la constitución política de El Salvador en el artículo 2:

“Toda persona tiene derecho a la vida, a la integridad física y moral, a la libertad, a la seguridad, al trabajo, a la propiedad y posesión, y a ser protegida en la conservación y defensa de los mismos. Se garantiza el derecho al honor, a la intimidad personal y familiar y a la propia imagen. Se establece la indemnización, conforme a la ley, por daños de carácter moral”.

En este sentido de ser necesario extraer información de suscriptores o de sus equipos celulares se debe diseñar un sistema de gestión de datos en el cual se aloje información de aquellos que deseen el servicio-producto con la condición que tal acuerdo sea documentado (en un formulario físico o en su defecto en formato digital) y sustentado con la firma del interesado o con la aceptación en el caso de un acuerdo de digital en la Web.

1.4 FORMULACIÓN DE OBJETIVOS

Los objetivos que se plantearán a continuación han sido concebidos estratégicamente de manera que se puedan concretizar con resultados al final de la investigación.

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Presentar a través de un prototipo de aplicación web la ubicación geográfica de un teléfono celular en un mapa de Google Maps con la precisión permitida de acuerdo al área de cobertura de la celda celular desde la cual recibe servicio en una red GSM/UMTS de una operadora seleccionada; éste prototipo contará con la capacidad de trazar la ruta aproximada por la que se ha desplazado el suscriptor y brindará la opción de comunicarse con éste a través de la entrega de SMS. El sistema será desarrollado y funcionará específicamente para la zona de estudio seleccionada que comprende la ruta entre la Universidad Francisco Gavidia y el Aeropuerto Internacional de El Salvador en Comalapa.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Desarrollar un módulo de software instalable en un teléfono celular que permita extraer de éste información de la red de telefonía y enviarla a un servicio de almacenamiento de datos remoto.
2. Implementar un prototipo de servicio de localización geográfica que muestre en un mapa de Google Maps un marcador que indique la zona donde se ubica un teléfono móvil celular basado en la ubicación de la BTS desde la que recibe servicio. El servicio se brindará a través de una aplicación web que interactuará con una base de datos que contenga la información.
3. Realizar un estudio de campo para lograr obtener los parámetros mínimos necesarios tales como el Cell ID y la Longitud y Latitud de las BTS localizadas en la ruta "Universidad Francisco Gavidia hasta Aeropuerto Internacional de El Salvador" de la compañía telefónica seleccionada.
4. Definir los requerimientos mínimos de los modelos de teléfonos móviles candidatos a instalarles el módulo de software a desarrollar para extracción de información de la red celular.

1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES

1.5.1 ALCANCES

1. Obtener y almacenar en una base de datos la información de localización (latitud y longitud) de cada una de las BTS ubicadas en la ruta de estudio que pertenezcan al operador seleccionado. El operador no se especifica pues no se requiere publicar su razón social o marca. La selección de éste aunque no será pública en el documento se hará basado el criterio de la cobertura de su red instalada.
2. Extraer el Cell ID de una BTS cualquiera en la ruta seleccionada y la enviarla a través de una conexión de datos GPRS/EDGE/HSDPA a un servidor remoto para ser almacenado en una base de datos y ser utilizada como insumo para la localización del suscriptor.
3. Plotear la posición del teléfono celular en un área determinada dentro de la cobertura de la celda celular de donde toma servicio a través de la API Google Maps, no se presentará la posición o ruta recorrida por el suscriptor por otro medio más que el definido en este apartado del alcance.
4. La aplicación para los teléfonos celulares será desarrollada para ser instalada y probada en los modelos que cumplan con los requerimientos mínimos definidos durante la el desarrollo de la investigación. En este sentido no será un software genérico sino que específico.

1.5.2 LIMITACIONES

1. La exactitud de la ubicación de las unidades móviles dentro del mapa tendrá una precisión que estará en el rango entre 50m a 5Km, podría ser menor, sin embargo esto dependerá del área de cobertura de la celda celular.
2. El acceso a datos técnicos e información confidencial de propiedad de la empresa seleccionada no permite que el sistema prototipo localice un teléfono celular en cualquier parte. La ubicación a través de éste sistema se limita a la ruta de estudio que se ha definido.

3. La disponibilidad de mapas para ploteo de la ubicación aproximada de suscriptores estará sujeta a las condiciones del proveedor seleccionado, en este caso Google Maps.
4. El funcionamiento correcto de la aplicación a instalar en el teléfono celular depende del cumplimiento de los requerimientos mínimos para el software, si se necesitan algún ajuste para un modelo o la adquisición de alguna licencia o permiso del fabricante del equipo, esto no es considerado como parte del alcance.

2. MARCO DE REFERENCIA

En ésta sección se hará una referencia teórica de aquellos tópicos que los autores consideran sustentan la investigación. La mayoría de los temas corresponden al área de las telecomunicaciones tomando en cuenta que el presente es un proyecto de dicha disciplina. La información presentada ha sido recolectada por investigación y en algunos casos resumida de contenidos completos, la bibliografía consultada para el desarrollo de todo el proceso será adjuntada en una sección propia para consulta si el lector lo considera pertinente.

2.1 TECNOLOGÍAS DE LOCALIZACIÓN

Diversas circunstancias han impulsado el desarrollo de los sistemas de posicionamiento. En el caso de algunos países como Estados Unidos y Europa la ley obliga a los operadores de telefonía a ser capaces de localizar automáticamente a cualquier persona que efectuara una llamada de emergencia con una precisión de 50 a 100 metros. Los operadores de telefonía móvil celular han introducido servicios basados en el posicionamiento con ánimo de diferenciarse de sus competidores, reducir costes e incrementar sus ingresos. Independientemente de la razón por la cual ofrecen estos servicios, la definición del estándar no obliga a los fabricantes de equipos para redes móviles a incluir dispositivos que permitan ubicar suscriptores, de hecho en El Salvador no existe método o servicio alguno de parte de las compañías a las que se les ha concesionado el espectro. Para ofrecer estos servicios existen en la actualidad varias técnicas que permiten conocer la posición de un terminal móvil. La precisión, el coste y la dificultad de implementación son parámetros que el operador valora previamente antes de decidirse por una u otra opción y de hecho estudia el margen de ingresos que podría obtener.

La posibilidad de localización de un terminal móvil ya ha dado lugar a numerosos servicios de información, rastreo, selección de rutas y gestión de recursos. Básicamente existen cuatro tipos de servicios de localización móvil:

1. Servicios por activación automática (*Trigger Services*): Se inician cuando el usuario entra en un área determinada. Son adecuados para aplicaciones publicitarias o de facturación.
2. Servicios de información basados en la posición (*Location-based Information Services*): El usuario del servicio demanda información de algún tipo, que varía según su posición. Muchos de ellos permiten encontrar establecimientos cercanos al demandante de información.
3. Servicios de seguimiento por terceros (*Third Part Tracking Services*): Contemplan tanto aplicaciones corporativas como de consumidor, donde la información de la localización es requerida por un tercero. Se pueden utilizar para gestión de flotas, búsqueda de personas, información bursátil, asesoramiento rápido y otros.
4. Servicios de asistencia al usuario final (*End User Assistance Services*): Están diseñados para proveer al usuario de unas condiciones de red segura si éste se encuentra en dificultades. Servicios de asistencia en carretera u otros servicios de emergencia están dentro de este grupo.

El proceso de localización ha de llevarse a cabo independientemente de que el terminal móvil esté al aire libre o se encuentre en el interior de un edificio, ésta es una característica importante ya que a diferencia de servicios basados en tecnología GPS, la señal celular está disponible incluso dentro de edificios u oficinas. Las técnicas que se emplean son diferentes y dependen en gran medida de la precisión con que se deba encontrar al suscriptor. Por este motivo, en primer lugar se comentarán las técnicas de localización más empleadas para espacios abiertos, y en segundo lugar las basadas en redes inalámbricas, enfocadas a la oferta de servicios en interiores

2.1.1 LOCALIZACIÓN MEDIANTE REDES MÓVILES Y SATELITALES

Todos los métodos que se describirán en las siguientes líneas están basados en la tecnología para redes móviles terrestres: algunos de ellos se pueden implementar directamente, otros necesitan que se efectúen modificaciones en la red, mientras

que el resto requieren también ampliación de funcionalidades en el terminal de usuario. La información sobre localización siempre ha estado presente en redes celulares GSM, ya que es necesaria para el establecimiento y mantenimiento de una comunicación, pero inicialmente no era accesible fuera de los nodos de red. En la actualidad se han introducido los elementos necesarios para que sí lo sea. Por otra parte, en UMTS es ya un elemento integrante de la red de acceso radio, y el núcleo de red incluye todo lo necesario para que se pueda conocer la posición tanto interna como externamente.

Las operadoras de telefonía móvil celular suelen utilizar una combinación o variación de uno o más sistemas, dependiendo de la aplicación que se prevea ofertar. De esta manera, las técnicas de localización más populares se mencionarán a continuación, sin embargo se hará un poco de énfasis únicamente en aquellas de interés para esta investigación.

2.1.1.1 TÉCNICAS BASADAS EN LA IDENTIDAD CELULAR

Esta técnica de localización (*Cell Global Identity-CGI o simplemente Cell ID*) está disponible sin realizar ninguna inversión ni modificación en red o terminal, pues la posición se obtiene mediante la identidad de la celda en la que se encuentra el terminal móvil. Sirve para ubicar todo tipo de dispositivos móviles en redes GSM, GPRS, UMTS y CDMA. Además, la técnica se puede mejorar fácilmente teniendo en cuenta el parámetro de avance temporal (*timing advance - TA*), convirtiéndose entonces en una de las técnicas CGI perfeccionadas (*Enhanced Cell-ID*).

La CGI identifica la célula en la que está el terminal móvil. La precisión de este método depende del radio de la celda (en el caso de CGI), que puede variar de 50 metros en áreas urbanas a 3 ó 4 Km en áreas rurales. Éste es el sistema de localización más utilizado por los operadores, pues es suficiente para ofrecer al usuario cierto tipo de servicios en entornos urbanos, con penetración en el mercado inmediata del 100% ya que al no necesitar modificaciones puede ofrecer éstos a sus clientes.

2.1.1.2 TÉCNICAS BASADAS EN RED

Las técnicas basadas en la red requieren modificaciones en los equipos de red existentes y la introducción de nuevos nodos, pero permiten obtener mayor precisión sin tener que alterar los terminales de usuario.

Entre las técnicas basadas en red conocidas podemos mencionar:

1. Angulo de llegada (*Angle of Arrival, AOA*). Este método utiliza antenas multiarray situadas en la estación base para determinar el ángulo de la señal incidente. Si un terminal que transmite una señal está en la línea de vista directa (LOS, Line Of Sight), la antena multiarray puede determinar de qué dirección viene la señal. Para conocer la posición del terminal es necesaria al menos una segunda estimación procedente de otra estación base con la misma tecnología que la primera. La segunda estación base localizará al terminal y comparará sus datos con los de la primera estación para después calcular la posición del usuario mediante trigonometría. En principio sólo son necesarias dos estaciones base para estimar la posición del terminal móvil, por este motivo "*angle of arrive*" (AOA) resulta efectiva en entornos rurales, donde es complicado disponer de visión de tres estaciones base al mismo tiempo. Pero en condiciones adversas (entornos urbanos) suele ser imprescindible emplear más estaciones con el fin de obtener mayor precisión.

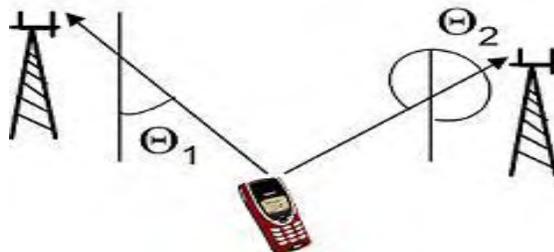


Figura 2-1. Sistema de localización por ángulo de llegada (AOA)

2. Tiempo de llegada (*Time of Arrival, TOA*). Esta técnica se basa en la medición del tiempo de llegada de una señal transmitida por un terminal móvil a

diferentes estaciones base. Para efectuar el cálculo una posibilidad es medir el tiempo de ida y vuelta de la señal. De esta manera la distancia recorrida por la señal se calcula como producto del tiempo empleado en llegar a la BTS y la velocidad de la luz.

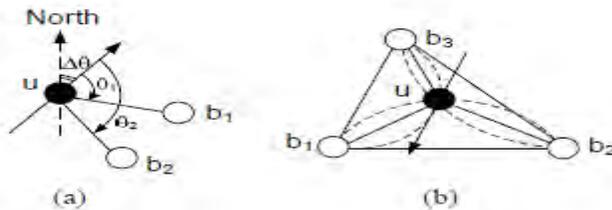


Figura 2-2. (a) Localización con información de orientación (b) localización sin información de localización.

3. Diferencia de tiempo de llegada (*Time Difference of Arrival TDOA*). TDOA emplea la diferencia entre los tiempos de llegada de la señal procedente del terminal móvil a distintos pares de estaciones base para calcular la posición. Puesto que la curva cuyos puntos satisfacen la condición de que su distancia a dos referencias (en este caso un par de estaciones base) sea una constante es una hipérbola, si se calcula esta correlación para varios pares de estaciones base la intersección de las hipérbolas resultantes muestra el punto donde se encuentra el terminal móvil.

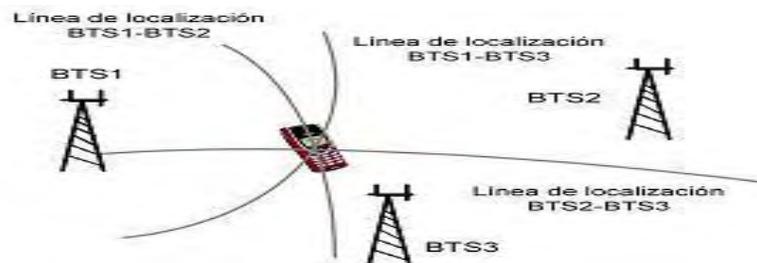


Figura 2-3. Sistema de localización TDOA

4. Huella Multitrayecto (*Multipath Fingerprint, MF*). La huella multitrayecto es una técnica que caracteriza las señales que llegan desde diferentes localizaciones.

Para ello, el operador debe enviar unidades de prueba a distintos lugares con el fin de que las estaciones base graben las huellas multitrayecto y creen una base de datos para efectuar comparaciones. Por ejemplo, si se levanta un nuevo edificio la huella multitrayecto variará y tendrá que ser regrabada.



Figura 2-4. Sistema de localización por "huella multitrayecto".

2.1.1.3 TÉCNICAS BASADAS EN LA MODIFICACIÓN EL TERMINAL MÓVIL

La modificación del terminal no es una opción muy factible por el número de suscriptores que cada compañía puede manejar que en algunos casos puede ser un número que supera varios decenas de millones, sin embargo se mencionarán las técnicas disponibles.

1. Diferencia en el tiempo de llegada con el terminal modificador (*TOA*). El concepto que sostiene esta técnica es el mismo que el del método *TOA* descrito en el apartado anterior, con la salvedad de que en este caso el terminal es capaz de marcar el instante exacto de la señal saliente mediante marcas temporales (*time stamps*). De esta manera, repitiendo las medidas para un mínimo de tres estaciones base es posible localizar el móvil. La desventaja de este método, y lo que lo hace realmente complejo y caro, es que requiere que las estaciones base y el terminal móvil tengan relojes precisos y sincronizados.
2. Diferencia en el tiempo de llegada perfeccionada (*Enhanced Observed Time Difference, E-OTD o TDOA con terminal modificado*). La técnica *E-OTD* opera

sobre redes GSM y GPRS e incluye nueva tecnología tanto en el terminal móvil como en la red. Siendo la solución de red similar a la utilizada en TDOA, el sistema necesita que se instalen unidades de medida de posición (*Location Measurement Units - LMU*) a modo de balizas de referencia en puntos dispersos geográficamente. La densidad de *LMU's* determinará la precisión del sistema, y por ello normalmente es necesario instalar en toda la red una *LMU* por cada una o dos estaciones base. Estos receptores y los terminales móviles habilitados con software E-OTD realizan medidas de las señales procedentes de tres o más estaciones base periódicamente. Las diferencias temporales de llegada de la señal a los dos puntos (*LMU* y terminal) se combinan para producir líneas hiperbólicas que se intersectan en el lugar donde está el terminal móvil, ofreciendo de esta manera localización en dos dimensiones; la posición del terminal móvil se obtiene mediante triangulación a partir de las coordenadas de las BTS, el tiempo de llegada de las ráfagas de cada BTS y las diferencias de tiempo entre las BTS.

3. Triangulación Avanzada de enlace hacia adelante (*Advanced Forward Link Trilateration, A-FLT*). La técnica *A-FLT* es exclusiva para redes *CDMA*, pues éstas son síncronas en operación. El método es muy similar al *TDOA*: consiste en efectuar la medida del retardo de fase entre señales enviadas a un par de estaciones base, y compararla con la medida de otro par. Los datos procedentes de tres estaciones base permiten localizar un terminal móvil. También existe otra técnica mejorada con los mismos fundamentos que *AFLT*, que es *EFLT* (*Enhanced Forward Link Trilateration*).
4. Sistema de Posicionamiento Global (*Global Positioning System, GPS*). El Sistema de Posicionamiento Global es un sistema de radionavegación mundial que emplea al menos tres de los satélites que rodean la Tierra en órbitas conocidas para fijar la posición de una unidad móvil. En la actualidad existe una única constelación de satélites que permite realizar este proceso: la *NAVSTAR* (*Navigation Satellite Timing and Ranging*), formada por 24 satélites activos más cuatro de reserva y mantenida por el gobierno estadounidense; también la Federación Rusa posee la constelación *Glonass* (*Global Orbiting*

Navigation Satellite System), actual mente consta de 22 satélites e los cuales 19 de ellos se encuentran funcionando, dicho sistema empezó a operar el 12 de noviembre de 2009 y por otra parte, la Agencia Espacial Europea espera tener operativo el proyecto Galileo en el año 2014 debido a los repetidos retrasos que esta agencia ha tenido en este proyecto.

El sistema GPS está formado por tres segmentos o áreas: el segmento espacial, el segmento de control y el segmento de usuario. El primero engloba los satélites del sistema, el segundo abarca las infraestructuras terrestres necesarias para el control de la constelación de satélites. Por último, el segmento de usuario está constituido por los equipos de recepción y el software de procesado de señales.

El fundamento de la localización con GPS es la triangulación, cálculo de la distancia de un punto terrestre a tres o más satélites con posición perfectamente conocida. Este proceso se realiza midiendo el tiempo que tarda en llegar la señal del satélite al dispositivo receptor. Con el fin de recibir las señales de los satélites GPS la estación móvil ha de tener un módulo receptor específico (hardware y software) que sea capaz de captar varias señales de satélite, calcular su posición utilizando una marca de tiempo y la descripción del satélite recibida, y en su caso, informar a la red. La introducción del módulo hace que el móvil aumente su tamaño y peso y lo encarece debido a los componentes incluidos y al mayor consumo. A pesar de la buena precisión que ofrece, GPS tiene el inconveniente de que la señal de satélite en ciudad se ve atenuada por los edificios. El receptor necesita una línea de vista directa a los satélites. Además, puede sufrir un retraso relativamente largo en la recepción de las señales.

5. Sistema de posicionamiento Global Avanzado (*Advanced Global Positioning Systems A-GPS*). La "asistencia" que este sistema proporciona respecto al GPS tradicional radica en el uso de receptores de referencia. Estos receptores recogen información de navegación y datos de corrección diferencial para los satélites GPS que están en la zona de cobertura del servidor de localización.

El servidor de localización puede también tener acceso a una base de datos de elevaciones del terreno que permite precisar la altitud a la que se encuentra el terminal móvil, efectuando de esta manera una localización en tres dimensiones.



Figura 2-5. Sistema de localización comercial mediante A-GPS y Cell ID.

En la figura anterior se puede observar el proceso de localización mediante GPS asistido efectuado por un sistema comercial. Se trata de una solución híbrida que combina GPS con identificación celular. En la siguiente tabla se muestra una comparativa de diferentes aspectos de las técnicas *E-OTD* y *A-GPS*:

| TECNOLOGIA | E-OTD | A-GPS |
|----------------------------|------------------------|--------------------------------|
| Precisión (m) | 50-150 | 10-50 |
| Dimensión de la Posición | 2 (Latitud y Longitud) | 3 (Latitud, Longitud y Altura) |
| Tiempo de Respuesta (seg.) | 5 | 5-10 |
| Impacto sobre la Red | Grande | Medio-Bajo |
| Roaming | Medio | Alto |
| Precisión en Interiores | Buena | Mala |

Tabla 2-1. Tabla de comparación de E-OTD y A-GPS

En la actualidad los operadores se centran en la disponibilidad de la localización más que en la precisión de la tecnología.

2.2 SISTEMA GLOBAL PARA LAS COMUNICACIONES MÓVILES (GSM)

El sistema *GSM*, (*Global System for Mobile communications*), es el sistema de telefonía celular de segunda generación más extendido por todo el mundo. La estandarización del mismo fue llevada a cabo por la ETSI (*European Telecommunications Standard Institute*) entre 1982 y 1992 y es la que se usa actualmente en las redes celulares de El Salvador aunque comienzan los primeros esfuerzos por una migración a sistemas de tercera generación.

2.2.1 ARQUITECTURA GSM

Una red GSM está constituida por tres elementos: el terminal, la estación-base (BSS) y El subsistema de red. Adicionalmente existen centros de operación establecidos por las operadoras, para monitorizar el estado de la red.

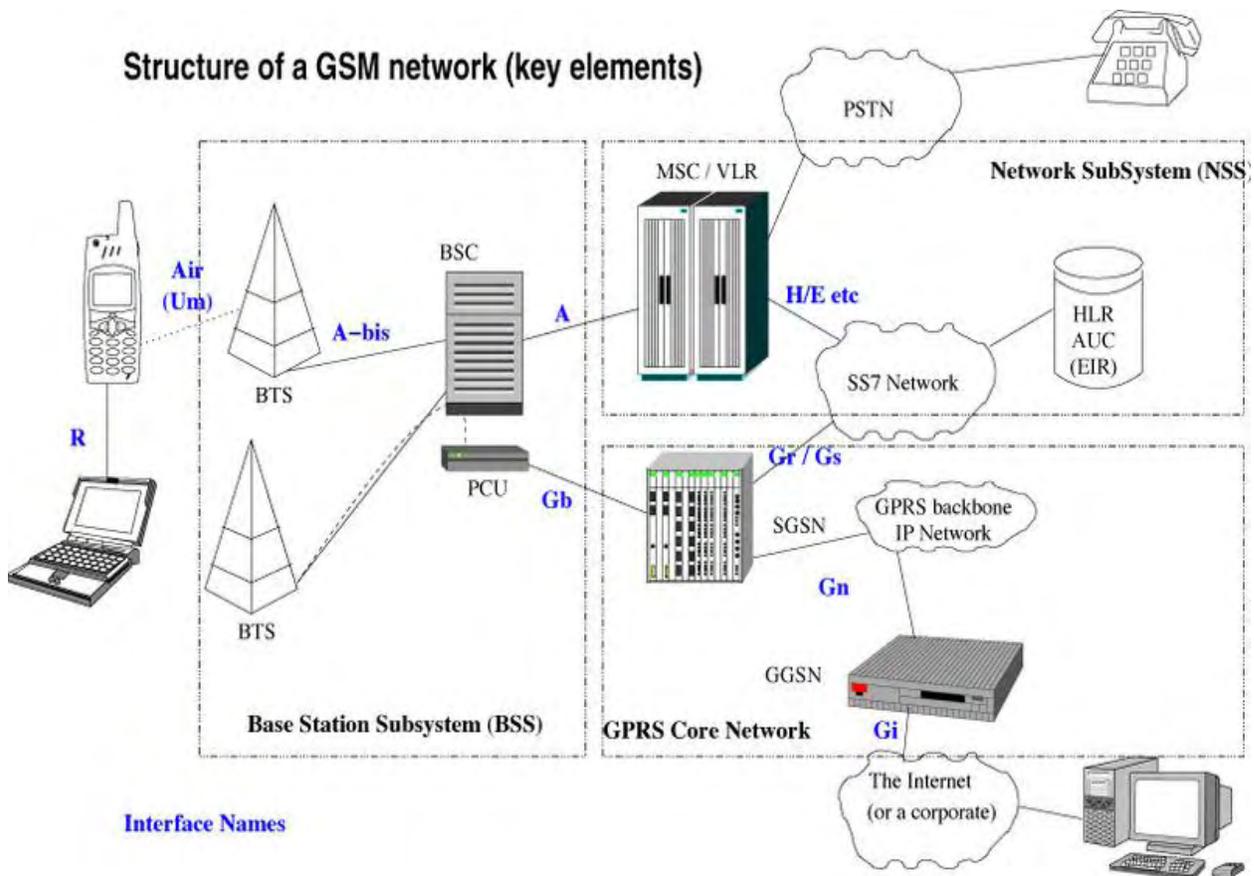


Figura 2-6. Estructura del sistema GSM

La estación móvil, o terminal, contiene la tarjeta *SIM* (*Subscriber Identity Module*), que es utilizada para identificar al usuario dentro de la red a través del *International Mobile Subscriber Identity* (*IMSI*). Existe además un número que identifica cada terminal individualmente, el *International Mobile Equipment Identity* (*IMEI*), pero que es independiente del *SIM* o como se le conoce comúnmente *SIMCARD*.

La estación-base controla la conexión radio entre el teléfono móvil celular y la red, es también conocida por célula ya que cubre una determinada área geográfica. Una *BSS* es compuesta por dos elementos: el *BTS* (*Base Transceiver Station*) y el *BSC* (*Base Station Controller*). Cada *BSS* puede tener o más *BTS*. Las *BTS* albergan el equipo de transmisión / recepción (*los TRX o transceivers*) y gestionan los protocolos de radio con el terminal móvil. En áreas urbanas existen más *BTS* que en zonas rurales y en algunos casos con características físicas o geográficas particulares (como por ejemplo, túneles) son colocados retransmisores para garantizar el servicio.

El *BSC* administra los recursos de radio de una o más *BTS*. Entre sus funciones se incluyen el “*handoff*” (que ocurre cuando el utilizador se mueve de una célula a otra, permitiendo que la conexión se mantenga), el establecimiento de los canales de radio utilizados y cambios de frecuencias. Finalmente, establece la conexión entre el móvil y el *Mobile Service Switching Center* (*MSC*), el corazón del sistema *GSM*.

El *MSC*, como ya fue referido, es el centro de la red, a través del que se hace la conexión entre una llamada realizada de un móvil hacia las otras redes fijas o móviles. El nodo en el que se encuentra posee además una serie de equipos destinados a controlar varias funciones, como el cobro del servicio, la seguridad y el envío de mensajes *SMS*.

El *Home Location Register* (*HLR*) contiene toda la información administrativa sobre el cliente del servicio y la localización actual del terminal. Cuando el *MSC* recibe una llamada destinada a un móvil él va al *HLR* a verificar la localización.

El *Visitor Location Register* (*VLR*) es utilizado para controlar el tipo de conexiones que un terminal puede hacer. Por ejemplo, si un usuario posee restricciones en las

llamadas internacionales el *VLR* impide que estas sean hechas, bloqueándolas y enviando un mensaje de vuelta al teléfono móvil celular informando al usuario.

El *Equipment Identity Register (EIR)* y el *Authentication Center (AC)* son utilizados ambos para garantizar la seguridad del sistema. El *EIR* posee una lista de *IMEI* de terminales que han sido declarados como robados o que no son compatibles con la red *GSM*.

El *Short Message System Center (SMSC)* es responsable del manejo y envío de mensajes cortos de texto. Este un elemento agregado en los sistema de telefonía celular y no es parte de la arquitectura básica sino una plataforma de valor agregado que interactúa con el *HLR* con el fin de obtener información del localización en la red del suscriptor destino, su estado y otros datos para realizar la entrega exitosa del mensaje corto de un máximo de 160 caracteres. Se menciona en éste apartado ya que el servicio *SMS* es parte fundamental en el proyecto en curso.

2.2.2 SEÑALIZACIÓN EN GSM

La red *GSM* debe proporcionar las funciones de transmisión y conmutación de toda red telefónica, conjugadas con el acceso radio para sus terminales y la conectividad con las redes convencionales fijas, por lo que la señalización con estas redes debe acomodarse a los sistemas de señalización imperantes en las mismas, debiéndose contemplar también las operaciones de acceso y movilidad. Por todo ello, en *GSM* se han establecido dos sistemas de señalización:

1. El sistema *SS#7* del *ITU-T* característico de la *ISDN* para el *NSS* con diferentes “*partes*” o protocolos de alto nivel, según las distintas interfaces ente las unidades funcionales. Ello es coherente con el concepto de red *GSM* como red *ISDN*.
2. Un sistema específico para el *BSS* y su interfaz *Um*, para sustentar las funciones propias de la movilidad.

En el primer caso se emplea la denominada Parte de Aplicación Móvil *MAP* (Mobile Application Part) del *SS#7* entre las unidades propias del *NSS* de *GSM* y las partes usuario de *ISDN*, *ISUP* (*ISDNUserPart*) y de telefonía, *TUP* (Telephone User Part), para los inter-funcionamientos con la *ISDN* y *PSTN* respectivamente.

En el segundo caso, el protocolo de señalización sigue los niveles 1 a 3 del modelo *OSI* (*Open System Interconnection*). Consta de la capa física específica de *GSM*, la capa de enlace que utiliza dos protocolos, el *LAPD* (Link Access Procedure on D channel) característico de la *ISDN* hacia el lado de la red.

2.2.3 ALGORITMO DE ENCRIPCIÓN GSM A51

A5/1 es un algoritmo cifrado de flujo usado para proporcionar privacidad en la comunicación al aire libre en el estándar *GSM*, es decir, el algoritmo que cifra la conversación entre 2 terminales *GSM* cuando el mensaje viaja por el aire.

El funcionamiento del algoritmo está distribuido entre el operador de la red *GSM*, el teléfono móvil y la propia *SIM*. De algunos de estos algoritmos hay diferentes versiones. El suscriptor se identifica únicamente con el *IMSI* guardado en la *SIM*. Junto a éste están la clave única de usuario (*Ki*), el algoritmo de generación de claves de cifrado (*A8*), el algoritmo de autenticación (*A3*) y el *PIN*. En el móvil *GSM* está el algoritmo de cifrado (*A5*). Lo primero es autenticar al usuario en la red. Se comprueba que el *IMSI* y el *PIN* de la *SIM* son correctos, y los algoritmos de cifrado tanto de la *SIM* como del móvil están en orden. Por seguridad, la clave única del usuario, almacenada en la *SIM*, no se envía a través de la red. El operador guarda una copia de esta clave, y para que el usuario pueda transmitir de forma cifrada, le envía un paquete aleatorio. Con el algoritmo *A8* se genera una clave de sesión (*Kc*). En el receptor, mediante el algoritmo *A5*, se genera una respuesta a partir de la clave de sesión *Kc* y el paquete aleatorio enviado por el operador de red. El operador de red realiza el mismo cálculo por su parte y compara los resultados.

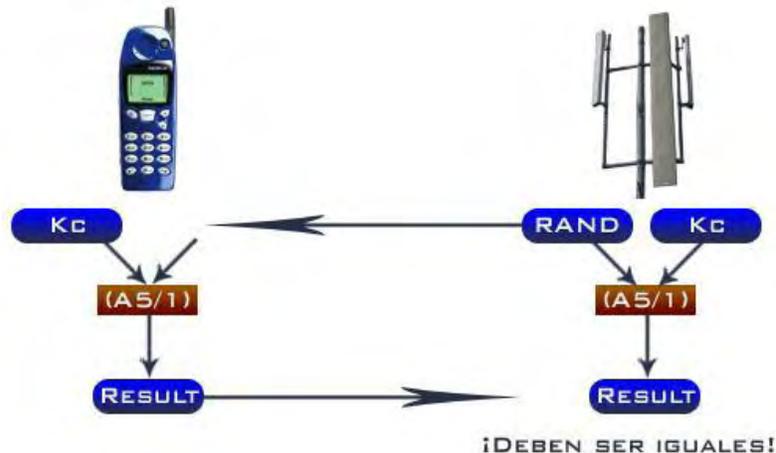


Figura 2-7. Procedimiento esquemático del algoritmo A5/1.

2.3 TECNOLOGÍAS CELULARES DE TERCERA GENERACIÓN

Como toda la tecnología de hoy día, las redes celulares siguen en constante mejora. En El Salvador ya existen los primeros indicios de migración a redes de tercera generación por parte de algunas compañías operadoras, diferente a otros países, el ente regulador no obliga legalmente a los concesionarios a actualizar sus tecnologías con cierta periodicidad, sin embargo como en todo estudio, se ha incluido un recuento teórico de los sistemas 3G.

2.3.1 SISTEMA UNIVERSAL DE TELECOMUNICACIONES MÓVILES (UMTS)

En 1988 la ITU inició actividades hacia la creación de un sistema celular de tercera generación. Esto se conoce actualmente como IMT2000. Los requisitos para estos sistemas eran los siguientes:

1. Tasas de transmisión de 2048 kbps para interiores o ambiente de poco movimiento. Tasas de transmisión de 384 kbps en ambientes urbanos y a velocidades máximas de 120 km/h. Incluso en áreas rurales se debe poder dar una tasa de 144 kbps a vehículos a altas velocidades.
2. Movilidad Global.
3. Terminales multi-modo (que puedan operar en redes 2G y 3G).
4. IMT2000 debe poder conectarse con otras redes, y el usuario no debe poder distinguir que red lo está sirviendo.

5. Una mayor eficiencia espectral es requerida

UMTS es la propuesta de la ETSI para tercera generación de telefonía celular, siendo éste el sucesor de GSM. Las necesidades para estos sistemas son un ancho de banda considerable (hasta 2Mbps en 3G), movilidad y servicios adicionales.

2.3.2 ARQUITECTURA UMTS

UMTS utiliza la misma red central de GSM pero con una interfaz de radio completamente diferente. La nueva red de radio se llama UTRAN que significa UMTS Terrestrial Radio Access Network.

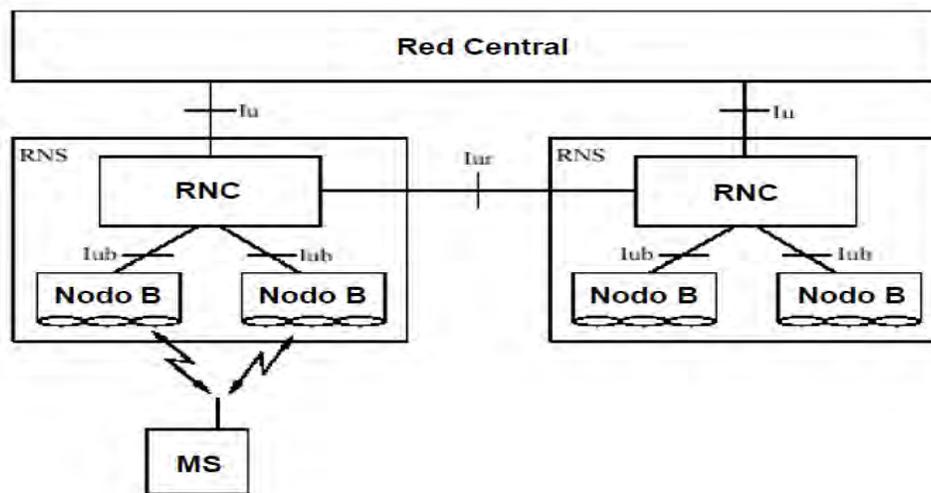


Figura 2-8. Arquitectura de UMTS.

La unidad móvil se conecta al Nodo B que es el equivalente al BTS en GSM. Varios Nodos B son controlados por un solo Controlador de la Red de Radio (RNC).

Controlador de la red de radio (RNC) cuenta con un administrador de recursos autónomo para descentralizar el tráfico, éste se encarga de *handover* suave. El RNC junto con sus respectivos nodos "b" forman un Subsistema de la Red de Radio. Para el *handover* suave se mantiene una comunicación con varios Nodos "b" y esto aunado con el uso de un Receptor *Rake* que da micro diversidad necesaria para eliminar el desvanecimiento de la señal. Nodo B participa con el control de potencia, al hacer que la unidad móvil ajuste su potencia por las indicaciones que llegan por el

enlace de bajada, a causa de las medidas enviadas por el enlace de subida de control de potencia de transmisión. Otra función del nodo B es la sincronización de tiempo y de frecuencia. Algo importante que añadir es que la relación entre RNC y el nodo B es de una forma maestro – esclavo.

2.4 ENTORNOS DE DESARROLLO PARA APLICACIONES MÓVILES

Para las aplicaciones en los clientes móviles existen una variedad de dispositivos y software que se pueden utilizar para crear sistemas que cumplan los requerimientos de un proyecto específico. Se tiene lenguajes para desarrollo de software para dispositivos móviles en ambiente integrados (mayormente conocidos como IDE's) o inclusive en ambientes web. Por ejemplo se muestra la siguiente tabla comparativa de lenguajes de programación para celulares:

| Lenguaje | Licencia | Requerimientos | Incompatibilidades conocidas | Complejidad |
|----------|----------|--|--|---|
| J2ME | Libre | Celular debe poseer instalada la máquina virtual para móviles. | No existen ya que la máquina virtual se encarga de la compatibilidad completa. | Por ser una versión reducida de java, el desarrollo con pocas sentencias. |

| Lenguaje | Licencia | Requerimientos | Incompatibilidades conocidas | Complejidad |
|----------|----------|---|--|--|
| C/C++ | Libre | Compilación requiere atributos propios dependiendo de familia de procesador y sistema operativo del teléfono. | Sistemas operativos no aceptan aplicaciones de terceros. | Lenguaje robusto que permite explotar a bajo nivel características del hardware. |

Tabla 2-2. Tabla comparativa lenguajes para desarrollo en celulares.

Como puede apreciarse en la tabla anterior, características como acceso a conexiones de datos, soporte a funciones matemáticas y similares no es un criterio de diferencia entre uno u otro ya que en la actualidad son prestaciones que se encuentran en casi todos los lenguajes de programación en general.

En cuanto a las aplicaciones Web tenemos una variedad de lenguajes, sin embargo para este estudio no se incluye una descripción completa de todas las plataformas y herramientas sino solo una tabla comparativa de algunas características importantes en la selección del lenguaje adecuado para el desarrollo de aplicaciones accesibles desde la web. La selección en algunos casos es un poco subjetiva, pues a veces se elige por el conocimiento que se tiene o la experiencia en algún lenguaje específico. La robustez, escalabilidad, portabilidad, modelo de programación que admite y otros criterios parecen ser parte ya común de la mayoría de lenguajes, por lo cual se mostrarán otros en los que no se puede hacer una comparación:

| Lenguaje | Licencia | Sistema operativo | Herramientas | Deficiencia conocida | Complejidad |
|--------------------|---|--|---|---|---|
| Java Server Pages. | Libre, con opción de compra de soporte | Windows, Linux, MacOS | Disponibles en licencia Libre y propietarias. | Tiempos de respuesta altos en aplicaciones | Modelo de programación orientado a objetos. |
| PHP | Libre, soporte por la comunidad . | Windows, Linux, MacOS | Variedad de herramientas de desarrollo libre o por compra | Algunas librerías no están incluidas en distribución estándar | Programación simple, acepta Programación orientada a objetos. |
| ASP.NET | Propietario de Microsoft, lenguaje libre pero compiladores y precompiladores restringidas con adquisición de suite. | Nativo en Windows, factible para Linux y MacOS | Entornos integrados bajo licencia de Microsoft | Integrado en IIS, pero difícil optimizar en otros web server. | Programación estructurada bajo filosofía Microsoft. Requiere entrenamientos costosos. |

Tabla 2-3. Tabla comparativa lenguajes para desarrollo de aplicaciones web.

2.4.1 BASES DE DATOS

Dentro de las bases de datos que actualmente se encuentran muchas en el mercado se presenta una tabla comparativa de las bases de datos que se han considerado podrán ser utilizadas para el desarrollo de una solución; posteriormente serán tomadas en cuenta como referencia para el proceso de selección de las herramientas a utilizar en el proyecto. Existe otra cantidad de gestores de base de datos como Oracle (considerado como el mejor), DB2, SyBase y mas que no se incluyen ya que gozan de mayor popularidad, reconocido rendimiento pero también un alto costo, por lo tanto considerando a la oferta de Microsoft en el análisis se cubre simbólicamente éste grupo de gestores bajo licencia.

| Característica | Microsoft SQL | MySQL | PostgreSQL |
|--|--|---|--|
| Sistema Operativo | Windows | Windows 98+, Linux, Unix, Mac | Windows 2000+, Linux, Unix, Mac |
| Licenciamiento | Comercial, código fuente cerrado, características disponibles varían según versión, existen versiones de prueba. | GPL Open Source, existe además comercial. | Disponible en licencia BSD Open Source |
| Drivers nativos instalados en sistema operativo Windows. | Sí | No | No |

| Característica | Microsoft SQL | MySQL | PostgreSQL |
|--|---|---|--|
| Productos Open Source disponibles (programa cliente) | Algunas opciones desarrolladas en CodePlex/.NET | Una gran cantidad de aplicaciones disponibles | Algunas opciones desarrolladas en plataformas PHP más que SQL Server |
| Aplicaciones comerciales disponibles | Muchas | Algunas | Algunas pero sobre otras plataformas. |
| Cambio en tablas, cambios de tipos de datos en objetos, agregar campos sin previa eliminación de objeto. | Sí | Sí | No |
| Índices funcionales, índices basados en función | No directamente pero se pueden crear columnas contabilizadas para aplicar índices | No | Sí |
| Índices parciales | No | No | Sí |
| Claves foráneas con actualización y borrado en cascada | Sí | Sí en InnoDB pero no en MyISAM | Sí |

| Característica | Microsoft SQL | MySQL | PostgreSQL |
|--|---|--|---|
| Réplicas, respaldos y funcionamiento en espejo. | Sí | Sí | Sí pero requiere un poco de tiempo para solventar la configuración funcional óptima |
| Procedimientos almacenados en diversos lenguajes | Sí, en lenguaje nativo y en otros como VB.Net, C#, IronPython y otros aunque estos deben ser compilados antes.. | No, únicamente en C y PL/SQL. | Sí – permite procedimiento almacenados en lenguajes diversos |
| Dinamismo y acciones con funciones SQL | No – se pueden usar procedimientos almacenados, pero estos no pueden ser usados dinámicamente por SELECT | No – se pueden usar procedimientos almacenados, pero estos no pueden ser usados dinámicamente por SELECT | Sí! –se pueden hacer muchas cosas con funciones y sentencias SELECT |
| Tareas trabajos y scripts programables. | Sí – con SQL Agent | No | Sí- PgAgent |
| Soporte para Date Time | Sí y permite Timezone | Permite Date y Date Time pero sin Timezone | Es el mejor con soporte para Date Time, time Stamp y Timezone |

| Característica | Microsoft SQL | MySQL | PostgreSQL |
|------------------------------|---|-------------------|--|
| Autenticación | Éstandar sobre DB, NT, Active Directory. | Éstandar sobre DB | Extensosporte – standard , LDAP, SSPI Active Directory, PAM, trust by IP, etc. |
| Funciones LIMIT .. OFFSET | No – pero tiene TOP y compilaciones ANSI ROW_NUMBER() OVER (ORDER BY campo) y muchos más. | Sí | Sí |

Tabla 2-4. Tabla comparativa de algunos gestores de base de datos.

No han sido incluidas las versiones de cada uno de los motores, sin embargo todas las característica mostradas en la tabla anterior están soportadas por el proveedor que se menciona y puede corroborarse en el sitio web oficial de cada uno, por ejemplo en www.mysql.org para MySQL.

2.4.2 SERVICIOS DE MENSAJERÍA CORTA

El servicio de mensajes cortos o SMS (*Short Message Service*) es un servicio disponible en los teléfonos móviles que permite el envío de mensajes cortos (también conocidos como mensajes de texto, o más coloquialmente, textos o mensajitos) entre teléfonos móviles, teléfonos fijos y otros dispositivos de mano. SMS fue diseñado originariamente como parte del estándar de telefonía móvil celular digital GSM, pero en la actualidad está disponible en una amplia variedad de redes, incluyendo las redes 3G. Debido a que los mensajes SMS son recibidos prácticamente de inmediato por el destinatario y son un medio de comunicación muy personal, se está utilizando como el mejor medio para comunicarse con una comunidad para invitar a eventos,

dar avisos, enviar alarmas, coordinar evacuaciones, confirmar transacciones bancarias, enviar confirmaciones de compra y muchas cosas más.

Gracias al aumento de teléfonos móviles y del uso de mensajes de texto en rangos de población muy variados, el SMS ha servido como instrumento para poder participar en concursos y sorteos de diversa índole. La más conocida es la participación en sorteos de TV, enviando un SMS a un número determinado de teléfono para participar en un concurso, rifa o similares.

En los últimos años, la importancia creciente de las comunicaciones y el desarrollo de la tecnología de telefonía móvil celular ha propulsado la investigación de nuevos mecanismos de comunicación entre usuarios y aplicaciones que han introducido cambios en los modelos de funcionamiento de las empresas. Para poder ofrecer estos servicios es necesario diseñar software y hardware que pueda acceder a los servicios SMS en la red del operador de telefonía celular. Esto se puede conseguir de varias maneras; algunos teléfonos se pueden conectar directamente a un PC y mediante un software propietario se puede acceder a los datos de móvil (agenda, tarjeta SIM y más.), así como enviar y recibir mensajes SMS. El principal problema de esta solución es que no es abierta, y los fabricantes no proporcionan suficiente información como para poder realizar aplicaciones con ellos. Es necesario realizar entonces ingeniería inversa.

Además existe la posibilidad de utilizar un MÓDEM GSM, Mediante el cual se puede tener acceso a través de un SMS gateway a la red celular que, en general, traduce mensajes recibidos de diversos protocolos a un lenguaje que puede ser enviado a la red celular.

La necesidad de un *gateway* SMS está determinada por la exigencia de traducción entre los protocolos utilizados en la red GSM y otros utilizado por las aplicaciones como por ejemplo IP. Los dispositivos móviles se comunican con un Centro de Mensajería (SMSC) utilizando el protocolo SMPP por mencionar uno, específico para mensajería corta, mientras los equipos proveedores de

servicios utilizan el protocolo TCP/IP u otros disponibles de acuerdo a la tecnología seleccionada para comunicación.

Las pasarelas SMS existen con licencias propietarias y también hay alternativas con software libre, una de estas, la cual tiene gran aceptación en el mercado actual es *Kannel*. Desde un punto de vista global, *Kannel* ofrece funcionalidades similares para operar como *gateway* SMS y WAP por lo cual es una opción ideal para implementación en proyectos de envío de mensajes cortos o SMS desde una aplicación desarrollada para un proyecto que usa http. Otra muy popular es NowSMS, sin embargo esta es de licencia propietaria. El lector puede consultar en la web por otras opciones disponible y en el caso de Kannel toda la documentación se encuentra en www.kannel.org disponible al público de forma gratuita.

2.4.3 SISTEMAS OPERATIVOS

Un aspecto muy importante, sino vital en el desarrollo de aplicaciones es el soporte a nivel de sistema operativo. A la fecha todos los sistemas operativos ofrecen soporte de sistemas en red, servicios de archivos compartidos, servicios de autenticación e impresión en red y más características importantes. No es posible estudiar cada uno de los ofertados en el mercado, algunos profesionales inclusive recomienda la selección de acuerdo al destino de utilización, otros toman en cuenta el prestigio, por ejemplo, en sistemas Unix-based por la robustez de estos y las opciones con licencia libre que existen y no puede obviarse a aquellos que confían en un soporte basado en acuerdo de licenciamiento que, si los recursos lo permiten, es una opción válida a ser considerada entre los criterios de selección.

La tabla que se muestra a continuación incluye algunas características que pueden ayudar en la selección de un sistema operativo, no hay razón para sugerir que uno de estos es mejor que otro y es necesario aclarar que es un tabla de referencia, no se incluyen todos los disponibles ya que sería necesario extender una documento sumamente amplio, pero si se muestran datos de los más populares.

| Sistema operativo | Windows | Mac OS | Debian GNU/Linux | Solaris |
|------------------------|---|---|---|--------------------------|
| Desarrollador | Microsoft | Apple | Proyecto Debian | Sun |
| Última versión estable | 6.1 build 7600 | Mac OS X v10.6 ("Snow Leopard") | 5.0 Lenny | 10 |
| Costo | U\$S 199.99 y más según versiones y soporte | 29€ en adelante de acuerdo a versión | Gratuito | Gratuito |
| Licencia | No Libre | No Libre Parcialmente software libre | Libre: GPL | No Libre Semilibre: CDDL |
| Tipo de usuario | Hogar, negocios y redes | Hogar, diseño, negocios, servidores y redes | Hogar, ciencia, servidores, redes, negocios | Servidores, negocios |
| Tipo de núcleo | Híbrido | Mach (Micronúcleo) | Monolítico | Monolítico |

| Sistema operativo | Windows | Mac OS | Debian GNU/Linux | Solaris |
|---|-------------------------------------|-----------------------|--|--|
| Arquitecturas de procesador soportadas | Intel x86, Intel x86 64, Intel IA64 | Intel x86 64, PowerPC | Intel x86, Intel IA64, AMD64, DEC Alpha, ARM, HP PA-RISC, MIPS (big endian), MIPS (little endian), PowerPC, IMB S/390, Sparc | Intel x86, AMD64, Sparc, UltraSparc, PowerPC (sólo en versión 2.5.1), Sun4d, Sun4m |
| Sistema de archivos por defecto | NTFS | HFS+/UFS | ext3 | UFS/ZFS |
| Soporte de sistemas de archivo de 16 bits | No | No | Sí | Sí |
| Soporte de sistemas de archivo de 32 bits | Sí | Sí | Sí | Sí |

| Sistema operativo | Windows | Mac OS | Debian GNU/Linux | Solaris |
|---|---------------------|------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Soporte de sistemas de archivo de 64 bits | Si | Sí | Sí | No |
| Herramienta de actualización por defecto | Windows Update | Software Update | apt | pkgadd |
| Entorno gráfico | Basado en el núcleo | Basado en el núcleo (Quartz) | Aplicación: X WindowSystem | Aplicación: X WindowSystem |

Tabla 2-5. Tabla comparativa de sistemas operativos.

Existen muchos otros sistemas operativos disponibles, se insta al lector a investigar por otras opciones no tan populares, por ejemplo, en Linux hay una cantidad importante de llamadas distribuciones que si el criterio de selección se basase en un agregado específico, se debería realizar una revisión de cada distro y elegir aquella que cuente con tal elemento.

2.4.4 SERVIDOR WEB

Como última sección de este capítulo, pero no menos importante se presentarán algunos tópicos de comparación en el ámbito de servidores web, entiéndase como el servicio, no como el equipo. La figura 2-9 muestra en una gráfica de pastel la utilización que en su momento el gigante en internet Google mostró como resultado de su estudio de utilización de servidores web en el mundo para finales del 2009.

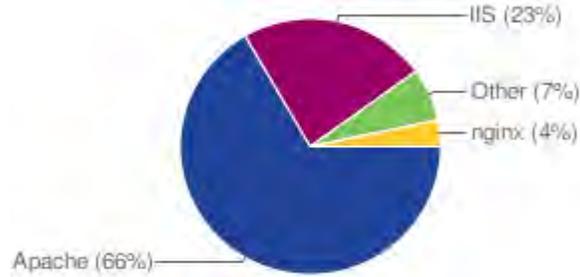


Figura 2-9. Comparación de la utilización de los servidores web en el mundo.

Pero esto ante la mirada de un experto no indica que Apache es la aplicación ideal para su servidor web y mucho menos lo contrario, pero si muestra una tendencia de utilización y popularidad. El rendimiento de un web-server no depende únicamente del software, de su arquitectura y diseño, de su escalabilidad. Hay más factores que juegan un papel importante como es el sistema operativo y el hardware; Sin embargo para el caso, se pueden mencionar algunas de la características que todo ingeniero de red debería en teoría tomar en cuenta en un proceso de selección de una aplicación que preste el servicio Web:

| Característica | Apache | Cherokee | IIS |
|---------------------------------|--------|----------|-----|
| Software libre | SI | SI | NO |
| Conexiones permanentes | SI | SI | SI |
| Módulos/Soporte plug-ins | SI | SI | SI |
| Soporte Virtual Servers | SI | SI | SI |
| Escala a servidores SMP | SI | SI | SI |
| Autenticación | SI | SI | SI |
| Soporte Encoders | SI | SI | SI |
| CGI's | SI | SI | SI |
| Páginas de error personalizadas | SI | SI | SI |
| Conexiones seguras https | SI | SI | SI |
| Caché friendly | SI | SI | SI |

Tabla 2-6. Tabla comparativa de servidores web.

3. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

Esta investigación pretende entregar un producto innovador que en un futuro muy cercano, llámese, corto plazo, puede ser la solución no solo a un problema específico sino a muchos problemas. Ese debería, a juicio de los autores, ser el espíritu de la ingeniería. De esta manera se plantea una hipótesis, que se cree puede ser una de las causas por la que no hay acceso a servicios de localización disponibles al alcance de pequeños empresarios, ONG's y más. Las siguientes hipótesis deberían ser interpretadas no como supuestos de la razón o motivo de un problema sino como el supuesto de soluciones viables.

3.1 HIPÓTESIS GENERAL

La falta de acceso a sistemas de localización basadas en redes celulares en el salvador puede ser solventada a través de un proyecto que ofrezca diseño, desarrollo y como mínimo implementación de un prototipo de aplicación basada en software para la ubicación de teléfonos móviles en una área geográfica delimitada por el área de cobertura de una celda de telefonía móvil.

3.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

Hipótesis: En teléfonos celulares no existe un software que reporte su posición periódicamente a un sistema central de almacenamiento de datos, por tanto no es posible localizarlo si no se cuenta los datos parámetros que permitan inferir tecnológicamente su ubicación al menos dentro de un área. Si fuera posible conocer el identificador de la celda desde la que el móvil recibe servicio sería posible referenciar su posición.

Variables:

Independiente: Identificador de celda (Cell ID).

Dependiente: Desarrollo de aplicación de software que pueda ser instalada en teléfonos celulares para extraer identificador de celda y almacenar remotamente tal información.

Hipótesis: Mostrar un mapa en una página web donde se muestre la posición aproximada de un suscriptor de telefonía celular no es posible ni será posible si no se cuenta con al menos la información de localización de las celdas celulares.

Variables:

Independiente: Estudio de campo con equipo GPS.

Dependiente: Coordenadas de geo-posicionamiento grupo de celdas en estudio.

4. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Para realizar el trabajo de investigación, el cual incluye la implementación del prototipo, se utilizarán las siguientes metodologías:

Investigación teórica: Se enfoca en conocer las características de los teléfonos celulares de varios fabricantes, por mencionar algunos: Motorola, Sony Ericsson, Nokia, etc. con el fin de conocer las opciones de desarrollo de aplicaciones para éstos. Además, la selección de las tecnologías adecuadas para el desarrollo de la aplicación en el servidor remoto y los requerimientos en hardware y software para los servidores que soportarán el sistema. En cuanto a hardware se consideran los siguientes parámetros:

1. Capacidad de memoria.
2. Procesamiento.
3. Costo.
4. Almacenamiento.

Por el lado del software se considera:

1. Licencia
2. Costo
3. Estabilidad
4. Accesibilidad
5. Requerimientos mínimos
6. Seguridad

Investigación de Campo: Consistirá en la recolección de la información de ubicación de las celdas celulares de la ruta de prueba, se necesita obtener las coordenadas en latitud y longitud del sitio en el que se ubica la radio base y de ser posible información extra como dirección específica de lugar de ubicación. Esta es la parte de la investigación que requiere mayores recursos en tiempo y dinero pero con la ventaja que esta etapa brindará los insumos esenciales del proyecto. Para la investigación de campo es necesario contar con una herramienta que nos permita

extraer información de red, en este caso el Cell ID de la celda de la cual en ese momento se está tomando la información. Esta información y la información geo-referenciada de la ubicación de la celda servirán de base para el desarrollo posterior de un prototipo que permita cumplir con el objetivo planteado y realizar las primeras pruebas.

Documentación: Implica el registro de los detalles de la investigación por capítulo para entrega en un documento final entregable para ser evaluado posteriormente por un jurado.

4.1 SELECCIÓN Y DISEÑO DEL TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación que se utilizara es un modelo de Diseño experimental el cual es un estudio en que se manipulan deliberadamente una o más variables independientes, para analizar las consecuencias que tal manipulación ejerce sobre una o más variables dependientes dentro de una situación de control para el investigador.

Para esta investigación se ha seleccionado un diseño de investigación de tipo experimental, ya que se desarrolla y se somete a prueba “un sistema básico de localización por medio de parámetros de la celda de telefonía celular tales como el Cell ID” en el cual se manipulan deliberadamente en un entorno controlado los diferentes componentes que integran nuestro sistema; el cual consiste básicamente en el desarrollo de un sistema que obtenga dicha información de la BTS a la cual el móvil está conectado para poder obtener una ubicación geo-referenciada aproximada de la posición del teléfono móvil celular . En síntesis se espera brindar una ubicación del suscriptor que lo que indique es una referencia al área de cobertura de la celda celular.

4.2 DESCRIPCIÓN DE LA POBLACIÓN

Se pretende desarrollar el prototipo para un sistema de ubicación por medio del uso del Cell ID, la población se define como todos aquellos dispositivos (teléfonos móviles) pertenecientes a la red de telefonía móvil celular. La red debe cumplir con las características siguientes:

1. Capaz de brindar conexiones de datos vía GPRS, EDGE o HSDPA.
2. Cada Radio base de la red debe posea un Cell ID único.

4.2.1 POBLACIÓN MUESTRA

Para alcanzar los objetivos de ésta investigación no es necesario contar con un número significativo de dispositivos pero sí deberán poseer un sistema operativo que incorpore o permita incorporarle el máquina virtual que Sun Micro Systems ha puesto a disposición de los fabricantes de teléfonos móviles. Una versión de la máquina virtual para estos dispositivos móviles puede incluir cualquier el perfil MIDP (1.0, 2.0 o inclusive 2.1).

4.2.2 DISEÑO MUESTRAL

El diseño muestral es no probabilístico porque se utiliza un muestreo dirigido, el cual se define teóricamente como: “es un estudio en el que se manipulan deliberadamente una o más variables independientes para analizar así las consecuencias que la manipulación tiene sobre las variables dependientes dentro de una situación de control”. En este caso las variables independientes serian básicamente los teléfonos móviles celulares ya que en función de su posición se obtiene la información de su ubicación aproximada la cual es utilizada para propósitos de logro de los objetivos que ya se han planteado.

4.2.3 CALCULO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA

Dado que es una muestra dirigida y por la naturaleza de la investigación basta con un número muy reducido de dispositivos para realizar las comprobaciones necesarias no es necesario hacer ningún cálculo del tamaño de la muestra, por ejemplo, para el prototipo solo se requiere de un teléfono que cumpla los requerimientos para instalar el software.

4.2.4 ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS POBLACIONALES

Como en este caso la población consiste en teléfonos móviles que poseen idénticas características o características similares de acuerdo a la selección, lo que se encuentre para el teléfono muestreado es aplicable a toda la población similar, por lo

tanto no se requiere de la estimación de un parámetro para generalizar los resultados de la muestra en la población.

5. RECOLECCIÓN DE LOS DATOS

La recolección de datos, teóricamente, se refiere al uso de una gran diversidad de técnicas y herramientas que pueden ser utilizadas por el investigador, los cuales pueden ser la entrevistas, la encuesta, el cuestionario, la observación, la experimentación, investigación bibliográfica y cualquier método que permita al investigador la recopilación de datos.

Todos estos instrumentos se aplican en un momento en particular, con la finalidad de buscar información que será servirá de insumo para la investigación. En éste proyecto se trata con detalle los pasos que se debe seguir en el proceso de recolección de datos, con las técnicas ya antes nombradas.

5.1 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Para definir una técnica o instrumentos de investigación es necesario recordar que en apartados anteriores se definió el tipo de investigación que se utilizaría, esta definición se elaboró tomando en cuenta las necesidades de información que se han identificado.

El tipo de investigación a realizar es del tipo experimental, la cual implica la adquisición de información. Para poder realizar los procedimientos de adquisición de la data se debe definir los datos necesarios recolectar los cuales son:

1. Cell-ID de cada radio base de la ruta de estudio
2. Coordenadas geo-referenciadas (Latitud y longitud) de cada radio base.
3. Nombre de radio base (Asignada por el investigador).
4. Dirección de la radio base (Obtenida de mapas o personas de la localidad).

Teniendo definidos los datos que se desean obtener se procede a definir de qué manera se obtendrán. Para poder obtener el Cell-ID es necesario un dispositivo que tenga la capacidad de poder adquirir la información de la radio base y la presente al investigador para poder almacenarla junto con la información de cada radio base visitada.

En el caso de las coordenadas geo-referenciadas es necesario un equipo de GPS que sea capaz de presentar las coordenadas al investigador y mostrarlas al investigador.

Para el nombre y la dirección de cada radio base el investigador será quien se encargara de asignarle un nombre e identificar cada uno de los sectores de la misma, así como anotar la dirección del lugar en donde se encuentra ubicada.

En general, se ha descrito un trabajo de campo en el cual el(los) individuo(s) a cargo de coleccionar la información necesariamente contará con la herramientas que le brinden o le permitan extraer los datos insumos del sistema en proyecto.

5.2 ELABORACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

De momento no se cuenta con un dispositivo que muestre la información de red extraída de la señal que ésta le brinda al suscriptor. Entonces se desarrollará una; esto implica que ha de hacerse un pequeño análisis adelantado para definir el equipo que se utilizará y de hecho las herramientas de desarrollo para obtener como producto un software capaz de brindar la información requerida.

Para el GPS es un equipo que ya se encuentra desarrollado y comercialmente se puede encontrar en cualquier venta de equipos electrónicos. Netamente por costos, se ha adquirido un equipo marca Garmin que es suficiente para conocer las coordenadas en latitud y longitud de posición. No es un equipo profesional, sin embargo es suficiente para este proyecto.

La información del Cell ID es propia de cada radio-base, es asignada por el operador. Regularmente se encarga de éstas tareas el departamento de planificación y calidad de la red del operador. El identificador de celda es difundido a todos los terminales celulares que se encuentran afiliados a ella como parte del set de data enviada por los canales de control definidos en el estándar GSM para la interfaz radio. Si bien es cierto que tales insumos los conoce el terminal, se necesita un medio para mostrarlos al investigador. Entonces, se definirá el equipo celular y el lenguaje de desarrollo del programa interfaz para captar la data de manera que los autores tengan la posibilidad a futuro de almacenarla en una base de datos.

Revisando en los sitios de desarrollo para fabricantes se ha encontrado datos claves para la selección del equipo celular:

| Sony Ericsson | Nokia | Samsung | BlackBerry |
|--|---|--|---|
| No requiere certificado digital para instalar software desarrollado por terceros | Requiere un certificado digital para firmas aplicaciones de terceros. | Requiere un certificado digital para firmas aplicaciones de terceros. | Requiere un certificado digital para firmas aplicaciones de terceros. |
| Máquina virtual Java incluida en sistema operativo o factible de instalar. | Máquina virtual Java incluida en sistema operativo o factible de instalar | Máquina virtual Java incluida en sistema operativo o factible de instalar. | Máquina virtual Java incluida en sistema operativo. |
| Memoria >2MB para alojar datos personalizados. | Memoria >2MB para alojar datos personalizados. | No se especifica. | No se especifica. |

Tabla 5-1 Algunas características de teléfonos por fabricante.

En la tabla anterior no se incluyen todos los fabricantes existentes pero se tiene una muestra interesante. La clave de selección no es si el equipo posee o no la máquina virtual de JAVA para móviles o la opción de instalarla, el punto es si el fabricante permite o no aplicaciones de terceros. Todos lo hacen, sin embargo, para algunos de ellos se requiere la compra de un certificado para firmar digitalmente la aplicación. En términos de capacidad de almacenar una aplicación, parece ser que los fabricantes han incluido ésta opción en sus equipos. Concretizando, se utilizará un equipo del fabricante Sony Ericsson, la razón principal es que en este momento no se cuenta con los recursos económicos para adquirir un certificado. Los autores no consideran que sea una decisión errónea.

Para el desarrollo del software, en la Tabla 2-2 se cuenta con un par de opciones de lenguajes para desarrollo en teléfono móviles de las cuales se pueden destacar:

La complejidad de desarrollo en **J2ME** se reporta como poca compleja, es un lenguaje reducido de Java, no hay requerimientos más que la máquina virtual lo que le hace independiente del sistema operativo, esto es, portabilidad.

Por otra parte, C y C++ son lenguajes poderosos para desarrollo regularmente a bajo nivel. No se busca complicar el desarrollo de la aplicación ya que el tiempo ya ha sido definido para la duración de la investigación. El compilador de C/C++ puede teóricamente generar algunos problemas por compatibilidad con el sistema operativo del teléfono, por lo tanto, se ha seleccionado a **J2ME** con lenguaje de desarrollo para la aplicación móvil.

Por último, en el tema del desarrollo faltaría un editor, esto no representa problema alguno; para Java se cuenta con una amplia gama de editores como Netbeans, Eclipse, JBuilder de Borlan, Java Sun Studio y hasta Notepad o Kwrite. La diferencia fundamental es la ayuda que algunos entornos integrados brindan en comparación con otros. Se usará **Netbeans v6.5**.

5.3 APLICACIÓN DEL INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

En los instrumentos de investigación a utilizar serían:

1. GPS (Garmin 5). Con este equipo se logra conocer la posición geo-referenciada de las radio base de la ruta antes establecida. Este equipo es capaz de presentar la posición de un punto en coordenadas geo-referenciadas (latitud y longitud).
2. Aplicación J2ME para captura de Cell-ID. Esta es una aplicación desarrollada en lenguaje Java en su versión reducida para móviles la cual se instalara en un teléfono móvil celular y al ejecutarse muestra el Cell-ID de la radio base en la cual la unidad móvil se encuentra recibiendo servicio.
3. Teléfono móvil celular. Es un teléfono móvil celular capaz de instalar y ejecutar aplicaciones Java en versiones para dispositivos móviles. El fabricante es Sony Ericsson, modelo W610. Como la mayor parte de teléfonos en el mercado actual,

este dispositivo posee una versión de la máquina virtual de Java y un perfil MDIP 2.0 y su precio es razonablemente bajo (\$60), posee un slot para extender memoria SD, sistema operativo propietario de Ericsson y no requiere licencia para instalar aplicaciones que extraen información de red.

5.4 PROCESO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Se cuenta con el software para extraer información de red instalado en el teléfono celular, ahora se listarán los pasos para desarrollar el trabajo de campo por el investigador.

1. Ubicar la dirección de la radio base.
2. Desplazarse hacia la radio base.
3. Con GPS adquirir la latitud y longitud de la radio base.
4. Ejecutar la aplicación en el teléfono móvil celular.
5. Tomar del móvil el Cell Id de la radio base.
6. Almacenar los datos adquiridos.

5.5 PRESENTACIÓN DE DATOS RECOLECTADOS

| NOMBRE RB | SECTOR | CELL ID | LATITUD | LONGITUD |
|---------------------------|--------|---------|-----------|------------|
| Aeropuerto | A | 11891 | 13.445319 | -89.056413 |
| Aeropuerto | B | 11892 | 13.445319 | -89.056413 |
| Aeropuerto | C | 11893 | 13.445319 | -89.056413 |
| El boquin | A | 12401 | 13.740555 | -87.786111 |
| El boquin | B | 12402 | 13.740555 | -87.786111 |
| El boquin | C | 12403 | 13.740555 | -87.786111 |
| Entrada san marcos | A | 16691 | 13.669208 | -89.187625 |
| Entrada san marcos | B | 16692 | 13.669208 | -89.187625 |
| Entrada san marcos | C | 16693 | 13.669208 | -89.187625 |
| Comalapa la paz | A | 10481 | 13.454388 | -89.061138 |
| Comalapa la paz | B | 10482 | 13.454388 | -89.061138 |
| Comalapa la paz | C | 10483 | 13.454388 | -89.061138 |
| El mirador | A | 10661 | 11.512138 | -91.084833 |

CAPITULO V

Recolección de Datos

| NOMBRE RB | SECTOR | CELL ID | LATITUD | LONGITUD |
|------------------------|---------------|----------------|----------------|-----------------|
| El mirador | B | 10662 | 12.512138 | -90.084833 |
| El mirador | C | 10663 | 13.512138 | -89.084833 |
| Final san marcos | A | 17881 | 13.655111 | -89.155083 |
| Final san marcos | B | 17882 | 13.655111 | -89.155083 |
| Final san marcos | C | 17883 | 13.655111 | -88.155083 |
| San juan talpa | A | 14411 | 13.499111 | -89.089055 |
| San juan talpa | B | 14412 | 13.499111 | -89.089055 |
| San juan talpa, la paz | C | 14413 | 13.499111 | -89.089055 |
| Loma larga | A | 10881 | 11.644855 | -91.170344 |
| Loma larga | B | 10882 | 12.644855 | -90.170344 |
| Loma larga | C | 10883 | 13.644855 | -89.170344 |
| San marcos | A | 10951 | 13.667388 | -89.193027 |
| San marcos | B | 10952 | 14.667388 | -88.193027 |
| San marcos | C | 10953 | 15.667388 | -87.193027 |
| Zona franca miramar | A | 12041 | 13.533388 | -89.112277 |
| Zona franca miramar | B | 12042 | 13.533388 | -89.112277 |
| Zona franca miramar | C | 12043 | 13.533388 | -89.112277 |
| Montelimar | A | 16181 | 12.594444 | -90.120111 |
| Montelimar | B | 16182 | 13.594444 | -89.120111 |
| Montelimar | C | 16183 | 13.594444 | -89.120111 |
| San marcos 5 | A | 19421 | 13.652861 | -89.174833 |
| San marcos 5 | B | 19422 | 13.652861 | -89.174833 |
| San marcos 5 | C | 19423 | 13.652861 | -89.174833 |
| Olocuilta | A | 11121 | 12.561222 | -90.113722 |
| Olocuilta | B | 11122 | 13.561222 | -89.113722 |
| Olocuilta | C | 11123 | 13.561222 | -89.113722 |
| El progreso | A | 11251 | 12.6963 | -90.2209 |
| El progreso | B | 11252 | 13.6963 | -89.2209 |
| El progreso | C | 11253 | 13.6963 | -89.2209 |
| Saquirol | A | 12931 | 11.687333 | -91.223722 |
| Saquirol | B | 12932 | 12.687333 | -90.223722 |
| Saquirol | C | 12933 | 13.687333 | -89.223722 |
| El sauce | A | 11351 | 13.664166 | -87.800555 |
| El sauce | B | 11352 | 13.664166 | -87.800555 |
| El sauce | C | 11353 | 13.664166 | -87.800555 |
| Seminario | A | 11361 | 13.702697 | -89.222988 |
| Seminario | B | 11362 | 14.702697 | -88.222988 |
| Seminario | C | 11363 | 15.702697 | -87.222988 |
| Santo tomas 1 | A | 12091 | 13.625555 | -89.118361 |

CAPITULO V

Recolección de Datos

| NOMBRE RB | SECTOR | CELL ID | LATITUD | LONGITUD |
|----------------------------|---------------|----------------|----------------|-----------------|
| Santo tomas 2 | B | 12092 | 13.625555 | -89.118361 |
| Santo tomas 2 | C | 12093 | 13.625555 | -89.118361 |
| Santo tomas | A | 11631 | 13.614611 | -89.120916 |
| Santo tomas | B | 11632 | 14.614611 | -88.120916 |
| Santo tomas | C | 11633 | 13.614611 | -89.120916 |
| Santiago texacuango | A | 14671 | 13.639722 | -89.114333 |
| Santiago texacuango | B | 14672 | 13.639722 | -89.114333 |
| Santiago texacuango | C | 14673 | 13.639722 | -89.114333 |
| San marcos 2 | A | 18731 | 13.650375 | -89.185422 |
| San marcos 2 | B | 18732 | 13.650375 | -89.185422 |
| San marcos 2 | C | 18733 | 13.650375 | -89.185422 |

Figura 5-2. Presentación de resultados del estudio de campo.

La herramienta que se ha utilizado para la captura y almacenamiento de datos es una aplicación desarrollada en lenguaje Java para móviles (J2ME) y en conjunto con la base de datos son la médula de alimentación del prototipo de sistema. Un esquema general del funcionamiento es el siguiente:



Figura 6-2. Representación gráfica del almacenamiento de datos.

El diagrama anterior puede explicar de manera gráfica el procedimiento de recolección de coordenadas geo-referenciadas de los sitios de la ruta establecida para este estudio, el teléfono posee una aplicación que está instalada en él, que a través de una serie de rutinas, extrae información de red de interés para este estudio como es el identificador de la celda de telefonía celular de la cual está obteniendo señal.

Siguiendo los pasos del estudio de campo mencionado en el capítulo anterior (proceso de recolección de datos) se ha logrado construir una base de datos que incluye los datos de ubicación de las celdas en términos de sus coordenadas de latitud y longitud, su identificador de celda y otra información extra que puede servir

para filtrar la información, por ejemplo, la dirección del lugar en el que se encuentra ubicado el sitio. Esta base de datos será almacenada en el gestor seleccionado, sin embargo esta información es la base para el proyecto; es importante recordar que uno de los grandes desafíos en proyectos como el presente es obtener la información correcta y precisa de la red, la cual es una red celular privada por lo tanto las empresas no comparten estos datos por ser confidenciales y se hace necesario de métodos de estudio, trazas y otros para extraer los insumos que se necesitan.

Los datos colectados que se presentaron en la tabla 5-2 podrían variar en cuanto a nomenclatura y precisión con respecto a los que el operador titular o concesionario haya asignado a sus celdas, sin embargo de lo que si se tiene la certeza de coincidencia con el operador es el Cell ID de cada celda ya que este se extrae con el software instalado en el teléfono. De éste extrae el Cell ID, recuerde que es la información de red que el teléfono recibe desde la radio base en el proceso de paginación de la data. Existe mucha más información que el teléfono móvil puede brindar, sin embargo en este momento el identificador de celda es el que ocupa la atención de la investigación.

El sector desde el cual el equipo toma el servicio ha sido registrado a discreción de los investigadores y podría no coincidir. Como se ha mencionado en la sección teórica, regularmente cada radio-base posee tres sectores, cada cual con su propio Cell-ID. Eso no es un problema, pues si el teléfono reporta o toma servicio de inclusive los tres sectores, es posible identificar la radio-base por los primeros cuatro dígitos. Con esto se tiene un solo par de coordenadas de geo-posición para hasta tres Cell ID; pero independientemente de los resultados, el sector no es un dato sumamente relevante para el objetivo de este trabajo ya que se busca el desarrollo de un sistema de localización aproximado y se basa en la ubicación de la celda y no de la orientación de cada una de sus antenas sectoriales.

En síntesis, cada antena sectorial presenta un Cell ID diferente pero que hace referencia a la misma ubicación de la radio base, por ello ha sido necesario tratar de extraer de cada celda los 3 identificadores de cada sector, lo que ha requerido la

movilización alrededor de la infraestructura y paciencia para obtener el dato en cuestión durante el trabajo de campo. Por ejemplo veamos los datos para una de las radio bases ubicadas en la ruta de estudio:

| NOMBRE DE RB | SECTOR | CELL ID | LATITUD | LONGITUD |
|--------------|--------|---------|-----------|------------|
| Aeropuerto | A | 11891 | 13.445319 | -89.056413 |
| Aeropuerto | B | 11892 | 13.445319 | -89.056413 |
| Aeropuerto | C | 11893 | 13.445319 | -89.056413 |

Tabla 6-1. Resultados de extracción de datos en Aeropuerto.

Como puede apreciarse en la tabla anterior, la radio base, a la cual se le ha dado el nombre “Aeropuerto” registró 3 sectores que a su vez poseen un identificador propio. Este identificador puede relacionarse. Si se toman los primeros 4 dígitos vemos que éstos coinciden. Esta es una prueba de campo, experimental. No se tiene documentación que ampare que se usan los primeros 4 dígitos para identificar a la radio base, por lo tanto a éste método puede considerarse como un trazo. Veamos a continuación las trazas de un par de sitios:

| RADIOBASE AEROPUERTO | RADIOBASE SANTO TOMÁS |
|---|---|
| Sector A 11891 Sector B 11892 Sector C 11893 | Sector A 11631 Sector B 11632 Sector C 11633 |
| Primeros 4 dígitos son idénticos | Primeros 4 dígitos son idénticos |

Tabla 6-2. Resultados de traza de Cell-ID en radio base Aeropuerto y Santo Tomás.

Para la recolección de datos anterior no era necesario extraer más información de la red que el Cell-ID de la radio-base y tomar con el dispositivo GPS las coordenadas de su ubicación.

El software J2ME ha sido modificado para agregar nuevas capacidades como reportar datos que identifiquen al suscriptor como es el IMSI y la fecha en la cual el suscriptor se encuentra recibiendo el servicio desde una celda de telefonía móvil celular. Con este agregado el software ha sido capacitado para registrar información periódica que propicie la ubicación en un área determinada de acuerdo al radio de cobertura de la celda. Esta versión del software modificado ha sido nombrada "shadow" y es la primera versión oficial (V 1.0) Además ha sido dotada de un método de conexión por el protocolo TCP/IP con el fin de que pueda entregar los datos colectados a una estación remota para su procesamiento futuro.

Con estas nuevas capacidades, se realiza el estudio de campo nuevamente, solo que en este trayecto, se busca obtener datos de la ubicación del suscriptor a medida este avanza a lo largo de la ruta de estudio. Ya se tiene una base de datos completa de los sitios, sus ubicaciones geo-referenciadas y una dirección asociada para cada uno en una base de datos. Aún sin un gestor esta base de datos documentada puede ayudar en este momento para comprobar si es o no posible ubicar a un suscriptor en un área, basándose en el Cell ID, con este método. El software "shadow" instalado en un teléfono Sony Ericsson w610 ha permitido experimentalmente la obtención de una tabla de datos que contienen la ruta trazada dentro del alcance de esta investigación. El procedimiento ayuda a cumplir con algunos de los objetivos planteados, de los cuales se harán algunas conclusiones de acuerdo a un análisis con mayor detalle más adelante. A continuación se muestra la tabla de datos recolectados:

| No. | FECHA | CELL ID | IMSI |
|-----|---------------------|---------|--|
| 1 | 2010-03-13 19:12:20 | 2bf5 | f65476697d8730228c82666bf14a00460592efe5 |
| 2 | 2010-03-13 19:22:32 | 2c61 | f65476697d8730228c82666bf14a00460592efe5 |
| 3 | 20-03-2010 19:23:00 | 2bf4 | f65476697d8730228c82666bf14a00460592efe5 |
| 4 | 2010-03-13 19:24:50 | 3285 | f65476697d8730228c82666bf14a00460592efe5 |
| 5 | 2010-03-13 19:31:32 | 4134 | f65476697d8730228c82666bf14a00460592efe5 |
| 6 | 2010-03-13 19:32:57 | 4133 | f65476697d8730228c82666bf14a00460592efe5 |
| 7 | 2010-03-13 19:33:39 | 2ac7 | f65476697d8730228c82666bf14a00460592efe5 |
| 8 | 2010-03-13 19:34:26 | 492d | f65476697d8730228c82666bf14a00460592efe5 |
| 9 | 2010-03-13 19:35:04 | 492b | f65476697d8730228c82666bf14a00460592efe5 |

| No. | FECHA | CELL ID | IMSI |
|-----|---------------------|---------|--|
| 10 | 2010-03-13 19:36:26 | 2a83 | f65476697d8730228c82666bf14a00460592efe5 |
| 11 | 2010-03-13 19:38:13 | 45da | f65476697d8730228c82666bf14a00460592efe5 |
| 12 | 2010-03-13 19:39:45 | 4bdd | f65476697d8730228c82666bf14a00460592efe5 |
| 13 | 2010-03-13 19:40:32 | 45d9 | f65476697d8730228c82666bf14a00460592efe5 |
| 14 | 2010-03-13 19:41:23 | 2f3d | f65476697d8730228c82666bf14a00460592efe5 |
| 15 | 2010-03-13 19:42:12 | 3950 | f65476697d8730228c82666bf14a00460592efe5 |
| 16 | 2010-03-13 19:45:00 | 2d71 | f65476697d8730228c82666bf14a00460592efe5 |
| 17 | 2010-03-13 19:46:07 | 2d6f | f65476697d8730228c82666bf14a00460592efe5 |
| 18 | 2010-03-13 19:47:13 | 3f37 | f65476697d8730228c82666bf14a00460592efe5 |
| 19 | 2010-03-13 19:48:19 | 3f36 | f65476697d8730228c82666bf14a00460592efe5 |
| 20 | 2010-03-13 19:48:44 | 2f3c | f65476697d8730228c82666bf14a00460592efe5 |
| 21 | 2010-03-13 19:50:00 | 2b73 | f65476697d8730228c82666bf14a00460592efe5 |
| 22 | 2010-03-13 19:52:24 | 2b72 | f65476697d8730228c82666bf14a00460592efe5 |
| 23 | 2010-03-13 19:53:29 | 2f0b | f65476697d8730228c82666bf14a00460592efe5 |
| 24 | 2010-03-13 19:59:21 | 29a7 | f65476697d8730228c82666bf14a00460592efe5 |
| 25 | 2010-03-13 20:04:16 | 28f2 | f65476697d8730228c82666bf14a00460592efe5 |
| 26 | 2010-03-13 20:06:06 | 28f1 | f65476697d8730228c82666bf14a00460592efe5 |
| 27 | 2010-03-13 20:08:59 | 28f3 | f65476697d8730228c82666bf14a00460592efe5 |
| 28 | 2010-03-13 20:09:53 | 2e73 | f65476697d8730228c82666bf14a00460592efe5 |
| 29 | 2010-03-13 20:11:36 | 2e74 | f65476697d8730228c82666bf14a00460592efe5 |

Tabla 6-3. Datos almacenados en la base de datos desde Shadow.

Los datos anteriores han sido adquiridos desde el software instalado en el teléfono. Durante el trayecto de las pruebas, el software ha sido probado con el celular en ubicación dinámica, esto es, se procedió a recorrer la ruta en un vehículo y el software “ejecutándose” en el equipo. Cada cambio de Cell-ID implica anotar estos datos por el encargado de anotar resultados durante el recorrido de la ruta de estudio. Estos datos tabulados pueden utilizarse para trazar los puntos por los cuales el suscriptor ha realizado el recorrido con marcadores; la información permitiría trazar una ruta por la que se cree se ha desplazado el suscriptor.



Figura 6-3. Ruta trazada con sistema Google Maps.

Es importante resaltar que es posible que la lejanía con la que se han ubicado algunas de la radio bases del proveedor de servicio provoque que la ruta no se apegue a la ruta desarrollada, la cual sigue la carretera que de San Salvador conduce hacia el aeropuerto. La figura 6-6 muestra la ruta trazada con el sistema GOOGLE MAPS alimentado con los datos obtenidos con el software instalado en el teléfono en marcha durante alrededor de 40 minutos para recorrer la ruta a una velocidad promedio de 70 Km/h.

Es necesario aclarar que la ruta que se mostró en el capítulo uno no corresponde a la ruta que se pretende trazar sino la ruta del estudio de campo. Para lograr una ruta como la referenciada en tal imagen, se hace necesaria la utilización de dispositivos con una mayor precisión, lo cual queda fuera del alcance de este estudio. Sin embargo, está a la vista que con éste método es posible inferir una aproximación bastante cercana del recorrido, que es implícitamente parte de los objetivos de éste proyecto. Los Cell-ID registrados en este recorrido no corresponden al total de los sitios que están en el trayecto de la ruta, recuerde que cuando se hizo el estudio de campo, se tomaron uno a uno los datos de cada sitio, sin embargo en este momento el ejercicio ha sido ir en movimiento simulando un evento real, por lo tanto no se espera tener todos los puntos de la ruta pero si una cantidad suficiente para descifrar la ubicación o en todo caso el recorrido de un potencial suscriptor.

6.1 ANÁLISIS DE COSTOS DE TRÁFICO DE DATOS EN EL SALVADOR

Es posible incluir en este análisis, una estimación del costo en términos económicos del envío de datos desde el teléfono móvil celular hacia el servidor remoto. Para esto es necesario hacer un recuento de las celdas registradas en el trayecto recorrido y el costo de cada transacción para guardar cada registro a través de la conexión GPRS. Se tiene un total de 29 celdas que el sistema ha reportado a las base de datos que son las que corresponden a las celdas donde el teléfono se ha registrado en el transcurso del recorrido por la ruta de estudio. Al inicio del recorrido, se ha inicializado el contador del teléfono de manera que se pueda tener al final el total (en KB) en el contador del tráfico que registra el total de bytes enviados y recibidos. Es importante mencionar que las operadoras cobran por el tráfico total de la conexión. La siguiente tabla muestra algunas tarifas publicadas por operadores locales.

| Operador | Costo publicado por KB (\$) | Costo final por KB(\$) |
|----------|-----------------------------|------------------------|
| A | 0.002523 + IVA | 0.0029 |
| B | 0.00442 + IVA | 0.00499 |
| C | 0.00289 + IVA | 0.0034 |

Tabla 6-4. Precios de la conexión de datos de diferentes compañías que operan en el país (mayo 2010).

Durante el proyecto se han suprimido los nombres de operadores de telefonía celular, por esto, se hace referencia a ellos en la tabla anterior como A, B y C. Para el caso de análisis se utiliza el costo total del KB que es el valor en dinero que un suscriptor paga realmente al operador (en su factura o por descuento de su balance en caso prepago) en concepto de navegación o transmisión de datos.

Como paso inicial se debe tener el costo de una transacción. Se establece el contador de tráfico de datos del teléfono móvil celular a cero y se efectúa una transacción. Para esto el software instalado en el teléfono ("shadow") no ha sido modificado pues una de las condiciones de su funcionamiento es que si la celda en la que se registra actualmente el suscriptor es la misma que la inmediata anterior almacenada temporalmente en una variable buffer, entonces no se genera transacción para almacenar registro. El resultado es, después de varias pruebas el que se plasma en la siguiente tabla:

| No. evento | Bytes enviados | Bytes recibidos | Total de bytes por transacción |
|-----------------------------------|----------------|-----------------|--------------------------------|
| 1 | 570 | 1300 | 1870 |
| 2 | 560 | 1457 | 2017 |
| 3 | 585 | 1500 | 2085 |
| 4 | 610 | 1470 | 2080 |
| 5 | 543 | 1502 | 2045 |
| Total enviados + recibidos | | | 2194 |

Tabla 6-5. Transacciones realizadas por el móvil al enviar datos hacia el servidor.

En promedio el total de tráfico por transacción es: 2194 bytes. Esto es aproximadamente 2 KB. Tomando en cuenta que el costo mínimo es de \$0.0029 por KB, una transacción cuesta aproximadamente \$0.0058.

Establecido el costo por transacción, es posible efectuar el análisis que refleje el costo total del tráfico enviado durante el trayecto recorrido en la ruta de estudio.

Si se tiene:

29 Celdas= número de registros almacenados por el software en BD remota.

\$0.0029=costo por transacción para guardar el dato el server remoto.

Costo Total=29 * \$0.0058, esto es: **\$0.16**

El costo encontrado incluye todas las transacciones realizadas para guardar los datos obtenidos durante la ruta de estudio. Es importante realizar la aclaración que las 29 celdas registradas no indica precisamente que tales corresponden al total de las celdas que se encuentran en la a lo largo de trayecto de la ruta, posiblemente, por las condiciones de SHADOW, algunas celdas no se hayan registrado, pues el censo se hace cada cierto número de segundos y el recorrido se ha realizado en movimiento a una velocidad promedio de 70 Km/h. Además, se debe tomar en cuenta que el numero e celdas de las que el celular toma servicio no depende únicamente de la densidad de celdas disponibles en la zona sino de otros aspectos, entre estos, uno muy importante es la característica de las redes celulares actuales, las cuales para no interferir la comunicación cuando un suscriptor pasa del área de cobertura de una celda a otra o más conocido como **handover**. Esta característica,

no indica precisamente que cuando un móvil detecta una señal de otra radio base, se conecta a ella, sin que “consulta” al controlador BSC si se realiza el procedimiento de traspaso de celda, por lo tanto quien organiza esto es el controlador tomando en cuenta diversos parámetros como los recursos de interfaz radio comprometidos; esto por mencionar un ejemplo.

Independientemente que se hayan o no censado todas las celdas de la ruta de estudio a través de shadow, se establece que los puntos que indican el recorrido y en todo caso se registra el área aproximada en la que un suscriptor se encuentra en un tiempo determinado. Esto gracias a que se almacena la fecha en la base de datos para cada transacción.

Por último, éste análisis en términos de dinero no indica que ese es el único precio disponible. Las empresas operadoras de redes de telefonía móvil celular ofertan una serie de planes especiales similares a “ALL YOU CAN EAT” en términos de tráfico de datos por paquetes con precios especiales, en caso inclusive se paga una tarifa fija por servicio ilimitado. Por otra parte, la entidad que adquiere el servicio que esta investigación propondrá en el apartado correspondiente es quien debe al final tomar la decisión acerca de quien corre con los costos o las negociaciones con las operadoras para lograr acuerdos comerciales con el fin de obtener algún beneficio o precio preferencial de acuerdo al volumen de tráfico que se negocie.

Se ha comprobado que sí es posible desarrollar una aplicación en un lenguaje de programación para ser instalada en celulares brindando al teléfono la capacidad de extraer el identificador de celdas o Cell ID de donde recibe señal. El software funciona perfectamente y con éste se ha realizado el estudio de campo en el cual se obtuvo una base de datos o set de datos de cada una de las radio bases de la ruta de estudio. Además se utilizó un GPS para los datos de geo-referencia de los sitios. Por último, se ha comprobado, que sí es posible mostrar la ubicación aproximada de un suscriptor de telefonía celular de forma gráfica en un mapa. Este mapa en la web muestra marcadores e inclusive se ha trazado la ruta de estudio de manera experimental.

Lo anterior permitiría a pequeños empresarios acceder a un sistema de localización, aunque con baja precisión, pero que permita tener control de sus bienes. No necesitarían invertir en adquirir dispositivos GPS, sino simplemente los teléfonos celulares serían los dispositivos a controlar; ¡imagine que pueda identificar la ruta por la que se ha movilizadado un empleado en el vehículo de la compañía con solo monitorear su teléfono celular!

Por otra parte empresarios interesados en prestar este tipo de servicios de localización basada en la red celular, tan extensa en nuestro país, ¡brindarían muchos empleos!

7. PROPUESTA DE SISTEMA DE LOCALIZACIÓN BASADO EN CELL ID

Durante el transcurso de ésta investigación se ha obtenido suficiente información como para enfocar el proyecto al siguiente paso. En este caso es la elaboración a una propuesta de un sistema (prototipo) que permita al lector visualizar de la manera similar a la de los autores la respuesta o solución potencialmente más viable para que se tenga accesos por los sujetos de la hipótesis planteada, a un sistema de localización de bienes dentro de un área aproximada a través de la ubicación del teléfono celular dentro de la red.

Éste capítulo se ha estructurado con una secuencia lógica que facilita el flujo de conocimiento con un lenguaje descriptivo que segmenta la redacción en: generalidades de la propuesta, análisis de tecnologías a utilizar para su elaboración, descripción de cada uno de los componentes desarrollados y por supuesto una descripción del prototipo de sistema propuesto ya en su conjunto.

También se adjuntan breves pero no menos importantes extractos de los archivos de configuración de los diferentes servicios como el servicio web, base de datos, pasarela de mensajería y otros que en conjunto forman parte integral de la solución.

En adelante se hará uso de la siguiente terminología con el fin de presentar claridad en todo el desarrollo de la propuesta:

1. Aplicación, servicio o sistema: Software desarrollado e implementado para la consecución de esta propuesta de solución. Incluye software que a instalar en el equipo del suscriptor (teléfono celular) y los demás servicios que interactúan con los datos reportados por éste.
2. Usuario: Persona natural o jurídica quien adquiere o contrata el servicio desarrollado como solución. Sinónimo de operador del sistema web de localización.

3. Suscriptor: Persona natural o jurídica propietario de uno o más teléfonos móviles celulares. Podrá hacer referencia además al número asignado en la red que lo identifica (MSISDN o IMSI).
4. Equipo del suscriptor, teléfono, móvil, celular: Teléfono móvil celular con el cual el suscriptor tiene acceso a los servicios prestados por su proveedor (no se refiere a marca o fabricante del equipo). En este caso además es la herramienta principal de recolección de datos para la solución propuesta.
5. Aplicación web: Aplicación final implementada a través de una interfaz gráfica en el web para interactuar con el sistema.
6. Red, red celular: Red de telefonía móvil celular de propiedad de una empresa proveedora de servicios. En este caso la razón social de la compañía seleccionada no se expone.

7.1 GENERALIDADES DE LA PROPUESTA

Se propone como resultado de esta investigación un servicio que entre otras cosas ofrece:

1. Una instancia informática desarrollada que puede ser instalado en cualquier teléfono móvil celular que cumpla con los requisitos mínimos del servicio desarrollado. Esta tiene la capacidad de extraer información del equipo del suscriptor y de la red del proveedor de servicios de telefonía móvil celular y enviarla a un destino remoto donde es almacenada en una base de datos con fines de procesamiento posterior o inclusive en tiempo real.
2. Una instancia informática consistente en servicios web, gestión de bases de datos, mensajería corta (SMS) y un servicio de localización de suscriptores dentro de un área geográfica en un mapa utilizando como insumos los datos de ubicación geo-referenciada obtenidos de la instancia instalada en el equipo del suscriptor.
3. Características esenciales de seguridad de la información que fluye por el servicio desarrollado (aplicaciones) de manera que se garantiza la integridad y confiabilidad de esta. El sistema requiere contraseña de acceso e

identificación del perfil de usuario asignado, configuración restrictiva de conexiones a la base de datos y además encriptación A5/1 para la interfaz aire en la red celular.

4. Costo sumamente bajo pues se han optimizado recursos con la elección de tecnologías bajo licencias OPEN SOURCE para la implementación de un prototipo sustentando la selección de las tecnologías.

7.2 ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE TECNOLOGÍAS

Se presenta a continuación un análisis de selección de cada una de las tecnologías que se han utilizado para el desarrollo e implementación del prototipo de sistema-solución. La base de criterios utiliza los insumos recolectados durante la investigación realizada como son las tablas de características de sistemas operativos, gestores de bases de datos, lenguajes de programación para soluciones en la web, etc.

Un detalle importante que se hace necesario mencionar antes de seguir adelante es que OPEN SOURCE no es sinónimo de GRATIS. Hoy día muchos administradores desarrolladores o (por qué no decirlo) gerentes en muchas compañías aun confunden estos términos. Por ejemplo muchas compañías proveedores de software ofrecen productos open source descargables desde la web con la intención de promover éstos, sin embargo, si se requiere soporte o entrenamiento para optimizar al máximo tales productos, esto necesariamente requerirá un costo.

7.2.1 BASE DE DATOS

Como primer elemento de selección para la solución que se propone está la base de datos. La globalización de servicios y competitividad intrínseca en ello ha fortalecido la oferta de gestores o manejadores de bases de datos. Hoy día todos los gestores disponibles en el mercado ofrecen funciones esenciales como definición, manipulación y control de los datos que maneja. Obviamente cada uno con sus particularidades en la gama de un conjunto de facilidades como portabilidad, métodos de respaldo, interfaces de comunicación y control de concurrencia.

En vista del auge que toma cada vez la tecnología, es preciso saber hacer de todo lo relacionado con software, pero no se puede dejar de lado que también existe la parte de cómo manejar datos e información. Para ello existen afortunadamente formas o maneras de como poder guardar información necesaria y de vital importancia para empresas o compañías.

La selección de un manejador de base de datos a utilizar en la propuesta depende de la cantidad de información que desea almacenar y también depende del sistema operativo con que se cuenta, del costo del software y del soporte con que se cuenta. Recuerde que esta es una selección específica para un sistema que como se verá más adelante busca guardar en general un log de transacciones, sin embargo otras aplicaciones requerirán sus criterios propios.

Estos serán los criterios a utilizar para la selección en curso: almacenamiento, plataforma o sistema operativo, costo y soporte; en la tabla 2-4 se mencionan algunas características de tres proveedores, en este caso MySQL, SqlServer de Microsoft y PostgreSQL. Existen otros manejadores mucho más robustos (y más caros) como ORACLE pero con la inclusión de los tres mencionados se muestra un panorama de referencia bastante general ya que la opción de Microsoft es con licencia (existe una versión express para desarrolladores sin costo) que implica costo alto, MySQL ofrece una versión libre con la opción de contratar soporte o una versión de pago inclusive y PostgreSQL es totalmente libre mantenido por la comunidad de desarrollo en la web.

De entrada SQL Server “amarraría” la propuesta a la adquisición de un sistema operativo Windows, esto independientemente de lo robusto del gestor y de las herramientas que ofrece lo descarta por ser demasiado alto el costo. Por otra parte, MySQL y Postgresql son independientes del sistema operativo ya que hay versiones para Windows, Linux, Unix y algunos desarrollos en curso para otros como MacOS.

MySQL es un servidor multi-hilos de bases de datos de código abierto, confiable, rápido, compacto, poderoso y multiplataforma. Este gestor de base de datos goza de grandes ventajas: se puede utilizar gratis y su código fuente siempre está disponible,

existen soporte por pago y por la comunidad de desarrollo, además existe una cantidad de información importante provista por el proveedor y en foros tecnológicos en la web que facilitan las tareas características del gestor, ofrece seguridad con accesos protegidos por contraseñas, filtros de puertos lógicos para conexiones remotas. SQL Server y Postgresql también lo permiten, sin embargo la versatilidad, facilidad, estándar de lenguajes de consulta y de hecho su portabilidad lo hacen un candidato muy fuerte y de hecho lo convierten en el candidato idóneo para la propuesta de solución que se plantea.

La justificación descrita en los párrafos anteriores es consecuente con la selección de MySQL para este proyecto. Por el criterio de almacenamiento no debería ser un punto de debate ¿por qué? Porque hoy en día todos los gestores mencionados permiten tablas de muchos TB de capacidad, en el Caso de MSQL permiten tablas de hasta 64TB con el motor MyISAM que el más común en utilización. Entonces se está perfectamente cubierto el criterio.

Resumiendo, se utilizará un motor MySQL en su versión 5.1 o superior en caso de estar disponible. La plataforma sobre la cual será instalada se selecciona en el siguiente apartado. Para obtener información específica se recomienda visitar el sitio web oficial del proveedor <http://www.mysql.com>

7.2.2 SISTEMA OPERATIVO

El sistema operativo realmente no es esencial pero si es una parte muy importante del prototipo. En algunas compañías se cuentan con políticas de ahorro que limitan la adquisición de software propietario que requiere licencia, en contraparte, también hay otras que depositan total confianza en sistemas que bajo licencia ofertan de soporte y garantía a sus productos e inclusive contratos de actualización a nuevas versiones

La filosofía de este proyecto, en épocas de crisis económicas, es potenciar el ahorro con optimizando recursos disponibles. Durante años Linux ha sido una opción pujante en el mercado de los sistemas operativos. Existen compañías muy fuertes como Suse, Red Hat y últimamente Canonical LTD por mencionar algunos. Teniendo en cuenta el ahorro de recursos económicos, Windows es un sistema operativo que

provee mucha versatilidad, de acuerdo a la licencia, puede ser instalado en una o muchas máquinas a partir de una misma copia, su sistema de autenticación y seguridad son bastante fiables sin embargo la mayor desventaja es el costo que ronda los \$200 (ver tabla 2-5). Opciones como el sistema MacOS se descartarán ya que no se ajusta a las necesidades del prototipo, no es un mal sistema operativo, sin que un poco extraño para entornos de producción en sistemas de red. La Hegemonía de Apple se mantiene aún en el mercado del diseño gráfico en general, además el costo es muy elevado y apenas comienza a diversificar (ver sitio oficial www.apple.com) sus productos para ser usados por arquitecturas Intel entre otros.

La tabla 2-5 ofrece algunas características de Linux que lo convierte en un competidor muy fuerte en el mercado de los sistemas operativos, posee soporte para diferentes arquitecturas, incluso para equipos Apple, soporte para sistemas de 32 y 64 bits, se puede implementar autenticación LDAP compatible con el poderoso Active Directory de Windows. Sobre todo lo anterior, la gama de soporte técnico y actualizaciones disponibles, el amplio set de aplicaciones y la confianza que durante años las distintas distribuciones se han ganado entre los conocedores vuelve a Linux una gran opción.

El sistema operativo Linux a utilizar será una distribución Ubuntu, la cual no envidia nada a Red Hat o Suse. Por el tema de soporte, Canonical (www.ubuntu.com) pone a disposición planes variados, además Ubuntu es una de las distribuciones que desde hace ya varios años viene en constante crecimiento, en el sitio <http://www.distribucionlinux.com> se dice literalmente **“Distribución basada en Debian, la más popular de ellas y probablemente la más conocida de todas sobre todo para un público con conocimientos medios de informática”** por otra parte de Fedora que es lo último que la gran compañía Red Hat ofrece la misma fuente cita **“Esta distribución está basada en la mítica Red Hat. En popularidad se podría considerar la segunda en el ranking, la diferencia respecto a Ubuntu es que necesita unos ciertos conocimientos de Linux para tenerlo configurado a nuestro gusto”**. Con esto no se desmerece el potencial e ninguna distro, todo usuario Linux sabe que en el caso de Linux los límites están en la creatividad de la

comunidad de desarrolladores en el mundo que están en constante desarrollo del kernel y de los utilitarios.

Los requerimientos para un sistema operativo, según Canonical son mínimos, de hecho esta distro basada en Debian ha sido diseñada para equipo con bajo perfil. Textualmente se muestran los requerimientos mínimos publicados en el sitio oficial:

1. Espacio en disco duro: **8 GB**
2. Memoria RAM: **384MB**
3. Velocidad Microprocesador: **700MHz**

Finalizando este tema del sistema operativo, la selección es Ubuntu en su versión Desktop 9.04 para el prototipo de solución. En futuras implementaciones se recomienda una versión Server que también está disponible en el sitio oficial de Canonical.

7.2.3 SERVIDOR WEB

Para la selección del servidor web (entiéndase como el software que presta el servicio web), se han considerado los detalles recopilados en la tabla 2-6. En ella se tiene referencia de tres software, las únicas diferencias considerables son que el servicio prestado por IIS de Microsoft necesariamente requiere Windows. De la figura 2-9 podemos rescatar que el software para servicio web más utilizado es Apache. Apache como la mayoría de software Open Source esta soportado por la comunidad de desarrollo en el mundo y por supuesto por la Fundación Apache. El software es gratis, además hay soporte por la comunidad de desarrollo y la fundación, sin embargo es también posible obtener licencia de contribución que proporcionará un soporte directo por la fundación.

No es necesario mencionarlo, pero Apache tiene soporte para casi cualquier lenguaje de scripting que se utiliza en la actualidad como PHP, Perl, ASP por listar algunos. Es además multiplataforma y posee una cantidad de opciones de personalización a través de su archivo de configuración httpd.conf lo cual lo hace una opción acertada para la solución ya que como se planteará más adelante, el prototipo incluirá una interfaz web para interactuar con la base de datos.

La versión a utilizar será Apache HTTP Server en su versión 2.2 para Linux que ha sido por años el servidor HTTP estable que la fundación recomienda.

7.2.4 PASARELA DE MENSAJERÍA

El campo de las pasarelas de mensajería aún no se reconoce muchas opciones. Kannel Group es actualmente uno de los más grandes proveedores de este tipo de Software. Una pasarela SMS permite alcanzar mensajes cortos (a través del centro de mensajería de la red) desde aplicaciones de terceros. Kannel a diferencia de algunas opciones con licencia comercial, como SMSNow, provee de una serie de interfaces de comunicación con el usuario y la red celular. Puede comunicarse por protocolo HTTP con servidores web como apache y por puertos TCP/IP con el centro de mensajería. Pero lo mejor de Kannel para aplicaciones tanto económicas como de gran presupuesto es que posee la capacidad de usar módems GSM. Sin duda alguna no hay comparación con Kannel, comercialmente incluso se utiliza SMSnow en conjunto con él ya que la estabilidad con tráfico alto es por mucho superior (www.nowsms.com), esto muestra que hasta las opciones comerciales depositan su confianza en la pasarela de mensajería. Una desventaja de este software libre es que no cuenta con el servicio de MMS en comparación con software comercial, sin embargo, para el sistema de localización basado en Cell ID no se contemplará tal servicio.

El prototipo de solución utilizara una implementación de Kannel más estable que es la 1.4.3 sin activar algunos componentes extra que no son necesarios como la caja WAP.

7.2.5 LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN PARA DESARROLLO DE SOLUCIÓN

El software que se ha de utilizar para el desarrollo de las aplicaciones que constituyen la solución se debe seleccionar considerando que se requieren minimizar los costos y se necesitan soporte. Existen dos varias áreas de desarrollo en esta solución. Se necesita desarrollo en lenguaje de bases de datos, MySQL posee un lenguaje SQL: 2003, en este caso no se requiere selección ya que el gestor ya tiene definido el lenguaje que usa.

Por otra parte se requiere desarrollo de la aplicación que extrae información de la red desde el teléfono celular; para esto ya se ha mencionado en un análisis previo que se ha seleccionado J2ME que es una versión de Java especial que permite construir aplicaciones para equipos celulares con cierta facilidad y con todo el respaldo que Sun Microsystems ha mostrado por años en la confiabilidad de su lenguaje.

Por último, se pretende desarrollar una aplicación web que brinde al usuario la interacción con la base de datos en la cual se almacenará el log de transacciones de los clientes, el perfil de usuarios del sistema, la data de ubicación de las celdas celulares y otra data.

ASP en cualquiera de sus versiones es una buena opción, la mayor limitante es que su rendimiento es mejor con IIS que como modulo en Apache. De hecho al ser ASP parte de los lenguajes propietarios de Microsoft no es abierto y nuevas implementaciones no siempre son soportadas por versiones antiguas a discreción de Microsoft. Por el soporte y entrenamiento, el costo es bastante alto, la suite de cursos cuesta un poco más de \$300 (www.microsoft.com).

Java por su parte ofrece el Java Server Pages, mediante el cual es posible el desarrollo de aplicaciones web, que aunque muy robustas, se hacen un poco lentas. Java es muy popular en el mundo de desarrolladores y existe mucha documentación libre en la web.

El PHP Hypertext Protocol o mejor conocido como PHP ha sido durante los últimos años el mayor lenguaje de programación de aplicaciones web, con él es posible conectarse a casi cualquiera gestor de bases de datos, su velocidad de traducción de respuesta es mucho más rápida que cualquier otro lenguaje en el servidor Apache (excepto al HTML) y sobre todo es de licencia libre. El soporte y entrenamiento se ofrece en manuales oficiales a disposición del desarrollador en la web y también de tipo comercial por terceros. Es fácil de aprender y admite programación estructurada y orientada a objetos (POO). El desarrollador no tiene que cubrir ningún costo ya que es de licencia libre y está disponible para Linux y Windows.

En conclusión a esta sección, para la solución se desarrollará la aplicación web en lenguaje PHP en su versión 5.3.2 como módulo de Apache para Linux.

7.3 ELABORACIÓN DE LA PROPUESTA (COMPONENTES DE LA PROPUESTA)

En esta sección se describe cada uno de los componentes de la propuesta, no se pretende en este momento describir cómo funciona, sino mostrar al lector el montaje/implementación del prototipo. En el apartado 7.4 se darán los detalles del funcionamiento de la solución propuesta.

7.3.1 BASE DE DATOS

Uno de los elementos más importantes de este sistema, como se ha mencionado ya, es la base de datos. El gestor de ésta ya ha sido justificado y seleccionado.

A continuación se mostrará el diseño de la base de datos. La instalación del gestor será mostrará como parte del apartado 7.3.2. Como referencia, se incluirá el script de generación de la base de datos (objetos, instancias, reglas, etc.), el modelo conceptual E-R y el diccionario de datos con lo que se espera que el lector pueda comprender a profundidad el diseño que se ha elaborado.

1. Modelo Conceptual E/R de la base de datos. En el gráfico de la figura siguiente se puede apreciar que la entidad primaria PERSONA representa a un registro único futuro en la base de datos, esta puede o no registrar además teléfonos o usuario, estas entidades aparecen en los rectángulos dobles representando entidades secundarias.

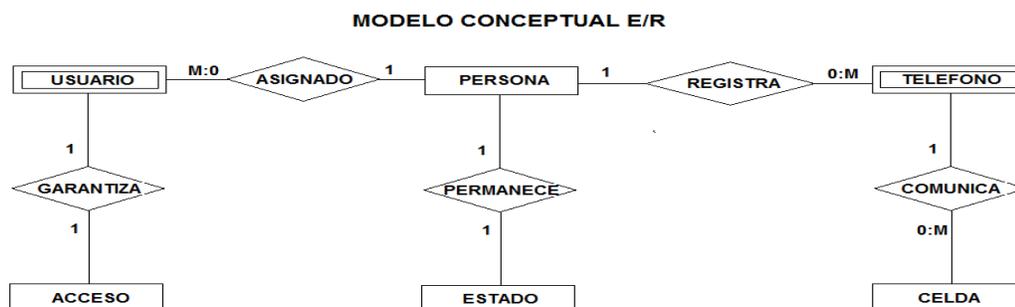


Figura 7-1. Modelo conceptual E/R de la base de datos.

Léase, una persona puede registrar uno o muchos teléfonos en el sistema para monitoreo, y además esta persona puede o no poseer un usuario de ingreso al sistema. En caso de existir el usuario a éste, se le asigna/garantiza un único nivel de acceso (relación 1:1). De igual forma la entidad PERSONA tiene una relación 1:1 con la entidad ESTADO, esto indica que una persona puede encontrarse registrada con un único estado en sistema (activo, no activo). Por último la entidad TELÉFONO establece una relación de uno a muchos (1:M) con la entidad CELDA, ya que un celular puede registrar en sistema uno o muchos registros de haber recibido servicio de celdas de la red celular.

2. Diccionario de la base de datos. Se incluye cada una de las entidades y atributos de las que consta la base de datos que usa el prototipo del sistema propuesto:

| ELEMENTO | TIPO | ENTRADA DICCIONARIO | COMENTARIOS |
|--------------|---------|---|---|
| D_SECUENCIA | DOMINIO | NUMERO ENTERO [0,10000] | EXISTE UNA SECUENCIA PARA CADA TABLA |
| D_REFERENCIA | DOMINIO | NUMERO DECIMAL (HASTA 3 ENTEROS Y 10 DECIMALES) | PARA COORDENADAS GEOREFERENCIADAS |
| D_IMSI | DOMINIO | CARACTERES(15) [0-9] | PARA ALMACENAR NUMERO DE IMISI ASIGNADO A MSISDN |
| D_TELEFONO | DOMINIO | CARACTERES(8) [0- 9] | PARA ALMACENAR NUMERO DE TELÉFONO(MSISDN) |
| D_LOGICO | DOMINIO | BOOLEANO [CIERTO FALSO] | PARA CAMPOS LÓGICOS |
| D_FECHA | DOMINIO | FECHA FORMATO YYYY-MM-DD | PARA FECHA DE INGRESO DE REGISTROS Y ACTUALIZACIONES |
| D_CADENA | DOMINIO | VARIABLE DE CARACTERES (HASTA 200) | PARA NOMBRE, APELLIDO, DIRECCIONES |

| ELEMENTO | TIPO | ENTRADA DICCIONARIO | COMENTARIOS |
|----------------|----------|----------------------------------|--|
| D_ALFANUMERICO | DOMINIO | VARIABLE ALFANUMERICO(HASTA 200) | PARA DOCUMENTOS, USUARIOS, CONTRASEÑAS |
| ID_PERSONA | ATRIBUTO | DOMINIO: D_SECUENCIA | IDENTIFICADOR ÚNICO PARA PERSONA EN SISTEMA |
| NOMBRE | ATRIBUTO | DOMINIO: D_CADENA | NOMBRES DE LA PERSONA |
| APELLIDO | ATRIBUTO | DOMINIO: D_CADENA | APELLIDOS DE LA PERSONA |
| DOCUMENTO | ATRIBUTO | DOMINIO: D_ALFANUMERICO | TIPO Y NÚMERO DE DOCUMENTO |
| DIRECCION | ATRIBUTO | DOMINIO: D_CADENA | DIRECCION DE RESIDENCIA |
| FECHA | ATRIBUTO | DOMINIO: D_FECHA | FECHA DE INGRESO DE REGISTRO EN SISTEMA |
| ID_USUARIO | ATRIBUTO | DOMINIO: D_SECUENCIA | IDENTIFICADOR ÚNICO PARA USUARIO REGISTRADO EN SISTEMA |
| USUARIO | ATRIBUTO | DOMINIO: D_ALFANUMERICO | NOMBRE DE USUARIO PARA ACCEDER AL SISTEMA(REQUIERE CLAVE) |
| CLAVE | ATRIBUTO | DOMINIO: D_ALFANUMERICO | CLAVE PARA ACCEDER AL SISTEMA(REQUIERE USUARIO) |
| ID_TELEFONO | ATRIBUTO | DOMINIO: D_SECUENCIA | IDENTIFICADOR ÚNICO PARA TELEFONO REGISTRADO EN SISTEMA |
| MSISDN | ATRIBUTO | DOMINIO: D_TELEFONO | NUMERO TELÉFONICO |
| IMSI | ATRIBUTO | DOMINIO: D_IMSI | NUMERO IMSI ASIGNADO TELÉFONO |
| ID_CELDA | ATRIBUTO | DOMINIO: D_SECUENCIA | IDENTIFICADOR ÚNICO PARA CELDA CELULAR REGISTRADA EN SISTEMA |

| ELEMENTO | TIPO | ENTRADA DICCIONARIO | COMENTARIOS |
|-----------------|----------|---|--|
| NOMBRE_CELDA | ATRIBUTO | DOMINIO: D_CADENA | NOMBRE CELDA REGISTRADA EN SISTEMA |
| DIRECCIÓN_CELDA | ATRIBUTO | DOMINIO: D_CADENA | DIRECCION DE UBICACIÓN DE LA CELDA |
| LATITUD | ATRIBUTO | DOMINIO: D_REFERENCIA | COORDENADA DE LATITUD |
| LONGITUD | ATRIBUTO | DOMINIO: D_REFERENCIA | COORDENADA DE LONGITUD |
| ID_ACCESO | ATRIBUTO | DOMINIO: D_SECUENCIA | IDENTIFICADOR ÚNICO PARA ACCESO REGISTRADO EN SISTEMA |
| ACCESO | ATRIBUTO | DOMINIO: D_CADENA | NOMBRE DEL ACCESO REGISTRADO EN SISTEMA |
| ID_ESTADO | ATRIBUTO | DOMINIO: D_SECUENCIA | IDENTIFICADOR ÚNICO PARA ESTADO DE PERSONA REGISTRADO EN SISTEMA |
| ESTADO | ATRIBUTO | DOMINIO: D_CADENA | NOMBRE DELESTADO PARA PERSONA REGISTRADA EN SISTEMA |
| PERSONA | ENTIDAD | {{(ID_PERSONA,NOMBRE,APELLIDO,DIRECCION,DOCUMENTO,ID_ESTADO,FECHA)} ID_PRIMARIO(ID_PERSONA)} | |
| USUARIO | ENTIDAD | {{(ID_USUARIO,USUARIO,CLAVE,FECHA,ID_PERSONA,ID_ACCESO)} ID_PRIMARIO(ID_USUARIO)} | |
| TELÉFONO | ENTIDAD | {{(ID_TELFONO,IMSI,MSISDN,FECHA,ID_PERSONA)} ID_PRIMARIO(ID_TELFONO)} | |

| ELEMENTO | TIPO | ENTRADA DICCIONARIO | COMENTARIOS |
|----------|---------|---|-------------|
| CELDA | ENTIDAD | {{(ID_CELDA,IDENTIFICADOR,NOMBRE_CELDA,DIRECCION,LATITUD,LONGITUD,FECHA)}} ID_PRIMARIO(ID_CELDA) | |
| ESTADO | ENTIDAD | {{(ID_ESTADO,ESTADO,FECHA)}} ID_PRIMARIO(ID_ESTADO) | |
| ACCESO | ENTIDAD | {{(ID_ACCESO,ACCESO,FECHA)}} ID_PRIMARIO(ID_ACCESO) | |

Tabla 7-1. Diccionario de datos de la base de datos diseñada para proyecto.

- Script de creación de la base de datos. El Script se ha obtenido con la herramienta de administración que Mysql provee. Con él pueden crearse todos los objetos de la base de datos. En el manual técnico, puede encontrar más información que incluye como utilizarlo.

```
-- MySQL Administrator dump 1.4
--
-----
-- Server version   5.1.37

-- Create schema ufg_lbs
--

CREATE DATABASE IF NOT EXISTS ufg_lbs;
USE ufg_lbs;
--
-- Definition of table `accesos`
--

DROP TABLE IF EXISTS `accesos`;
CREATE TABLE `accesos` (
  `id_acceso` int(10) unsigned NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  `nivel_acceso` varchar(45) NOT NULL,
  PRIMARY KEY (`id_acceso`)
) ENGINE=InnoDB AUTO_INCREMENT=3 DEFAULT CHARSET=latin1;

--
```

```
-- Definition of table `transacciones`
--

DROP TABLE IF EXISTS `transacciones`;
CREATE TABLE `transacciones` (
  `id_transaccion` int(10) unsigned NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  `date` varchar(100) NOT NULL,
  `id_celda` varchar(100) NOT NULL,
  `imsi` varchar(100) NOT NULL,
  `fecha` varchar(100) NOT NULL,
  PRIMARY KEY (`id_transaccion`)
) ENGINE=InnoDB AUTO_INCREMENT=185 DEFAULT CHARSET=latin1;

--

-- Definition of table `celdas`
--

DROP TABLE IF EXISTS `celdas`;
CREATE TABLE `celdas` (
  `id_reg_celda` int(10) unsigned NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  `id_celda` varchar(45) NOT NULL,
  `nombre_celda` varchar(100) NOT NULL,
  `direccion` varchar(200) NOT NULL,
  `longitud` varchar(45) NOT NULL,
  `latitud` varchar(45) NOT NULL,
  PRIMARY KEY (`id_reg_celda`)
) ENGINE=InnoDB AUTO_INCREMENT=4970 DEFAULT CHARSET=latin1;

--

-- Definition of table `personas`
--

DROP TABLE IF EXISTS `personas`;
CREATE TABLE `personas` (
  `id_persona` int(10) unsigned NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  `nombre` varchar(100) NOT NULL,
  `apellido` varchar(100) NOT NULL,
  `documento` varchar(100) NOT NULL,
  `direccion` varchar(45) NOT NULL,
  `id_estado` tinyint(1) NOT NULL DEFAULT '1',
  `date` timestamp NOT NULL DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP ON
UPDATE CURRENT_TIMESTAMP,
  PRIMARY KEY (`id_persona`)
) ENGINE=InnoDB AUTO_INCREMENT=7 DEFAULT CHARSET=latin1;

--
```

```

-- Definition of table `id_estado`
--

DROP TABLE IF EXISTS `estados`;
CREATE TABLE `estados` (
  `id_estado` int(10) unsigned NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  `estado` varchar(45) NOT NULL,
  PRIMARY KEY (`id_estado`)
) ENGINE=InnoDB AUTO_INCREMENT=3 DEFAULT CHARSET=latin1;

--

-- Definition of table `telefonos`
--

DROP TABLE IF EXISTS `telefonos`;
CREATE TABLE `telefonos` (
  `id_t4telefono` int(10) unsigned NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  `msisdn` varchar(45) NOT NULL,
  `imsi` varchar(45) NOT NULL,
  `id_persona` varchar(45) NOT NULL,
  PRIMARY KEY (`id_telefono`)
) ENGINE=InnoDB AUTO_INCREMENT=8 DEFAULT CHARSET=latin1;

--

-- Definition of table `usuarios`
--

DROP TABLE IF EXISTS `usuarios`;
CREATE TABLE `usuarios` (
  `id_usuario` int(10) unsigned NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  `id_persona` int(10) unsigned NOT NULL,
  `id_acceso` int(10) unsigned NOT NULL,
  `usuario` varchar(45) NOT NULL,
  `clave` varchar(45) NOT NULL,
  PRIMARY KEY (`id_usuario`)
) ENGINE=InnoDB AUTO_INCREMENT=7 DEFAULT CHARSET=latin1;

```

4. Detalle de tablas. El diccionario de cada una de las tablas de datos del sistema prototipo se incluye a continuación. Encontrará el tipo de cada uno de los campos, la longitud, el tipo de clave, algunas restricciones para datos NULL, incrementos automáticos y un breve comentario que oriente el uso del campo en la tabla.

CAPITULO VII

Propuesta de Sistema de Localización Basado en Cell ID

| TABLA: ESTADOS | | | | | | | |
|--|---------|----------|-------|-----------|-----------------------|-----|--|
| OBJETIVO DE TABLA "ESTADOS": ALMACENAR ESTADO DISPONIBLES PARA REGISTROS DE TABLA PERSONAS | | | | | | | |
| CAMPO | TIPO | LONGITUD | SIGNO | DATO NULL | INCREMENTO AUTOMATICO | KEY | DESCRIPCIÓN |
| id_estado | ENTERO | 10 | NO | NO | SI | PK | IDENTIFICADOR ÚNICO DE REGISTRO EN TABLA |
| estado | VARCHAR | 45 | NO | NO | NO | | DESCRIPCIÓN DEL ESTADO ALMACENADO |

Tabla 7-2. Tabla Estados

| OBJETIVO DE TABLA "PERSONAS": ALMACENAR INFORMACIÓN DE PERSONAS(CLIENTES Y USUARIOS) | | | | | | | | |
|--|-----------|----------|-------|-----------|-----------------------|-----|---------|--|
| CAMPO | TIPO | LONGITUD | SIGNO | DATO NULL | INCREMENTO AUTOMATICO | KEY | DEFAULT | DESCRIPCIÓN |
| id_persona | ENTERO | 10 | NO | NO | SI | PK | | IDENTIFICADOR ÚNICO DE REGISTRO EN TABLA |
| nombre | VARCHAR | 100 | NO | NO | NO | N/A | | PRIMER Y SEGUNDO NOMBRE DE PERSONA |
| apellido | VARCHAR | 100 | NO | NO | NO | N/A | | PRIMER Y SEGUNDO APELLIDO DE PERSONA |
| documento | VARCHAR | 100 | NO | NO | NO | N/A | | NUMERO DE DOCUMENTO DE IDENTIDAD |
| direccion | VARCHAR | 45 | NO | NO | NO | N/A | | DIRECCIÓN DE RESIDENCIA DE PERSONA |
| id_estado | TINYINT | 1 | NO | NO | NO | FK | 1 | ESTADO DE ACTIVIDAD DEL REGISTRO |
| date | TIMESTAMP | N/A | NO | NO | NO | N/A | CURRENT | FECHA DE INGRESO DEL RESISTRO |

Tabla 7-3. Tabla Personas

| OBJETIVO DE TABLA "ACCESOS": ALMACENA LOS NIVELES DE ACCESOS QUE SE PUEDEN CONCEDER A USUARIOS | | | | | | | |
|--|---------|----------|-------|-----------|-----------------------|-----|--|
| CAMPO | TIPO | LONGITUD | SIGNO | DATO NULL | INCREMENTO AUTOMATICO | KEY | DESCRIPCION |
| id_acceso | ENTERO | 10 | NO | NO | SI | PK | IDENTIFICADOR UNICO DE REGISTRO EN TABLA |
| nivel_acceso | VARCHAR | 45 | NO | NO | NO | N/A | DESCRIPCIÓN TEXTUAL DEL NIVEL DE ACCESO |

Tabla 7-4. Tabla Accesos

| OBJETIVO DE TABLA "USUARIOS": ALMACENAR INFORMACION DE PERSONAS CON INGRESO AL SISTEMA | | | | | | | |
|--|---------|----------|-------|-----------|-----------------------|-----|---|
| CAMPO | TIPO | LONGITUD | SIGNO | DATO NULL | INCREMENTO AUTOMATICO | KEY | DESCRIPCION |
| id_usuario | ENTERO | 10 | NO | NO | SI | PK | IDENTIFICADOR UNICO DE REGISTRO |
| id_persona | ENTERO | 10 | NO | NO | NO | FK | PERSONAS |
| id_acceso | ENTERO | 10 | NO | NO | NO | FK | IDENTIFICADOR DE NIVEL DE ACCESO EN TABLA ACCESOS FORÁNEO |
| usuario | VARCHAR | 45 | SI | NO | NO | | SISTEMA |
| clave | VARCHAR | 45 | SI | NO | NO | | CONTRASEÑA DE ACCESO AL SISTEMA |

Tabla 7-5. Tabla Usuarios

| OBJETIVO DE TABLA "TELEFONOS": ALMACENAR INFORMACIÓN DE SUSCRIPTORES OBJETO DE LOCALIZACIÓN | | | | | | | |
|---|---------|----------|-------|-----------|-----------------------|-----|---|
| CAMPO | TIPO | LONGITUD | SIGNO | DATO NULL | INCREMENTO AUTOMATICO | KEY | DESCRIPCION |
| id_telefono | ENTERO | 10 | NO | NO | SI | | IDENTIFICADOR ÚNICO DE REGISTRO EN TABLA |
| msisdn | VARCHAR | 45 | SI | NO | NO | | NUMERO DEL SUSCRIPTOR |
| imsi | VARCHAR | 45 | SI | NO | NO | PK | IDENTIFICADOR ÚNICO DE SUSCRIPTOR EN LA RED |
| id_persona | VARCHAR | 45 | SI | NO | NO | FK | IDENTIFICADOR DE PERSONA A LA QUE PERTENECE EL NUMERO DE SUSCRIPTOR |

Tabla 7-6. Tabla Teléfonos

| OBJETIVO DE TABLA "CELDAS": ALMACENAR INFORMACIÓN DE LAS CELDAS DE LA RUTA DE ESTUDIO | | | | | | | |
|---|---------|----------|-------|-----------|-----------------------|-----|--|
| CAMPO | TIPO | LONGITUD | SIGNO | DATO NULL | INCREMENTO AUTOMATICO | KEY | DESCRIPCION |
| id_reg_celda | ENTERO | 10 | NO | NO | SI | PK | IDENTIFICADOR ÚNICO DEL REGISTRO EN TABLA |
| id_celda | VARCHAR | 45 | NO | NO | NO | FK | IDENTIFICADOR DE CELDA CELULAR |
| nombre_celda | VARCHAR | 100 | NO | NO | NO | | NOMBRE ASIGANDO A LA CELDA |
| direccion | VARCHAR | 200 | NO | NO | NO | | DIRECCIÓN DE UBICACIÓN DE LA CELDA |
| longitud | VARCHAR | 45 | NO | NO | NO | | COORDENADA EN LONGITUD DE UBICACIÓN DE CELDA |
| latitud | VARCHAR | 45 | NO | NO | NO | | COORDENADA EN LATITUD DE UBICACIÓN DE CELDA |

Tabla 7-7. Tabla Celdas

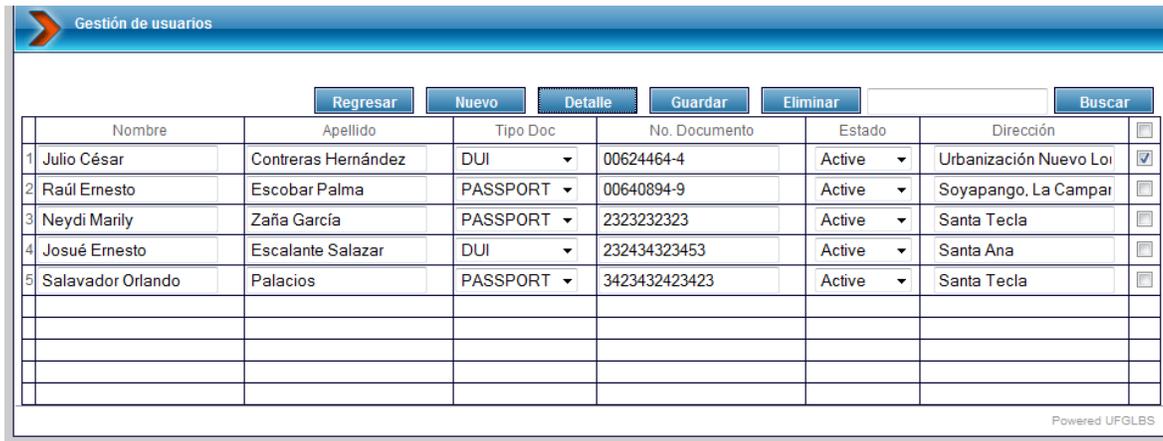
| OBJETIVO DE TABLA "TRANSACCIONES": REGISTRAR LAS CELDAS DESDE LA QUE EL SUSCRIPTOR REPORTA SERVICIO | | | | | | | |
|---|---------|----------|-------|-----------|-----------------------|-----|--|
| CAMPO | TIPO | LONGITUD | SIGNO | DATO NULL | INCREMENTO AUTOMATICO | KEY | DESCRIPCION |
| id_transaccion | ENTERO | 10 | NO | NO | SI | PK | IDENTIFICADOR ÚNICO DE REGISTRO EN TABLA |
| fecha | VARCHAR | 100 | NO | NO | NO | N/A | FECHA EN QUE SUSCRIPTOR RECIBE SERVICIO DE CELDA |
| id_celda | VARCHAR | 100 | NO | NO | NO | FK | IDENTIFICADOR DE CELDA EN TABLA CELDAS |
| imsi | VARCHAR | 100 | NO | NO | NO | N/A | IDENTIFICADOR ÚNICO DEL SUSCRIPTOR EN LA RED |

Tabla 7-8. Tabla Transacciones

No todas las pantallas requieren mantenimiento a través de un formulario, por ejemplo la tabla de transacciones es alimentada por información proveniente de los suscriptores que se pretende localizar.

5. Pantallas de mantenimiento. En la sección 7.4 se describirá el funcionamiento del sistema incluyendo a cada una de las pantallas de mantenimiento, sin embargo se hará mención de algunas de éstas en la presente sección.

Mantenimiento de tabla Personas:



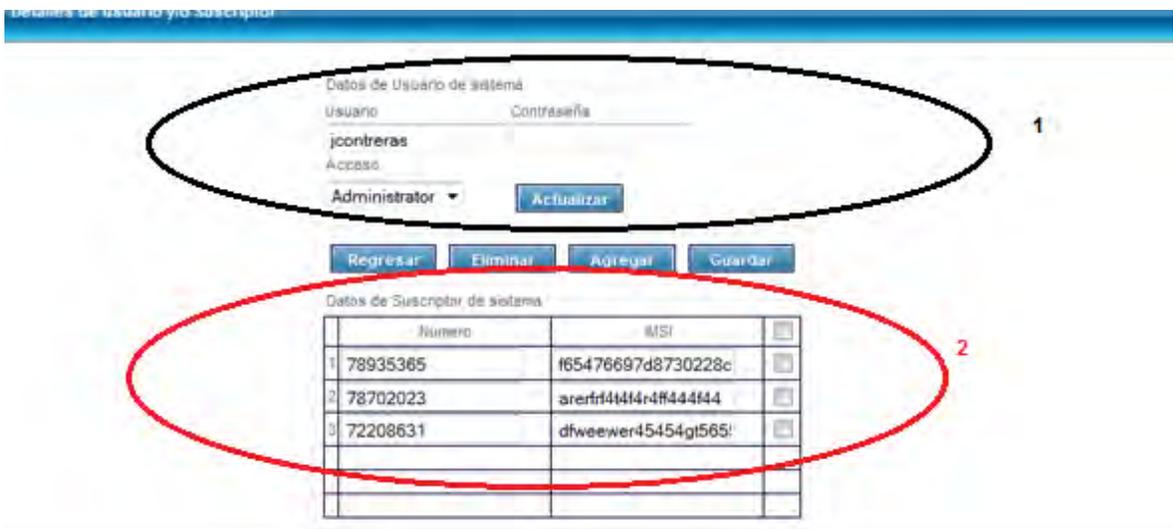
| | Nombre | Apellido | Tipo Doc | No. Documento | Estado | Dirección | |
|---|-------------------|---------------------|----------|---------------|--------|------------------------|-------------------------------------|
| 1 | Julio César | Contreras Hernández | DUI | 00624464-4 | Active | Urbanización Nuevo Loi | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 2 | Raúl Ernesto | Escobar Palma | PASSPORT | 00640894-9 | Active | Soyapango, La Campar | <input type="checkbox"/> |
| 3 | Neydi Marily | Zañá García | PASSPORT | 2323232323 | Active | Santa Tecla | <input type="checkbox"/> |
| 4 | Josué Ernesto | Escalante Salazar | DUI | 232434323453 | Active | Santa Ana | <input type="checkbox"/> |
| 5 | Salavador Orlando | Palacios | PASSPORT | 3423432423423 | Active | Santa Tecla | <input type="checkbox"/> |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

Powered UFG LBS

Figura 7-2. Pantalla de mantenimiento tabla Personas.

Permite buscar, eliminar, actualizar e ingresar registros en la tabla personas.

Mantenimiento tabla Usuarios y Teléfonos:



Datos de Usuario de sistema

Usuario: Contraseña:

Access:

Administrator

Actualizar

Regresar Eliminar Agregar Guardar

Datos de Suscriptor de sistema:

| | Numero | IMSI | |
|---|----------|---------------------|--------------------------|
| 1 | 78935365 | f65476697d8730228c | <input type="checkbox"/> |
| 2 | 78702023 | arefrf4444r4f44444 | <input type="checkbox"/> |
| 3 | 72208631 | dfweewer45454gt565! | <input type="checkbox"/> |
| | | | |
| | | | |

Figura 7-3. Pantalla de mantenimiento tabla: 1) Usuarios, 2) Teléfonos.

En el caso de la pantalla de mantenimiento anterior incluye en un formulario la lógica de mantenimiento de dos tablas diferentes. Usuario y Teléfonos requieren la existencia del registro previo de la persona, por lo tanto se decidió desarrollar una sola pantalla que permitiera el “enlace” entre Usuarios, Teléfonos y Personas. Una persona puede o no ser usuario del sistema y puede o no poseer teléfonos registrados.

Tabla Celdas:

| ID | Celda | Logintud | Latitud | Dirección |
|----------|--------------------|------------|-----------|------------------------|
| 1 10481 | COMALAPA LA PAZ | -89.061138 | 13.454388 | Autopista de Comalap |
| 2 10482 | COMALAPA LA PAZ | -89.061138 | 13.454388 | Autopista de Comalap |
| 3 10483 | COMALAPA LA PAZ | -89.061138 | 13.454388 | Autopista de Comalap |
| 4 10661 | EL MIRADOR | -89.084833 | 13.51225 | Carretera antigua a Za |
| 5 10662 | EL MIRADOR | -89.084833 | 13.51225 | Carretera antigua a Za |
| 6 10663 | EL MIRADOR | -89.084833 | 13.51225 | Carretera antigua a Za |
| 7 10883 | LOMA LARGA, SAN S/ | -89.170344 | 13.644855 | Costado Norte de Call |
| 8 10951 | SAN MARCOS | -89.193027 | 13.667388 | Carretera a Planes de |
| 9 11122 | OLOCUILTA | -89.113722 | 13.561222 | Barrio El Carmen, Cas |
| 10 11123 | OLOCUILTA | -89.113722 | 13.561222 | Barrio El Carmen, Cas |
| 11 11252 | EL PROGRESO | -89.2209 | 13.6963 | Centro Comercial El P |
| 12 11253 | FI PROGRESO | -89.2209 | 13.6963 | Centro Comercial FI P |

Figura 7-4. Pantalla de mantenimiento tabla Celdas.

La pantalla anterior permite buscar, agregar, actualizar o eliminar registros de la tabla de celdas. De momento solo se cuenta con las radio-bases de la ruta de estudio definida dentro del alcance del proyecto, sin embargo se ha construido una pantalla que permite importar de forma segura desde archivo con la información.

- Administración de la base de datos. La administración de la base de datos se realiza desde la herramienta MySQLAdministrator que es parte de la suite MySQL GUI Tools disponible en el sitio web oficial de MYSQL. Provee de una interfaz amigable con opciones de crear nuevos esquemas de datos, respaldar y restaurar bases de datos. El acceso requiere autenticación, se recomienda no usar el usuario **root** sino crear usuario con privilegios limitados con de manera que se evite ingresar remotamente como este “super-usuario” y así eliminar el riesgo de perder información accidentalmente. La siguientes figuras muestra el acceso al administrador y los objetos de creados actualmente.

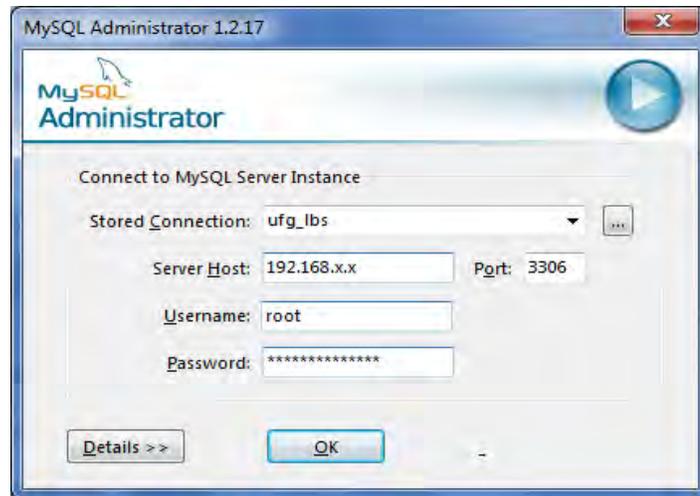


Figura 7-5. Ingreso al administrador remoto de MySQL

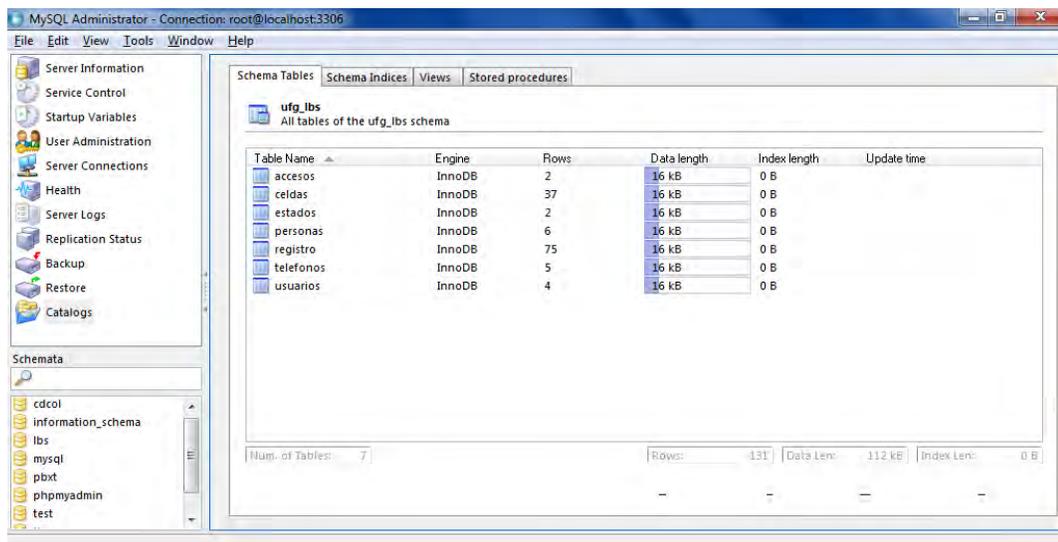


Figura 7-6. MySQLAdministrator en funcionamiento con base de datos.

Existe otra opción que se puede usar para administrar la base de datos, pero esta es una aplicación web de terceros desarrollada en lenguaje PHP.

7. Respaldos. La herramienta de consulta y administración que Mysql provee la opción de programar un respaldo automático, en este caso diario. Con esto se evita perder información garantizando una copia de la base de datos íntegra que puede ser restaurada en cualquier momento que el administrador considere conveniente. Importante es que se recomienda que el respaldo se

haga desde una estación remota de manera que se pueda almacenar fuera del servidor con el fin de asegurar los datos en caso de falla del gestor instalado.

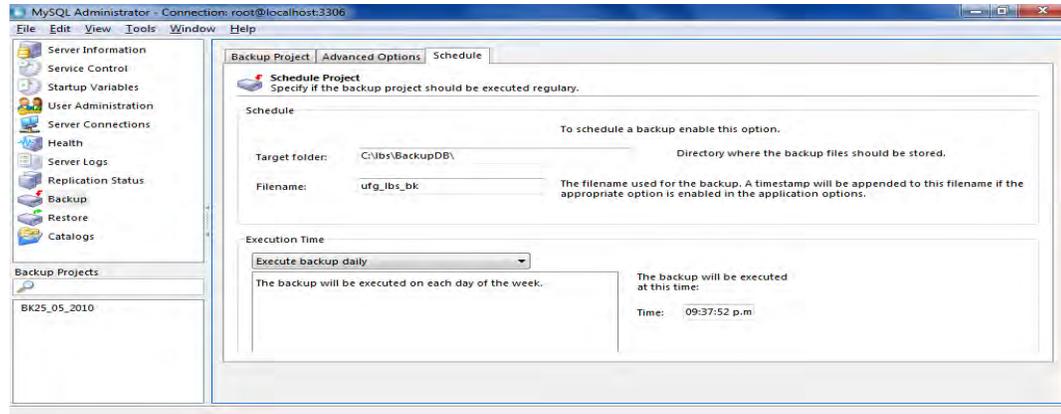


Figura 7-7. Respaldo de la base de datos programado desde administrador.

7.3.2 SISTEMA OPERATIVO

En secciones anteriores se determinó la utilización del sistema operativo, el sistema operativo propuesto es Linux, específicamente Ubuntu 9.04. Además se instalarán los siguientes servicios:

1. Servidor Web (Apache).
2. Servidor de base de datos (Mysql).
3. Pasarela de mensajería (Kannel).

En los siguientes párrafos se hará una descripción de los pasos para instalar cada uno de éstos servicio de manera que el resultado final será un servidor instalado con su sistema operativo y listo para alojar a la aplicación desarrollada como solución en el proyecto. El procedimiento que se describe a continuación corresponde a la instalación y configuración de las versiones que ya se han definido se utilizarán, versiones anteriores o posteriores no se garantiza el resultado como lo mostrará la guía, sin embargo existe la posibilidad de revisar la documentación oficial de los sitios web de los proveedores.

Para poder instalar el sistema operativo se deben realizar algunos pasos previos que son preparatorios de la instalación:

1. Descarga de imagen del sistema operativo.

La dirección de descarga de la distribución que se está utilizando es en esta propuesta es [http://releases.ubuntu.com/releases/9.04/ ubuntu-9.04-desktop-i386.iso](http://releases.ubuntu.com/releases/9.04/ubuntu-9.04-desktop-i386.iso)

2. Grabación de la imagen del sistema operativo.

En este paso es necesario grabar la imagen descargada en el paso anterior a un disco compacto.

3. Copia de seguridad.

Como en cualquier instalación de software (especialmente en la de un sistema operativo completo) existe la posibilidad de que algo salga mal, por eso es importante hacer una copia de seguridad de todos los datos importantes antes de continuar en el caso que el equipo en el que se instalará ya posea un sistema operativo instalado.

A continuación se detalla el proceso de instalación por medio de un CD de Ubuntu con la versión 9.04 que es el que se ha utilizado en esta propuesta.



Figura 7-8. Ventana inicial de instalación de Ubuntu

El disco de instalación de Ubuntu es ejecutable, por lo que se debe colocar el disco en la unidad lectora y reiniciar el ordenador. Al reiniciar se debe ejecutar en cd. Si el

disco inicia normalmente debe mostrar un menú como el mostrado en la imagen 7-5. Dentro de este menú seleccione “Star or Install Ubuntu”, luego se esto se iniciara el proceso de carga del sistema operativo, puede tardar algunos minutos. En este punto se carga completamente el sistema que será instalado.

Ubuntu posee la característica, al menos en sus últimas versiones, que ejecutan un arranque LIVE. Esto es, permite usar el sistema operativo desde el cd con la opción de instalarlo. Esto permite comprobar que todo funciona correctamente, entonces se procede a realizar la instalación del sistema. Haciendo “clic” en el icono de instalación del escritorio se ejecutará el instalador gráfico de Ubuntu.



Figura 7-9. Botón sobre el escritorio para iniciar la instalación.

La primera pantalla es la de selección de idioma, cuando se haya seleccionado, se debe dar “clic” en el botón “Adelante”



Figura 7-10. Ventana “Selección de idioma”

El siguiente paso es la selección de la zona horaria de acuerdo al mapa que muestra es posible seleccionar el país, luego de esto hacer “clic” en “Adelante”.



Figura 7-11. Ventana “Zona Horaria”

Similar es para la selección del teclado. El instalador de Ubuntu permite configurar el teclado de forma fácil. Se selecciona el lenguaje del teclado y se habilita una entrada de texto en la que se puede probar las teclas. Después de esto haga “clic” en “siguiente” para continuar con el proceso.

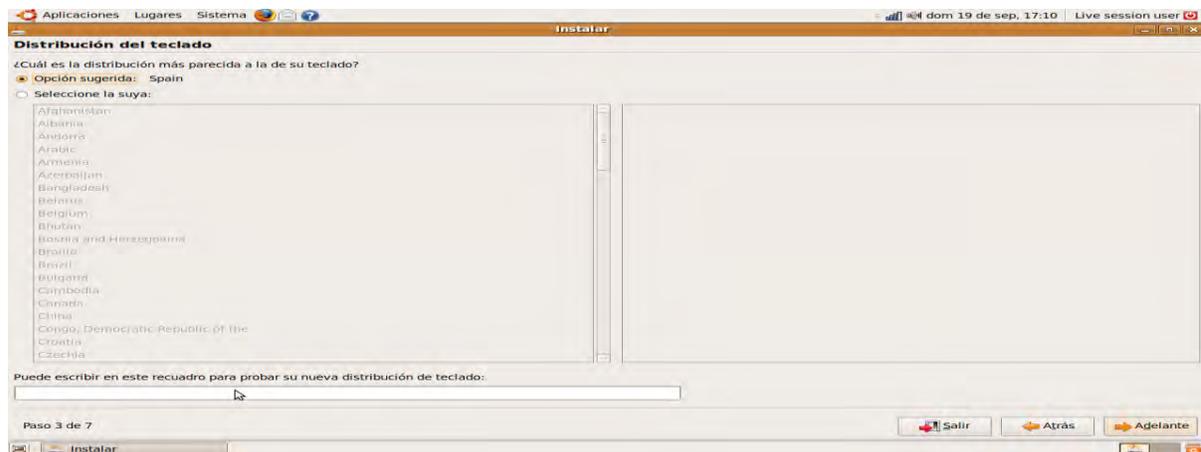


Figura 7-12. Ventana “Configuración del teclado”

El siguiente paso es introducir el nombre de usuario y contraseña; En caso que se use una maquina que ya posee un sistema operativo, el programa de instalación preguntaría si se requiere importar datos de alguna de las cuentas existentes. Este no es el caso, por lo tanto se debe continuar con la siguiente pantalla que es de vital importancia. La siguiente figura 7-10 muestra las opciones de particionamiento. Por ser ésta máquina un servidor destinado para éste proyecto de investigación, bastará con elegir el perfil por defecto y hacer “clic” en siguiente.

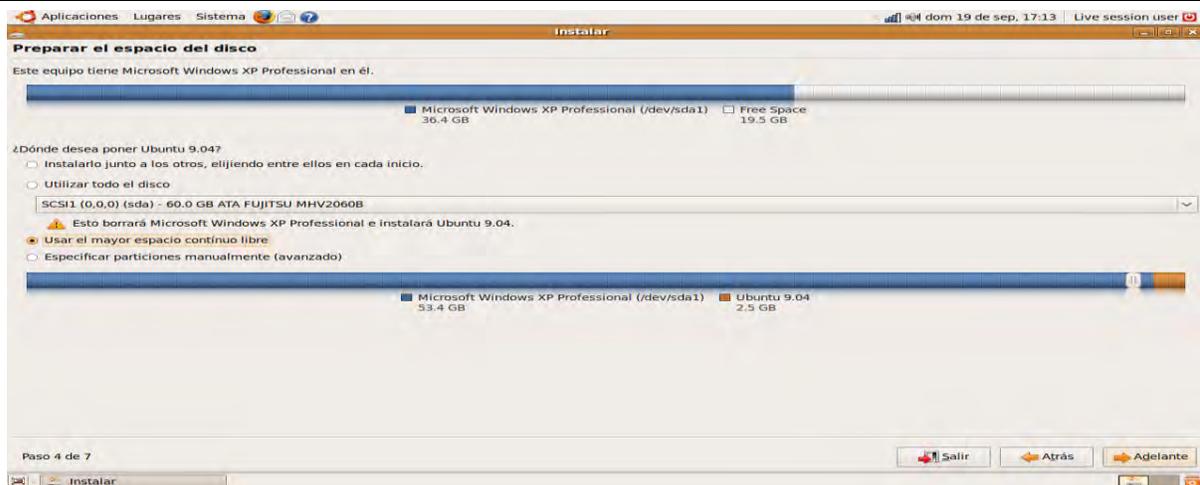


Figura 7-13. Ventana “Selección de disco duro”

Completados los pasos anteriores, el instalador mostrará un resumen de los datos ingresados para la instalación y solicitará confirmación para continuar con el proceso. Después de esto no hay marcha atrás. En el entendido que se ha ingresado la información correcta, se procede a instalar.

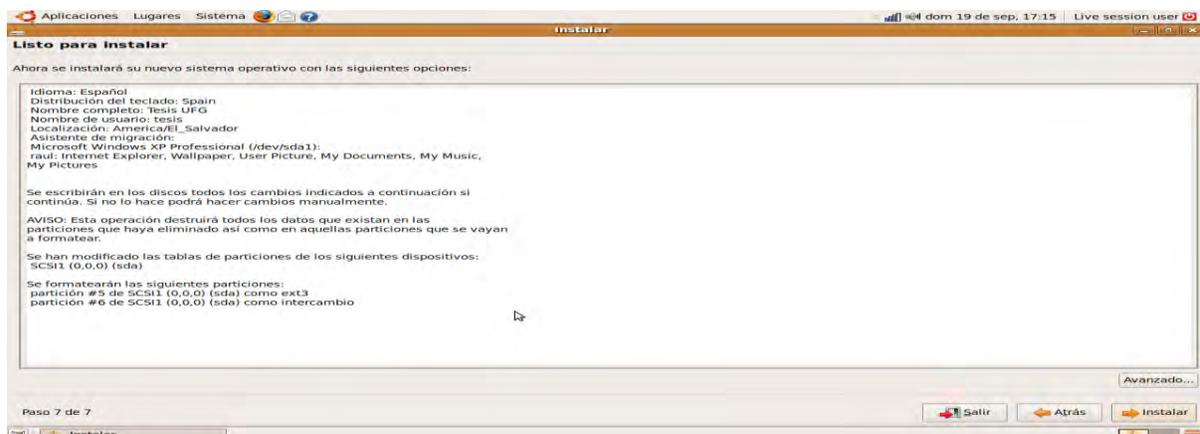


Figura 7-14. Ventana “Confirmación de datos y configuraciones”

Al finalizar el proceso, el programa notificará de su finalización y si existen errores los reportará. El sistema operativo está listo, se reiniciará el equipo y se procederá al siguiente paso que es la instalación del servidor web (Apache).

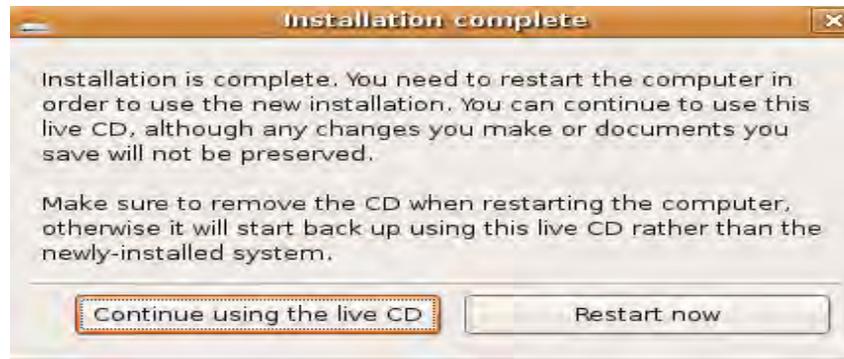


Figura 7-15. Ventana “Finalización de instalación”

7.3.3 GESTOR DE BASES DE DATOS MYSQL

El servidor de bases de datos MySQL a instalar es la versión 5.1. Desde el manejador de paquetes **Synaptic** es posible instalarlo. Sin embargo en este documento se mostrara por línea de comandos:

sudo apt-get install mysql-server mysql-client mysql-admin mysql-doc-5.1

Este comando instalará el servidor y el cliente, la documentación y una herramienta de administración, la siguiente figura muestra el inicio del asistente de instalación que se abre desde la consola. Esto se debe a que hay algunas características que se deben configurar, en algunos casos solo es cuestión de responder a una pregunta “Sí” o “No”. Cuando se solicite una contraseña que se utilizará después para poder conectar a la base de datos desde una terminal o cliente gráfico.

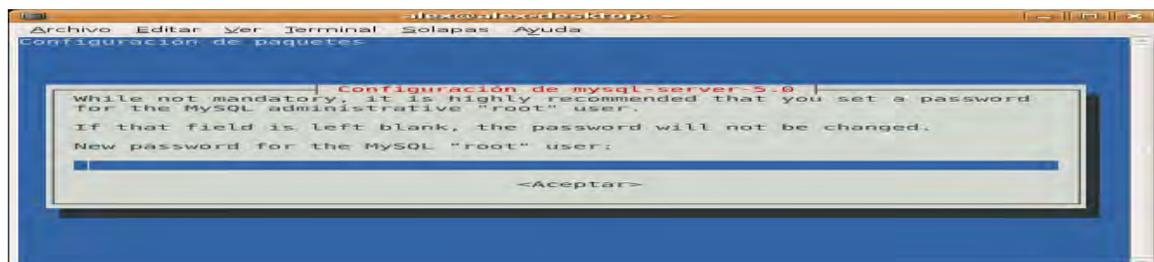
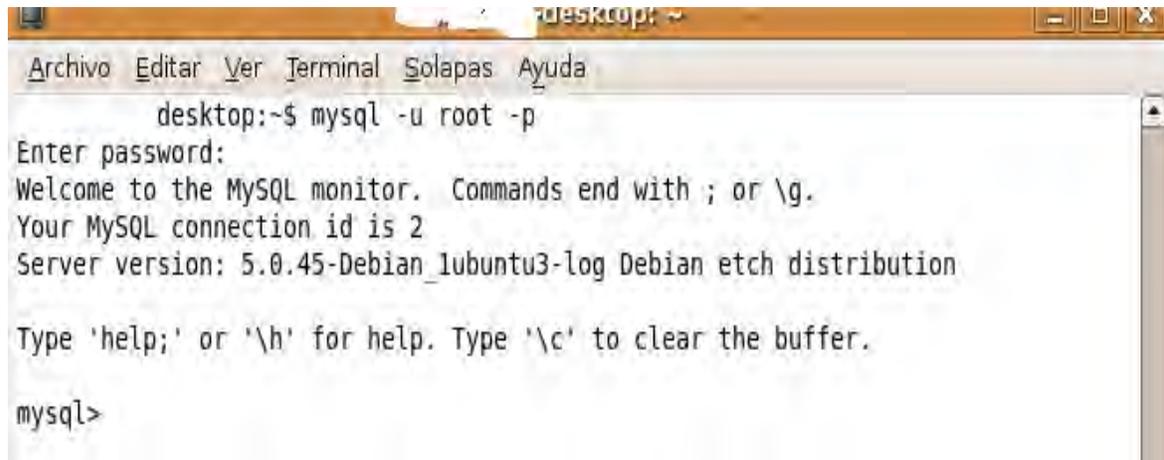


Figura 7-16. Asistente de instalación MySQL en modo consola.

Al finalizar el proceso de instalación, se puede iniciar una conexión con la con el servidor MySQL escribiendo el siguiente comando en la consola: ***mysql -u root -p***.

Después de ingresar la contraseña ya es posible trabajar con MySQL en la sesión de terminal.



```
desktop:~$ mysql -u root -p
Enter password:
Welcome to the MySQL monitor.  Commands end with ; or \g.
Your MySQL connection id is 2
Server version: 5.0.45-Debian_1ubuntu3-log Debian etch distribution

Type 'help;' or '\h' for help. Type '\c' to clear the buffer.

mysql>
```

Figura 7-17. Sesión en consola MySQL.

Si se prefiere, también es posible trabajar con un cliente gráfico, en el menú Aplicaciones/Programación se ha habilitado el lanzador para la herramienta MySQL Query Browser. Para conectar con el servidor MySQL tan sólo es necesario ingresar localhost en “Server Hostname”, root en el nombre de usuario y la contraseña que se configuró durante la instalación. Si todo va bien, el usuario podrá interactuar con el servidor de bases de datos para realizar tareas como crear, borrar y respaldar casi cualquiera de los objetos disponible en MySQL como son bases de datos, tablas, disparadores, procedimientos almacenados, funciones, vistas, índices, reglas y otros.



Figura 7-18. Pantalla de inicio de sesión MySQL con herramienta gráfica.

Por defecto, MySQL no permite que cualquier usuario poder acceder a las bases de datos usando una conexión TCP, esta es una de las mayores características de

seguridad que implementa. Para que lo permita se debe editar el fichero */etc/mysql/my.cnf* y modificar la línea:

```
bind-address = 127.0.0.1
```

Cambiándola por la dirección IP del servidor desde el cual se desea tener acceso a solicitudes a MySQL, para este caso la IP pública del servidor será la única que tendrá permisos de conexión a MySQL:

```
bind-address = 186.32.85.237
```

Para que estos cambios tomen efecto en la configuración de la instancia que está corriendo serán necesarios reiniciar el servicio.

```
shell>cd etc/init.d
```

```
shell>./mysql restart
```

7.3.4 SERVIDOR WEB APACHE 2.2.X CON SOPORTE PHP

Como está definido en apartados anteriores de este documento, el servidor web utilizado en esta propuesta es apache debido a características que ya han sido destacadas anteriormente.

En este apartado nos concentraremos en la instalación y configuración necesaria para que obtener como resultado final un servidor web con soporte para interpretar scripts escritos en lenguaje PHP. Si el lector necesita mayor detalle, puede visitar el sitio oficial de apache donde encontrará toda la documentación oficial: <http://www.apache.org/>.

Apache está disponible en versiones para diversos sistemas operativos, en este caso la plataforma elegida para el proyecto ha sido Ubuntu Linux. En este caso, se necesita soporte para el lenguaje PHP, de manera que los scripts en este lenguaje puedan ser interpretados por el módulo de apache incluido para este fin. También será necesario habilitar el soporte para MySQL, de manera que los scripts PHP

puedan realizar consultas a la base de datos. La instalación en este sistema operativo de la versión de apache 2.2.x se resume a continuación:

Para ejecutar cada uno de los comandos que se requiere en este procedimiento primero debe iniciar una sesión de consola Xterm por ejemplo: **gnome-terminal**.

1. Ejecutar comando de instalación de apache 2: **sudo apt-get install apache2**
Esto instalará apache con su configuración por defecto, aún no hay soporte para PHP.

2. Por defecto no está incluido el modulo para soporte PHP. Se instala este módulo mediante el comando: **sudo apt-get install php5**

3. Soporte para MySQL:

sudo apt-get install php5-mysql

sudo apt-get install libapache2-mod-auth-mysql

4. Reiniciar servidor Apache: **sudo /etc/init.d/apache2 restart**

5. Comprobar que el servidor está corriendo. Este se hace a través de la dirección base del server digitando en la barra de direcciones de un navegador **http://localhost** o la dirección de red que apunta a la maquina local **http://127.0.0.1** Si todo está bien debería verse la página web por defecto de apache. Además debe escribirse en cualquier procesador de textos (Gedit por ejemplo) un script en lenguaje PHP cuyo contenido solo es el llamado a la función que muestra los detalles de la instalación de PHP. Con esto podremos ver que efectivamente los nódulos de soporte para MySQL están habilitados. La siguientes figuras mostraran el resultado de estos pasos:



Figura 7-19. Servidor Apache 2.x corriendo normalmente.



Figura 7-20. Verificación de Servidor Apache con soporte PHP.

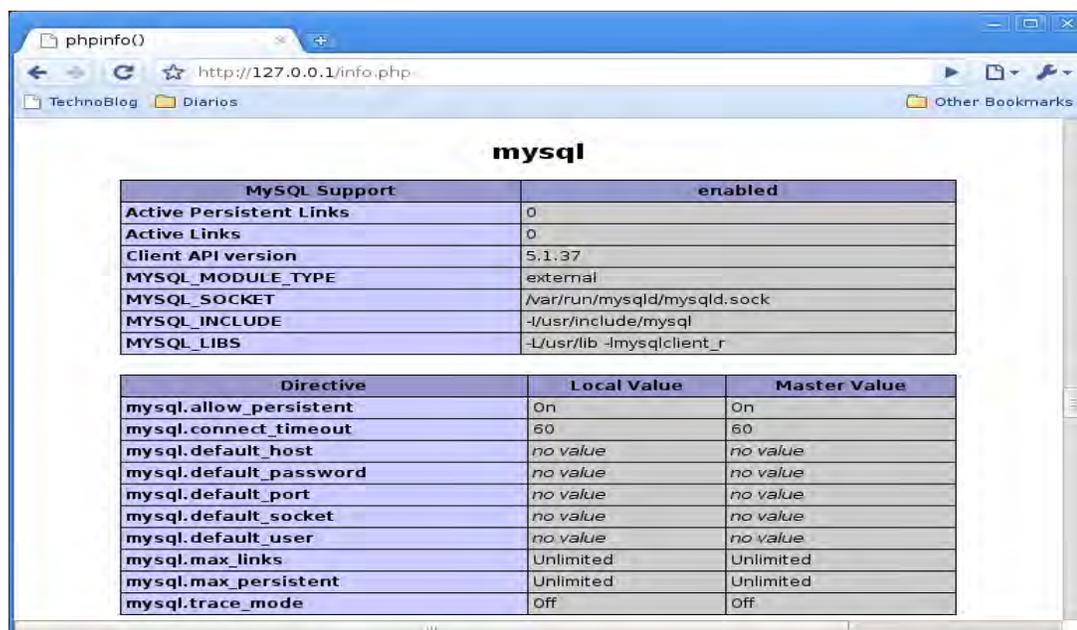


Figura 7-21. Confirmación de módulo MySQL en servidor Apache.

6. Se deben realizar algunas configuraciones básicas para personalizar el servidor web. Configuración de la ruta donde se ubicaran los scripts a ser interpretados o document root puerto lógico listen de escucha y nombre del servidor en el web Server Name. Estas configuraciones se realizan editando el archivo httpd.conf, el comando para abrirlo en un editor se adjunta con el procedimiento a seguir:

sudo gedit /etc/apache2/apache2.conf

```
#  
# Listen: Allows you to bind Apache to specific IP addresses and/or  
# ports, instead of the default. See also the <VirtualHost>  
# directive.  
#  
# Change this to Listen on specific IP addresses as shown below to  
# prevent Apache from glomming onto all bound IP addresses.  
#  
#Listen 0.0.0.0:80  
#Listen [::]:80  
Listen 8080
```

Figura 7-22. Extracto de archivo configuración puerto de lógico de Apache.

Se ha configurado el puerto para escucha de peticiones para el servidor web. Por defecto se usa el 80, sin embargo se ha decidido utilizar 8080 para darle más seguridad. Se configura además el directorio para scripts a ser interpretados que también se conoce como directorio WWW.

```
#  
# DocumentRoot: The directory out of which you will serve your  
# documents. By default, all requests are taken from this directory, but  
# symbolic links and aliases may be used to point to other locations.  
#  
DocumentRoot "/var/www/lbs"
```

Figura 7-23. Extracto de archivo configuración ruta htdocs de Apache.

```
#
# ServerName gives the name and port that the server uses to identify itself.
# This can often be determined automatically, but we recommend you specify
# it explicitly to prevent problems during startup.
#
# If your host doesn't have a registered DNS name, enter its IP address here.
#
ServerName localhost:8080
```

Figura 7-24. Extracto de archivo configuración nombre servidor Apache.

7. Después de realizar estas configuraciones, es necesario reiniciar el servicio para que los cambios sea cargados. **`sudo /etc/init.d/apache2 restart`**

Con esto se debe tener apache funcionando ya con soporte de para PHP5 y soporte MySQL que es el objetivo.

El Script de prueba info.php contiene únicamente un par de sentencias que el intérprete dispone para brindar información acerca de estado de la instalación de PHP, en este caso contiene las siguientes líneas:

```
<?php
phpinfo();
?>
```

Se ha guardado en la carpeta que sirve como documentroot de apache para luego ser invocado desde la dirección local del servidor <http://localhost/info.php>.

Ahora ya se cuenta con el servidor instalado y listo para alojar el prototipo de sistema que se ha desarrollado durante el proceso de investigación en éste proyecto.

7.3.5 PASARELA DE MENSAJERÍA SMS KANNEL

Como está definido ya, el servicio para la pasarela de mensajería que se utiliza en esta propuesta se llama Kannel, además puede prestar el servicio de una pasarela wap. Para la instalación de Kannel solo es necesario utilizar el comando en consola:

```
apt-get install kannel
```

Esto instalará por Kannel con su configuración por defecto. Dependiendo del requerimiento del usuario es posible establecer una configuración personalizada e inclusive iniciar solamente una de la “cajas” de servicios disponibles en Kannel. Para esta implementación solo es necesario iniciar la Bearer box y la SMS Box con la secuencia de comandos que se muestra a continuación:

```
# cd /usr/local/kannel
# cp ~/src/gateway-1.4.1/smskannel.conf .
# cp ~/src/gateway-1.4.1/gw/modems.conf .
# sbin/bearerbox -v 0 smskannel.conf &
# sbin/smsbox -v 0 smskannel.conf &
```

Como resultado se debe tener en consola el log de cada una de las actividades que Kannel está realizando. Es importante mencionar que lo más recomendable, aunque no es una regla, es iniciar cada una de las cajas en sesiones de consola diferentes. Se muestra a continuación el inicio de cada una de las “cajas” desde terminales diferentes.

Ingresando en consola el comando siguiente se iniciará la bearerBox de Kannel:

```
/usr/sbin/./bearerbox /etc/kannel/kannel.conf
```

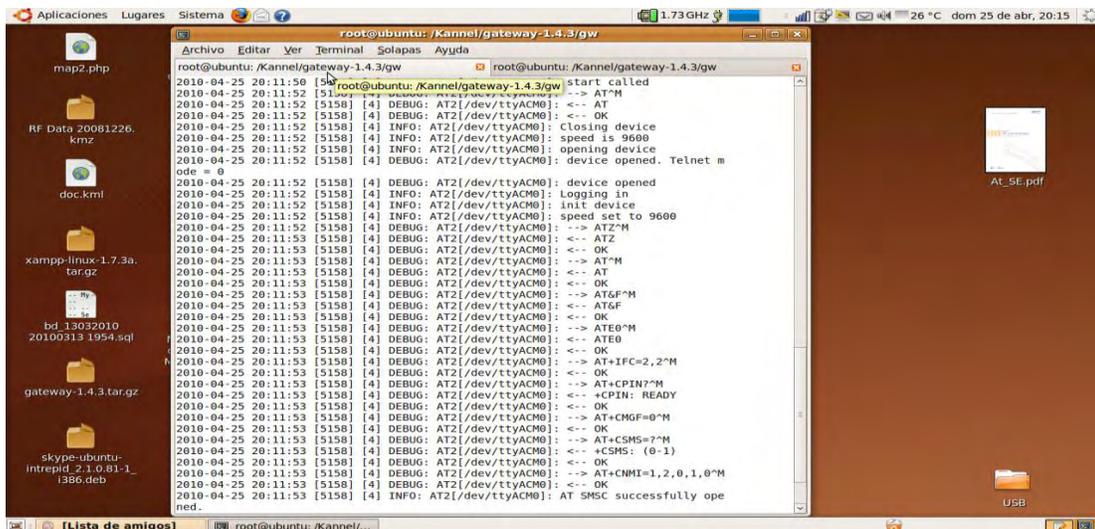


Figura 7-25. Bearer Box Kannel iniciada en sesión de consola.

Cada uno de los mensajes recibidos en consola indica detalles de la actividad que se desarrolla. Si existe algún error, en este tipo de log se puede visualizar, ahí radica la importancia de iniciar separadamente cada una de los servicio de Kannel.

Seguidamente se el servicio SmsBox con el siguiente comando:

```
/usr/sbin/./smsbox /etc/kannel/kannel.conf
```

```

root@ubuntu: /Kannel/gateway-1.4.3/gw
Using native malloc.
2010-04-25 20:13:54 [7013] [0] INFO: Starting to log to file /etc/kannel/smsbox.log level
0
2010-04-25 20:13:54 [7013] [0] INFO: Added logfile '/etc/kannel/smsbox.log' with level '0'
2010-04-25 20:13:54 [7013] [0] INFO: Service global sender set as '13013'
2010-04-25 20:13:54 [7013] [0] INFO: Logging accesses to '/tmp/access.log'.
2010-04-25 20:13:54 [7013] [0] INFO: Started access logfile '/tmp/access.log'.
2010-04-25 20:13:54 [7013] [0] INFO: HTTP: Opening server at port 13013.
2010-04-25 20:13:54 [7013] [1] DEBUG: Thread 1 (gwlib/fdset.c:poller) maps to pid 7013.
2010-04-25 20:13:54 [7013] [0] DEBUG: Started thread 1 (gwlib/fdset.c:poller)
2010-04-25 20:13:54 [7013] [2] DEBUG: Thread 2 (gwlib/http.c:server_thread) maps to pid 70
13.
2010-04-25 20:13:54 [7013] [0] DEBUG: Started thread 2 (gwlib/http.c:server_thread)
2010-04-25 20:13:54 [7013] [0] INFO: Set up send sms service at port 13013
2010-04-25 20:13:54 [7013] [3] DEBUG: Thread 3 (gw/smsbox.c:sendsms_thread) maps to pid 70
13.
2010-04-25 20:13:54 [7013] [0] DEBUG: Started thread 3 (gw/smsbox.c:sendsms_thread)
2010-04-25 20:13:54 [7013] [0] DEBUG: -----
2010-04-25 20:13:54 [7013] [0] DEBUG: Kannel smsbox version 1.4.3 starting
2010-04-25 20:13:54 [7013] [0] DEBUG: dumping group (sendsms-user):
2010-04-25 20:13:54 [7013] [0] DEBUG:   <group> = <sendsms-user>
2010-04-25 20:13:54 [7013] [0] DEBUG:   <username> = <tester>
2010-04-25 20:13:54 [7013] [0] DEBUG:   <password> = <foobar>
2010-04-25 20:13:55 [7013] [4] DEBUG: Thread 4 (gw/smsbox.c:obey_request_thread) maps to p
id 7013.
2010-04-25 20:13:55 [7013] [0] DEBUG: Started thread 4 (gw/smsbox.c:obey_request_thread)
2010-04-25 20:13:55 [7013] [5] DEBUG: Thread 5 (gw/smsbox.c:url_result_thread) maps to pid
7013.
2010-04-25 20:13:55 [7013] [0] DEBUG: Started thread 5 (gw/smsbox.c:url_result_thread)
2010-04-25 20:13:55 [7013] [6] DEBUG: Thread 6 (gw/smsbox.c:http_queue_thread) maps to pid
7013.
2010-04-25 20:13:55 [7013] [0] DEBUG: Started thread 6 (gw/smsbox.c:http_queue_thread)
2010-04-25 20:13:55 [7013] [0] INFO: Connected to bearerbox at localhost port 13001.
2010-04-25 20:13:55 [7013] [7] DEBUG: Thread 7 (gw/heartbeat.c:heartbeat_thread) maps to p
id 7013.
2010-04-25 20:13:55 [7013] [0] DEBUG: Started thread 7 (gw/heartbeat.c:heartbeat_thread)

```

Figura 7-26. SMS Box Kannel iniciada en sesión de consola.

Kannel posee la capacidad de recibir peticiones de envío de mensajes a la red celular desde un servicio http, esa es una de las grandes características que se aprovechan en la solución propuesta. La terminal de sesión abierta en el terminal mostrará inclusive todas las peticiones por http como un log. Esto permitirá al administrador del sistema tener una visión clara del comportamiento del servicio de manera que brinde el soporte oportuno de ser necesario.

Como el lector ha notado en esta redacción, la configuración e implementación del servicio que se necesitan no requieren un alto conocimiento, sin embargo se

recomienda auxiliarse en caso de duda de foros especializados o preferiblemente de la documentación oficial para cada servicio. Esta documentación está al alcance pues es gratuita, además si se cuenta con los recursos, existen libros textos que pueden ser útiles.

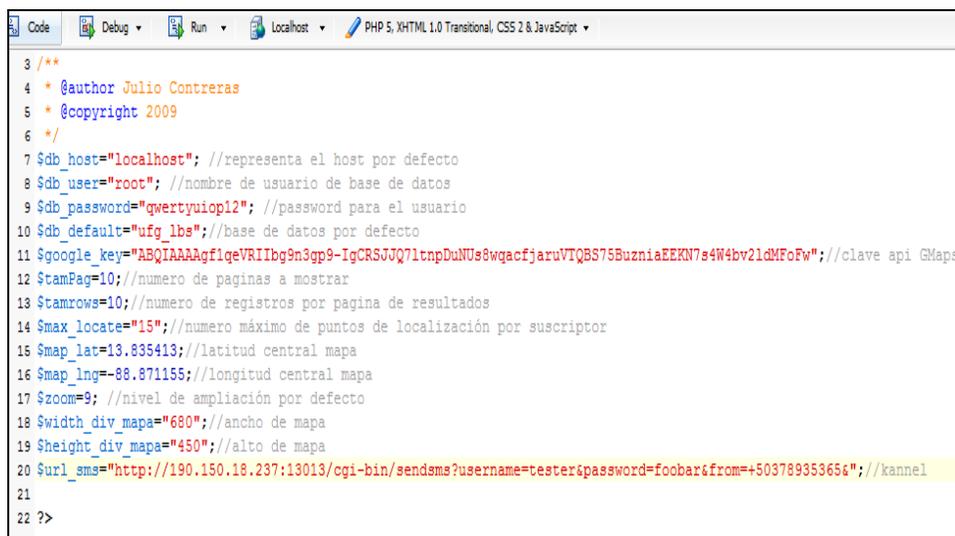
7.3.6 SISTEMA WEB DE LOCALIZACIÓN BASADO EN CELL-ID

Se ha desarrollado una **“Aplicación basada en software para la ubicación en un área geográfica de teléfonos móviles utilizando servicios básicos de localización LBS”** como un software Web. Esto es, el sistema está constituido por una serie de scripts escritos en lenguaje PHP que interactúan con la base de datos. Durante el proceso de investigación se ha reunido la información necesaria sobre los elementos que se necesitarían para construir un prototipo de sistema como tal. Se investigó acerca de técnicas factibles para localización de suscriptores por una red celular, los requerimientos para construir una aplicación, los costos en software y hardware para el montaje de un prototipo – solución que muestre con hechos que si es posible ofrecer en un futuro cercano un servicio de localización básico a bajo costo. El resultado de la investigación es el prototipo escrito y listo para su puesta en funcionamiento y prueba.

Al ser un sistema basado en Web, no existen mayores requerimientos que un servidor http (uno de los componentes ya descritos) con la capacidad de interpretar cada uno de los scripts que componen el prototipo. El proceso de instalación de la solución completa se anexa en un manual dedicado a técnicos a cargo de este tipo de tareas.

El sistema prototipo consta de una base de datos con información de las radio-bases de la ruta de prueba almacenada en un archivo “dump” con extensión .sql; este archivo es una copia de la base de datos lista para ser restaurada en cualquier gestor MySQL. El sistema web solo necesita ser “personalizado” para su correcto funcionamiento a través de un archivo de configuración. La ventaja es que toda la solución se encuentra en una única carpeta, no tiene requerimientos o librerías externas; solamente debe ser incluido en el directorio principal del servidor web.

El archivo de configuración contiene los parámetros que el sistema utiliza para conectarse a la base de datos, establecer una sesión con la API de Google Maps, la dirección de envío de mensajes hacia la pasarela Kannel, las coordenadas iniciales para centrar los mapas y su nivel de ampliación (zoom) y paginación de resultados de consultas.



```

3 /**
4  * @author Julio Contreras
5  * @copyright 2009
6  */
7 $db_host="localhost"; //representa el host por defecto
8 $db_user="root"; //nombre de usuario de base de datos
9 $db_password="qwertyuiop12"; //password para el usuario
10 $db_default="ufg_lbs"; //base de datos por defecto
11 $google_key="ABQIAAAAgf1qeVRIIbg9n3gp9-IgCRSJJQ7ltnpDuNUs8wqacfjaruVTQBS75BuzniaEEKN7s4W4bv2ldMFoFw"; //clave api GMaps
12 $tamPag=10; //numero de paginas a mostrar
13 $tamrows=10; //numero de registros por pagina de resultados
14 $max_locate="15"; //numero máximo de puntos de localización por suscriptor
15 $map_lat=13.835413; //latitud central mapa
16 $map_lng=-88.871155; //longitud central mapa
17 $zoom=9; //nivel de ampliación por defecto
18 $width_div_mapa="680"; //ancho de mapa
19 $height_div_mapa="450"; //alto de mapa
20 $url_sms="http://190.150.18.237:13013/cgi-bin/sendsms?username=tester&password=foobar&from="+50378935365&"; //kannel
21
22 ?>

```

Figura 7-27. Archivo de configuración del sistema.

Cada uno de los parámetros posee un breve comentario que indica la razón de su existencia en el archivo.

Se ha diseñado un menú principal de acuerdo al perfil del usuario el cual se carga en pantalla luego de un proceso inicial de autenticación; Desde éste menú es posible acceder a todas las pantallas desarrolladas para el sistema-prototipo.



Figura 7-28. Menú principal del sistema.

7.4 FUNCIONAMIENTO DEL PROTOTIPO DEL SISTEMA PROPUESTO.

En este apartado se tiene como objetivo que el lector pueda comprender de manera clara y puntual el funcionamiento de cada uno de los procesos que contiene la solución planteada para que pueda ser considerada como tal. El sistema se ha dividido en lo que se llama escenarios, en los cuales cada escenario representa un bloque funcional que forma parte de la solución.

El diagrama de red que es mostrado en la figura siguiente incluyen los elementos que se necesitan para que el servicio que se presenta como una propuesta, pueda funcionar correctamente. Esto no implica que el usuario es el responsable de adquirir los equipos que constituyen la red celular o los teléfonos móviles, sin embargo se incluyen en el diagrama para tener un panorama completo de la red bajo la cual se desarrolla e implementa el sistema.

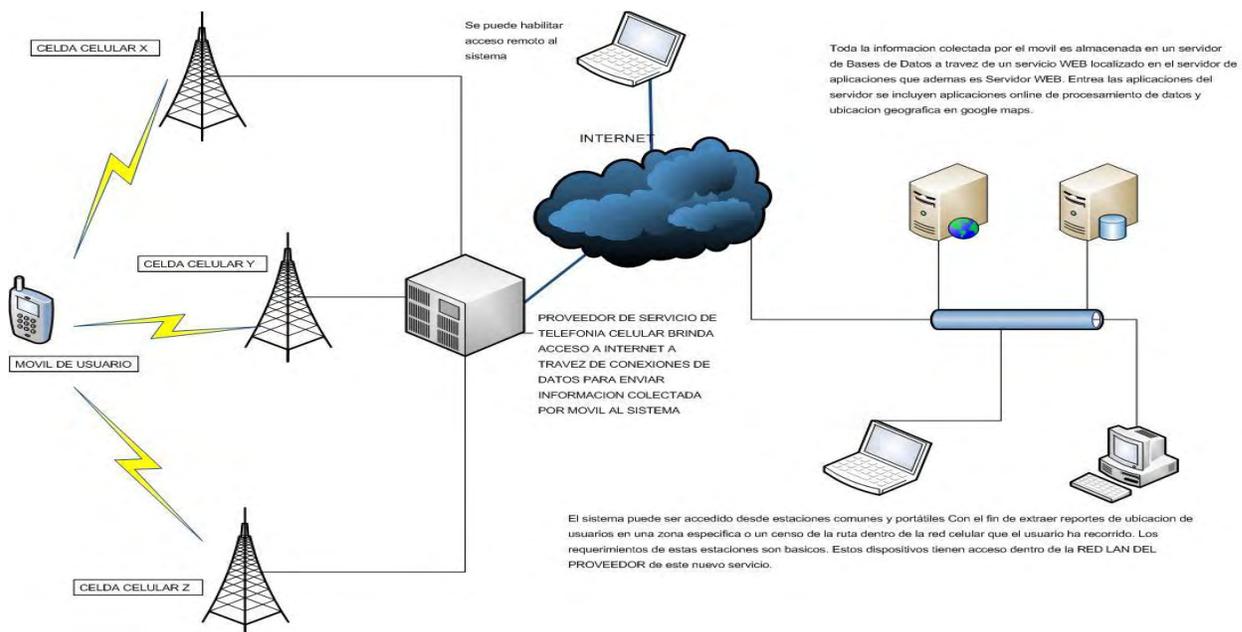


Figura 7-29 Diagrama de red del sistema.

Además del diagrama de red el cual nos muestra los elementos que interactúan en el sistema, se muestra el siguiente esquema que describe el funcionamiento general del servicio obviando los elementos externos necesarios como son la red celular. Básicamente el usuario del sistema solicita información de un suscriptor a la base de datos, esta devuelve la información pertinente y el usuario de esta manera puede

establecer su localización o inclusive enviar mensajes cortos con información bajo su discreción.

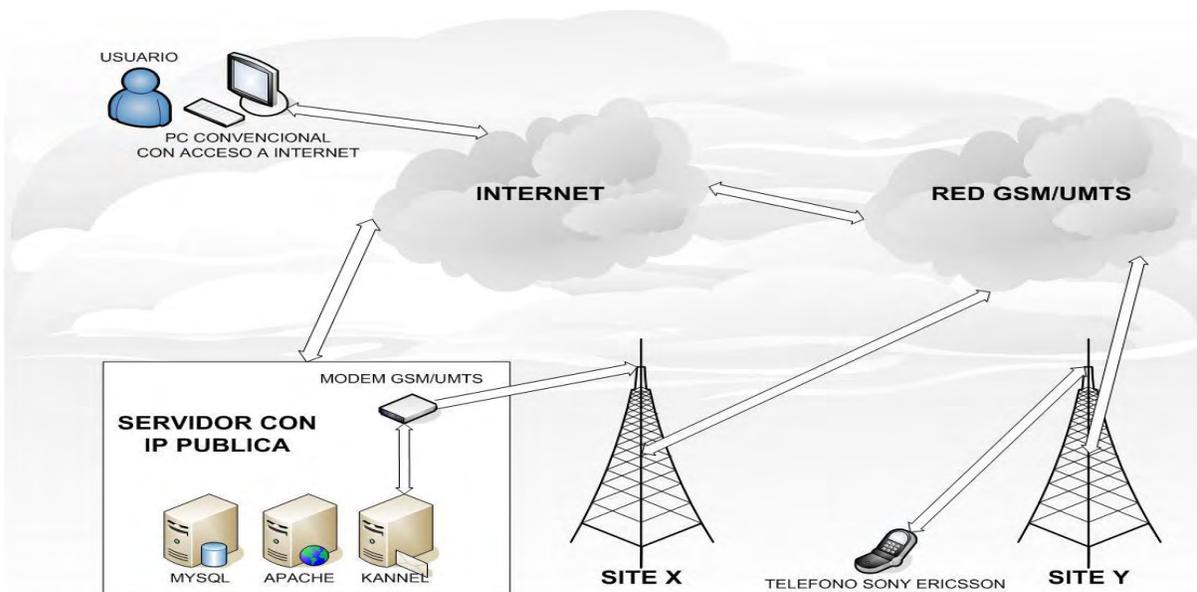


Figura 7-30 Esquema de funcionamiento del sistema.

Como puede verse el diagrama de red se muestra tomando en cuenta cada una de las partes de la solución. En este caso, se incluye la infraestructura de la red celular sin la cual la solución no sería viable.

Básicamente se muestra que una aplicación, servicio web el cual accede a una serie de servicios alojados en un servidor remoto para almacenar la información provista a éste desde un teléfono celular.

Por parte de la red celular no se muestran elementos como BSC, MSC y otros que no son el objeto de estudio de esta investigación pero si se muestra un consolidado de estos elementos en una nube de red que trata de hacer la representación de estos. La interfaz radio, representada por las torres RBS y el teléfono celular interactuando se incluyen ya que es de vital importancia la información que se obtienen del suscriptor.

Considerando las flechas que se muestran en el diagrama se tiene la siguiente explicación del diagrama: El teléfono celular obtiene información de la red celular,

esta información es enviada a un servicio web remoto estableciendo una conexión de datos. Cuando el servicio web recibe la información provista por el teléfono, interactúa con la base de datos solicitando que la data sea almacenada. Además se muestra que el sistema posee la capacidad de interactuar con el suscriptor a través de mensajería corta.

Para una más fácil comprensión de lo que en los párrafos anteriores se ha visto se tratara de explicar por medio de bloques funcionales del sistema los cuales se mostrarán como escenarios. Cada escenario representa un proceso que realiza el sistema, dentro del esquema de funcionamiento se presenta una vista general pero a continuación tendrá una vista detallada.

7.4.1 ESCENARIOS

La descripción de la solución, se ha estructurado por escenarios que presentan esquemas gráficos que apoyarán al lector en la comprensión de la filosofía de funcionamiento del producto de ésta investigación.

7.4.1.1 ADQUISICIÓN Y ENVÍO DEL DATOS HACIA EL SERVIDOR WEB

El software desarrollado en lenguaje J2ME obtiene el IMSI del perfil del suscriptor y el CELL ID de la radio base que le brinda servicio. Al tener esta información, establece una conexión de datos desde el teléfono usando la tecnología disponible. Normalmente la sesión de datos es vía GPRS. Establecida la conexión de datos, se comienza un procedimiento de almacenamiento de la data incluyendo la fecha actual, esto se hace enviando esta información a un servicio web el cual maneja la lógica de interacción con el servidor de bases de datos. Shadow realiza estas actividades cada 5 segundos, experimentalmente este tiempo ha sido suficiente para realizar las actividades descritas en este escenarios. Shadow está preparado para evitar intentos de almacenamiento de información repetida.

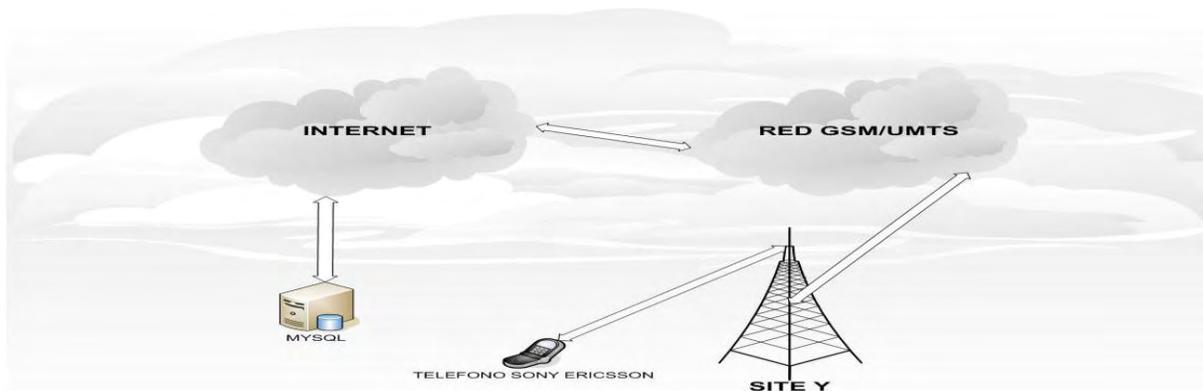


Figura 7-31. Esquema de envío y almacenamiento en la base de datos

7.4.1.2 ALMACENAMIENTO DE LA DATA.

El aplicativo web (desarrollado en lenguaje PHP) establece una conexión con la base de datos con el objetivo de almacenar la data recibida de “Shadow” manteniendo la integridad de la información a través de validaciones como verificación de campos obligatorios y formato de fecha entre otros. Por otra parte en la base de datos alojada en el gestor MySQL se ha diseñado una estructura que sea entendible por ejemplo, muestra al operador una vista del “tracking” de un suscriptor con detalles como su MSIDN, el nombre y dirección de la celda a través de un servicio de traducción de la data.

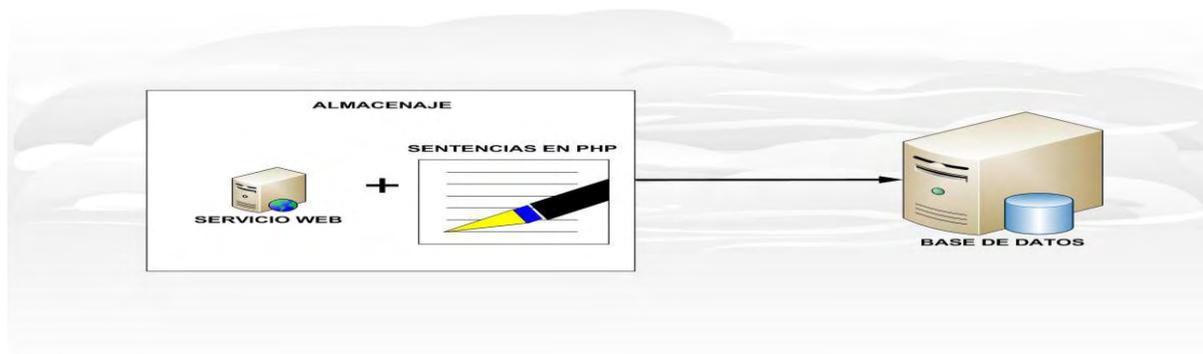


Figura 7-32. Procedimiento de almacenamiento en la base de datos.

7.4.1.3 LOCALIZACIÓN DEL MÓVIL

El proceso de localización del móvil ejecuta una petición de localización por parte del usuario, se ingresa en un buscador el número de suscriptor como palabra de búsqueda. El sistema devuelve los puntos registrados “shadow” en la base de datos para tal suscriptor y muestra un mapa con marcas de cada uno de los puntos. Esto requiere la traducción del CELL ID almacenado a información humanamente entendible así como el envío a Google Maps de la o las coordenadas de cada uno de los puntos registrados para el suscriptor y que son resultado de la búsqueda. Existe la opción inclusive de trazar la ruta que une tales puntos en el mapa.

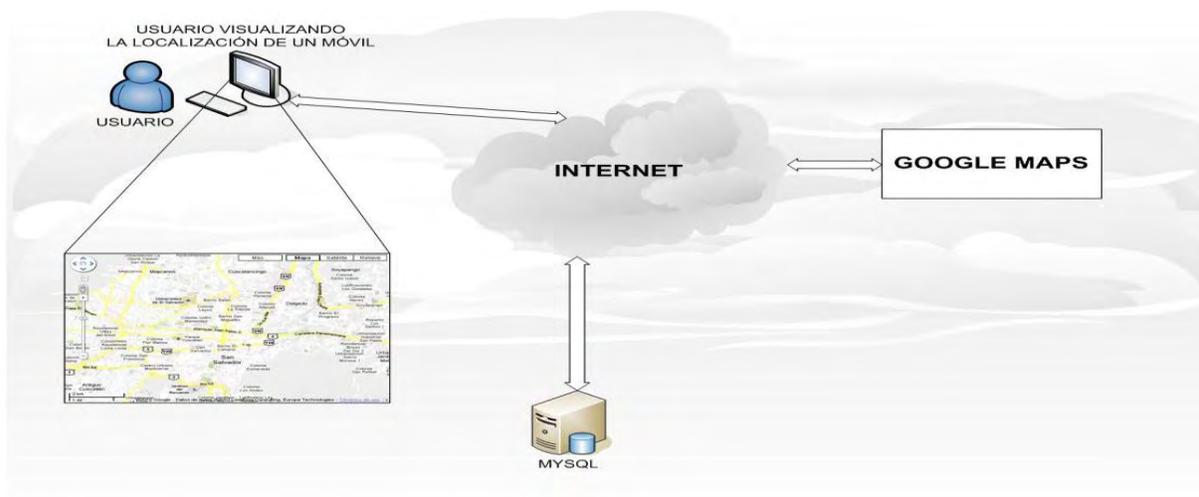


Figura 7-33. Escenario de localización de un móvil.

7.4.1.4 ENVÍO DE MENSAJES

Identificada la localización de un suscriptor o de un conjunto de suscriptores en un lugar determinado, es posible enviar un mensaje de texto. Este se hace a través de la pasarela Kannel. El aplicativo web de búsqueda de suscriptores envía a servicio Kannel el contenido del mensaje de texto y los destinos que se requiere reciban este mensaje. El contenido del mensaje queda a discreción del usuario con la limitante de 160 caracteres que el máximo permitido para un mensaje de texto en telefonía celular.

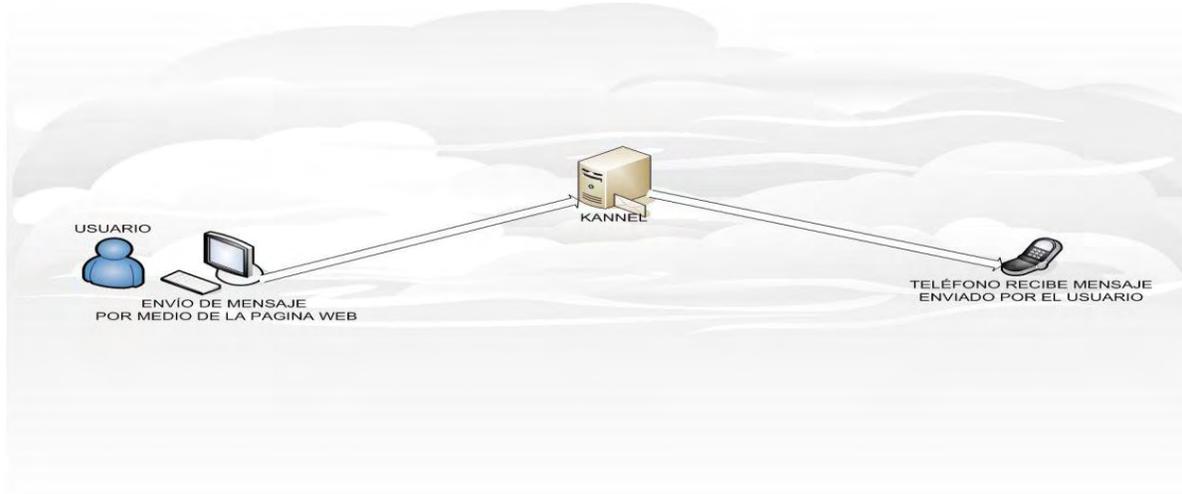


Figura 7-34. Envío de mensajes

La siguiente figura muestra un escenario más completo y real de esta solución implementada pues muestra que Kannel envía el mensaje del usuario al suscriptor a través de un SMS, pero para ello requiere la utilización de un modem celular con el cual Kannel adquiere la capacidad de comunicarse con los usuarios de la red celular. Aunque Kannel posee la capacidad de recibir mensajes desde el suscriptor, esta característica no ha sido considerada para éste proyecto.

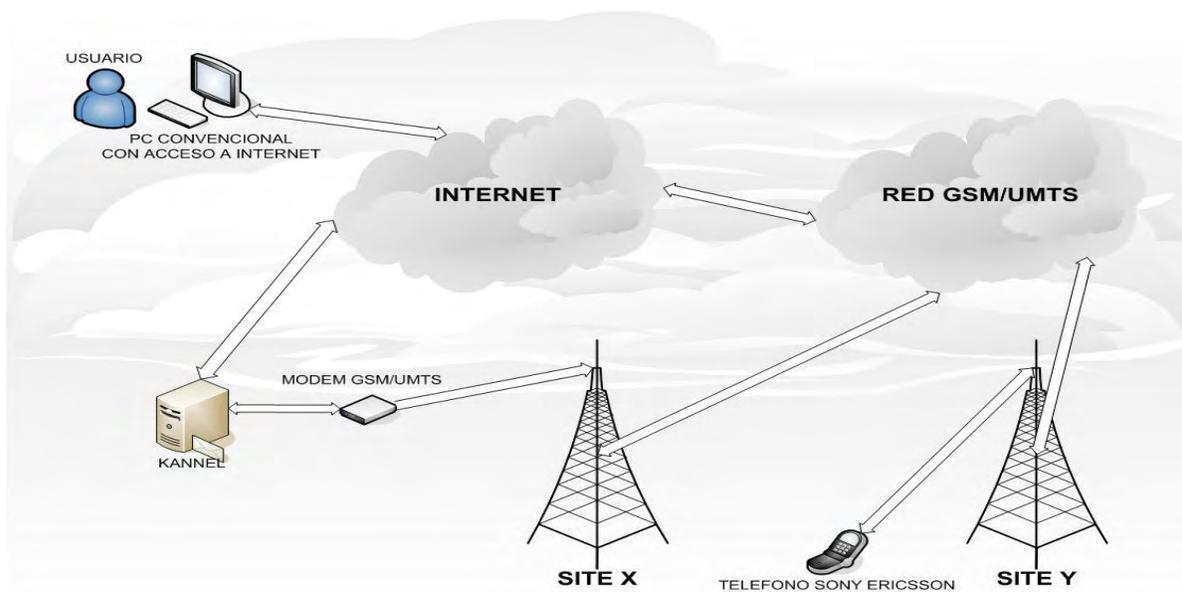


Figura 7-35. Escenario para el envío de mensajes.

7.4.1.5 ESQUEMA MULTIUSUARIO

La solución propuesta consta de los servicio de localización y envío de mensaje desarrolladas como aplicaciones basadas en web por lo cual pueden ser utilizadas por más de un usuario a la vez de la misma manera en que en la internet más de un usuario revisa una página web cualquiera.

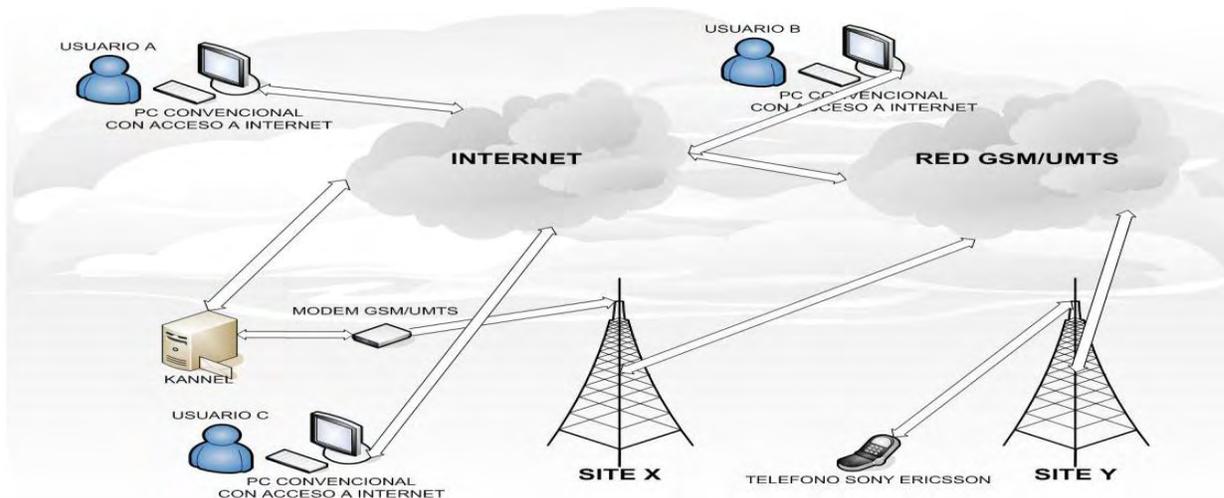


Figura 7-36. Esquema multiusuario

7.4.2 FUNCIONAMIENTO DE LA APLICACIÓN MÓVIL

La aplicación móvil contempla una de las columnas vertebrales de esta propuesta ya que como se ha descrito con anterioridad es la encargada de obtener la información del móvil y enviarla a un servidor remoto para ser almacenada, a su vez en apartados anteriores se llevó a cabo la selección del lenguaje de programación para la realización de esta aplicación. Teniendo en cuenta estos detalles, se ha desarrollado la aplicación en J2ME la cual será explicada con mayor detalle en la siguiente sección.

7.4.2.1 DIAGRAMA DE BLOQUES DE LA APLICACIÓN J2ME

Se pueden establecer dos bloques principales en el funcionamiento del software desarrollado en lenguaje J2ME. Se tiene un bloque en el cual "shadow" interactúa con la red celular y el perfil del suscriptor para obtener datos de éstos. El siguiente

bloque representa la parte de “shadow” que interactúa con el equipo celular para poder validar la información que se ha extraído de la red y luego establecer una sesión de envío de datos para su posterior almacenamiento.

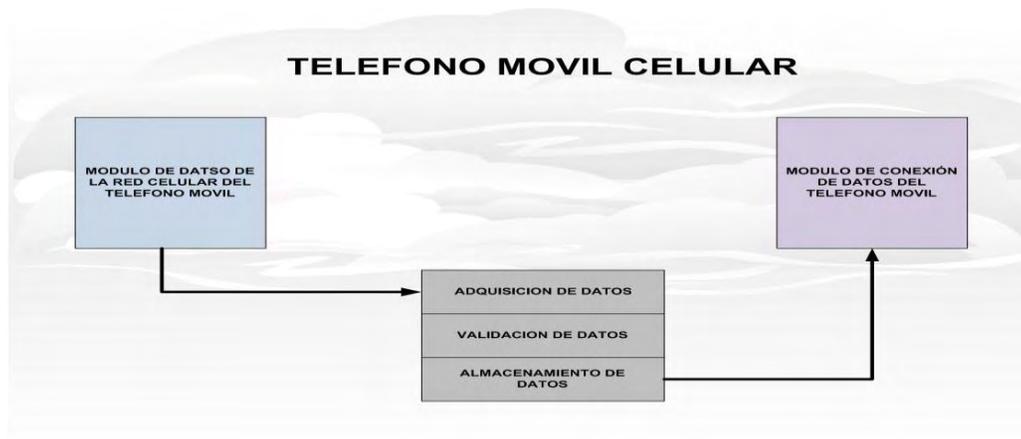


Figura 7-37. Diagrama de bloques de la aplicación en J2ME

7.4.2.2 DIAGRAMA DE PROCESOS

Aunque shadow funciona como una aplicación basada Java, es posible representar 3 procesos principales. La siguiente figura muestra las 3 capas que representan a estos procesos.

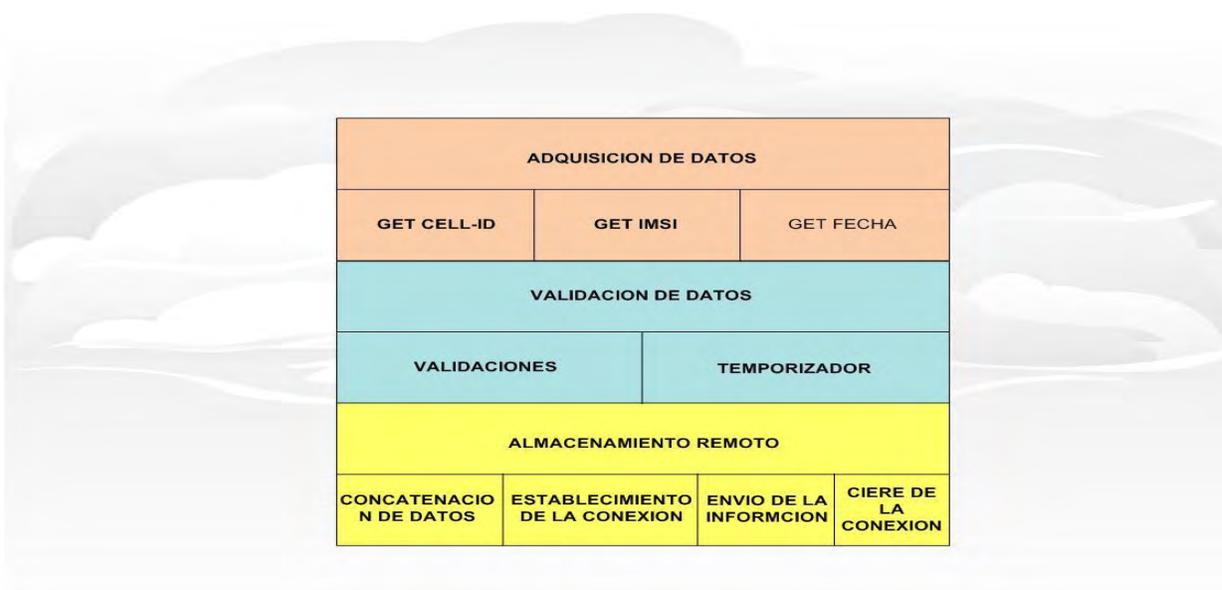


Figura 7-38. Diagrama de procesos de shadow

La capa de adquisición de datos desarrolla las actividades de consulta a la red celular información de red como el Cell Id de la radio base donde el suscriptor está recibiendo el servicio de telefonía disponible. Además, en esta capa se realiza en censo de la información del suscriptor, esto es, el IMSI del suscriptor. Por último esta capa requiere obtener información del espacio temporal, esto es la fecha que posiblemente será con la demás información en el servidor de bases de datos remoto.

La capa de validación de datos maneja las condiciones bajo las cuales la información obtenida en la primera capa será almacenada o no. Condiciones como: si el censo del Cell-ID reporta el mismo Cell-ID son validados en esta capa para evitar enviar información repetitivamente. Se valida también que no se envíe información parcial, etc.

Por último la tercera capa se encarga de establecer una sesión de datos con el objetivo de hacer uso de un servicio web remoto que almacenara la data en la base de datos.

7.4.3 FUNCIONAMIENTO DE LA APLICACIÓN WEB

Esta es una sección medular del presente proyecto de investigación ya que acá se muestra el funcionamiento de manera gráfica-práctica de la aplicación en funcionamiento. El sistema puede ser usado de diversas formas y para diversos propósitos, sin embargo, en esta sección solo se incluye la muestra de los servicios con los que cuenta independientemente del futuro uso. Procedimiento como autenticación y validaciones de permisos se dejaron para una demostración práctica.

7.4.4 DETERMINACIÓN Y PRESENTACIÓN DE LA LOCALIZACIÓN DEL MÓVIL

Como se ha mencionado anteriormente, el sistema consta de dos servicios principales, un servicio de localización de suscriptores y un servicio que permite la comunicación con estos a través de mensajería corta. La pantalla principal del servicio de localización se muestra en la figura siguiente.

Localización de usuarios por lugar

Localizar

Enviar SMS

Puntos/Ruta

| ID | CELDA | USUARIO | FECHA |
|----|-------|---------|-------|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| 5 | | | |
| 6 | | | |
| 7 | | | |
| 8 | | | |
| 9 | | | |
| 10 | | | |
| 11 | | | |
| 12 | | | |
| 13 | | | |

Mapa Satélite Híbrido

Buscar: chofer

↓ Siguiente ↑ Anterior

Resaltar todo

Coincidir mayúsculas

Figura 7-39. Ubicación de suscriptores por número de teléfono.

Se carga de inicio un formulario de búsqueda para ingresar el número del suscriptor a localizar. El sistema cuenta con una serie de ayudas automáticas que aparecen al sobreponer el mouse sobre cualquier campo del formulario con el fin de orientar al usuario acerca de la información que este debe ingresar. A continuación la imagen muestra la ayuda orientando al usuario para que ingrese el número de teléfono del suscriptor al que desea localizar. Similar es para los otros campos de formulario.

Localización de usuarios por lugar

Localizar

| ID | CELDA | USUARIO | FECHA |
|----|-------|---------|-------|
| 1 | | | |

Ingrese número de teléfono de suscriptor que busca.

Figura 7-40 Ayuda básica del sistema para orientar al usuario.

El sistema está preparado para hacer una búsqueda rápida, de manera que muestra al usuario los últimos 15 puntos reportados por el equipo del suscriptor. Esta funcionalidad permite una ubicación rápida pues no es necesario observar todos los puntos (históricos) reportados con anterioridad.

Cuando se complete el ingreso del número del suscriptor que se busca, basta con hacer clic sobre el botón “buscar” mediante el cual se envía la solicitud al sistema para devolver los últimos quince puntos reportados. Los procedimientos de tratamiento de la data no son de importancia ya que son basados en consultas SQL con algunas sentencias de agrupación.

De inicio, el sistema muestra un mapa del El Salvador, luego de realizar la consulta de los datos registrados por el suscriptor (puntos) el sistema devuelve una set de registros en la tabla a la izquierda de la pantalla y además a la derecha muestra un mapa con los puntos representados por marcadores. A continuación se muestra la imagen del sistema con el set de resultados devueltos y el mapa con los marcadores de cada uno de los puntos.

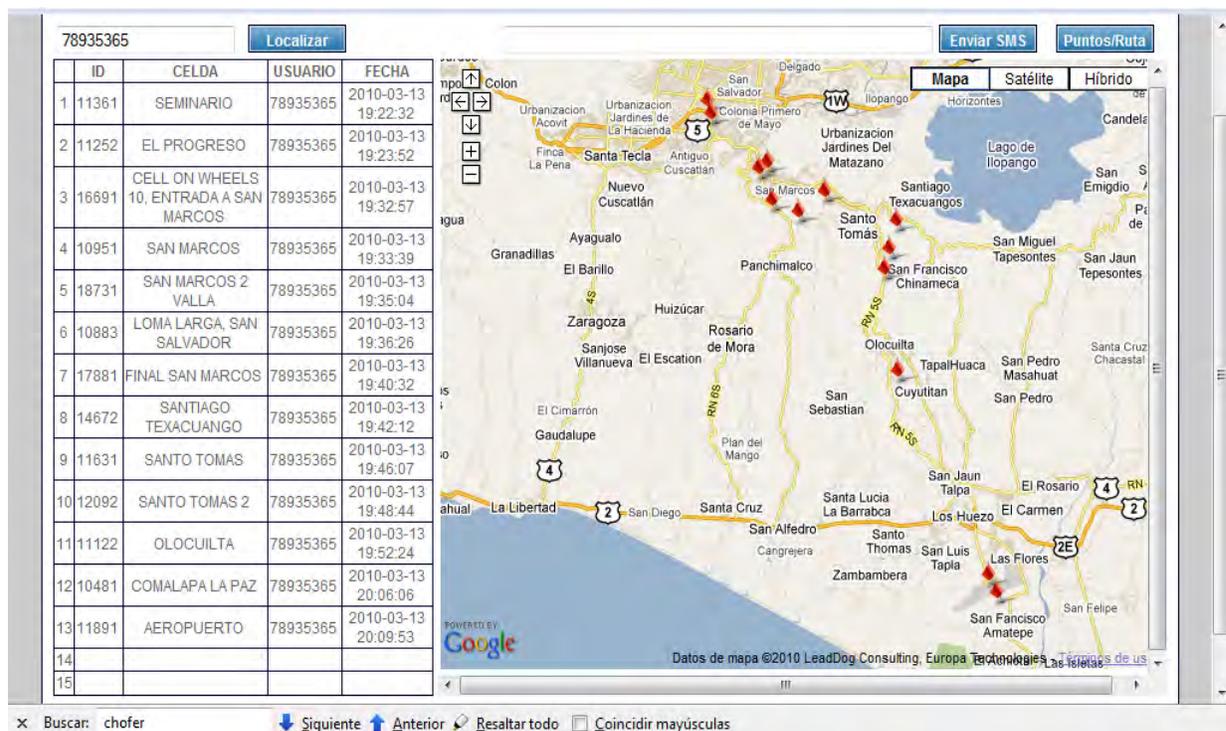


Figura 7-41. Ubicación gráfica de puntos registrados para suscriptor.

Los marcadores en rojo muestran cada uno de los puntos reportados por el software instalado en el teléfono celular del suscriptor el cual realiza el reporte de cada punto a la base de datos para su almacenamiento. Es importante hacer énfasis en que estos puntos no son los puntos exactos por los cuales se ha ubicado el suscriptor. En una referencia al sistema radiante BTS que le ha brindado servicio en el momento del reporte. El mapa es proporcionado por la API de Google Maps y posee funcionalidades como cambio de tipo de mapa por vista, en este caso por relieve o satélite, mapa con calles, etc. Además permite funciones como acercar o alejar la imagen. De esta manera es posible interactuar con el mapa hasta obtener la imagen que mejor se adecúe a la necesidad del usuario en operación del sistema.

Si el usuario desea puede hacer uso de otra pantalla de localización. Está en teoría realiza las mismas funciones que la anterior con la ventaja que permite extraer más de 15 puntos. Esta pantalla permite realizar un filtro más avanzado en el cual se devuelven los registros de un suscriptor filtrados por fecha y hora o inclusive se permite la búsqueda de suscriptores ingresando un lugar de referencia. La siguiente imagen muestra el formulario habilitado en la pantalla para realizar la búsqueda con este tipo de filtro.



Figura 7-42. Pantalla de búsqueda con filtros.

Otra funcionalidad del sistema es la capacidad de mostrar no únicamente los puntos por los cuales el suscriptor ha reportado posición. También es posible trazar una ruta que se muestra en el mapa. Esto se realiza a través del botón "Puntos/Ruta" el cual hace un intercambio entre la imagen que se muestra. Al hacer clic en este botón el

sistema cargará la ruta que se creará a partir de los puntos reportados. La siguiente imagen muestra la ruta trazada para el recorrido de prueba que se ha realizado.

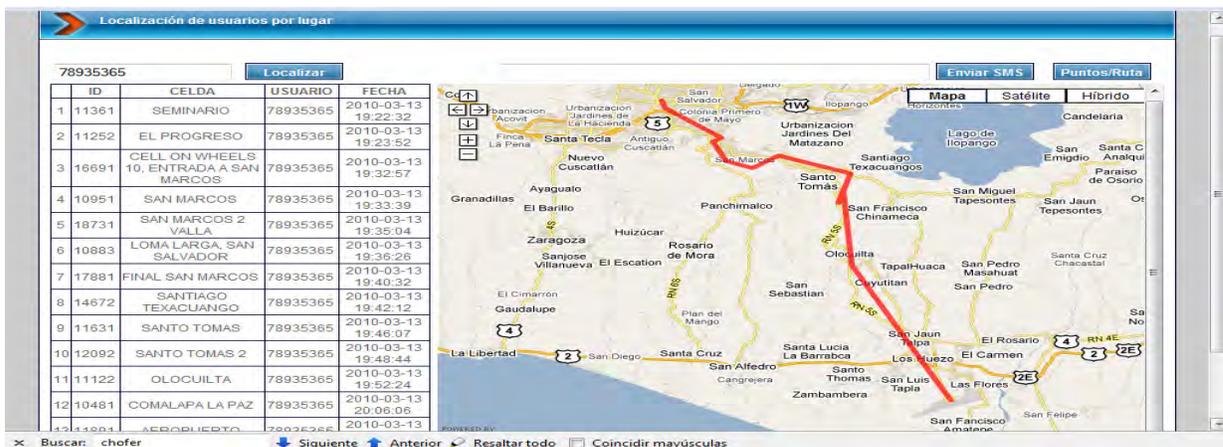


Figura 7-43. Traza de ruta de puntos registrados para suscriptor.

7.4.5 PROCESO DE ENVÍO DE MENSAJE A UN MÓVIL

El servicio de envío de mensajería corta es de fácil uso en el sistema. Basta con ingresar el número de teléfono en el campo del formulario y luego hacer clic en el botón “Enviar SMS”. Luego que el texto ha sido enviado a la pasarela de manejo de mensajería, el sistema espera la respuesta de confirmación con lo que la pasarela confirma el envío del mensaje. El usuario recibe una confirmación a través de una alerta similar a la que muestra la siguiente pantalla.

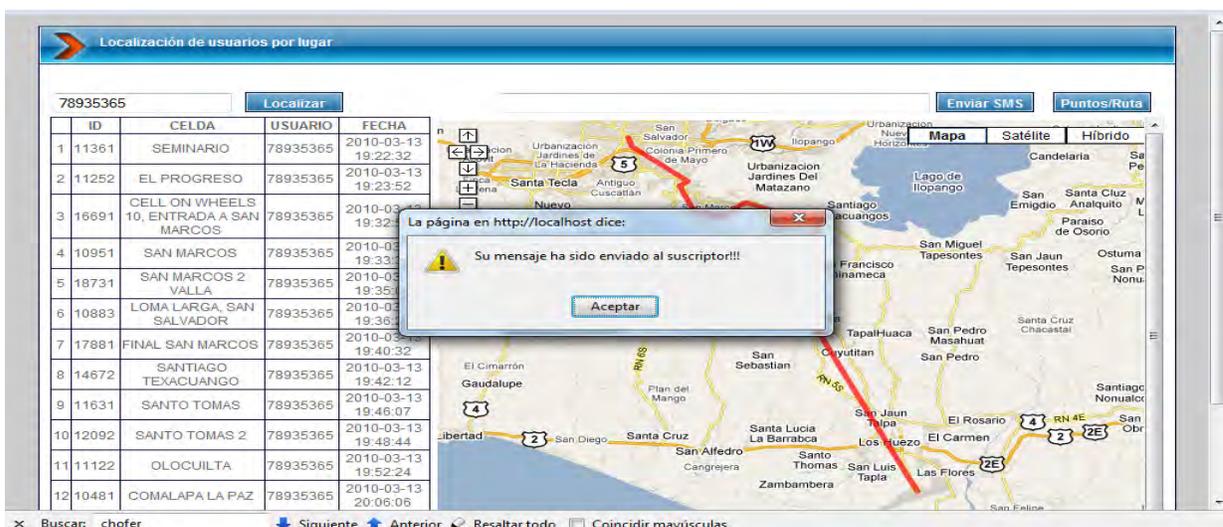


Figura 7-44. Confirmación envío de mensajes al móvil.

No es posible dejar este apartado sin mencionar que el servicio de mensajería parece trivial pues funciona con un simple botón, pero tras esto hay una serie de implementaciones y configuraciones para lograr la entrega de mensajes a la red celular usando la pasarela Kannel en su modalidad de SMS Box.

7.5 SEGURIDAD.

Uno de los aspectos más importante de la solución planteada en esta propuesta es la seguridad con la que cuenta. Se ha considerado la seguridad propia de la interacción con una red celular, la creación de accesos y contraseñas utilizando un algoritmo de encriptación y además la habilitación denegación de peticiones por puertos lógicos extra a los necesarios en la propuesta. Además a nivel de protocolo TCP se considera el uso del archivo hosts en MySQL.

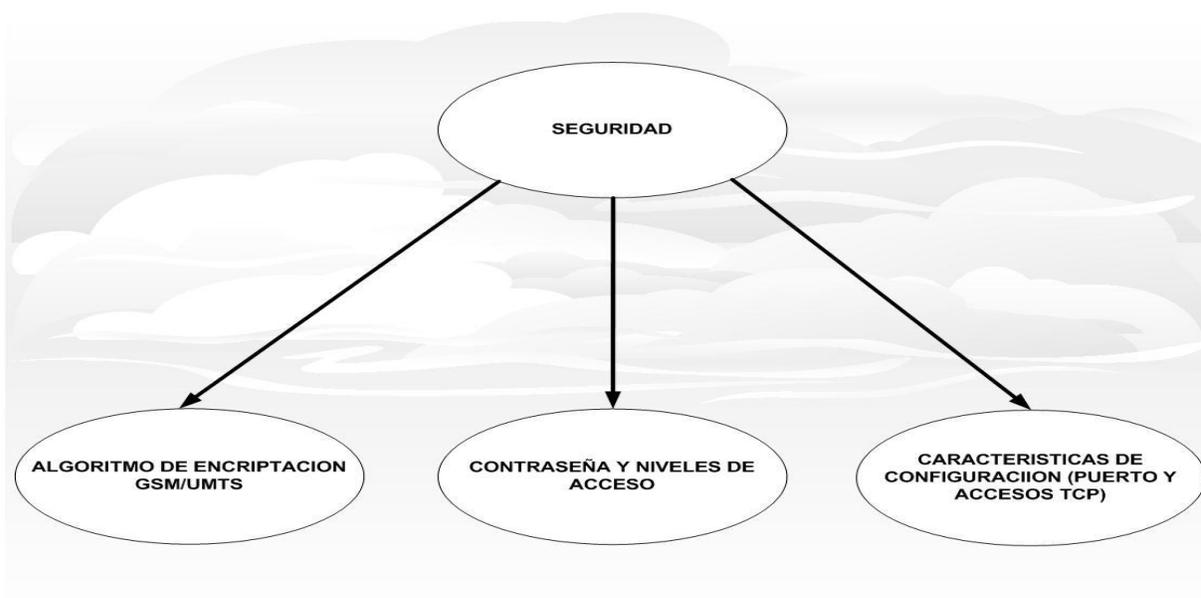


Figura 7-45. Niveles de seguridad del sistema.

7.5.1 PROTECCIÓN DE APLICACIÓN WEB CON CONTRASEÑAS

La protección de la aplicación se basa en el uso de contraseñas encriptados en la base de datos con el algoritmo MD5, de manera que la contraseña no se puede conocer sino únicamente por el usuario a quien le corresponda dicha contraseña. El acceso al aplicativo web requiere un proceso de autenticación.

7.5.2 PROTECCIÓN DE INFORMACIÓN POR ALGORITMO A5/1 EN INTERFAZ AIRE.

GSM posee su propio algoritmo de encriptación casi indescifrable para garantizar la integridad y confidencialidad de la información que viaja por la interfaz aire. Se ha registrado algunos intentos de descifrar este algoritmo, sin embargo aún sigue siendo una característica de seguridad de las tecnologías en uso actualmente. Este sistema aprovecha esta característica ya que la data de localización de suscriptores es enviada por la red celular desde el teléfono al servidor remoto.

7.5.3 PROTECCIÓN DE SERVICIOS POR CARACTERÍSTICAS DE CONFIGURACIÓN

Se ha implementado un nivel de seguridad en el sistema basado en características de los servicios como la base de datos que permite configurar los hosts que pueden conectarse con una sesión remota bajo el set de protocolos TCP/IP para limitar tal acceso. Además la configuración de las características de apache se ha personalizado en cuanto al puerto lógico de escucha, nombre del servidor y otros.

8. COSTOS.

Durante la elaboración de este proyecto se han registrado algunos costos los cuales se han dividido de acuerdo a ciertos criterios, de esta manera se tiene un listado que se agrupa como sigue: Costos de desarrollo del software, costos en hardware utilizado para desarrollo, costos por implementación del prototipo de sistema-solución y costos del sistema (prototipo) en funcionamiento. Es importante mencionar que estos costos han sido estimados basándose por ejemplo en el promedio de salario por hora de un desarrollador publicado en bolsas de trabajo, precio promedio de algunos proveedores de tecnología celular (caso SIMCARD, teléfonos, etc.) y otras estimaciones a discreción en el caso de hardware utilizado para instalar servicios (web, bases de datos y otros) para que en un futuro cercano, en una implementación final, un equipo de analistas e integradores de una compañía cualesquiera cuente con una referencia valorizada.

8.1 COSTOS PARA DESARROLLO DE SOFTWARE.

En esta sección se tienen dos rubros en los que se pueden desglosar los costos, el software utilizado para la desarrollar las aplicaciones (web y móvil) y una estimación del salario de un programador que realice el trabajo para entregar las aplicaciones. No se han considerado aquellos incluidos en la mayoría de sistemas operativos y que son obvios en cuanto su uso, por ejemplo cliente SCP o FTP, navegador web y así.

| No. | Elemento | Costo(\$US) | Observaciones |
|-----|--------------|---------------|-------------------------------------|
| 1 | Netbeans 6.5 | \$0.00 | Software libre para desarrollo J2ME |
| 2 | Screem 0.16 | \$0.00 | Software libre |
| | Total | \$0.00 | |

Tabla 8-1. Tabla comparativa de costos de software de desarrollo.

El mercado laboral de El Salvador es poco homogéneo, tal es el caso que la ley sólo especifica el valor del salario mínimo por jornada laboral de ocho horas, pero no se hace ninguna referencia al salario u honorarios por servicio técnicos/profesionales. En vista de eso, para estimar el salario de un programador a tiempo completo se realizó la investigación en www.computrabajo.com.sv, www.tecoloco.com.sv,

www.acciontrabajo.com.sv y periódicos locales promediando las ofertas en puestos afines y lograr el siguiente análisis:

Desarrollo aplicación celular Shadow=**80 horas**.

Desarrollo de aplicación web=**320 horas**.

Salario mensual de un programador (Java, PHP, Visual Basic, etc.)=**\$600**.

Salario de programador por hora (30 días y jornada 8 horas)=\$((600/30)/8)=**\$2.5**

Costos en salario a desarrollador= (80 + 320)*2.5=**\$1000**

Parte fundamental del desarrollo del software incluye los insumos de información, esto implica que se deben considerar los costos del trabajo de campo realizado para extraer la información de localización de las celdas celulares y su identificador.

| No. | Elemento | Costo(\$US) | Observaciones |
|-----|--------------|----------------|------------------------------|
| 1 | Combustible | \$18.00 | Recorrido de ruta de prueba. |
| | Total | \$18.00 | |

Tabla 8-2. Costos incurridos en el trabajo de campo

8.2 COSTOS EN HARDWARE.

Los costos en hardware se mostrarán a continuación, la salvedad en este caso es que por ejemplo la inversión en un servidor se limita a una computadora personal, ya que entre los objetivos de este proyecto, desde el inicio, se ha planteado la entrega de un prototipo de solución. El valor en dinero de un equipo de grandes recurso técnicos requeriría un análisis de ofertas en el mercado sobre productos de diversos fabricantes como HP, DELL, IBM por mencionar algunos, tal análisis no forma parte de este proyecto sino que será una tarea para una implementación final.

| No. | Elemento | Cantidad | Costo(\$US) | Observaciones |
|-----|----------------------|----------|-----------------|------------------------|
| 1 | Computadora personal | 1 | 700.00 | HP Pavilion Series |
| 2 | Teléfono celular | 1 | 60.00 | Para pruebas |
| 3 | Modem GSM | 1 | 60.00 | Servicio envío SMS |
| 4 | SIMCARD | 2 | 10.00 | Servicio GSM |
| 5 | GPS | 1 | 150.00 | Garmin(No profesional) |
| | Total | | \$980.00 | |

Tabla 8-3. Costos de hardware utilizado en la propuesta

8.3 COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN DE PROTOTIPO DE SOLUCIÓN.

Ya se cuenta con la contabilización de costos para las aplicaciones del prototipo desarrolladas y el hardware; ahora se procede a listar todo lo referente a la puesta en funcionamiento del prototipo. Se ha estimado un salario para costear el servicio de instalar el servidor, similar al programador referido en secciones anteriores, el técnico debería realizar tareas como instalación del sistema operativo, servidor web y base de datos e implementación del sistema web de tal manera que se tenga como resultado el prototipo en perfecta operación.

| No. | Elemento | Costo(\$US) | Observaciones |
|-----|---|-----------------|---|
| 1 | Servicio internet residencial 1Mbps | \$32.00 | Para acceso a aplicaciones en servidor |
| 2 | Instalación de servidor | \$150.00 | Honorarios por desarrollo de tareas (Sistema Operativo, Servidor web, Gestor BD y Pasarela de SMS). |
| 3 | Servicio Google Maps | \$0.00 | |
| 4 | Transacciones de datos Shadow y mensajes enviados | \$5.00 | recorridos a la ruta completa y pruebas |
| | Total | \$187.00 | |

Tabla 8-4. Costos de implementación del prototipo.

En tráfico de dato el análisis de costos por transacción que se ha realizado antes en el capítulo 6 indica que el costo promedio por transacción desde el móvil hacia la base de datos es de \$0.005. Dependiendo del número suscriptores que se pretende alcanzar y el número de transacciones que se realicen será posible estimar el costo en periodos acordes a las necesidades del usuario-contratante. El costo de mensajería promedio es de \$0.05 por mensaje en el mercado local.

Por último, se aclara que hay costos que no se han valorizado pues se trata de un proyecto de investigación, como tal el costo de personal realizando pruebas, gastos extra como viáticos, papelería de impresiones y copias no se han considerado.

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Toda investigación, independientemente que cumpla con los objetivos planteados al inicio del proyecto, al finalizar posee elementos claves que permiten presentar puntos concluyentes y también mejoras a ser consideradas en nuevos esfuerzos. En esta sección encontrará las conclusiones elaboradas por los autores concernientes al producto entregado y además los puntos que en este momento se visualizan podrían servir como recomendación para mejoras a futuro.

9.1 CONCLUSIONES

Durante el desarrollo de este trabajo investigativo fue posible cumplir con los objetivos del mismo y de esta manera se puede concluir lo siguiente:

1. Es factible el desarrollo de una aplicación en lenguaje J2ME que es capaz de extraer información de red y del perfil del suscriptor almacenado en la SIMCARD para ser almacenada en un servidor remoto. Se ha comprobado desarrollando, instalando y ejecutando pruebas que dieron como resultado registros almacenados en la base de datos desde el teléfono celular a través de una conexión de datos.
2. La ubicación de un suscriptor celular es posible a través de un servicio básico de localización implementando la técnica de identificación de la celda celular desde la que el suscriptor recibe servicio. Este método es eficiente en el caso que no sea necesaria una alta precisión y costos sumamente bajos.
3. El servicio gratuito Google Maps ha sido puesto a prueba en esta investigación teniendo como resultados una alta precisión en los puntos a desplegar. Esta precisión depende únicamente de los datos de localización que se ingresan a la API. Cuanto más precisos sean los puntos expresados en pares ordenados de latitud y longitud así será el resultado desplegado en el mapa.
4. Se ha comprobado que es posible la implementación de una plataforma para interactuar con suscriptores de telefonía celular a través de mensajes cortos. Con Kannel como pasarela de mensajería se tiene acceso a la red celular por conexión vía modem o inclusive por otros protocolos como SMPP. Esta

- plataforma ha permitido interactuar por mensajes cortos de forma no intrusiva para la red celular.
5. El servicio básico de localización desarrollado es competente con otros productos de localización que se ofrecen en el mercado en cuanto a costo y prestaciones, no así en cuanto a precisión. Esta no es una limitante ya que se han mencionados alguna ideas creativas de explotación de este sistema.
 6. El uso de tecnología y software libre disponibles actualmente ha posibilitado el desarrollo de las aplicaciones que constituyen el sistema con un costo mínimo de alrededor de **\$1185**, esto, incluyendo pruebas de funcionamiento del prototipo de solución presentado. Los costos de implementación del servicio fruto de esta investigación puede incrementarse en un entorno de producción donde deben ser consideradas otras variables como el número de suscriptores a los que se pretende ofrecer el servicio, la capacidad de concurrencia de los servidores, la adquisición de contratos o acuerdos especiales por uso de servicio de mensajería e internet y otras que se determinen en un estudio propio por la compañía que implemente el sistema.
 7. Este sistema ha sido desarrollado e implementado para ser considerado como tecnología no intrusiva hacia la red de telefonía celular pero con la capacidad de extraer información vital para el sistema. Al igual que el rubro de servicios que existen en éstos días, como envío de publicidad vía SMS, cobro por llamada a un número corto y similares, no representan una preocupación a las operadoras concesionadas por el ente regulador; por el contrario, servicios como el producto de esta investigación constituyen en fuentes extra de ingresos para la compañías al impulsar y dinamizar el mercado de servicios de valor agregado.
 8. Los datos colectados para geo-ubicación para las radio bases incluidas en la base de datos del sistema podrían no coincidir con exactitud a los de la operadora concesionaria pues son datos obtenidos de forma experimental en trabajo de campo. Por otra parte los datos obtenidos de la red son 100% precisos y coinciden con la configuración realizadas por el operador en cada una de sus radio-bases.

9. Este sistema, producto de la investigación desarrollada provee de una oferta de solución a aquellos pequeños empresario que por temas de recursos económicos no pueden optar por un sistema de localización y ofrece una nueva opción innovadora que se vale de la tecnología disponible en la actualidad en pro de una labor científica-social.

9.2 RECOMENDACIONES

Luego de haber realizado esta investigación se considera necesario cubrir ciertos aspectos que no han sido agotados en este estudio:

1. Este sistema ha sido desarrollado y se ha implementado un prototipo cubriendo requisitos mínimos para su funcionamiento. Se recomienda realizar un estudio de variables como:
 - a. Número de suscriptores.
 - b. Concurrencia de usuarios en el sistema
 - c. Recursos de hardware y software

En función de los resultados del estudio se debe dimensionar el sistema para optimizar el rendimiento y acomodarse otros entornos no cubierto en esta investigación.

2. El prototipo implementado está listo para un entorno limitado de producción y además no es un sistema cerrado; como toda la tecnología, nuevas versiones pueden ser consideradas en un futuro, sin embargo se recomienda se tomen en cuenta las restricciones de sistema operativo, máquina virtual java y otras que cada fabricante de teléfonos incluye en sus modelos. Maravilloso sería utilizar el producto-servicio que se ha presentado como modelo.
3. El nivel de precisión del producto de esta investigación cumple con los objetivos planteados, parte fundamental de estos resultados radican en la información que se obtiene directamente desde el equipo del suscriptor; Si se requiere mejorar la precisión del servicio de localización básico, por uno más robusto se recomienda considerar otras tecnologías durante el desarrollo del software a instalar en el equipo del suscriptor teniendo en cuenta que tales

acciones podría significar una mayor inversión que en este momento no se ha estimado.

4. El servicio desarrollado, como se ha comprobado en secciones anteriores de este documento, es funcional considerando una baja demanda en cuanto a recursos por número de suscriptores (recuerde que se ha adquirido un teléfono para realizar pruebas), la cantidad de mensajes para envío, consultas simultaneas a la base de datos, etc. Esto indica un suscriptor enviando información al sistema. En entornos de producción con una alta demanda se recomienda gestionar contratos de servicios para conexión dedicada a internet, conexión a un centro de mensajería por protocolo SMPP que ofrezcan al usuario tarifas preferenciales y así optimizar los recursos económicos necesarios para operar.
5. Dadas las características de los servicios de localización y comunicación por mensajes cortos que el sistema presta se recomienda su uso en rubros como:
 - a. Localización de bienes en un área determinada
 - b. Envío masivo de publicidad por zona geográfica específica.
 - c. Localización de individuos que utilizan su equipo celular para delinquir
 - d. Trazado de rutas recorridas por suscriptores.
 - e. Notificación de eventos o emergencias por entidades de gobierno u ONG'S.
6. En el prototipo desarrollado en esta propuesta se cuenta con encriptación MD5 para el acceso a la aplicación web, la cual presta las características necesarias para la seguridad de las contraseñas enviadas por el usuario. Para poder prestar un entorno mas seguro para el usuario se sugiere implementar el uso de "https" para la pagina de ingreso al sistema para tener un doble frente de seguridad para protección de los datos del usuario

Para finalizar, los autores reconocen que se ha desarrollado un sistema que posiblemente se visualiza como un sistema de localización aproximada con opción de comunicaciones con suscriptores vía SMS. Durante el proceso investigativo y dentro de éste documento se ha mencionado en reiteradas ocasiones que existen una gran variedad de aplicaciones de uso, las cuales dependerán de las necesidades

y creatividad del implementador del sistema. Sin ánimos de sugerir su utilidad, se menciona sistemas de control de vehículos, envío de publicidad focalizada por área geográfica entre otros. Lo que sí se puede, con toda confianza, es animar a nuevos investigadores a aprovechen la ciencia en favor de la sociedad.

BIBLIOGRAFÍA

Bases de datos:

1. <http://www3.uji.es/~mmarques/f47/apun/node79.html>
2. <http://www.mailxmail.com/curso-diseno-base-datos-relacionales/diseno-conceptual-bases-datos-modelo-entidad-relacion>
3. <http://www.jorgesanchez.net/bd/disenoBD.pdf>
4. http://ddd.uab.cat/pub/elies/elies_a2000v9/1.htm
5. Bases de Datos, Rafael Camps Paré, Luis Alberto Casillas Santillán, Dolors Costal Costa, Marc Gibert Ginestà, Carme Martín Escofet, Oscar Pérez Mora, Primera edición: mayo 2005 © Fundació per a la Universitat Oberta de Catalunya ISBN: 84-9788-269-5

Redes Celulares:

1. GSM System Engineering (Artech House Mobile Communications Series) .Asha K. Mehrotra. Artech House(March 31, 1997) ISBN-10: 0890068607, ISBN-13: 978-0890068601
2. Umts and Mobile Computing (Artech House Mobile Communications Series), Alexander Joseph Huber, Josef Franz Huber. Artech House Publishers (April 2002). ISBN-10: 1580535631, ISBN-13: 978-1580535632.

Servicios Web, bases de datos, mensajería y Programación:

1. J2ME. Java 2 Micro Edition. Manual de usuario y tutorial. Patricia Jorge Cárdenas, Agustín Froufe Quintas, Editorial Ra-ma, ISBN: 8478975977 ISBN-13: 9788478975976, (12/2003)
2. Java a Tope(Java 2 Micro edition). Edición Electrónica. Sergio Gálvez Rojas, Lucas Ortega Díaz,Universidad de Malaga, ISBN: 84-688-4704-6

3. www.php.net/
4. <http://code.google.com/intl/es-ES/apis/maps/documentation/javascript/basics.html>
5. <http://dev.mysql.com/doc/refman/5.0/es/index.html>
6. <http://www.kannel.org/download/1.4.0/userguide-1.4.0/userguide.html>

ANEXOS

ANEXO A: EXTRACTO GUÍA OFICIAL PARA DESARROLLADORES SONY ERICSSON PLATAFORMA J2ME

Developers guidelines

 **DEVELOPER**
WORLD THE FAST
TRACK FROM
MIND TO MARKET

October 2009

Java™ Platform, Micro Edition, CLDC – MIDP 2

for Sony Ericsson feature and entry level phones

The Java ME platform

All phones covered in this document support the MIDP 2.0 and CLDC 1.1 specifications. From Sony Ericsson Java Platform JP-8 the MIDP 2.1 maintenance release is supported.

The basic MIDP 2.x features, such as life cycle, memory handling etc, are the same as for the MIDP 1.0 environment. More information about MIDP 1.0 in Sony Ericsson phones is available at [Sony Ericsson Developer World](#). MIDP 1.0 applications developed for the T61x, T628/T630, and Z60x phones should also execute on Sony Ericsson MIDP 2.x supported phones.

Sony Ericsson Java platforms

Sony Ericsson uses a platform approach to Java implementation allowing developers to focus on a platform rather than on a variety of different product names. Several platform branches exist, supporting Symbian phones (SJP), feature phones (JP), entry phones (EJP) and Windows Mobile based phones (JP-WM_SEMC). The platforms are implemented through an evolutionary approach in order to ensure forwards compatibility between platform versions. Normally each platform version is used in several phone models.

A list of Sony Ericsson Java platform versions for the phones in this document can be found below. Some platform features are optional, that is, configurable. For example, the Bluetooth™ APIs (JSR-82) are only enabled for phones who actually support Bluetooth wireless technology.

JP = Sony Ericsson Java platform.

Note: All platforms are backwards compatible, which means that all JSRs (except the optional) implemented on one platform are also implemented on all higher platforms.

| Java Platform | Features | Optional features (JSR-82, JSR-256, VSCL 2.0) and comments |
|--|---|--|
| JP-8.5 Aino™, Yari™ | <ul style="list-style-type: none"> • Additional JSR-211 content handlers • JSR-256 and JSR-238 extensions • Sony Ericsson Network bearer API | JSR-82: All JP-8.5 phones JSR-256: All JP-8.5 phones |
| JP-8.4 C510, C901, C903, C905, G705, Jalou™, Naite™, T707, T715, W508, W705, W715, W995 | <ul style="list-style-type: none"> • Additional JSR-211 content handlers • Project Capuchin API • JSR-256 extensions • Sony Ericsson multi-media services API | JSR-82: All JP-8.4 phones JSR-256: All JP-8.4 phones with sensor(s) |

Developers guidelines | Java™ ME, CLDC – MIDP 2

| Java Platform | Features | Optional features (JSR-82, JSR-256, VSCL 2.0) and comments |
|--|--|--|
| JP-8.3 C702, C902, T700, W595, W760, W902, W980, Z780 | <ul style="list-style-type: none"> • Additional JSR-211 content handlers • PIMChangeListener API • JSR-256 extensions • Improved security handling | JSR-82: All JP-8.3 phones JSR-256: All JP-8.3 phones with sensor(s) |
| JP-8.0 - JP-8.2 G502, K630, K660, K850, V640, W890, W910, Z750, Z770 | JSR-211 JSR-179 JSR-177 JSR-239 JSR-238 JSR-229 JSR-226 JSR-180 JSR-184, version 1.1 JSR-248 (MSA) MIDP 2.1 | JSR-82: All JP-8 phones JSR-256: All JP-8 phones with sensor(s) |
| JP-7 K550, K610, K770, K790, K800, K810, S500, T650, W350, W380, W580, W610, W660, W710, W830, W850, W880, Z310, Z555, Z610, Z710 | JSR-234 (Camera capabilities) | JSR-82: Not W380, Z310 |
| JP-6 K310, K320, K510, W200, W300, W550, W600, W810, W900, Z530, Z550, Z558 | JSR-205 JSR-172 | JSR-82: Not K310, W200 |
| JP-5 K600, K750, V600, W700, W800, Z520, Z525 | JSR-75 | JSR-82: All JP-5 phones VSCL 2.0: V600 only |
| JP-4 V800, Z800 | | VSCL 2.0: V800 only |
| JP-3 F500, J300, K300, K500, K700, S700, Z500 | JSR-184 version 1.0 Mascot Capsule Ver. 3 | |

| Java Platform | Features | Optional features (JSR-82, JSR-256, VSCL 2.0) and comments |
|---------------|------------------|--|
| JP-2 Z1010 | Nokia UI API 1.1 | |
| | JSR-135 | |
| | JSR-120 | |
| | JTWI (JSR-185) | |
| | MIDP 2.0 | |
| | CLDC 1.1 | |

Note: JSR-184 and Mascot Capsule Ver.3 are not enabled in Z310 series.

Note: JSR-234 is not enabled in W350, W380, Z310 and Z555 series.

Phones not conforming to Sony Ericsson Java Platforms

The J132, K330, R300, R306, S302, T280, T303, W302, Z250 and Z320 series do not fully conform to any Sony Ericsson Java platform. The following JSRs are supported in these phones:

- MIDP 2.0 (JSR-118)
- CLDC 1.1 (JSR-139)
- JTWI (JSR-185)
- WMA (JSR-120)
- File API part of JSR-75
- Parts of MMAPI (JSR-135), only audio and camera snapshots are supported.
- In R306 series also the Nokia UI API is supported.

MIDP 2 support

All phones covered in this document are MIDP 2.0 and JTWI 1.0 compliant. From JP-8, phones are compliant with the MIDP 2.1 maintenance release.

For a list of protocols, formats, memory size, display size etc. supported by the MIDP 2 implementation in the phones, see "Appendix A Phone specifications" on page 43, which contains technical specifications for each phone.

The MIDP 2 specification contains a number of optional features of which the following are supported:

- PushRegistry Alarm and PushRegistry SMS. From [JP-4](#) PushRegistry CBS is also supported.
- Signed MIDlets as specified in JTWI 1.0.
- TCP and UDP server sockets as specified in MIDP 2.
- PlatformRequest supports the tel, http and https schemes among others.
When the method is invoked with the tel scheme, the native phone application is accessed and the user can initiate a voice or video call, or send a message to the given phone number.

A `PlatformRequest` invocation for `http/https` initiates downloading of the given URI, for example, a Java application, image etc. For `http/https` URIs referencing WAP or Web pages, the Web browser is invoked. The Java application is then left in the background until the phone call/download/Web session is completed, after which it is resumed.

For information about other URI schemes supported, see Developers guidelines - Web browsing, found at <http://developer.sonyericsson.com/getDocument.do?docId=88004>.

- `GameCanvas.getKeyStatus()` supports the detection of several simultaneous keys. See also "Simultaneous key presses" on page 33.
- `TextBox` and `TextField` with input constraints ANY, EMAILADDR and URL support the character set specified in JTWI 1.0.
- PNG images with colour depth of 1, 2, 4, 8, 16, 24 and 32 bits per pixel are supported.
- The maximum number of application-created threads is limited only by the amount of available memory.
- A `TextBox` or `TextField` object with input constraint `TextField.PHONENUMBER` allows the user to select a phone number from the phonebook, as specified in JTWI.
- From `JP-Z CommConnection` is implemented, but it requires an AT command, AT*SEJCOMM, to open a port before `CommConnection` can be used by a MIDlet.
- The Z558 series features a touchscreen, with support for writing recognition (in Chinese and English). The standard pointer control methods of the MIDP `Canvas` class are supported for this series of phones.

MSA (JSR-248)

Sony Ericsson **JP-8** phones are compliant with the MSA (Mobile Service Architecture) specification, available at <http://www.icp.org/en/isr/detail?id=248>.

The Java ME community has developed a unified Java application environment standard for mobile phones as part of the Java Technology for the Wireless Industry (JTWI) initiative. JTWI (JSR-185) focused on mobile devices with limited resources and capabilities, while the MSA Specification (JSR-248) addresses an even broader set of devices with more enhanced and diverse capabilities but continues its focus on high-volume mobile devices. MSA adds support for new technologies and features that are already available or will become available in the foreseeable future. It also oversees compatibility with the old JTWI environment and with the future MSA Advanced environment defined by the Mobile Service Architecture Advanced activity (JSR-249). The MSA Specification defines a set of Java ME technologies and shows how these technologies have to be correctly integrated in a mobile device to create an optimal mobile Java platform.

The MSA Specification consists of the following main logical elements:

- **Mandatory and Conditionally Mandatory Component JSRs.**
- **Additional Clarifications.** Each component JSR is accompanied by additional clarifications to remove possible problems with the interpretation of component JSRs and minimise optionality.
- **Additional Requirements** related to JTWI, security, supported content formats, and so on. Additional requirements are also specified to improve backwards compatibility, interoperability, and predictability of MSA compliant implementations.
- **Recommendations and Guidelines.**

Security Configuration

The table below lists permissions per functionality and security domain in JP-8.0 – JP-8.4 phones and JP-8.5 phones respectively. Permissions may differ slightly from this on lower Java platforms. Default permissions are in bold characters.

| Functionality/Domain | Third party protection domain (Untrusted domain) | | Identified third party protection domain (Trusted 3rd party domain) | |
|--|--|----------------|---|----------------|
| | - JP-8.4 | JP-8.5 | - JP-8.4 | JP-8.5 |
| Network access | NO | NO | NO | NO |
| javax.microedition.io.Connector.http | Oneshot | Oneshot | Oneshot | Oneshot |
| javax.microedition.io.Connector.https | Session | Session | Session | Session |
| javax.microedition.io.Connector.datagram | | Blanket | Blanket | Blanket |
| javax.microedition.io.Connector.datagramreceiver | | | | |
| datagram server (w/o host) | | | | |
| javax.microedition.io.Connector.socket | | | | |
| javax.microedition.io.Connector.serversocket | | | | |
| server socket (w/o host) | | | | |
| javax.microedition.io.Connector.ssl | | | | |
| Auto invocation | NO | NO | NO | NO |
| javax.microedition.io.PushRegistry | Oneshot | Oneshot | Oneshot | Oneshot |
| | Session | Session | Session | Session |
| | | Blanket | Blanket | Blanket |
| Messaging | NO | NO | NO | NO |
| javax.wireless.messaging.sms.send | Oneshot | Oneshot | Oneshot | Oneshot |
| javax.wireless.messaging.sms.receive | | | Session | Session |
| javax.microedition.io.Connector.sms | | | Blanket | Blanket |
| javax.wireless.messaging.cbs.receive (from <u>JP-4</u>) | | | | |
| javax.microedition.io.Connector.cbs (from <u>JP-4</u>) | | | | |
| PIM and File Connection APIs (Read/Write user data) | NO | NO | NO | NO |
| javax.microedition.pim.ContactList.read | Oneshot | Oneshot | Oneshot | Oneshot |
| javax.microedition.pim.ContactList.write | Session | Session | Session | Session |
| javax.microedition.pim.EventList.read | Blanket | Blanket | Blanket | Blanket |
| javax.microedition.pim.EventList.write | | | | |
| javax.microedition.pim.ToDoList.read | | | | |
| javax.microedition.pim.ToDoList.write | | | | |
| javax.microedition.io.Connector.file.read | | | | |
| javax.microedition.io.Connector.file.write | | | | |
| Local connectivity | NO | NO | NO | NO |
| | Oneshot | Oneshot | Oneshot | Oneshot |
| | Session | Session | Session | Session |
| | Blanket | Blanket | Blanket | Blanket |

Developers guidelines | Java™ ME, CLDC – MIDP 2

| Functionality/Domain | Third party protection domain (Untrusted domain) | | Identified third party protection domain (Trusted 3rd party domain) | |
|----------------------|--|-------------------------------------|---|-------------------------------------|
| | - JP-8.4 | JP-8.5 | - JP-8.4 | JP-8.5 |
| Multimedia recording | NO Oneshot Session | NO Oneshot Session Blanket | NO Oneshot Session Blanket | NO Oneshot Session Blanket |
| Platform request | NO Oneshot | NO Oneshot | NO Oneshot | NO Oneshot Session Blanket |
| Payment | NO | NO | NO Oneshot Session Blanket | NO Oneshot Session Blanket |
| Location | NO Oneshot Session | NO Oneshot Session Blanket | NO Oneshot Session Blanket | NO Oneshot Session Blanket |
| Landmark | NO Oneshot Session | NO Oneshot Session Blanket | NO Oneshot Session Blanket | NO Oneshot Session Blanket |
| Smartcard | NO | NO | NO Oneshot Session Blanket | NO Oneshot Session Blanket |
| Authentication | NO | NO | NO Oneshot Session Blanket | NO Oneshot Session Blanket |
| Multimedia Service | NO Oneshot Session Blanket | NO Oneshot Session Blanket | NO Oneshot Session Blanket | NO Oneshot Session Blanket |
| Call Control | NO Oneshot | NO Oneshot | NO Oneshot Session Blanket | NO Oneshot Session Blanket |

Note: AT&T have their own Java signing and permission process, which should be considered before purchasing a signing certificate for applications to be installed on Sony Ericsson phones customised for AT&T. For more information, see the AT&T developer site, <http://developer.att.com/developer/index.jsp?page=toolsTechDetail&id=11300213>.

Note: *Unsigned* MIDlets are not allowed to:

- open datagram connections on ports 9200, 9201 or 9203
- open socket connections on ports 80, 443 or 8080
- open SSL connections on port 443.

The security domain is determined at installation as follows:

- If the MIDlet suite is unsigned, then it will be installed in the “Third party protection domain”.
- If the MIDlet suite was signed using a certificate granted by a trusted third party such as Verisign or Thawte, then it will be installed in the “Identified third party protection domain”. Operators maintain control of their certification process.
- A signed MIDlet suite is not installed if certificate verification fails, for example, when a MIDlet suite, signed by one operator, is attempted to install on a phone issued by another operator. In other words, operator signatures are not generic, but are specific to phones provided by each individual operator

The digital certificate embedded in the JAD and the signed JAR file are verified for authenticity and date validity at install time according to chapter 4 of the JSR-118 specification (<http://www.icp.org/en/jsr/detail?id=118>). This assures data integrity and vendor identity.

Certificates in Sony Ericsson phones

The table below lists “factory installed” root certificates in Sony Ericsson phone models/series. The table is valid for the first released version of the different phones, later releases may in some cases contain more certificates.

| Phone model/series | Certificates | | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|----------|--------|
| | UTI from GeoTrust (Java Verified) | Verisign | Thawte |
| Z1010 | | | |
| F500 | | | |
| J300, K300 | • | | • |
| K500 | | | |
| K700 | | | |
| S700i, S700c | | | |
| S710a | • | • | |
| Z500 | • | • | |
| V800 | • | | • |
| All other phones in this document | • | • | • |

- From the phone main menu, select the Data folder and browse to the application in the *other* directory. Select **Install**.

Java specifications

The table lists the Java characteristics of the phones covered in this document.

| Characteristic | Support | Comments |
|--------------------------|---|--|
| CLDC version | 1.1 | |
| MIDP version | 2.0, 2.1 from JP-8 <i>Supported image formats:</i> GIF87a, GIF89a, JPEG, PNG v 1.0 (colour depth 1, 2, 4, 8, 16 bits per pixel), BMP v 3.x, WBMP level 0 <i>Networking:</i> secure sockets, http 1.1, https. TLS 1.0 is also supported <i>Serial communication:</i> JP-7 and JP-8 phones implement the <code>CommConnection</code> interface via the AT command port. The AT command port must be set to transparent mode with the <code>AT*SEJCOMM AT</code> command before serial communication can proceed. | See also "MIDP 2 support" on page 19 Z250 and Z320 support only GIF and JPEG formats. See also "Serial Port Communications (from JP-7)" on page 65 |
| JTWI (JSR-185) compliant | Yes, Release 1 | |
| MMAPI (JSR-135) | 1.1 <i>Supported Audio Content types, playback:</i> <ul style="list-style-type: none"> • audio/midi - MIDI (GM, GML and SP-MIDI) • audio/x-wav - WAV (PCM) • audio/x-tone-seq - JSR-135 tone sequence • audio/mpeg - MP3 (MPEG-1 layer 3, MPEG-2 layer 3, MPEG 2.5 layer 3) • audio/imelody - iMelody • audio/emelody - eMelody • audio/amr - AMR • audio/mp4a-latm - 3GP (MPEG-4 AAC LC) • audio/x-pn-realaudio (.ra) - RealAudio®, ver. 8 • audio/x-ms-wma - Windows media audio. <i>Supported Audio formats, recording:</i> <ul style="list-style-type: none"> • PCM : 16KHz - 256kb/s • AMR (NB) : 8KHz - 128b/s | See also "MMAPI (JSR-135)" on page 22. Note: Not all content types are supported in all phones |

Developers guidelines | Java™ ME, CLDC – MIDP 2

| Characteristic | Support | Comments |
|--|---|--|
| | <p><i>Supported Video Content types, playback:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • video/mp4v-es - 3GP (MPEG-4 Visual Simple Profile Level 0) • video/h263-2000 - 3GP (H.263 Baseline Profile 0 Level 10) • video/x-pn-realvideo (.rm) - RealVideo®, ver. 8 • GIF89a animations are supported from JP-6 • video/x-ms-wmv - Windows media video. <p><i>Supported video formats, recording:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • JP-7 to JP-8.2: 3GP Container <ul style="list-style-type: none"> • Video: H.263 (176x144) - 9FPS 60Kbps • Audio: AMR (NB) 8KHz • JP-8.3 and higher: 3GP container <ul style="list-style-type: none"> • Video: Mpeg4 (320x240) • Audio: AAC <p><i>Supported Image (Camera) Content types:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • image/jpeg - JPEG | <p>Note: Video playback is not supported in JP-2, W380, Z250, Z310 and Z320 series</p> <p>Note: Not all content types are supported in all phones</p> <p>See also "Camera specifications" on page 49</p> <p>Note: The camera in W380 and Z310 series is not accessible from Java.</p> |
| AMMS (JSR-234) | Extended camera and image handling functionality. From JP-8 also extended audio features are supported. | Note: Supported from JP-7 except W350, W380, Z310 and Z555. See also "Advanced Multimedia Supplements (JSR-234)" on page 24 |
| WMA (JSR-120) | 1.1 - GSM SMS | See also "WMA (JSR-120)" on page 21 |
| WMA 2.0 (JSR-205) | GSM SMS GSM CBS MMS | Note: Supported from JP-6 |
| PDA optional packages for Java ME (JSR-75) | <p>Version 1.0</p> <p><i>PIM API, supported package:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • javax.microedition.pim <p><i>PIM API, supported classes/interfaces:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Contact • Event • ToDo • Serialisation methods on PIM items • Serialisation of PIM items according to vCard 2.1/vCalendar 1.0. <p><i>File connection API, supported package:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • javax.microedition.io.file. | <p>Note: Supported from JP-5. Z250 and Z320 only support the File Connection API part of JSR-75</p> <p>See also "PDA optional packages (JSR-75)" on page 26 and "JSR-75 implementation" on page 67</p> |

Developers guidelines | Java™ ME, CLDC – MIDP 2

| Characteristic | Support | Comments |
|--|--|---|
| Java Bluetooth API (JSR-82) | Version 1.0a, from JP-7.4 version 1.1 <i>Supported packages:</i> <ul style="list-style-type: none"> • javax.bluetooth • javax.obex. <i>Supported connections:</i> <ul style="list-style-type: none"> • L2Cap (btl2cap://) • Serial Port Profile (btspp://) • Generic Object Exchange Profile (btgoep://) • irdaobex (irdaobex://). <i>Not supported:</i> Push Registry | Note: Only supported from JP-5 See also “Bluetooth API (JSR-82)” on page 28 |
| Java ME Web Services (JSR-172) | Version 1.0 <i>Supported packages:</i> <ul style="list-style-type: none"> • XML parsing • XML Web services | Note: Only supported from JP-6 |
| Mobile Service Architecture, MSA (JSR-248) | Version 1.00 | Note: Only supported from JP-8 |
| SIP API (JSR-180) | MSA compliant implementation | Note: Only supported from JP-8 |
| Scalable 2D Graphics API (JSR-226) | MSA compliant implementation | Note: Only supported from JP-8 |
| Payment API (JSR-229) | MSA compliant implementation | Note: Only supported from JP-8 |
| Mobile Internationalisation API (JSR-238) | MSA compliant implementation | Note: Only supported from JP-8 |
| Java Bindings for OpenGL ES API (JSR-239) | MSA compliant implementation | Note: Only supported from JP-8 |
| Security and Trust API (JSR-177) | MSA compliant implementation | Note: Only supported from JP-8 |
| Location API (JSR-179) | MSA compliant implementation | Note: Supported from JP-8 , except early K850 and W910 series phones. |
| Content Handler API (JSR-211) | MSA compliant implementation | Note: Only supported from JP-8 |
| Mobile Sensor API (JSR-256) | Version 1.0 | Note: Only supported from JP-8 Which sensor types are supported varies between phone models. |

Developers guidelines | Java™ ME, CLDC – MIDP 2

| Characteristic | Support | Comments |
|-----------------------------------|--|---|
| Java IR APIs | No | |
| Java Serial APIs | No | See also "Serial Port Communications (from JP-7)" on page 65 |
| OTA Recommended Practice | Yes, MIDP 2 compliant | |
| Debug interface | KDWP | |
| Numeric keys | Yes (0-9, *, #) | |
| 8-way directional key with select | Yes (navigation key) | Note: 4-way directional key in Z250 and Z320 |
| Signed MIDlets | Yes | |
| TCP Sockets | Yes | |
| UDP Sockets | Yes | |
| Java 3D | Mascot Capsule Micro3D version 3. Mobile 3D Graphics API for J2ME (JSR-184) version 1.0, version 1.1 is supported on JP-7.3 and higher. | See also "3D APIs" on page 26 Note: Not supported in <u>JP-2</u> and Z310 |
| NokiaUI API | Version 1.1 | |
| ARM® Jazelle® technology support | Yes | <u>JP-2</u> : No |
| Multitasking VM | From <u>JP-2</u> : Yes | |

Retrieving the IMEI number

The following command retrieves the IMEI (International Mobile Equipment Identity) number from Sony Ericsson phones:

```
System.getProperty("com.sonyericsson.imei")
```

This returns a string which uniquely identifies a phone, for example: "IMEI 004601-01-501762-8-01" (the exact format of the returned string may differ from the example). Each GSM phone is assigned a unique IMEI code when it is produced. See the following link for further information about IMEI:

<http://www.numberingplans.com/index.php?goto=guide&topic=imei>.

Note: "imei" in the attribute must be written with lowercase letters when the command is used for Sony Ericsson phones, except for the P910 series where uppercase letters must be used instead ("IMEI").

Note: From JP-7.2, a unique subscriber number can be retrieved via `System.getProperty("com.sonyericsson.sim.subscribervnumber")`.

Minimising and maximising MIDlets

A MIDlet can request to get minimised by calling `setCurrent(null)`. A MIDlet can request to get maximised by calling `setCurrent(x)` with `x != null`.

A request to get maximised will only be granted if the previous `setCurrent()` call was a request to get minimised. Therefore a MIDlet that was minimised via the "long back" dialog can only get maximised by first calling `setCurrent(null)` and then `setCurrent(x)` with `x != null`.

When the MIDlet is minimised, a `Canvas.hideNotify()` event is raised, and when it is maximised, `Canvas.showNotify()` is raised. The `Canvas.isShown()` function can be used to query if the MIDlet is currently in maximised or minimised state.

Multitasking MIDlets

Multitasking Java™ ME was introduced with Sony Ericsson Java Platform 7 (JP-7) and allows multiple Java™ applications (MIDlets) to run concurrently within the same Virtual Machine. The implementation is backwards compatible with previous Java platforms so that all existing MIDlets work on the new platform without adjustments. The implementation is fully compliant with MIDP 2/JTWI specifications and does not require any additional JAD properties or proprietary APIs. On earlier Java Platforms, only one Java application was allowed running together with other phone applications.

The resource contention strategy for the multitasking environment is simple. Prioritisation in most cases follows the pattern of "first come - first served". For example, Bluetooth connections, sockets, memory resources, and so on, are taken by the application/thread doing the first allocation. Exceptions to this pattern are sounds, screen and user input through keyboard. The rules applied are basically the same as when MIDlets compete with native phone applications for resources in a traditional single tasking Java platform, or when threads within the same MIDlet compete for resources.

To programmatically control MIDlets running in the multitasking environment, the `setCurrent()`, `hideNotify()`, `showNotify()` and `isShown()` methods may be used as outlined above.

The phone user can also select which application to run in the foreground and which to run in the background via the phone MMI:

- Pressing the back button for ~1 second (referred to as "long back") and then selecting 'Minimise' in the popup window, puts the foreground application into background
- Pressing the 'Activity Menu' button (if available) and then selecting an application running in the background, or starting a new application through the menu system, puts the foreground application into background, and the selected application into foreground.

Adding events in the Activity menu from a MIDlet

From JP-7.5 it is possible for a MIDlet to publish events in the Activity Menu via the Sony Ericsson Activity Menu API. This could be useful for example for messaging applications which run "in the background", to notify the user that a new event has occurred without the MIDlet being "forced" into foreground.

The feature is implemented through a Sony Ericsson proprietary Java API, `UIActivityMenu`. The API gives access to the "New Events" list in the phone's Activity Menu structure.

```
public class UIActivityMenu {
    public static synchronized UIActivityMenu getInstance(MIDlet m)
    public void setEventListener(UIEventListener el)
    public int addEvent(String title, Image icon)
    public int addEvent(String title, String desc, Image titleIcon, Image descIcon)
}
```

In the "New events" list, an item is shown as a Title on one row and an optional Description on the next row. Icons can be defined for the Title and the Description:

```
UIActivityMenu.getInstance(midlet).addEvent("Title", "Description", icon,
icon);
```

If no icon (null value) is defined for the Title, the default Application icon is displayed instead.

When a MIDlet is invoked as above, the Activity Menu is displayed on the phone screen, unless the camera, video-player, video-call, or some other similar application is running in the foreground. When the user selects an event from the "New events" list, the underlying application is maximised, and the application receives the appropriate events. However, if the user deletes an event from the list, no notification is sent to the application.

From JP-8.5 the Activity Menu API has been updated to version 1.1, supporting silent adding and updating of events in the activity menu. This allows making minor status updates to the activity menu without notification to the user.

Standby MIDlets

JP-7 and JP-8 phones have a feature allowing developers to enable a MIDlet as a standby application. Just as the end user can assign a picture as wallpaper, it is also possible to select a Java application for this purpose. A standby MIDlet is handled by the application manager, and is started when the phone enters standby mode. It is stopped when the user selects another wallpaper, theme or picture. A MIDlet is designated as a standby application via a JAD attribute setting.

Note: Standby MIDlets are not supported in early K610, K790 and K800 phones.

For details about creating standby MIDlets and some practical advice on how to design them, see http://developer.sonyericsson.com/site/global/techsupport/tipstrickscode/java/p_standby_midlet_jp7phones.jsp.

Autostarting MIDlets

JP-7 and JP-8 phones, except early K610, K790 and K800 phones, support autostarting MIDlets.

The autostart feature uses the MIDP push registry as its driver. To register an application for autostart, simply do a push registration, either static or dynamic, using the push URI "autostart://". The application will then start automatically the next time the phone boots.

For more information about how to create autostarting MIDlets and some code samples, see the article on the subject in the [Tips, Tricks & Code](#) section on Sony Ericsson Developer World.

Network APIs

Sony Ericsson phones support several network connections:

- HTTP 1.1 server connections (With HTTP 1.0 servers not all features below are supported)
- HTTPS connection (TLS 1.0 is also supported)
Note: HTTPS connections via Proxy are only supported from [JP-5](#)
- Push Registry
- TLS 1.0/SSL 3.0 connections
- Socket connections
- UDP connections (datagram).

Network API features

The following table lists the Network API features and classes of the `javax.microedition.io` package, and their MIDP 2 support in Sony Ericsson phones.

| Feature/Class | Supported |
|---|---|
| <code>Connector</code> class | Yes |
| All fields, methods, and inherited methods for the <code>Connector</code> class | Yes |
| Mode parameter for the <code>Connector.open()</code> method | No |
| The timeouts parameter for the <code>Connector.open()</code> method | No |
| <code>Connector.http</code> interface | Yes |
| <code>Connector.https</code> interface | Yes |
| <code>SecureConnection</code> interface | Yes |
| <code>SecurityInfo</code> interface | Yes |
| <code>ServerSocketConnection</code> interface | Yes |
| <code>UDPDatagramConnection</code> interface | Yes |
| <code>PushRegistry</code> class | Yes |
| <code>CommConnection</code> interface | From JP-7: Yes. See also "Serial Port Communications (from JP-7)" on page 65 |
| Dynamic DNS allocation through DHCP | Yes |

HTTP 1.1 implementation

- HEAD, POST, GET methods are supported in all phones, PUT, DELETE, TRACE, and OPTIONS methods are supported on JP-8 and higher.
- Persistent HTTP/1.1 connections is supported on JP-8 and higher. Keep-alive is not supported.
- The API implementation in Sony Ericsson phones chooses whether to use chunked transfers for a particular request. Applications can not control whether chunking is used or not.
- User-Agent, Host, Transfer-Encoding, Content-Length and Proxy-Authorisation are set automatically by the HTTP implementation as needed.
- Request properties settings are not required.
- `Connection:close` is supported.

Secure sockets and HTTPS connections

HTTPS is supported only for certificates installed on the phone. The following X.509 root certificates for TLS/SSL server authentication are provided by default. However, operators can change which of them are installed and also add other certificates. Local market variations may also exist.

| Certificate issuer | Label |
|--------------------|------------------------------|
| Verisign | Verisign Class 3 CA |
| Baltimore | GTE Cyber Trust Root |
| Entrust | Entrust.net Root Certificate |
| GlobalSign | GlobalSign Root CA |
| Thawte | Thawte Server CA |
| RSA data Security | - |

When initiating a connection and the certificate can not be validated in JP-2 to JP-5 phones, the connection fails and an exception is thrown. From JP-6, the user is prompted whether to accept the connection or not. However, the behaviour in JP-2 to JP-5 phones can be avoided by installing a certificate granting secure connections on the phone (a self-signed certificate can be used).

JAD/manifest attributes

The application descriptor must contain the following attributes:

- MIDlet-Name
- MIDlet-Version
- MIDlet-Vendor
- MIDlet-Jar-URL
- MIDlet-Jar-Size.

The application descriptor may contain:

- MIDlet-<n> for each MIDlet
- MIDlet-icon (for the ideal look and feel icon size 16x16 pixels is recommended) This attribute is only supported from ~~JP-4~~
- MicroEdition-Profile (recommended)
- MicroEdition-Configuration (recommended)
- MIDlet-Description
- MIDlet-Data-Size
- MIDlet-Permissions (recommended)
- MIDlet-Permissions-Opt
- MIDlet-Push-<n>
- MIDlet-Install-Notify
- MIDlet-Delete-Notify
- MIDlet-Delete-Confirm
- MIDlet-Certificate-<X>-<Y>

- MIDlet-Jar-RSA-SHA1
- Any application-specific attributes that do not begin with MIDlet- or MicroEdition-.

Vodafone JAD attributes

Sony Ericsson phones manufactured for Vodafone, support the following additional attributes in the JAD/manifest:

| Attribute | Comments |
|--|---|
| MIDxlet-Resident | Supported values: <i>Y = Resident MIDlet</i> , <i>N = Not resident MIDlet</i> . The attribute value <i>S = Stay resident</i> is not supported |
| MIDxlet-ScreenSize/ MIDxlet-Application-Range | Values: <i>W, H</i> or <i>Wmin-Wmax, Hmin-Hmax</i> . Screen size or minimum/maximum width and height expected by the application. Both attributes are supported, but MIDxlet-ScreenSize is recommended. If both attributes are present in a JAD file, MIDxlet-ScreenSize attribute has precedence |

Serial Port Communications (from JP-7)

From Java Platform 7 (JP-7) serial port communication, defined as optional within the MIDP 2 specification, is supported.

The interface `CommConnection` extends `StreamConnection` to provide a means to access a serial port.

The port is accessed using a Generic Connection Framework string:

```
comm:<port identifier>[<optional parameters>]
```

The port identifier is one of the exposed serial ports which can be queried through the `microedition.commport` System property. A comma separated list of ports is returned.

```
String port1;
String ports = System.getProperty("microedition.commports");
int comma = ports.indexOf(',');
if (comma > 0) {
    // Parse the first port from the available ports list.
    port1 = ports.substring(0, comma);
} else {
    // Only one serial port available.
    port1 =ports;
}
```

To use serial communications, the relevant AT command must first be issued from the host. Both Bluetooth and USB connection mechanisms are supported.

Once the phone is connected to the host, a COM port is assigned on the host side. Characters sent via this connection are, by default, interpreted as AT commands by the phone.

The AT*SEJCOMM command can be used to create a virtual port accessible from the Java platform.

| Command | Responses |
|----------------------------------|---------------------------|
| AT*SEJCOMM=<port>[,<persistent>] | CONNECT OK |
| | ERROR +CME ERROR <err> |

The AT*SEJCOMM command puts the port into a so called "transparent mode" where the AT channel stops intercepting input, and subsequent characters appear as input on the serial port. The command expects <port> and optional <persistent> parameters.

The <port> parameter is used to specify a virtual port number which creates a binding to the physically connected port. For example, if the phone has been connected to the host and is using COM 4, the command AT*SEJCOMM=1 will instruct the phone to create a virtual port called "AT1" and connect it to COM 4. If the command is successful, "CONNECT" is returned and the AT channel enters transparent mode.

Depending on the <persistent> parameter, once the MIDlet closes or is terminated, the AT channel leaves transparent mode and the virtual port is destroyed. If the persistent flag is set with the value 1, the port remains until the bearer (for example, a USB cable) is disconnected.

The virtual ports are accessible to the Java platform in the form of "AT<port>".

```
CommConnection cc = (CommConnection)
    Connector.open("comm:AT1");
int baudrate = cc.getBaudRate();
InputStream is = cc.openInputStream();
OutputStream os = cc.openOutputStream();
int ch = 0;
while(ch != 'Z') {
    os.write(ch);
    ch = is.read();
    ch++;
}
is.close();
os.close();
cc.close();
```

Nokia IAP info API

In Sony Ericsson phones, this API was first made public on JP-8.5.

Allows Java applications to access fundamental Internet Access points and Destination Network related information. The Sony Ericsson Network bearer API (see below) is dependant of the functionality and accessibilty of the Nokia IAP info API.

Sony Ericsson Network bearer API

This native Sony Ericsson API was first made public on JP-8.5

The "IAP Info API" (`com.nokia.mid.iapinfo`) provides a convenient interface for Java applications to query and use the network settings of the mobile device. However, IAP Info is limited to the static configuration of the device, and in many situation this is not enough. In some applications, it is desirable to subscribe to network configuration updates, such as when a new bearer becomes available. This is the purpose of Sony Ericssons IAP Info API extensions defined in the Network bearer API.

The following extensions are currently provided:

- The application can subscribe to bearer events on a particular access point, and will receive notifications when the bearer becomes available or disappears.
- The application can find out which access point is being used for a particular connection.

Querying system properties

Calls to the Java platform to find out which system properties are supported in a phone can be made on different levels, for example, what classes are supported in the phone or what properties are supported by a specific class.

Supported classes

To check if a phone supports a specific class, the `Class.forName()` function can be used.

```
try{
    Class.forName("...");
}
catch(Exception ex){
    System.out.println("No support for ....")
}
```

Examples:

```

Class.forName("javax.microedition.media.Manager"); //JSR135
Class.forName("com.nokia.mid.ui.DeviceControl"); // Nokia UI extension
Class.forName("javax.bluetooth.LocalDevice"); //JSR82
Class.forName("javax.wireless.messaging.MessageConnection" );//JSR120
Class.forName("javax.microedition.pim.PIM"); //JSR75
Class.forName("javax.microedition.m3g.Graphics3D"); //JSR184
Class.forName("com.mascotcapsule.micro3d.v3.Graphics3D"); //Mascotcapsule

```

System.getProperty(String Key) calls

Java.lang.System.getProperty(String Key) calls are used to find out what is supported in the phone.

Example:

```

import java.lang.*;

String value;
String key = "microedition.pim.version";

value = System.getProperty( key );
...

```

Standard system properties

The following are examples of standard properties that can be retrieved with the System.getProperty() Call:

```

microedition.configuration
microedition.profiles
microedition.encoding
microedition.locale
microedition.platform
microedition.jtwni.version //JSR-185

```

Sony Ericsson specific system properties

```

com.sonyericsson.imei
com.sonyericsson.sim.subscribervnumber
com.sonyericsson.jackknifeopen
com.sonyericsson.flipopen
com.sonyericsson.java.platform
com.sonyericsson.active_profile
com.sonyericsson.active_alarm
camera.mountorientation
com.sonyericsson.net.serviceprovider
com.sonyericsson.net.networkname

```

Developers guidelines | Java™ ME, CLDC – MIDP 2

`System.getProperty("com.sonyericsson.jackknifeopen")` is only supported for phones from JP-6 and onwards, and returns one of the following values:

0 = swivel closed
 1 = swivel open
 -1 = the phone does not have jack knife form factor.
 Null is returned for phones on platforms JP-2 – JP-5.

`System.getProperty("com.sonyericsson.flipopen")` is only supported for clam-shell phones from JP-6, and returns one of the following values:

0 = flip closed
 1 = flip open
 -1 = the phone does not have clam-shell form factor.
 Null is returned for phones on platforms JP-2 – JP-5.

`System.getProperty("com.sonyericsson.java.platform")` is supported from JP-7 and returns the java platform for the phone, for example, "JP-7.1" is returned for a W850 phone.

Retrieving the unique subscriber number via

`System.getProperty("com.sonyericsson.sim.subscribnumber")` is supported only from JP-7.2.

`com.sonyericsson.active_profile` is supported from JP-8.4.0. It returns the currently active profile (meeting, in car, outdoor, and so on) of the phone.

`com.sonyericsson.active_alarm` is supported from JP-8.4.0. It returns the time of the next alarm, or null if no alarm has been set.

`camera.mountorientation` is supported from JP-8.4.0. It returns the mount orientation of the camera, for example, LANDSCAPE.

`com.sonyericsson.net.serviceprovider` is supported from JP-8.4.1. It returns operator/serviceprovider name.

`com.sonyericsson.net.networkname` is supported from JP-8.4.1. It returns network name.

Network properties retrieved in Sony Ericsson phones

The following network properties can be retrieved using the `System.getProperty(key)` call. Network properties are supported from JP-7.3.

key = "com.sonyericsson.net.mcc"
 Home Mobile Country Code. Three digits, for example, 240

key = "com.sonyericsson.net.mnc"
 Home Mobile Network Code. Two or three digits, for example, 01

key = "com.sonyericsson.net.cmcc"
 Current (Network) Mobile Country Code. Three digits, for example 240

Key = "com.sonyericsson.net.cmnc"
 Current (Network) Mobile Network Code. Two or three digits, for example, 01

Key = "com.sonyericsson.net.isonhomeplmn"
 Returns 'true' when the phone is camping on the home PLMN (Public Land Mobile Network), that is, the mnc of the network matches the mnc of the SIM, returns 'false' otherwise, also if there is no network.

```
key = "com.sonyericsson.net.rat"
```

Returns the current (if any) Radio Access Technology, RAT. Possible values are "WCDMA", "GSM" or null (in flightmode).

```
key = "com.sonyericsson.net.cellid"
```

Returns the identity of the cell the phone is currently camping on (if any). For GSM network this is a four digit number and for WCDMA network this is a eight digit number. Returns null when the radio is not enabled.

Examples: "0123", "00192345", null

```
key = "com.sonyericsson.net.lac"
```

Returns the four digit location area code the phone is currently camping in (if any) or null, for example, 0064, null

```
key = "com.sonyericsson.net.status"
```

Network status, allowed values: "Home PLMN", "Available", "Preferred", "Forbidden", "No Network", "Unknown"

JSR-120 system properties

To find out if the API is implemented:

```
System.getProperty("wireless.messaging.sms.smac")
```

JSR-75 system properties

To find out what versions of the JSR-75 APIs are implemented in the phone:

```
System.getProperty("microedition.io.file.FileConnection.version")
System.getProperty("microedition.pim.version")
```

The following file connection API properties are URLs of default storage directories in the phone, retrieved with the `System.getProperty()` call:

```
fileconn.dir.photos
fileconn.dir.videos
fileconn.dir.graphics
fileconn.dir.tones
fileconn.dir.music
fileconn.dir.recordings
fileconn.dir.private
```

Localised names of directories corresponding to the default URLs above are found in the following properties:

```
fileconn.dir.photos.name
fileconn.dir.videos.name
fileconn.dir.graphics.name
fileconn.dir.tones.name
fileconn.dir.music.name
fileconn.dir.recordings.name
fileconn.dir.private.name
```

The following call returns localised names to the roots returned by the `FileSystemRegistry.listRoots()` method. The returned names are listed in the same order as returned by this method and are separated by semicolon (;):

```
System.getProperty("fileconn.dir.roots.names")
```

Note: Property retrieval behaviour differs slightly between some early JP-6 phone models and other phones, due to changes in the fileconn property syntax. Null may be returned when using the above syntax with some early JP-6 phones. The following code could be used to provide a generic means to address this behaviour difference:

```
public String getProperty(String param)
{
    int index = param.indexOf(".");
    String extension = param.substring(index,param.length());
    String value = System.getProperty("fileconn" + extension);
    return value != null ? value : System.getProperty("fileconn" + extension);
}
```

MMAPI system properties

The following properties can be retrieved from the MMAPI using the `System.getProperty()` Call:

```
microedition.media.version
supports.mixing
supports.audio.capture
supports.video.capture
supports.recording
audio.encodings
video.encodings
video.snapshot.encodings
streamable.contents
```

To find out which protocols and content types are supported, the following calls can be made from a `Manager` class object:

```
static java.lang.String[] getSupportedContentTypes(java.lang.string protocol)
//lists supported content types for a given protocol
static java.lang.String[] getSupportedProtocols(java.lang.string content_type)
//lists supported protocols for a given content type
```

From a `Player` class object, a specific `Control` or the `Controls` collection supported by the player can be retrieved:

```
Control getControl(java.lang.String ControlType)
Control[] getControls()
```

AMMS system properties

The following properties can be retrieved from AMMS (JSR-234) using the `System.getProperty()` Call:

```
microedition.amms.version
camera.orientations
audio.samplerates (from JP-8)
audio3d.simultaneouslocations (from JP-8)
supports.mediacapabilities (from JP-8)
tuner.modulations (from JP-8)
camera.resolutions (from JP-8.4)
```

ANEXO B: ACRONIMOS

| | |
|-----------------|--|
| # | |
| 3GPP | Third Generation Partnership Project |
| 8PSK | 8-phase shift keying |
| A | |
| A-FLT | Advanced Forward Link Trilateration |
| A-GPS | Advanced Global Positioning Systems |
| AC | Authentication Center |
| AICH | Acquisition Control Channel |
| AOA | Angle of Arrival |
| B | |
| BCCH | Broadcast control channel |
| BCH | Broadcast Channel |
| BEC | Backward Error Correction |
| BG | Border Gateway |
| BLN | Bluetooth Location Network |
| BSC | Base Station Controller |
| BSS | Base system station, sistema de estacion base |
| BTS | Base Transceiver Station |
| BTSM | BTS Management |
| C | |
| Capa MAC | Médium Access Control |
| Capa LLC | Logical Link Control |
| CCCH | Comun Control channel |
| CDMA | Code division multiple access |
| CDR | Call Detailed Records |
| CG | Charging Gateway |
| CGI | Cell Global Identity, Identidad Celular Global |
| CM | Connection Management |
| CONS | Connection Oriented Network Service |
| CPCH | Common Packet Channel |
| CPICH | Common Pilot Channel |
| CRNC | Controlled RNC |
| CTCH | Common Traffic Channel |
| D | |
| DCH | Dedicated Channel |
| DGPS | Diferencial GPS |
| DHCP | Dynamic Host Configuration Protocol |
| DLL | Dynamic-link library |
| DNS | Domain Name Server |
| DOA | Direction of arrival |
| DPCCH | Dedicated Physical Control Channel |
| DRNC | Drift RNC |
| DS-CDMA | Direct Sequence Code Division Multiple Access |
| DSCH | Downlink Shared Channel |

| | |
|----------------|--|
| DTAP | Direct Transfer Application Pan |
| E | |
| E-OTD | Enhanced Observed Time Difference |
| EDGE | Enhanced Data for Global Evolution |
| EFLT | Enhanced Forward Link Trilateration |
| EIR | Equipment Identity Register |
| ESME | External Short Message Entities |
| ETSI | European Telecommunications Standards Institute |
| F | |
| FACH | Forward Access Channel |
| FCC | Federal Communications Commission |
| FDD | Frequency-division duplexing |
| FI | Form Intérprete |
| G | |
| GGSN | Gateway GPRS Support Node |
| Glonass | Global Orbiting Navigation Satellite System |
| GPRS | General Packet Radio Service |
| GPS | Global Positioning System, Sistema de Posicionamiento Global |
| GSM | Global System for Mobile communications |
| GTP | GPRS Tunneling Protocol |
| H | |
| HARQ | Hybrid Automatic Repeat-Request |
| HLR | home location register |
| HS-DSCH | High Speed Downlink Shared Channel |
| HSCSD | High Speed Circuit Switched Data |
| HSDPA | High-Speed Downlink Packet Access |
| HTML | Hyper-Text Markup Language |
| HTTP | Hyper-Text Transfer Protocol |
| I | |
| IEEE | Institute of Electrical and Electronics Engineers |
| IMEI | International Mobile Equipment Identity |
| ISDN | Integrated Services Digital Network |
| ISP | Internet Service Providers |
| J | |
| J2EE | Java 2 Enterprise Edition |
| J2ME | Java Platform, Micro Edition |
| L | |
| LAN | Local Area Network |
| LAPD | Link Access Procedure on D channel |
| LAPDm | LAPD mobile |
| LBS | Location Based Services |
| LCD | Liquid Crystal Display |
| LMU | Location Measurement Units |
| LOS | Line of sight |
| M | |

| | |
|----------------|--|
| MAP | Mobile Application Part |
| MF | Multipath Fingerprint, Huella Multitrayeco |
| MF | Multipath Fingerprint |
| MIMO | multiple input multiple output |
| MM | Mobility Management |
| MMS | Multimedia Messaging Service |
| MO | Mobile Originated |
| MS | Mobile Station |
| MSC | Mobile Service Switching Center |
| MT | Mobile Terminated |
| MTP | Message Transfer Part |
| N | |
| NAVSTAR | Navigation Satellite Timing and Ranging |
| O | |
| OFDM | Orthogonal Frequency Division Multiplexing |
| OSI | Open system interconection |
| OTD | Observed time difference |
| P | |
| P-CCPCH | Primary Common Physical Channel |
| PCCH | Paging Control Channel |
| PCH | Paging Channel |
| PCPCH | Physical Common Packet Channel |
| PCU | Packet Contron Unit |
| PCU | Packet control unit |
| PDCH | Packet Data Channel |
| PDO | Packer Data Optimized |
| PDSCH | Physical Downlink Shared Channel |
| PHP | Hypertext Preprocessor |
| PLMN | Public land mobile network |
| PRACH | Packet Random Access Channel |
| PSTN | Public Swiched Telephone Network |
| Q | |
| QPSK | Quadrature Phase Shift Keying |
| R | |
| RA | Routing Áreas |
| RACH | Random acces channel |
| RADIUS | Remote Authentication Dial In User Service |
| RAM | Random Acces Memory |
| RAND | Random Access Number |
| RF | Radio Frequency |
| RLC | Radio Link Control |
| RNC | Radio network controller |
| ROM | Read Only Memory |
| RR | Radio Resources Management |
| S | |

| | |
|----------------|--|
| S-CCPCH | Secondary Common Control Physical Channel |
| SCCP | Signalling Connection Control Part |
| SCH | Sincronization Channel |
| SGSN | Serving GPRS Support Node |
| SIM | Subscriber Identity Module |
| SMPP | Short Message Peer-to-Peer |
| SMS | Short Message System |
| SMS-CB | Short Message Service Cell Broadcast |
| SMS-PP | Short Message Service Point to Point |
| SMSC | Short Message System Center |
| SNDCP | Sub-Network Dependent Convergente Protocol |
| SRNC | Serving RNC |
| SS | Swiching Sistem |
| SS#7 | Signaling System Number 7 |
| T | |
| TA | Timing advance |
| TDD | Time-Division Duplex |
| TDOA | Time Difference of Arrival |
| TLLI | Temporary Logical Link identity |
| TOA | Time of Arrival, Tiempo de Llegada |
| TS | Time slot |
| U | |
| UDH | User Data Header |
| UMTS | Universal Mobile Telecommunication System |
| UWB | Ultrawideband |
| V | |
| VLR | Visitor Location Register |
| W | |
| WAP | Wireless Application Protocol |
| WCDMA | Wideband Code Division Multiple Access |
| Wi-Fi | Wireless Fidelity |
| WML | Wireless Markup Languaje |

ANEXO C: TERMINOS

| TERMINO | ACRONIMO | DESCRIPCION |
|--|----------|--|
| Base Trasceiver Station | BTS | Controla la conexión radio entre el teléfono móvil celular y la red y es también conocida por célula, ya que cubre una determinada área geográfica |
| Bases de Datos | - | Es un conjunto de datos pertenecientes a un mismo contexto y almacenados sistemáticamente para su posterior uso. |
| Bluetooth | - | Tecnología diseñada para ofrecer conectividad a redes personales mediante un dispositivo móvil de forma económica. Permite conectar múltiples aparatos Bluetooth: ordenadores portátiles, PDAs, teléfonos móviles, etc., y ofrece conexión a una LAN o WAN a través de un punto de acceso. |
| Cell ID | - | Es un numero de identificación unico de una celda GSM/UMTS de un operador determinado |
| Code Division Multiple Access | CDMA | Término genérico para varios métodos de multiplexación o control de acceso al medio basados en la tecnología de espectro expandido. |
| El Home Location Register | HLR | Contiene toda la información administrativa sobre el cliente del servicio y la localización actual del terminal |
| Enhanced Data rates for GSM of Evolution | EDGE | Tecnología de la telefonía móvil celular, que actúa como puente entre las redes 2G y 3G. EDGE se considera una evolución |

| | | |
|---|------|---|
| General Packet Radio Service | GPRS | del GPRS, EDGE puede alcanzar una velocidad de transmisión de 384 Kbps en modo de paquetes, Es una extensión del Sistema Global para Comunicaciones Móviles (Global System for Mobile Communications o GSM) para la transmisión de datos no conmutada (o por paquetes) |
| Global Positioning System | GPS | Sistema global de navegación por satélite tipo google earth (GNSS) que permite determinar en todo el mundo la posición de un objeto, una persona, un vehículo o una nave, con una precisión hasta de centímetros (si se utiliza GPS diferencial), aunque lo habitual son unos pocos metros de precisión. Aunque su invención se atribuye a los gobiernos francés y belga, el sistema fue desarrollado, instalado y actualmente operado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos |
| Global System for Mobile communications | GSM | Sistema de telefonía móvil celular de segunda generación más extendido por todo el mundo |
| Google Maps | - | Servicio gratuito de Google. Es un servidor de aplicaciones de mapas en Web. Ofrece imágenes de mapas desplazables, así como fotos satelitales del mundo entero e incluso la ruta entre diferentes ubicaciones |

| | | |
|-------------------------------------|-------|--|
| Handover | - | Sistema utilizado en comunicaciones móviles celulares con el objetivo de transferir el servicio de una estación base a otra cuando la calidad del enlace es insuficiente. Este mecanismo garantiza la realización del servicio cuando un móvil se traslada a lo largo de su zona de cobertura. |
| High-Speed Downlink Packet Access | HSDPA | Tecnología móvil conocida como 3.5G que viene a ser una mejora de la tecnología UMTS, provee velocidades altas en el canal de bajada (downlink), en teoría hasta 14.4 Mbps (y 20 Mbps con antenas MIMO, superando altamente a los 384 kbps de UMTS, y aumentando así su eficiencia espectral |
| Integrated Services Digital Network | ISDN | Red que procede por evolución de la red telefónica existente, que al ofrecer conexiones digitales de extremo a extremo permite la integración de multitud de servicios en un único acceso, independientemente de la naturaleza de la información a transmitir y del equipo terminal que la genere. |
| Java | - | Lenguaje de programación orientado a objetos desarrollado por Sun Microsystems a principios de los años 90 |
| Java 2 Micro Edition | J2ME | Es una especificación de un subconjunto de la |

| | | |
|-------------------------|-----|---|
| Kannel | - | <p>plataforma Java orientada a proveer una colección certificada de APIs de desarrollo de software para dispositivos con recursos restringidos. Está orientado a productos de consumo como PDAs, teléfonos móviles o electrodomésticos.</p> <p>Es un compacto y muy poderoso gateway sms/wap de código abierto, usado ampliamente alrededor del globo</p> |
| Latitud | - | <p>Es la distancia que existe entre un punto cualquiera y el Ecuador, medida sobre el meridiano que pasa por dicho punto</p> |
| Location Based Services | LBS | <p>Son servicios basados en socialización buscan ofrecer un servicio personalizado a los usuarios basándose en la mayoría de situaciones en información de ubicación geográfica de estos.</p> |
| Longitud | - | <p>Distancia que existe entre un punto cualquiera y el Meridiano de Greenwich, medida sobre el paralelo que pasa por dicho punto</p> |
| Meridianos | - | <p>Se trata de semicírculos que pasando por los polos son perpendiculares al ecuador, algo parecido a los gajos de una naranja</p> |
| Modulación | - | <p>Conjunto de técnicas para transportar información sobre una onda portadora, típicamente una onda sinusoidal. Estas técnicas permiten un mejor aprovechamiento del canal</p> |

| | | |
|-----------------------------------|------|---|
| Nodo B | - | de comunicación lo que posibilita transmitir más información en forma simultánea, protegiéndola de posibles interferencias y ruidos. Termino usado en UMTS para referirse a la BTS utiliza WCDMA/TD-SCDMA como tecnología de transporte |
| Paralelos | - | Círculo formado por la intersección de la esfera terrestre con un plano imaginario perpendicular al eje de rotación de la Tierra. |
| PHP Hypertext Pre-processor | PHP | Lenguaje de programación interpretado, diseñado originalmente para la creación de páginas web dinámicas. Es usado principalmente en interpretación del lado del servidor (server-side scripting) pero actualmente puede ser utilizado desde una interfaz de línea de comandos o en la creación de otros tipos de programas incluyendo aplicaciones con interfaz gráfica usando las bibliotecas Qt o GTK+. |
| Public Switched Telephone Network | PSTN | Conjuntos de elementos constituido por todos los medios de transmisión y conmutación necesarios que permite enlazar a voluntad dos equipos terminales mediante un circuito físico que se establece específicamente para la comunicación y que desaparece una vez que se ha completado la misma |
| Short Message Service | SMS | Servicio disponible en los |

| | | |
|--|---------------|--|
| Sistema sexagesimal | - | teléfonos móviles que permite el envío de mensajes cortos (también conocidos como mensajes de texto, o más coloquialmente, textos o mensajitos) entre teléfonos móviles, teléfonos fijos y otros dispositivos de mano. Sistema de numeración posicional que emplea la base sesenta |
| Subscriber Identity Module | SIM | Se utiliza para identificar al usuario dentro de la red |
| Symbian | - | Es un sistema operativo que fue producto de la alianza de varias empresas de telefonía móvil, entre las que se encuentran Nokia, Sony Ericsson, PSION, Samsung, Siemens, Arima, Benq, Fujitsu, Lenovo, LG, Motorola, Mitsubishi Electric, Panasonic, Sharp, etc |
| Universal Mobile Telecommunications System | UMTS | propuesta de la ETSI para tercera generación de telefonía celular, siendo éste el sucesor de GSM, utiliza CDMA como técnica de acceso múltiple UMTS utiliza la misma red central de GSM pero con una interfaz de radio completamente diferente. |
| UWB | Ultrawideband | Emplea ráfagas de potencia mil veces más baja que las de un teléfono móvil, con duración de picosegundos, en un espectro de frecuencia amplio (3.1-10.6GHz). Estas ráfagas ocupan uno o unos pocos ciclos de portadora RF, por lo que la |

| | | |
|-------------------------------|-------------------|---|
| Visitor Location Register | VLR | señal resultante tiene un ancho de banda grande. Sobre las ráfagas es posible transferir datos a velocidades de centenares de megabits por segundo. Es utilizado para controlar el tipo de conexiones que un terminal puede hacer |
| Wi-Fi | Wireless Fidelity | Sistema de envío de datos sobre redes computacionales que utiliza ondas de radio en lugar de cables, además es una marca de la Wi-Fi Alliance (anteriormente la WECA: Wireless Ethernet Compatibility Alliance), la organización comercial que adopta, prueba y certifica que los equipos cumplen los estándares 802.11 |
| Wideband CDMA | WCDMA | Tecnología móvil inalámbrica de tercera generación que aumenta las tasas de transmisión de datos de los sistemas GSM utilizando la interfaz aérea CDMA en lugar de TDMA |
| Wireless Application Protocol | WAP | Estándar abierto internacional para aplicaciones que utilizan las comunicaciones inalámbricas, p.ej. acceso a servicios de Internet desde un teléfono móvil. |

ANEXO D: MANUAL DE USUARIO

10. INGRESO AL SISTEMA

Para ingresar al sistema necesitara digitar en su navegador web la siguiente dirección <http://190.150.18.11/lbs> donde la dirección IP debe corresponder a la asignada al servidor web en la que se aloja el sistema. En este caso se utilizara la del prototipo desarrollado, sin embargo, si esta cambia, deberá ingresar la dirección que se haya asignado. La siguiente imagen muestra la pantalla de ingreso que se mostrara.

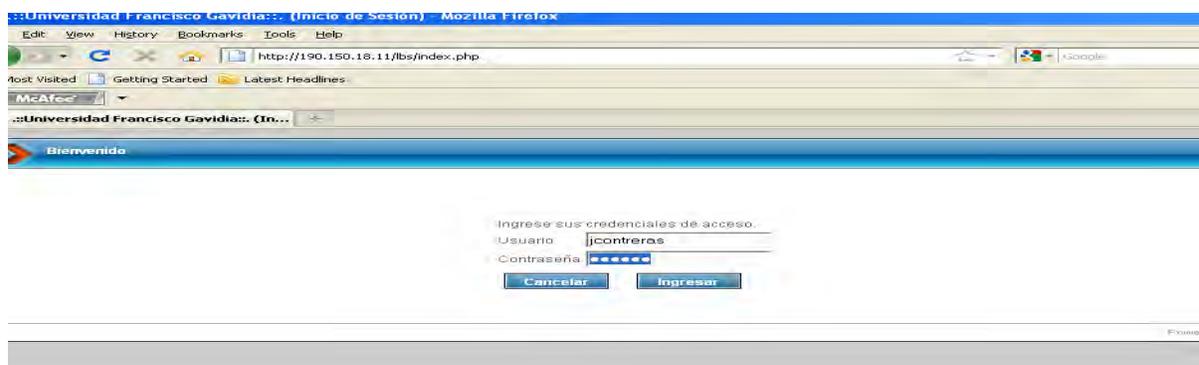


Figura 10-1 Pantalla de ingreso al sistema

En la pantalla de la figura anterior ingrese su usuario y contraseña. Si la autenticación es exitosa, el sistema lo llevara a la pantalla de menú de acuerdo a su perfil. Las siguientes imágenes muestran la pantalla de menú para el administrador y para el operador.



Figura 10-2 Menú de Administrador del sistema

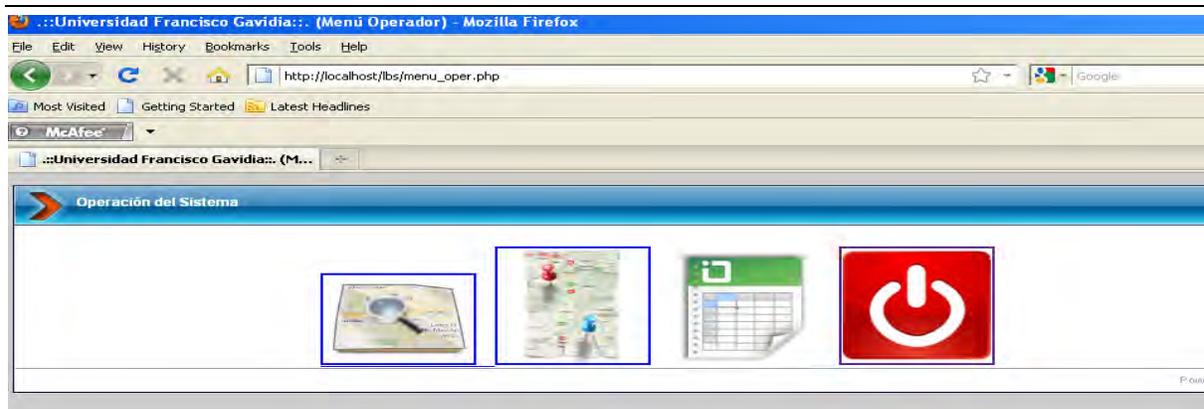


Figura 10-3 Menú de Usuario del sistema

Como puede apreciarse en las imágenes anteriores, la diferencia entre los tipos de menú es que en el que corresponde al administrador se cuenta con más pantallas administrativas que el de operador. Puede decirse que el operador tiene acceso a un subconjunto de opciones del total incluido en el set disponible para el administrador. En realidad las pantallas administrativas residen en un directorio aparte NO disponible al público desde Internet, sin embargo se hará una explicación de cada una de estas ya que el funcionamiento de aquellas a las que el operador tiene acceso funciona de la misma forma.

10.1 LOCALIZACION DE SUSCRIPTOR

La siguiente figura muestra la pantalla de localización de suscriptores. En esta puede hacer una búsqueda por suscriptor para visualizar los últimos quince puntos reportados por el equipo al sistema. Esta disponible para usuarios con perfil de administrador y operador.

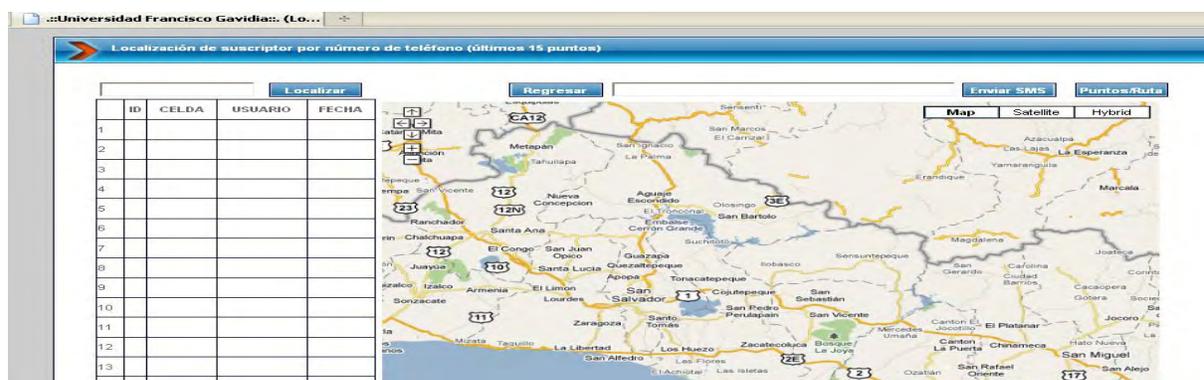


Figura 10-4 Localización de un suscriptor.

Ingrese el número de teléfono del suscriptor que desea localizar. Seguidamente debe hacer “clic” sobre el botón “Localizar suscriptor” el sistema buscara los últimos puntos registrados y además le mostrara en un mapa un marcador que representa la ubicación de la radiobase desde la cual tuvo servicio el teléfono. En caso que uno o varios de los sectores haya sido punto registrado por el teléfono, el sistema esta preparado para mostrar solo un marcador por radiobase. La imagen siguiente muestra el resultado de localización del numero 78935365.



Figura 10-5 Resultado de la búsqueda de un suscriptor.

Como puede apreciarse en la imagen anterior, el sistema ha desplegado una tabla con los últimos quince puntos registrados y un mapa con los marcadores correspondientes.

Además puede apreciar un botón “puntos/ruta”, mediante el cual puede cambiar la vista por puntos(marcadores) en el mapa, por una ruta aproximada del trayecto recorrido por el suscriptor en sus últimos quince puntos. La siguiente imagen muestra el efecto de presionar el botón “puntos/ruta” mostrando la ruta en cuestión.

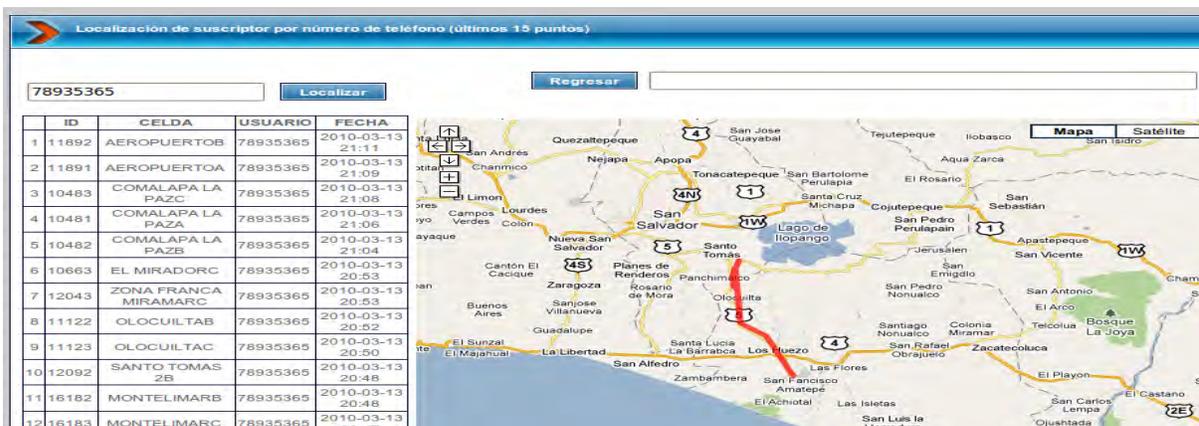


Figura 10-6 Trazado de la ruta recorrida de un suscriptor

En la pantalla de localización de suscriptor puede observar que hay un campo de texto y un botón “enviar sms”. En el campo de texto puede escribir un mensaje de texto y luego presionar el botón “enviar sms”; con esto el sistema enviara un mensaje al suscriptor sujeto de la ultima búsqueda, en este caso, se muestra la imagen siguiente con el envío de mensaje al 78935365 que es un numero utilizado como pruebas para el prototipo.

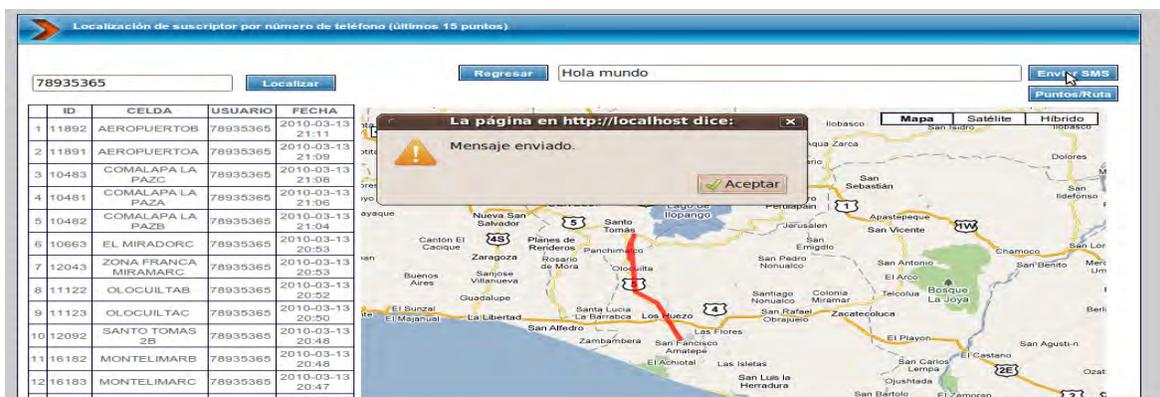


Figura 10-7 Confirmación de envío de mensaje a suscriptor

10.2 LOCALIZACION AVANZADA

La siguiente figura muestra la pantalla de localización avanzada. Esta pantalla le permite hacer búsqueda de suscriptores para localizar los puntos registrados por este al sistema. Es similar a la pantalla de localización de suscriptores, sin embargo esta pantalla le permite aplicar algunos filtros por fecha y hora inicial y final. Además la búsqueda no se limita únicamente a suscriptores, sino que también puede efectuar búsqueda por lugares

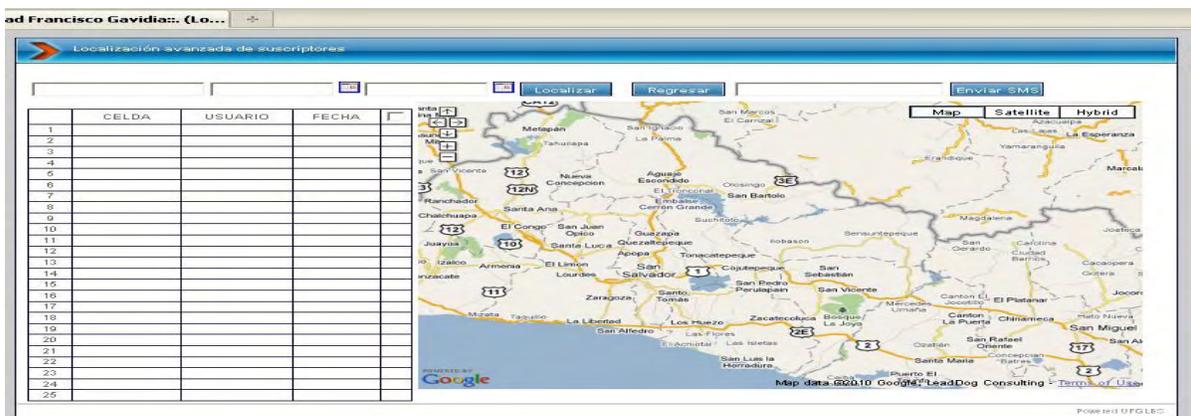


Figura 10-8 Pantalla de localización avanzada

Ingrese el 78935365 en el campo de búsqueda y aplique un filtro por fecha. En este caso se ha aplicado el filtro que incluya todos los registros registrados en el sistema para las fechas entre el 13/03/2010 20:30 al 13/03/2010 21:00. La imagen siguiente muestra la aplicación de este filtro.

| CELDA | USUARIO | FECHA | <input type="checkbox"/> |
|-------|---------------------|------------------|-------------------------------------|
| 1 | AEROPUERTO | 2010-03-13 21:11 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 2 | AEROPUERTO | 2010-03-13 21:09 | <input type="checkbox"/> |
| 3 | COMALAPA LA PAZ | 2010-03-13 21:08 | <input type="checkbox"/> |
| 4 | COMALAPA LA PAZ | 2010-03-13 21:06 | <input type="checkbox"/> |
| 5 | COMALAPA LA PAZ | 2010-03-13 21:04 | <input type="checkbox"/> |
| 6 | ZONA FRANCA MIRAMAR | 2010-03-13 20:53 | <input type="checkbox"/> |
| 7 | EL MIRADOR | 2010-03-13 20:53 | <input type="checkbox"/> |
| 8 | OLOCUILTAN | 2010-03-13 20:50 | <input type="checkbox"/> |
| 9 | OLOCUILTAN | 2010-03-13 20:50 | <input type="checkbox"/> |
| 10 | MONTELMAR | 2010-03-13 20:48 | <input type="checkbox"/> |
| 11 | SANTO TOMAS | 2010-03-13 20:48 | <input type="checkbox"/> |
| 12 | MONTELMAR | 2010-03-13 20:47 | <input type="checkbox"/> |
| 13 | SANTO TOMAS | 2010-03-13 20:46 | <input type="checkbox"/> |

Figura 10-9 Localización avanzada utilizando filtro.

La pantalla de localización avanzada permite al usuario, además, la búsqueda de suscriptores por lugar. Por ejemplo puede ingresar “Aeropuerto” en el campo de búsqueda y presiones el botón “localizar”. El sistema mostrara a todos aquellos suscriptores que han registrado alguna radiobase con ese nombre como punto de referencia desde donde tuvieron servicio. Si se necesita, es posible aplicar el filtro de fechas de manera que se pueda obtener a todos los suscriptores que han registrado en el sistema un punto específico a una hora determinada.

Como habrá notado ya, la tabla de resultados de la búsqueda avanzada posee uno o más controles de tipo “checkbox”. Además se cuenta con un campo de texto para escribir un mensaje y un botón “enviar mensaje”. Esta pantalla esta diseñada para mandar uno o más mensajes a todos los suscriptores seleccionados. La siguiente figura muestra la confirmación del envío de mensajes a los suscriptores seleccionados.

Figura 10-10 Confirmación de envío de mensajes a suscriptores seleccionados

Por ultimo, no menos importante, notara que esta pantalla un mapa con los marcadores de todos los puntos únicos registrados en el sistema por los suscriptores resultado de la búsqueda.

10.3 GESTION DE SITIOS

El sistema cuenta con una pantalla para gestionar la base de datos de sitios. A través de esta pantalla puede registrar nuevas radio bases o inclusive importar los datos desde un archivo Excel.

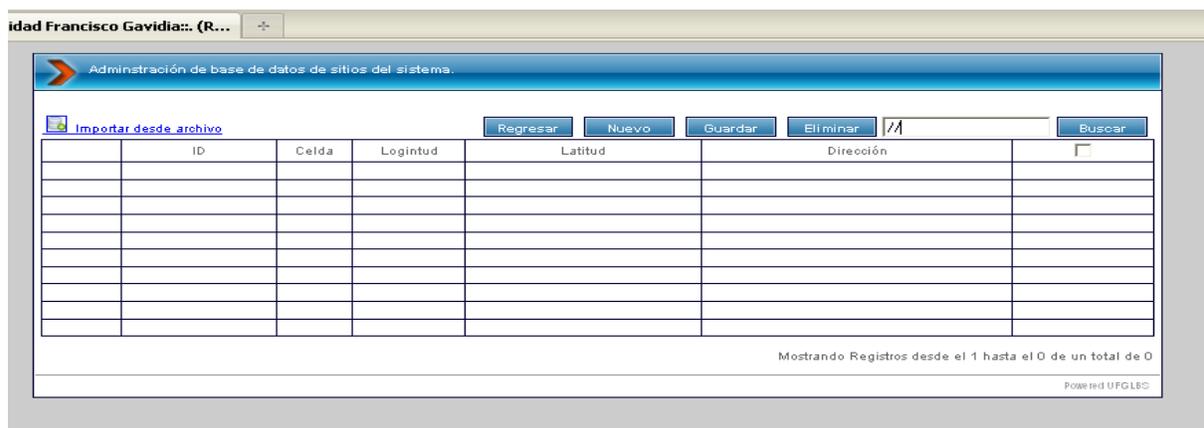


Figura 10-11 Pantalla de gestión de sitios

Como puede observar en la imagen anterior, la pantalla consiste en un buscador con algunos botones que le permiten agregar, eliminar y actualizar registros en la base de datos. Por ejemplo si se busca el sitio “Aeropuerto” el resultado seria similar al que muestra la figura siguiente.

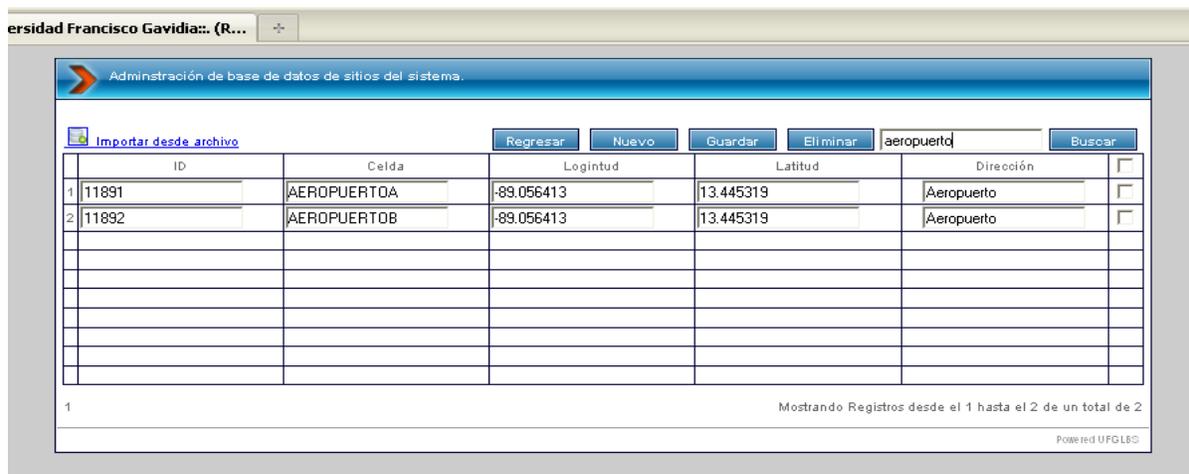


Figura 10-12 Búsqueda de un sitio por su nombre.

Si se presiona el botón “Nuevo” se habilitará un nuevo registro en el cual se deben ingresar todos los datos y luego guardar estos cambios.

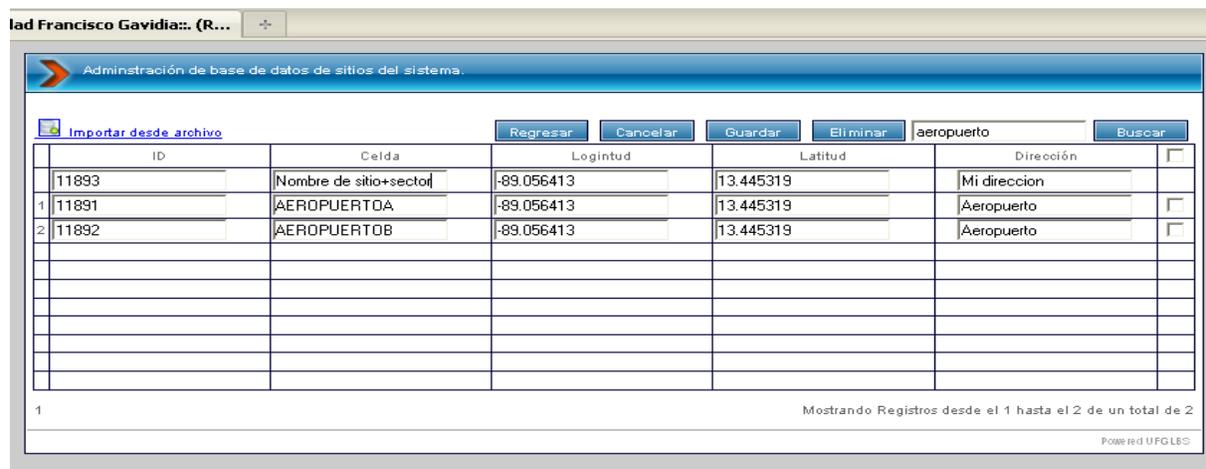


Figura 10-13 Ingreso de un nuevo sitio.

Es necesario aclarar que cuando se presiona el botón “Guardar”, el sistema actualiza la base de datos de sitios incluyendo cambios realizados en registros e ingresando cualquier registro nuevo.

Si desea eliminar un registro, bastará con que lo seleccione haciendo “clic” sobre el control checkbox a la derecha de cada registro y luego presione el botón “Eliminar”. El sistema eliminará todos los registros seleccionados después de su respuesta al mensaje de confirmación.

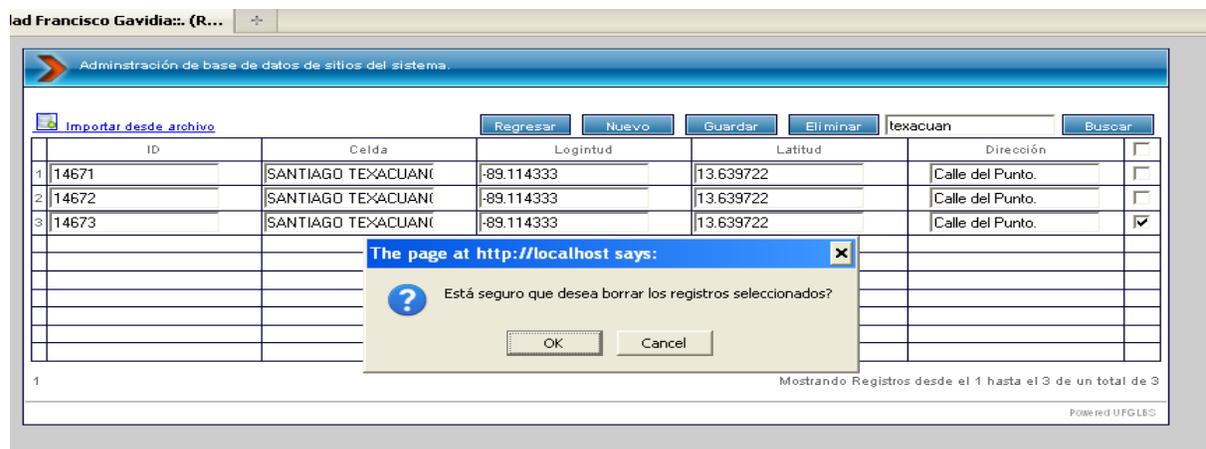


Figura 10-14 Confirmación de eliminar un sitio

El método de agregar sitios en la base de datos no se limita únicamente al ingreso “manual” sitio por sitio. Puede ingresar un conjunto de sitios almacenados en un

archivo Excel. En el CD de distribución de este trabajo se incluye un archivo de ejemplo para que sea usado como plantilla de la estructura que debe contener el archivo a importar. El nombre del archivo es SITIOS.xls

Para proceder a importar el archivo, haga “clic” sobre el enlace “importar desde archivo”. El sistema lo lleva a la pantalla de importación.



Figura 10-15 Importar datos de sitios desde archivo

En la imagen anterior puede ver que la pantalla cuenta con un botón de búsqueda de archivo en el sistema de directorios. Además puede apreciar un control checkbox con la leyenda “Archivo posee cabeceras”. Este control debe seleccionarse si el archivo de Excel a importar incluye una fila de cabeceras. Si el archivo no posee cabeceras, no debe seleccionar este control. Por ejemplo el archivo SITIOS.xls posee cabeceras por lo tanto cuando se agreguen sitios a la base de datos usando este archivo, debe asegurarse de seleccionar el control “Archivo posee cabeceras”. La siguiente figura muestra el contenido y la estructura del archivo SITIOS.xls como ejemplo.

| | A | B | C | D | E | F | G |
|---|---------|--------------|-----------|------------|---------------------|---|---|
| 1 | CELL ID | NOMBRE | LATITUD | LONGITUD | DIRECCION | | |
| 2 | 11891 | AEROPUERTO A | 13.445319 | -89.056413 | Aeropuerto Comalapa | | |
| 3 | 11892 | AEROPUERTO B | 13.445319 | -89.056413 | Aeropuerto Comalapa | | |
| 4 | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | |

Figura 10-16 Estructura del archivo de sitio a importar

El servicio de importación de sitios no agregara sitios ya existentes en la base de datos. La regla de comparación de registros únicos incluye la revisión del

identificador de celdas y el nombre de la celda. Si se trata de importar el archivo SITIOS.xls, los sitios contenidos en este ya están registrados en el sistema. Ante esto el resultado será un mensaje informativo del sistema.

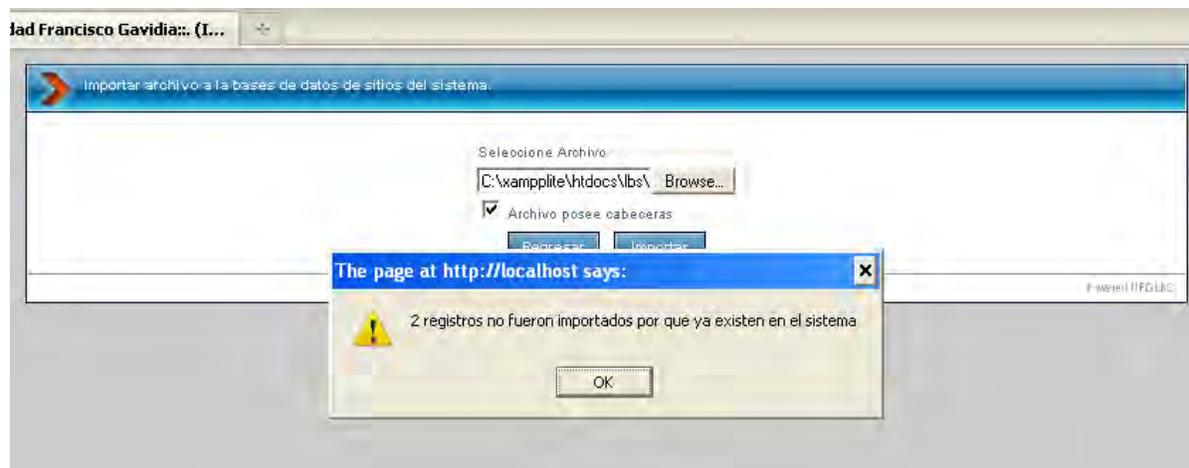


Figura 10-17 Confirmación al haber ingresado registros.

10.4 GESTIÓN DE USUARIOS

La pantalla para gestión de los usuarios del sistema es accesible únicamente desde el menú de administrador. Esta le permite agregar, modificar y eliminar datos de usuario. Además esta integrada el mantenimiento de los teléfonos y las credenciales de acceso al sistema. El proceso de registro se basa en tres pasos principales no obligatorios.

1. Registro de personas. Se registran datos generales de las personas candidatas a ser usuarios del sistema o cliente que reporten sus numero de teléfono.
2. Registro de credenciales de acceso. En esta pantalla se registra un usuario, contraseña y perfil de acceso al sistema. Solo puede existir un registro de este tipo por persona y no es mandatario.
3. Registro de números de teléfono que se reportaran al sistema. Una persona puede tener más de un teléfono asociado a su registro.

En los la siguientes párrafos se mostrara como figura muestra la pantalla principal de manejo de personas.

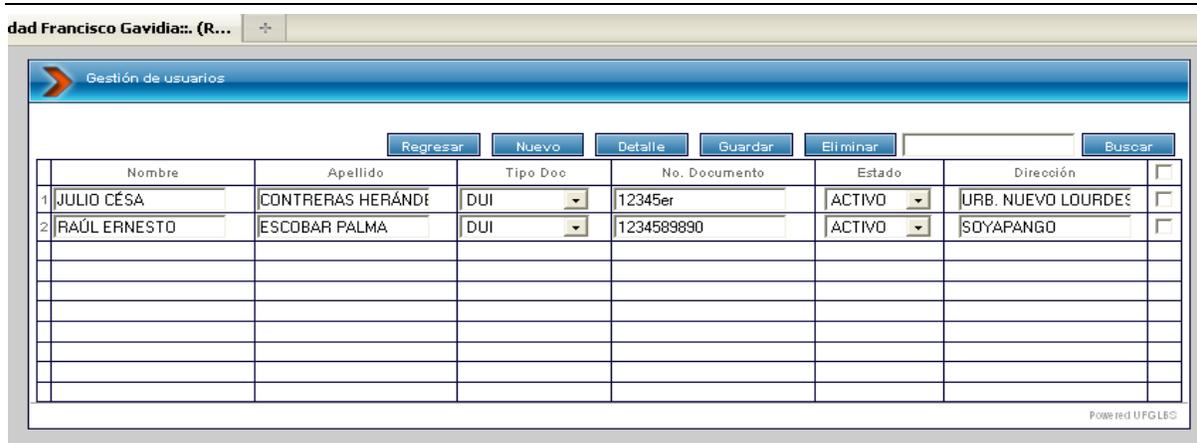


Figura 10-18 Ventana Gestión de usuarios

Como puede notarse en la pantalla anterior, la pantalla de registro de personas incluye un buscador mediante el cual se puede hacer búsquedas rápidas de personas registradas. Además puede eliminar registros y hacer cambios que también se pueden guardar.

Para crear un nuevo registro, haga “clic” en el botón “Nuevo”. Inmediatamente el sistema agregara un nuevo registro en la tabla. Llene los campos del registro (nombre, apellido, documento, estado y dirección) y seguidamente puede guardar los datos haciendo “clic” en el botón “Guardar”.

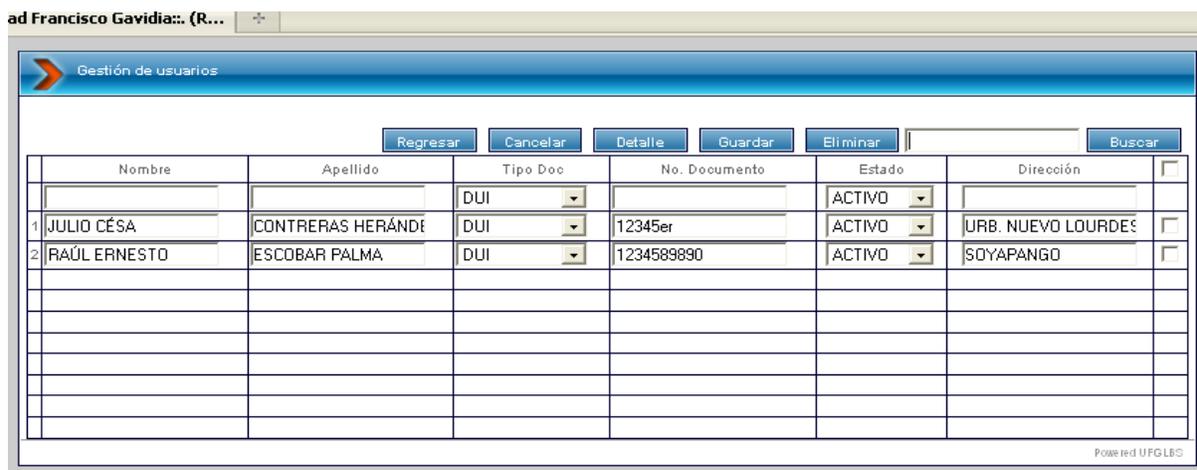


Figura 10-19 Agregando un nuevo usuario

En el caso que se desee eliminar uno o varios registros, el usuario debe seleccionar los candidatos y luego presionar el botón “eliminar”. Después de esto el sistema eliminara a la persona registrado; sus usuario y teléfonos registrados serán eliminados también en el caso que hubieren registros de ese tipo. El sistema le

preguntara antes de proceder a eliminar los registros. Si su respuesta es afirmativa, el borrado de los datos procede, de lo contrario se aborta la ejecución de eliminar registro. Por ejemplo, la siguiente figura muestra el mensaje del sistema cuando se intenta borrar los registros seleccionados.



Figura 10-20 Mensaje al intentar borrar registros.

Para agregar un usuario y contraseña en caso que se desee brindar acceso a una persona registrada el procedimiento es sumamente simple. Seleccione al registro de la persona, por ejemplo, se ha creado el registro "Prueba". Luego hacemos "clic" sobre el botón detalle.



Figura 10-21 Modificar información de un usuario.

El sistema lo llevara a la pantalla de detalles donde podra agregar un usuario y contraseña.

Figura 10-22 Ventana donde se introducen datos de usuario

Como se menciona anteriormente en este documento, esta pantalla permite agregar o modificar un nombre de usuario, contraseña y perfil de acceso al sistema para una persona registrada y además puede agregar uno o varios teléfonos asociadas al registro de la persona. Para el caso que se desee agregar usuario y credenciales de acceso, bastara con llenar el campo “usuario”, “contraseña” y seleccionar el perfil que se asignara al nuevo usuario. Vea la siguiente figura con un usuario para el registro “Pruebas”.

Figura 10-23 Asignado contraseña a un usuario

Al hacer “clic” sobre el botón actualizar, los datos de usuario se guardaran en la base de datos.

El siguiente paso, no obligatorio, es registrar números de teléfono para localizar en el sistema. Por ejemplo, si en la pantalla de Personas se selecciona al registro Julio Contreras y luego se presiona el botón “Detalle” el sistema mostrara la pantalla de detalles de este registro.

ad Francisco Gavidia: (D... +

Detalles de usuario y/o Suscriptor

Datos de Usuario de sistema

Usuario: jcontreras

Contraseña: []

Acceso: OPERADOR

Actualizar

Regresar Eliminar Agregar Guardar

Datos de Suscriptor de sistema

| | Numero | IMSI | |
|---|----------|-------------------|--------------------------|
| 1 | 78702023 | 70603234301034302 | <input type="checkbox"/> |
| | | | <input type="checkbox"/> |

Powered UFG L&C

Figura 10-24 Pantalla detalles de usuario con datos ingresados

Como puede notarse, esta persona posee acceso al sistema con perfil de “Operador”, nombre de usuario “jcontreras” y además posee un número de teléfono asociado a su registro. Si desea ejecutar algún cambio el registro, al igual que en todo el sistema, solo edite el campo que desea cambiar y seguidamente presione el botón “Guardar”. Se hace necesario aclarar que la gestión de accesos de usuario e ingreso de teléfonos, aunque se encuentran en la misma pantalla, poseen sus controles propios para cada sección. Los botones que se muestran en la siguiente figura son validos únicamente para gestión de teléfonos.

Regresar Eliminar Agregar Guardar

Datos de Suscriptor de sistema

| | Numero | IMSI | |
|---|----------|-------------------|--------------------------|
| 1 | 78702023 | 70603234301034302 | <input type="checkbox"/> |
| | | | <input type="checkbox"/> |

Figura 10-25 Ingreso de un número de teléfono al usuario

Como puede verse en la imagen anterior, se puede guardar cambios, agregar y eliminar registros de teléfonos en esta sección de la pantalla de detalles.

10.5 GENERACION DE REPORTE

Otra pantalla disponible en el sistema, tanto para administradores como operadores de este, es el generador de reportes. Básicamente es un buscador en el cual ingresamos en el campo de búsqueda un número de teléfono o el nombre de un lugar.

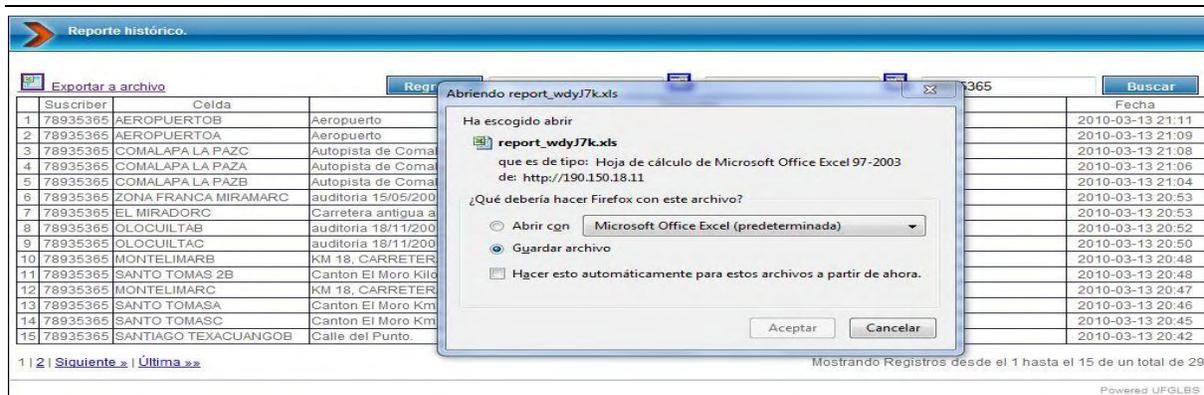


Figura 10-28 Lugar donde de guardara el archivo

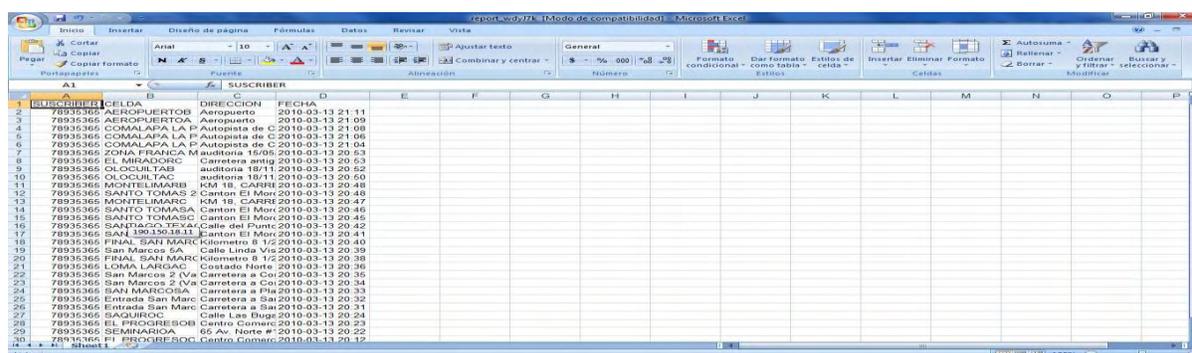


Figura 10-29 Reporte generado por el sistema.

10.6 SALIR DEL SISTEMA

El sistema trabaja mediante sesiones que guardan un "cookie" en el directorio por defecto de su navegador (firefox, Internet Explorer, Opera, etc.). Si desea salir del sistema de forma segura, debe hacerlo presionando el botón salir del menú principal.



Figura 10-30 Menú Administrador del sistema muestra botón "Salir"

De esta forma el sistema ejecutara las acciones pertinentes para salir de forma segura, eliminando las variable de la sesión activa almacenadas en una "cookie".

ANEXO E: MANUAL DE INSTALACION

INTRODUCCIÓN

El presente manual ayudará a lector en el proceso de instalación de un prototipo de ***Aplicación basada en software para la ubicación en un área geográfica de teléfonos móviles utilizando servicios básicos de localización LBS*** que en adelante será referenciado en éste documento como “el sistema” únicamente.

Los tópicos que se incluyen van desde la instalación del entorno de funcionamiento del que incluye: sistema operativo, servidor web y de bases de datos hasta la configuración y puesta en funcionamiento del sistema.

La concepción de éste manual técnico se ha realizado bajo la premisa que el personal a cargo de la implementación del prototipo tiene un conocimiento y/o experiencia básicos en el área de administración y configuración de servidores. Maravilloso sería contar con nociones de servidores web y de gestores de base de datos. En todo caso, el contenido del documento mostrará el mayor detalle posible. El sistema, script de base de datos y mal se proveen en un medio físico; los recurso de software a instalar para el entorno de funcionamiento deben ser obtenidos por el técnico con la ayuda y referencias incluidas en éste documento.

El lector debe tener en cuenta que el documento presentado es específicamente para el proceso de implementación de éste sistema. Se muestran imágenes que plasman los resultados esperados en cada una de las secciones con el propósito que durante el desarrollo del procedimiento cuente con una orientación fiel.

Los autores han hecho del manual un elemento descriptivo de todo el proceso de instalación con detalles como la fuente de donde se puede conseguir el software que se requiere, los pasos de su instalación, algunos tips para facilitar el trabajo y similares. Se espera que con toda esta ayuda pueda disfrutar el trabajo y obtener con certeza los resultados finales: ***¡El sistema funcionando!***

11. COMPONENTES DEL SISTEMA

El sistema requiere algunos componentes para su correcto entorno de funcionamiento. Se mostrará en este apartado una guía descriptiva de cada uno de los paso para poner en marcha cada uno.

11.1 SISTEMA OPERATIVO

El sistema Operativo a instala es Ubuntu 9.04 Server Edition. Los requerimientos para la instalación son los siguientes:

1. Espacio en disco duro: 8 GB
2. Memoria RAM: 384MB
3. Velocidad Microprocesador: 700MHz
4. Un CD con el sistema operativo
5. Lector de CD disponible en el equipo

Ubuntu 9.04 puede descargarse del sitio oficial de canonical desde la dirección <http://www.ubuntu.com/server/get-ubuntu> o puede descargar directamente la imagen ISO desde: <http://ftp.cse.yzu.edu.tw/pub/Linux/Ubuntu/ubuntu-cd/9.04/ubuntu-9.04-server-i386.iso>. Esta imagen debe almacenada luego a un medio físico, en este caso un CD y luego iniciar con el proceso de instalación.

Inserte el disco en la unidad lectora de discos y continúe con los pasos descritos a continuación:

1. Idioma de instalación. Seleccione el español y pulse la tecla enter.

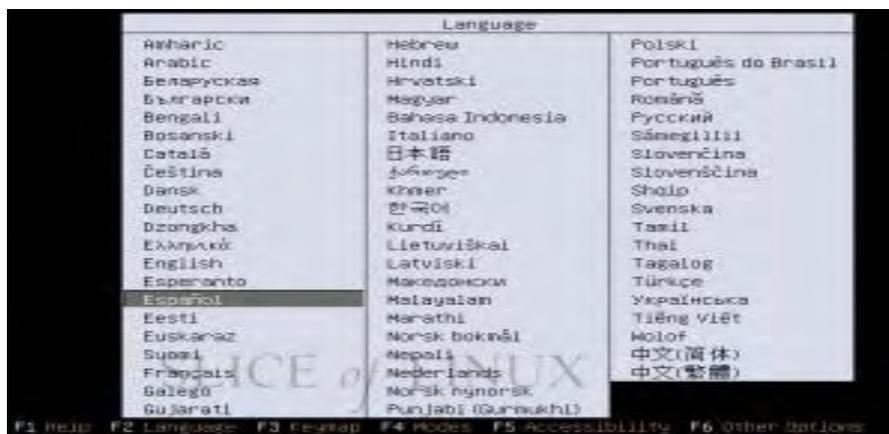


Figura 11-1. Selección del idioma del programa de instalación de Ubuntu 9.04.

2. Tipo de instalación. Seleccione **Install Ubuntu Server** y pulse enter.



Figura 11-2. Menú de instalación Ubuntu 9.04.

3. Selección del país. Por defecto aparece España para idioma español pero puede cambiarse. Elija El Salvador y pulse enter.

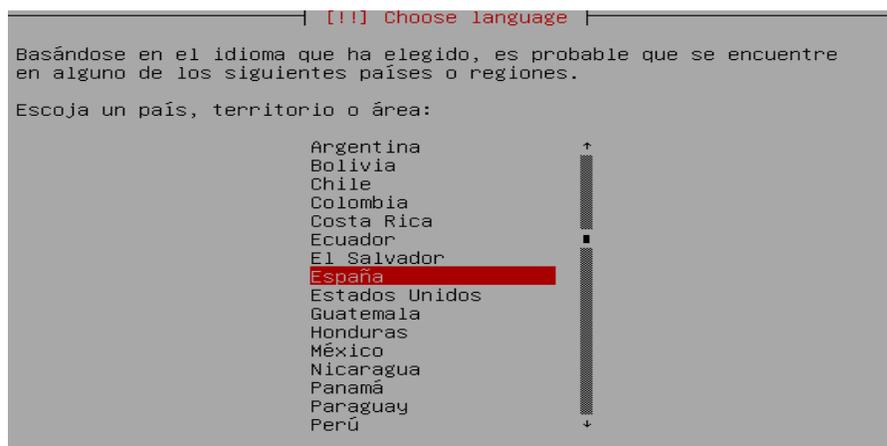


Figura 11-3. Selección de lenguaje para Ubuntu 9.04.

4. Configuración de teclado. Se le consultará si desea que su teclado se auto detectado. Elija la opción No.

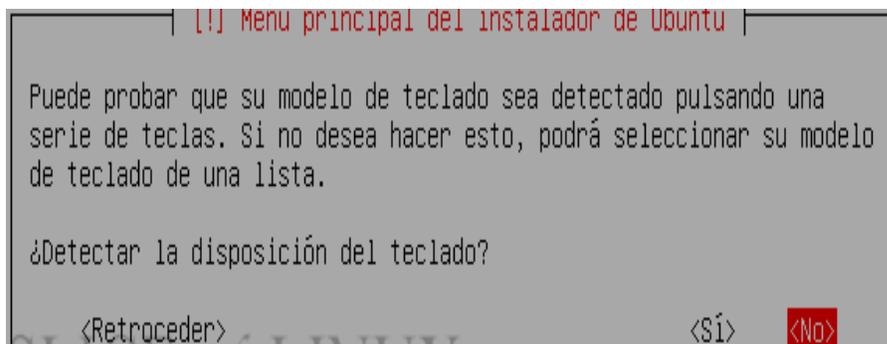


Figura 11-4. Selección de teclado a instalar.

Elija la distribución de su teclado. Para el caso se cuenta con un teclado en español.

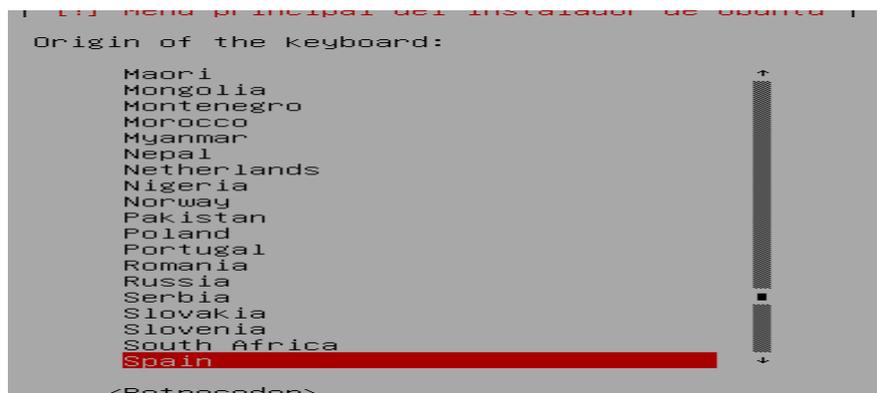


Figura 11-5. Opciones de selección de distribución del teclado.

Puede seleccionar el tipo específico del esquema de su teclado. Puede seleccionar entre las opciones disponibles. Algunos teclados cuentan con teclas especiales, algunas de las cuales se muestran en el instalador.

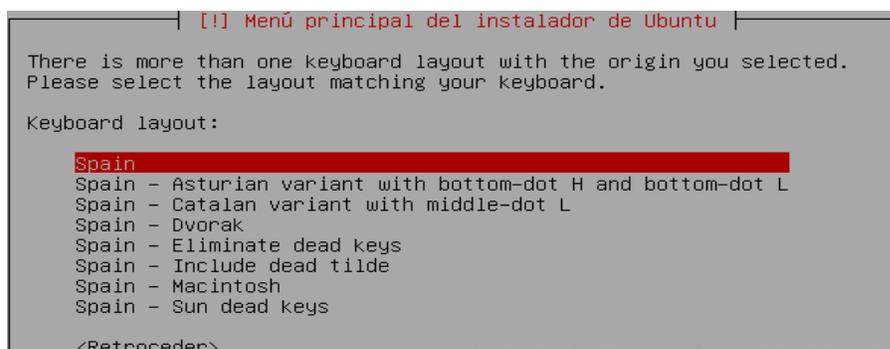


Figura 11-6. Esquema de teclados disponible en Ubuntu 9.04.

5. Configuración de red. Si desea configurar manualmente necesita contar con la siguiente información de red: dirección IP, máscara de subred, DNS y si es necesario la dirección y puerto de un servidor Proxy. En este caso se selecciona configuración automática por DHCP ya que se cuenta con un proveedor de servicios que ofrece esto a sus clientes.



Figura 11-7. Instalación de red por servicio automatizado DHCP.

6. Nombre del servidor. Ingrese un nombre para el equipo. Con éste puede ser identificado.

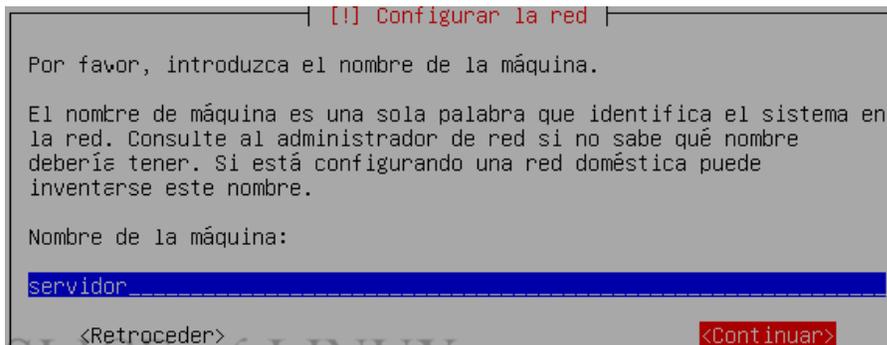


Figura 11-8. Ingreso de nombre del servidor.

7. Configuración de reloj. Seleccione Centro América/El Salvador (GMT-6).

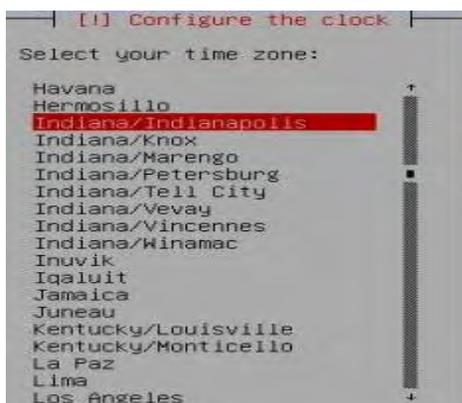


Figura 11-9. Selección de fecha para Ubuntu.

8. Particionado de disco duro. Como todos los sistemas basados en Unix, Ubuntu requiere por lo menos dos tipos de particiones: La partición raíz (/) y una partición de intercambio (swap). No es necesario realizar manualmente. Seleccione “Usar el disco duro completo”.

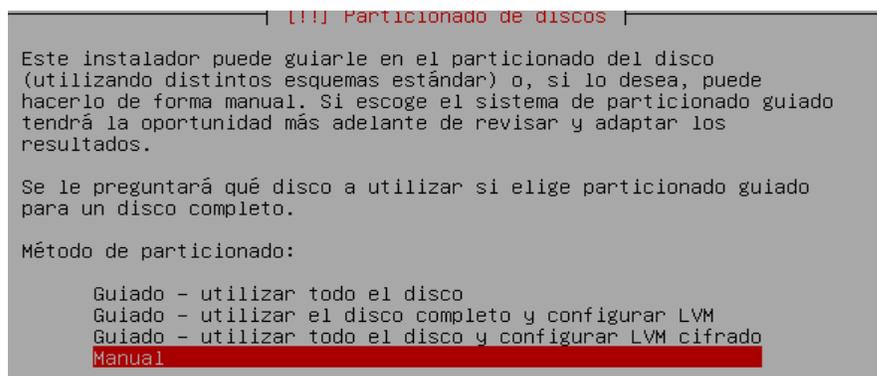


Figura 11-10. Métodos de particionado de discos.

El programa instalador le solicitará confirmación para realizar las operaciones sobre el disco duro. Acepte y luego del particionar el disco se mostrará la pantalla que indica que el proceso de instalación ha iniciado.

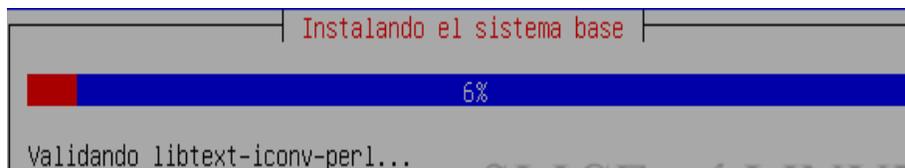


Figura 11-11. Instalación del sistema operativo en progreso.

9. Usuario. La configuración de usuario incluye ingresar nombre, usuario, contraseña y cifrado de carpeta personal. Complete los datos para Administrador y continúe con la instalación.

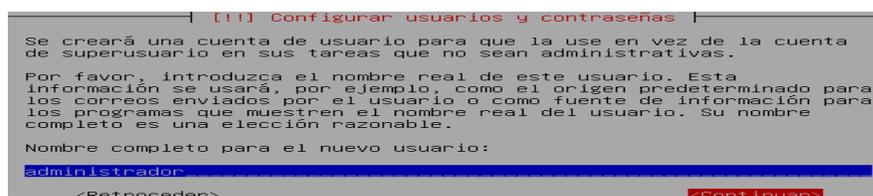


Figura 11-12. Ingreso de nombre de usuario.

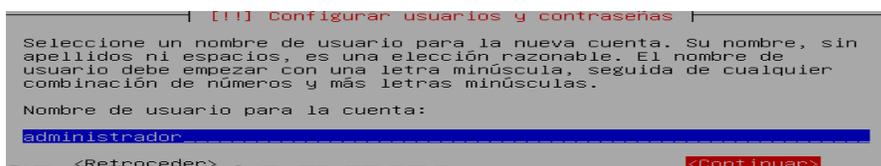


Figura 11-13. Nombre de cuenta de acceso.

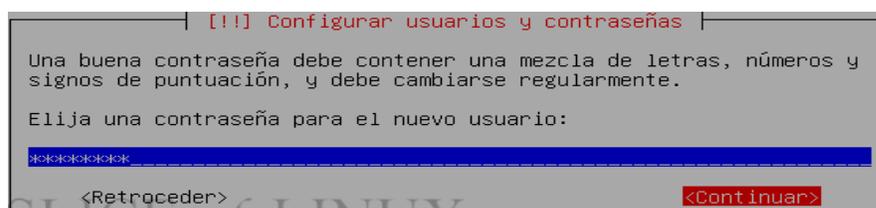


Figura 11-14. Contraseña para acceso a sesión al sistema operativo.

Ubuntu permite cifrar los datos de la carpeta personal de cada usuario, en este caso se selecciona NO, sin embargo queda a discreción del técnico.

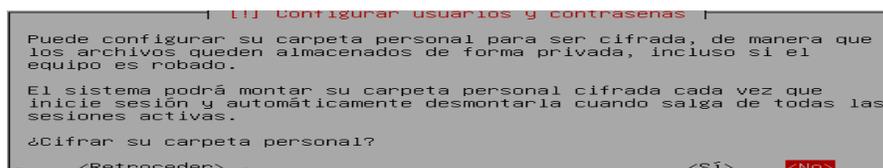


Figura 11-15. Selección de cifrado de carpeta personal.

Luego de éste paso, Ubuntu revisará en los servidores de paquetes disponibles para consultar por actualizaciones. Espere a que termine este proceso. No se preocupe si tarda un par de minutos ya que es normal.



Figura 11-16. Revisión de los paquetes y actualizaciones disponibles.

10. Actualizaciones. Si considera conveniente puede seleccionar la instalación de actualizaciones automáticamente. Se recomienda este proceso durante una sesión en sistema de manera que se pueda tener mayor control de éstas. Seleccione No instalar Actualizaciones.

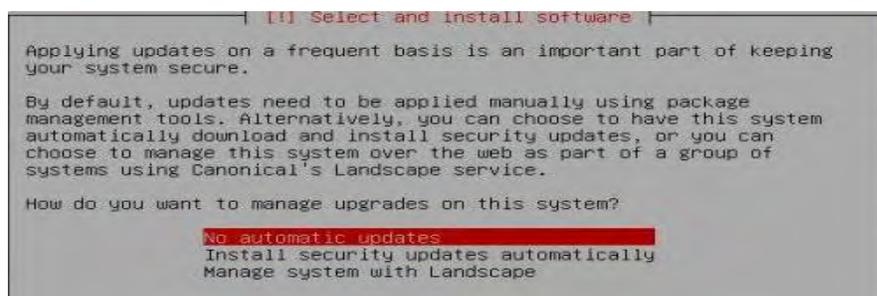


Figura 11-17. Selección de tipo de actualizaciones.

11. Reiniciar. Se ha completado la instalación y configuración del sistema operativo. Seleccione reiniciar.

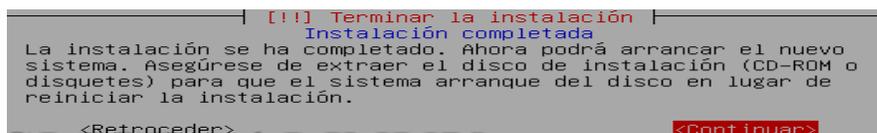


Figura 11-18. Finalización de instalación Ubuntu 9.04.

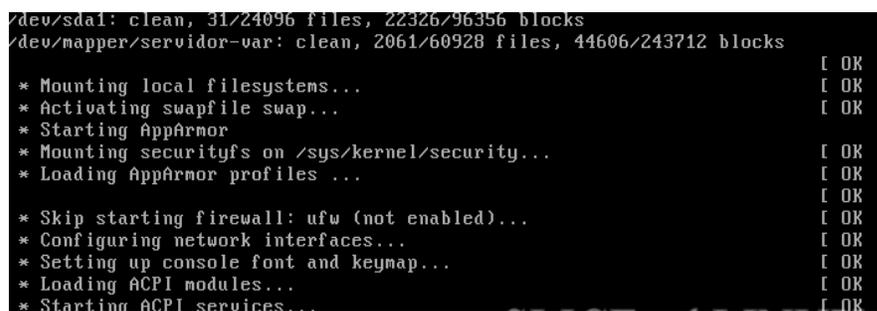


Figura 11-19. Reinicio post instalación de Ubuntu.

Con los pasos anteriores contará con el sistema operativo instalado y corriendo; las siguientes tareas se desarrollarán bajo el supuesto que ya se cuenta con el sistema operativo.

11.2 GESTOR DE BASES DE DATOS MYSQL

El sistema gestor de bases de datos a instalar es MySQL Server 5.1. Puede ser descargado desde el sitio web del proveedor www.mysql.com. Ubuntu posee un gestor gráfico de paquetes para instalar software en el sistema operativo llamado **Synaptic** sin embargo en este documento se mostrara a través de comando ejecutado desde una sesión por terminal.

Se instalará el servidor Mysql server 5.1, herramientas cliente como mysql-browser y mysql-administrator con las cuales puede interactuar con el gestor de tal forma que pueda ejecutar sentencias de consulta, actualización, respaldo e inclusive borrado de datos. Ingrese la siguiente secuencia de comandos en una sesión de terminal:

```
sudo apt-get install mysql-server mysql-client mysql-admin mysql-doc-5.1
```

Después de ejecutar el comando anterior verá una pantalla similar a la siguiente:

```
Reading package lists... Done
Building dependency tree
Reading state information... Done
The following extra packages will be installed:
  libdbd-mysql-perl libdbi-perl libhtml-template-perl libmysqlclient16
  libnet-daemon-perl libplrpc-perl mysql-client-5.1 mysql-common
  mysql-server-5.1 mysql-server-core-5.1 psmisc
Suggested packages:
  dbshell libipc-sharedcache-perl tinyca mailx
The following NEW packages will be installed:
  libdbd-mysql-perl libdbi-perl libhtml-template-perl libmysqlclient16
  libnet-daemon-perl libplrpc-perl mysql-client-5.1 mysql-common mysql-server
  mysql-server-5.1 mysql-server-core-5.1 psmisc
0 upgraded, 12 newly installed, 0 to remove and 0 not upgraded.
Need to get 23.5MB of archives.
After this operation, 59.8MB of additional disk space will be used.
Do you want to continue [Y/n]? 
```

Figura 11-20. Instalación de servidor de bases de datos MySQL.

De aquí en adelante, la instalación comienza. Debe estar atento a ciertas consultas que el gestor de paquetes en línea APT hace. Por ejemplo si el gestor consultas le notifica que debe bajar un numero de paquetes para el desarrollo de instalación conteste que Sí (Y o YES). Después de descargar el software necesario, el gestor

iniciará el proceso de instalación del servidor, para ello se mostrará una pantalla similar a la que se muestra a continuación:

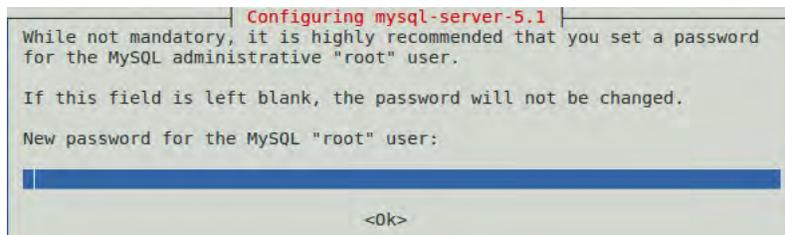


Figura 11-21. Configuración de contraseña para usuario root en MySQL.

Ingrese la contraseña para el usuario root del servidor de bases de datos y seguidamente haga clic sobre OK. La instalación continuará y verá una pantalla similar a la siguiente:

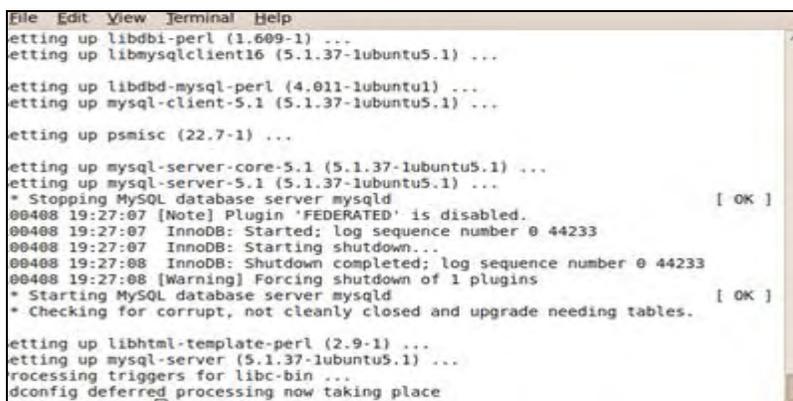
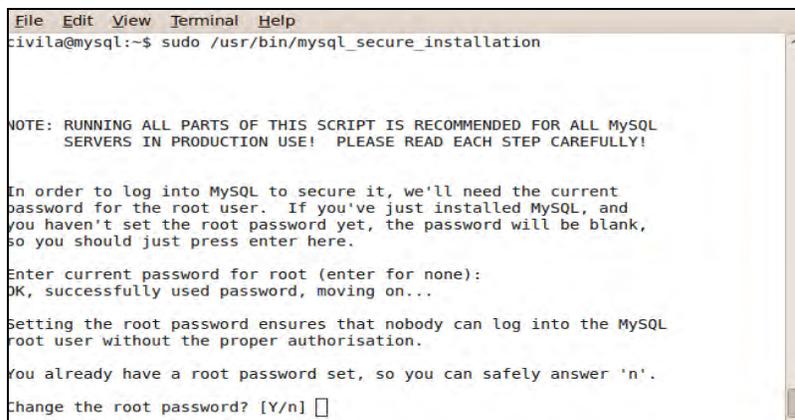


Figura 11-22. Proceso de instalación de servidor y herramientas MySQL.

El servidor está instalado con sus herramientas administrativas; sin embargo es necesario ejecutar el script de configuración de la seguridad. Es un script sencillo que le ayudará de manera sencilla a fortalecer la seguridad del servicio MySQL. Ingrese el siguiente comando en un sesión de terminal y luego presione la tecla enter:

```
sudo /usr/bin/mysql_secure_installation
```

Este script inicia un programa de configuración automatizado, responda a las preguntas con Y o N de acuerdo a su criterio. No es necesario cambiar la contraseña del usuario root, puede responder no (n).



```

File Edit View Terminal Help
civila@mysql:~$ sudo /usr/bin/mysql_secure_installation

NOTE: RUNNING ALL PARTS OF THIS SCRIPT IS RECOMMENDED FOR ALL MySQL
SERVERS IN PRODUCTION USE! PLEASE READ EACH STEP CAREFULLY!

In order to log into MySQL to secure it, we'll need the current
password for the root user. If you've just installed MySQL, and
you haven't set the root password yet, the password will be blank,
so you should just press enter here.

Enter current password for root (enter for none):
OK, successfully used password, moving on...

Setting the root password ensures that nobody can log into the MySQL
root user without the proper authorisation.

You already have a root password set, so you can safely answer 'n'.

Change the root password? [Y/n] n

```

Figura 11-23. Configuración de seguridad en MySQL.

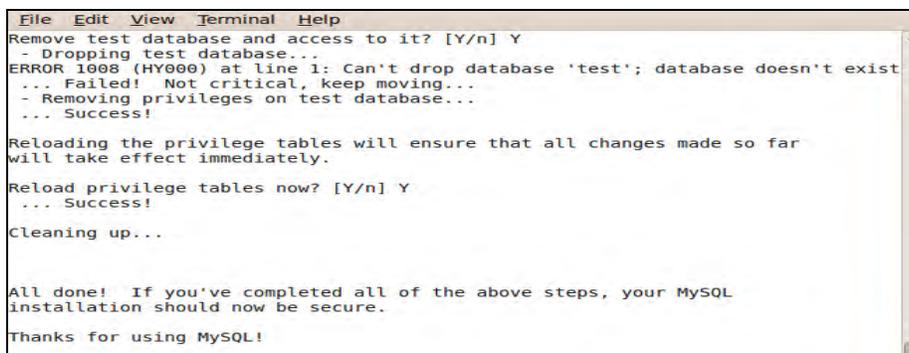
Se mostrarán las siguientes preguntas:

```

Remove anonymous users? [Y/n] Y
Disallow root login remotely? [Y/n] Y
Remove test database and access to it? [Y/n] Y
Reload privilege tables now? [Y/n] Y

```

En este caso se desea dejar inhabilitar el acceso a sesión remota y los usuarios anónimos. Al final el programa debe recargar a los privilegios a cada uno de los objetos por defecto instalados en el gestor.



```

File Edit View Terminal Help
Remove test database and access to it? [Y/n] Y
- Dropping test database...
ERROR 1008 (HY000) at line 1: Can't drop database 'test'; database doesn't exist
... Failed! Not critical, keep moving...
- Removing privileges on test database...
... Success!

Reloading the privilege tables will ensure that all changes made so far
will take effect immediately.

Reload privilege tables now? [Y/n] Y
... Success!

Cleaning up...

All done! If you've completed all of the above steps, your MySQL
installation should now be secure.

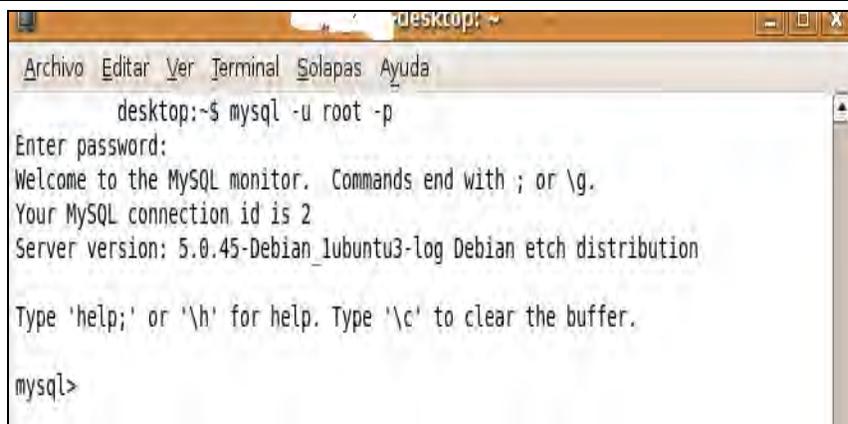
Thanks for using MySQL!

```

Figura 11-24. Pasos finales de configuración de seguridad en MySQL.

Ya ha finalizado el proceso de instalación del gestor de bases de datos. Puede iniciar una sesión con el servidor MySQL escribiendo el siguiente comando en la consola:

```
mysql -u root -p
```



```
desktop:~$ mysql -u root -p
Enter password:
Welcome to the MySQL monitor.  Commands end with ; or \g.
Your MySQL connection id is 2
Server version: 5.0.45-Debian_1ubuntu3-log Debian etch distribution

Type 'help;' or '\h' for help. Type '\c' to clear the buffer.

mysql>
```

Figura 11-25. Inicio de sesión en MySQL por medio de consola.

Si prefiere, también es posible trabajar con un cliente gráfico, en el menú Aplicaciones/Programación se ha habilitado el lanzador para la herramienta MySQL Query Browser que fue instalado en pasos anteriores. Para conectar con el servidor. Sólo es necesario ingresar localhost en “Server Hostname”, root en el nombre de usuario y la contraseña que se configuró durante la instalación. Con ésta herramienta el usuario podrá interactuar con el servidor de bases de datos para realizar tareas como crear, borrar y respaldar casi cualquiera de los objetos disponible en MySQL como son bases de datos, tablas, disparadores, procedimientos almacenados, funciones, vistas, índices, reglas y otros.



Figura 11-26. Ingreso a MySQL con el software administrador.

11.3 SERVIDOR WEB APACHE 2.2.X CON SOPORTE PHP

El siguiente software necesario es un servidor web. Este debe tener la capacidad de resolver peticiones por protocolo http (Hypertext transfer protocol). El sistema

desarrollado ha sido escrito en lenguaje PHP, por lo tanto se requiere soporte para interpretar éste lenguaje. Se instalará Apache en su versión 2.2.x junto con un módulo de soporte para lenguaje PHP. En una sesión terminal ingrese los siguientes comandos:

1. Instalar Apache 2 ***sudo apt-get install apache2***

Esto instalará apache con su configuración por defecto, aún no hay soporte para PHP.

```

Archivo Editar Ver Terminal Ayuda
usersit@usersit-laptop:~$ sudo apt-get install apache2
Leyendo lista de paquetes... Hecho
Creando árbol de dependencias
Leyendo la información de estado... Hecho
Se instalarán los siguientes paquetes extras:
  apache2-mpm-worker apache2-utils apache2.2-common libapr1 libaprutil1
  libmysqlclient15off libpq5 mysql-common
Paquetes sugeridos:
  apache2-doc apache2-suexec apache2-suexec-custom
Se instalarán los siguientes paquetes NUEVOS:
  apache2 apache2-mpm-worker apache2-utils apache2.2-common libapr1
  libaprutil1 libmysqlclient15off libpq5 mysql-common
0 actualizados, 9 se instalarán, 0 para eliminar y 4 no actualizados.
Necesito descargar 3605kB de archivos.
Se utilizarán 10,3MB de espacio de disco adicional después de esta operación.
¿Desea continuar [S/n]?

```

Figura 11-27. Instalación de servidor web Apache2.

2. Instalar PHP con el comando ***sudo apt-get install php5***

3. Soporte para MySQL debe ser instalado con el siguiente comando:

sudo apt-get install php5-mysql libapache2-mod-auth-mysql

4. Reiniciar servidor Apache ***sudo /etc/init.d/apache2 restart***

```

Archivo Editar Ver Terminal Ayuda
usersit@usersit-laptop:~$ sudo /etc/init.d/apache2 restart
* Restarting web server apache2
apache2: Could not reliably determine the server's fully qualified domain name,
using 127.0.1.1 for ServerName
apache2: Could not reliably determine the server's fully qualified domain name,
using 127.0.1.1 for ServerName
[ OK ]
usersit@usersit-laptop:~$

```

Figura 11-28. Reinicio de servicio apache2.

Con los pasos anteriores se contará con un servidor web con soporte PHP tal como se requiere. El paso 4 muestra la forma de reiniciar el servidor, también puede hacer con la siguiente secuencia de comandos:

```
sudo /etc/init.d/apache2 stop (detiene el servicio apache2)  
sudo /etc/init.d/apache2 start (inicia el servicio apache2)
```

Para comprobar que el servidor está corriendo, puede escribir en la barra de direcciones de su navegador web <http://localhost>, debería mostrarse una pantalla similar a la siguiente imagen:

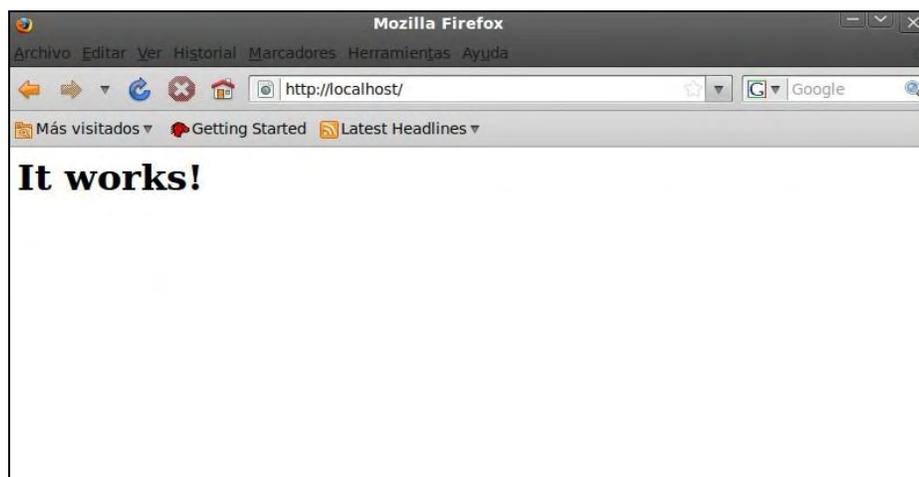


Figura 11-29. Confirmación del servicio apache corriendo perfectamente.

Para probar que el modulo PHP ha sido instalado correctamente puede escribir un pequeño script de prueba en este lenguaje. Con cualquier editor de texto escriba las siguientes sentencias en un fichero y guárdelo con el nombre info.php:

```
<?php  
phpinfo();  
?>
```

El fichero debe guardarlo en la carpeta `/var/www/` que es el directorio donde se almacenan los archivos que apache puede interpretar (el document root). La función `phpinfo()` que ha utilizado muestra la configuración que posee el modulo php. Puede ver esta configuración escribiendo en su navegador la dirección siguiente <http://localhost/info.php> y se le mostrará la siguiente pantalla:

| mysql | | |
|-------------------------|-----------------------------|--------------|
| MySQL Support | | enabled |
| Active Persistent Links | 0 | |
| Active Links | 0 | |
| Client API version | 5.0.75 | |
| MYSQL_MODULE_TYPE | external | |
| MYSQL_SOCKET | /var/run/mysqld/mysqld.sock | |
| MYSQL_INCLUDE | -I/usr/include/mysql | |
| MYSQL_LIBS | -L/usr/lib -lmysqlclient_r | |
| Directive | Local Value | Master Value |
| mysql.allow_persistent | On | On |
| mysql.connect_timeout | 60 | 60 |
| mysql.default_host | no value | no value |
| mysql.default_password | no value | no value |
| mysql.default_port | no value | no value |
| mysql.default_socket | no value | no value |
| mysql.default_user | no value | no value |
| mysql.max_links | Unlimited | Unlimited |

Figura 11-30. Detalle de configuración de módulo PHP en Apache.

La imagen anterior muestra, a propósito, la sección de información que muestra el soporte php para conexiones a bases de datos MySQL.

11.4 PASARELA DE MENSAJERÍA KANNEL

El siguiente elemento a instalar es la pasarela de mensajería la cual permite al sistema un método de acceso al centro de mensajería para envío de mensajes de texto. La versión de Kannel disponible actualmente es la 1.4.3, Ubuntu permite instalar ésta desde su programa gráfico gestor de paquete Synaptic o desde línea de comandos. Otra opción es descargar el paquete desde el sitio web de Kannel en www.kannel.org.

La instalación y configuración de Kannel se hará desde la línea de comandos. Escriba en una sesión terminal el siguiente comando:

```
apt-get install kannel
```

Tan sencillo como lo anterior, ya tiene un servidor Kannel que incluye una caja de control principal llamada BearerBox, una interfaz de mensajería corta o SMSBox y una pasarela wap o WapBox. La maravilla de Kannel es que permite a aplicaciones de terceros comunicarse con el centro de mensajería. De hecho esa es la razón por la cual se le denomina pasarela de mensajería, Kannel recibe peticiones en diversos protocolos, entre ellos, http. Ésta pasarela servirá para que el sistema se pueda

enviar SMS a los suscriptores. La figura siguiente muestra un pequeño esquema del funcionamiento que se pretende implementar.

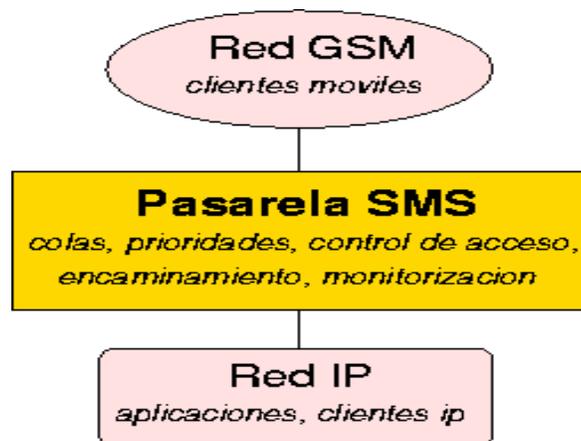


Figura 11-31. Funcionamiento esquematizado de Kannel en el sistema.

Instalado Kannel, es necesario que se realice el proceso de configuración de las cajas que se han mencionado, o al menos de las que se desea utilizar. En este caso se requiere únicamente la configuración de la BearerBox y la SMSBox. Las tres cajas han sido instaladas por defecto, pero se usan para el sistema sólo 2, el siguiente esquema muestra la configuración que se pretende.

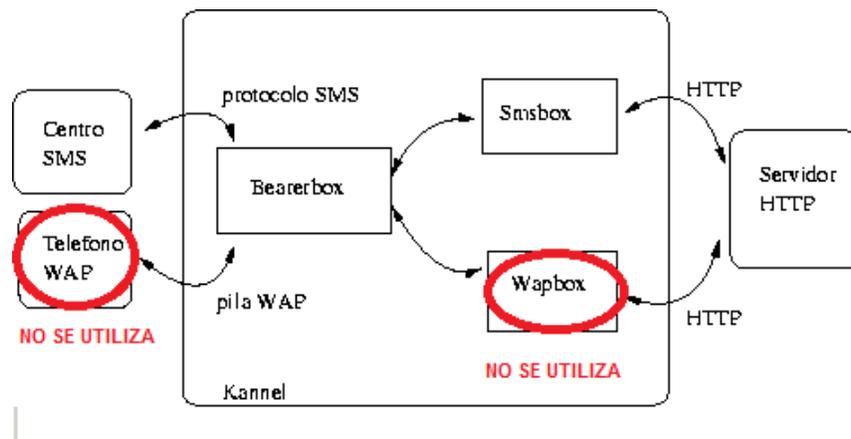


Figura 11-32. Cajas de Kannel a utilizar en el sistema.

La configuración se realiza a través de archivos. En éste caso únicamente se configurará la caja SMS por lo que debe abrir en un editor de texto (gedit, vi, nano) el archivo `smskannel.conf` el cual puede encontrarlo en la siguiente ruta:

/etc/kannelsms/smskannel.conf

El archivo contiene grupos o secciones de configuración que serán leídas por el demonio en el momento del arranque de cada caja. La BearerBox toma su configuración de la sección "core" group. A continuación verá los detalles de ésta sección:

```
group = core  
admin-port = 13000  
smsbox-port = 13001  
admin-password = bar  
#log-file = "/tmp/kannel.log"  
#log-level = 0  
box-deny-ip = " *.*.*"  
box-allow-ip = "127.0.0.1"
```

Interesa en ésta sección la contraseña de administrador, debe cambiarla a su discreción, en este manual se dejará la configuración por defecto. La siguiente sección de interés es la sección del centro de mensajería o smsc group:

```
group = smsc  
smsc = at  
modemtype = auto  
device=/dev/ttyS0  
my-number = 50378935365  
connect-allow-ip = 127.0.0.1  
log-level = 0
```

De la sección anterior, es de suma importancia configurar el puerto en el cual se ha instalado el modem y el número de teléfono de la SIMCARD que posee. Para ésta plataforma es posible alcanzar un centro de mensajería por conexiones IP, específicamente protocolo SMPP o por un modem GSM. Actualmente, la mayoría de teléfonos celulares en el mercado poseen uno de fábrica, por lo tanto puede usarse casi cualquier equipo. Para éste caso se ha usado un modelo i637 de la marca Samsung, pero puede usar otro que tenga disponible. El archivo módems.conf posee

configuraciones por defecto con las cuales Kannel “comprende” como utilizar los dispositivos, en caso que una marca o modelo no se encuentre, debe buscar la información en la página de Kannel o en el sitio web del fabricante del teléfono.

Ahora debe configurar las opciones de envío de mensajes donde configurará el puerto de envío/recepción de mensajes del SMSBox, ésta sección es la llamada smsbox group:

group = smsbox

bearerbox-host = 127.0.0.1

sendsms-port = 13013

global-sender = 123123123123

log-level = 0

Interesa en ésta sección que se ingrese la dirección IP donde se encuentra funcionando la bearerbox, en éste caso es la misma ya que el servidor ha sido instalado para manejar las cajas en un solo equipo. El otro parámetro es el puerto por el cual se recibirán o enviarán mensajes a la bearerbox. Recuerde que la bearerbox es quien posee la conexión física con el módem.

El siguiente paso es la configuración del usuario y contraseña para acceder vía http a Kannel por el sistema, esto se configura en la sección Sendsms group.

group = sendsms-user

username = tester

password = foobar

concatenation= true

max-messages = 10

el usuario y contraseña ya han sido configurados, solamente faltará configurar la sección sms-service group. En ésta se le indica a Kannel como recibirá las peticiones por el protocolo http.

group = sms-service

keyword =

keyword-regex = .*

catch-all = yes

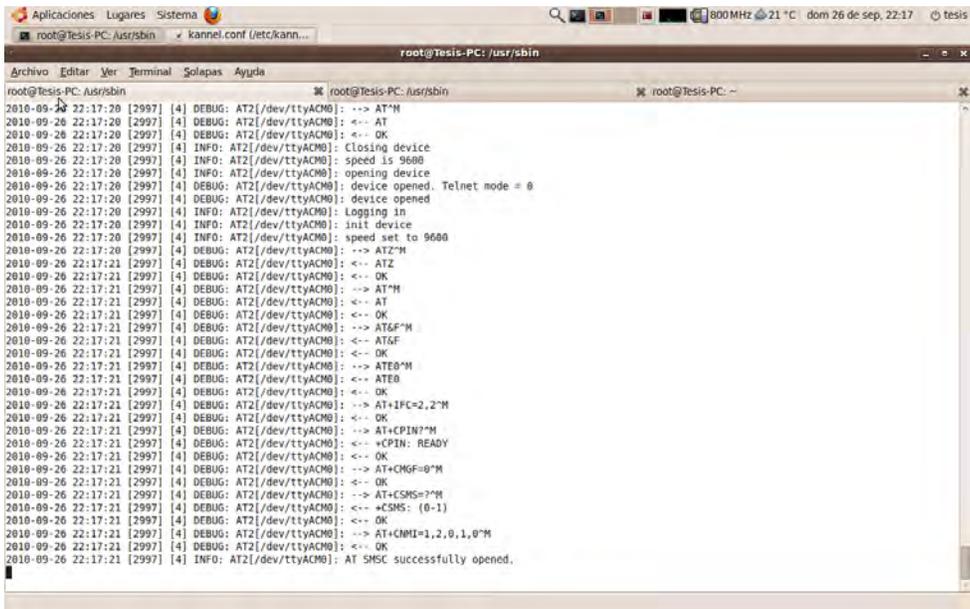
`max-messages = 0`

`get-url = "http://localhost/sms?phone=%p&text=%a"`

El parámetro `get.url` le indica a dirección por la cual esperaría peticiones http y el set de parámetros que espera. De ésta manera que posee su pasarela Kannel instalada y configurada.

Cuando se instala Kannel, el demonio/servicio está listo para funcionar, lo único que requiere es que se le brinden los lineamientos de funcionamiento; eso es lo que se ha configurado en ésta sección, solamente falta los comandos que inicien los servicio, esto es las cajas `bearerbox` y `smsbox` tomando la configuración definida en el archivo recién editado `smskannel.conf`. Ejecute en una sesión terminal el siguiente comando:

`sbin/bearerbox -v 0 smskannel.conf & (iniciar la bearer box)`



```

root@Tesis-PC: /usr/sbin
root@Tesis-PC: /usr/sbin
root@Tesis-PC: /usr/sbin
2010-09-26 22:17:20 [2997] [4] DEBUG: AT2[/dev/ttyACM0]: --> AT^M
2010-09-26 22:17:20 [2997] [4] DEBUG: AT2[/dev/ttyACM0]: <-- AT
2010-09-26 22:17:20 [2997] [4] DEBUG: AT2[/dev/ttyACM0]: <-- OK
2010-09-26 22:17:20 [2997] [4] INFO: AT2[/dev/ttyACM0]: Closing device
2010-09-26 22:17:20 [2997] [4] INFO: AT2[/dev/ttyACM0]: speed is 9600
2010-09-26 22:17:20 [2997] [4] INFO: AT2[/dev/ttyACM0]: opening device
2010-09-26 22:17:20 [2997] [4] DEBUG: AT2[/dev/ttyACM0]: device opened. Telnet mode = 0
2010-09-26 22:17:20 [2997] [4] DEBUG: AT2[/dev/ttyACM0]: device opened
2010-09-26 22:17:20 [2997] [4] INFO: AT2[/dev/ttyACM0]: Logging in
2010-09-26 22:17:20 [2997] [4] INFO: AT2[/dev/ttyACM0]: init device
2010-09-26 22:17:20 [2997] [4] INFO: AT2[/dev/ttyACM0]: speed set to 9600
2010-09-26 22:17:20 [2997] [4] DEBUG: AT2[/dev/ttyACM0]: --> ATZ^M
2010-09-26 22:17:21 [2997] [4] DEBUG: AT2[/dev/ttyACM0]: <-- ATZ
2010-09-26 22:17:21 [2997] [4] DEBUG: AT2[/dev/ttyACM0]: <-- OK
2010-09-26 22:17:21 [2997] [4] DEBUG: AT2[/dev/ttyACM0]: --> AT^M
2010-09-26 22:17:21 [2997] [4] DEBUG: AT2[/dev/ttyACM0]: <-- AT
2010-09-26 22:17:21 [2997] [4] DEBUG: AT2[/dev/ttyACM0]: <-- OK
2010-09-26 22:17:21 [2997] [4] DEBUG: AT2[/dev/ttyACM0]: --> AT&F^M
2010-09-26 22:17:21 [2997] [4] DEBUG: AT2[/dev/ttyACM0]: <-- AT&F
2010-09-26 22:17:21 [2997] [4] DEBUG: AT2[/dev/ttyACM0]: <-- OK
2010-09-26 22:17:21 [2997] [4] DEBUG: AT2[/dev/ttyACM0]: --> ATE0^M
2010-09-26 22:17:21 [2997] [4] DEBUG: AT2[/dev/ttyACM0]: <-- ATE0
2010-09-26 22:17:21 [2997] [4] DEBUG: AT2[/dev/ttyACM0]: <-- OK
2010-09-26 22:17:21 [2997] [4] DEBUG: AT2[/dev/ttyACM0]: --> AT+IFC=2,2^M
2010-09-26 22:17:21 [2997] [4] DEBUG: AT2[/dev/ttyACM0]: <-- OK
2010-09-26 22:17:21 [2997] [4] DEBUG: AT2[/dev/ttyACM0]: --> AT+CPIN?^M
2010-09-26 22:17:21 [2997] [4] DEBUG: AT2[/dev/ttyACM0]: <-- +CPIN: READY
2010-09-26 22:17:21 [2997] [4] DEBUG: AT2[/dev/ttyACM0]: <-- OK
2010-09-26 22:17:21 [2997] [4] DEBUG: AT2[/dev/ttyACM0]: --> AT+CHGF=0^M
2010-09-26 22:17:21 [2997] [4] DEBUG: AT2[/dev/ttyACM0]: <-- OK
2010-09-26 22:17:21 [2997] [4] DEBUG: AT2[/dev/ttyACM0]: --> AT+CSMS=?^M
2010-09-26 22:17:21 [2997] [4] DEBUG: AT2[/dev/ttyACM0]: <-- +CSMS: (0-1)
2010-09-26 22:17:21 [2997] [4] DEBUG: AT2[/dev/ttyACM0]: <-- OK
2010-09-26 22:17:21 [2997] [4] DEBUG: AT2[/dev/ttyACM0]: --> AT+CHMI=1,2,0,1,0^M
2010-09-26 22:17:21 [2997] [4] DEBUG: AT2[/dev/ttyACM0]: <-- OK
2010-09-26 22:17:21 [2997] [4] INFO: AT2[/dev/ttyACM0]: AT SMSC successfully opened.

```

Figura 11-33. Kannel Bearer box en funcionamiento..

Ahora ejecute el siguiente comando en una sesión de terminal diferente para iniciar la `smsbox`:

`# sbin/smsbox -v 0 smskannel.conf &`



```

root@Tesis-PC: /usr/sbin # ./smsbox /etc/kannel/kannel.conf
2010-09-26 22:18:11 [3029] [0] INFO: Debug lvl = -1, log_file = <none>, log_lvl = 0
2010-09-26 22:18:11 [3029] [0] DEBUG: Kannel smsbox version '1.4.3'.
Build 'Feb 14 2009 16:26:23', compiler '4.3.3'.
System Linux, release 2.6.31-22-generic, version #65-Ubuntu SMP Thu Sep 16 15:48:58 UTC 2010, machine i686.
Hostname Tesis-PC, IP 127.0.1.1.
Libxml version 2.6.32.
Using OpenSSL 0.9.8g 19 Oct 2007.
Compiled with MySQL 5.0.75, using MySQL 5.0.83.
Using native malloc.

2010-09-26 22:18:11 [3029] [0] INFO: Starting to log to file /tmp/smsbox.log level 0
2010-09-26 22:18:11 [3029] [0] INFO: Added logfile /tmp/smsbox.log with level '0'.
2010-09-26 22:18:11 [3029] [0] INFO: HTTP: Opening server at port 13020.
2010-09-26 22:18:11 [3029] [0] DEBUG: Started thread 1 (gwlib/fdset.c:poller)
2010-09-26 22:18:11 [3029] [0] DEBUG: Started thread 2 (gwlib/http.c:server_thread)
2010-09-26 22:18:11 [3029] [0] INFO: Set up send sms service at port 13020
2010-09-26 22:18:11 [3029] [0] DEBUG: Started thread 3 (gw/smsbox.c:sendsms_thread)
2010-09-26 22:18:11 [3029] [0] DEBUG: -----
2010-09-26 22:18:11 [3029] [0] DEBUG: Kannel smsbox version 1.4.3 starting
2010-09-26 22:18:11 [3029] [0] DEBUG: dumping group (sendsms-user):
2010-09-26 22:18:11 [3029] [0] DEBUG: <group> = <sendsms-user>
2010-09-26 22:18:11 [3029] [0] DEBUG: <username> = <tester>
2010-09-26 22:18:11 [3029] [0] DEBUG: <password> = <foobar>
2010-09-26 22:18:11 [3029] [0] DEBUG: Started thread 4 (gw/smsbox.c:obey_request_thread)
2010-09-26 22:18:11 [3029] [0] DEBUG: Started thread 5 (gw/smsbox.c:url_result_thread)
2010-09-26 22:18:11 [3029] [0] DEBUG: Started thread 6 (gw/smsbox.c:http_queue_thread)
2010-09-26 22:18:11 [3029] [1] DEBUG: Thread 1 (gwlib/fdset.c:poller) maps to pid 3029.
2010-09-26 22:18:11 [3029] [5] DEBUG: Thread 5 (gw/smsbox.c:url_result_thread) maps to pid 3029.
2010-09-26 22:18:11 [3029] [6] DEBUG: Thread 6 (gw/smsbox.c:http_queue_thread) maps to pid 3029.
2010-09-26 22:18:11 [3029] [3] DEBUG: Thread 3 (gw/smsbox.c:sendsms_thread) maps to pid 3029.
2010-09-26 22:18:11 [3029] [2] DEBUG: Thread 2 (gwlib/http.c:server_thread) maps to pid 3029.
2010-09-26 22:18:11 [3029] [4] DEBUG: Thread 4 (gw/smsbox.c:obey_request_thread) maps to pid 3029.
2010-09-26 22:18:11 [3029] [0] INFO: Connected to bearerbox at localhost port 13002.
2010-09-26 22:18:11 [3029] [0] DEBUG: Started thread 7 (gw/heartbeat.c:heartbeat_thread)
2010-09-26 22:18:11 [3029] [7] DEBUG: Thread 7 (gw/heartbeat.c:heartbeat_thread) maps to pid 3029.

```

Figura 11-34. Kannel Smsbox en funcionamiento.

Las cajas están corriendo perfectamente, solo resta enviar un mensaje de prueba para corroborar el funcionamiento. Digite en su navegador la siguiente dirección para enviar un mensaje a través de Kannel vía http:

<http://localhost/cgi-bin/sendsms?username=tester&password=foobar&from=50378935365&to=50378935365&text=hola mundo>

Obtendrá en su navegador una respuesta de Kannel similar a la que se muestra en la siguiente figura:

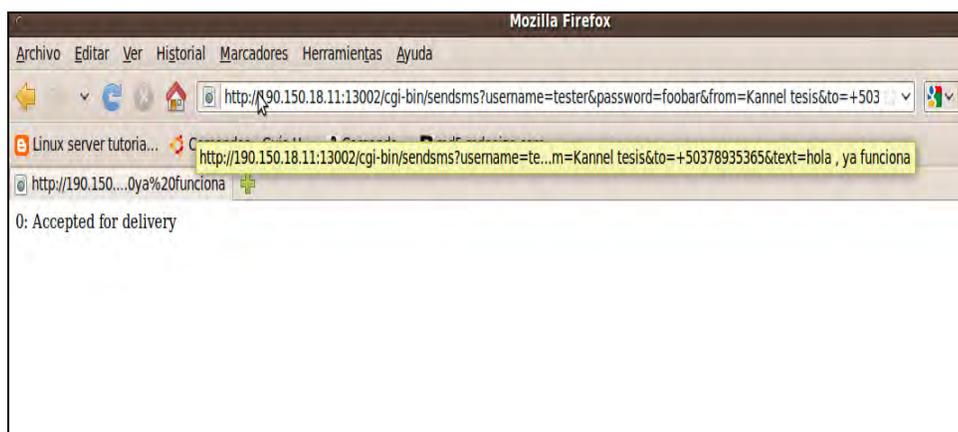


Figura 11-35. Confirmación de entrega de mensaje por Kannel.

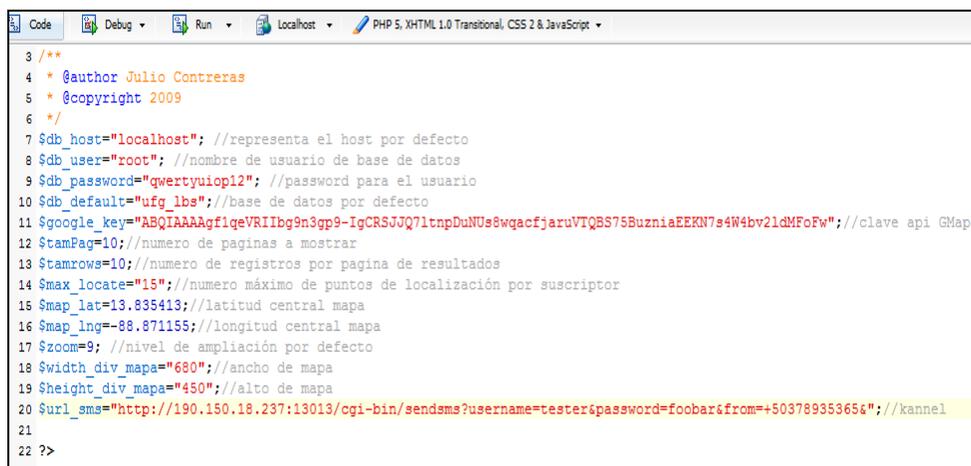
Con esto confirmará que Kannel está funcionando. Ya está listo para proseguir al siguiente paso que es la instalación del sistema en su servidor.

11.5 INSTALACIÓN DEL SISTEMA PROTOTIPO

En el capítulo anterior se ha descrito los pasos para la instalación del entorno que el sistema requiere para su correcto funcionamiento. Lo que sigue es el montaje del sistema en éste entorno.

La *Aplicación basada en software para la ubicación en un área geográfica de teléfonos móviles utilizando servicios básicos de localización LBS* ha sido desarrollada en un lenguaje de scripting llamado PHP, solo debe copiar la carpeta contenedora del sistema en el directorio **Documentroot** de apache, esto es en el **/var/www/httdocs**. La ventaja es que todo el sistema se encuentra en una única carpeta, no tiene requerimientos o librerías externas.

Inmediatamente después de copiar la carpeta, con un editor de texto (gedit, nano,vi) abra el fichero de configuración del sistema definiciones.php. El archivo contiene los parámetros que el sistema utiliza para conectarse a la base de datos, establecer una sesión con la API de Google Maps, la dirección de envío de mensajes hacia la pasarela Kannel, las coordenadas iniciales para centrar los mapas y su nivel de ampliación (zoom) y paginación de resultados de consultas.



```

3 /**
4  * @author Julio Contreras
5  * @copyright 2009
6  */
7 $db_host="localhost"; //representa el host por defecto
8 $db_user="root"; //nombre de usuario de base de datos
9 $db_password="qwertyuiop12"; //password para el usuario
10 $db_default="ufg_lbs"; //base de datos por defecto
11 $google_key="ABQIAAAAgflqeVRIIbg9n3gp9-IgCRSJjQ7ltnpDuNUs8wqacfjaruVTQBS75BuzniaEeKN7s4W4bv2ldMfoFw"; //clave api GMaps
12 $tamPag=10; //numero de paginas a mostrar
13 $tamrows=10; //numero de registros por pagina de resultados
14 $max_locate="15"; //numero máximo de puntos de localización por suscriptor
15 $map_lat=13.835413; //latitud central mapa
16 $map_lng=-88.871155; //longitud central mapa
17 $zoom=9; //nivel de ampliación por defecto
18 $width_div_mapa="680"; //ancho de mapa
19 $height_div_mapa="450"; //alto de mapa
20 $url_sms="http://190.150.18.237:13013/cgi-bin/sendsms?username=tester&password=foobar&from="+503789353656"; //kannel
21
22 ?>

```

Figura 11-36. Archivo de configuración del sistema.

Cada uno de los parámetros posee un breve comentario que indica la razón de su existencia en el archivo. Usted solamente necesita configurar los datos para conexión con la base de datos de acuerdo a lo que haya establecido en la instalación de ésta. En la imagen 2-1 se muestra la dirección del servidor como **localhost**, en el caso que MySQL se encuentre en un servidor externo, ingrese la dirección ip del equipo correspondiente. El usuario y la contraseña deben ser sustituidos por los que se configuraron durante la instalación del gestor.

El último parámetro que debe modificar es la clave de acceso a la API de Google Maps. Google provee éste servicio de manera gratuita, sin embargo requiere registro de sus datos para brindar una contraseña por dirección del sitio o página web donde se utilizará el servicio. La clave que se muestra en el archivo de definiciones ha sido obtenida específicamente para ser usada en una dirección local. Obtenga su propia contraseña ingresando a la siguiente dirección <http://code.google.com/intl/es-AR/apis/maps/signup.html> y sustituya el valor en el archivo de configuración.

Si ya tiene configurado el fichero definiciones, proceda a ejecutar el script `ufg_lbs.sql` mediante el cual se creará la base de datos del sistema. El script creará todos los objetos necesarios y un único usuario para administración inicial. Abra una sesión en el cliente MySQL Administrator y ejecute la restauración de la base de datos (`ufg_lbs.sql`)

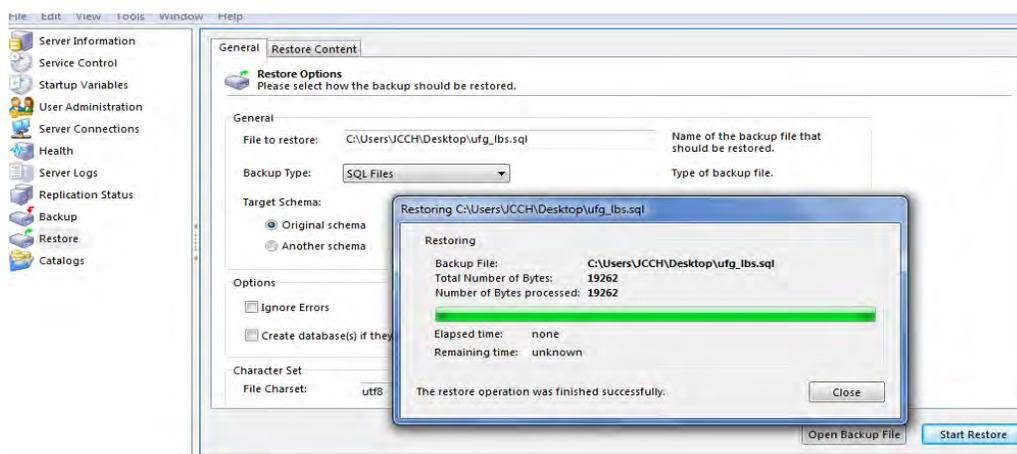


Figura 11-37. Restauración de la base de datos.

La ejecución de la restauración anterior creó la base de datos, ahora ya puede probar el correcto funcionamiento del sistema. Inicie una sesión en éste con el usuario de administración por defecto incluido.

Usuario: admin Contraseña: admin

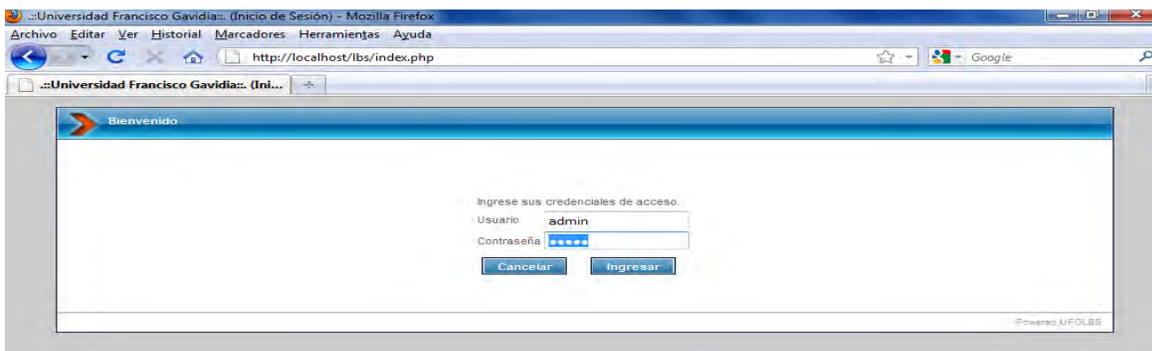


Figura 11-38. Pantalla de ingreso al sistema.

El proceso de autenticación se realizará contra los datos almacenados en la base de datos, inmediata el sistema permitirá el acceso al menú principal.

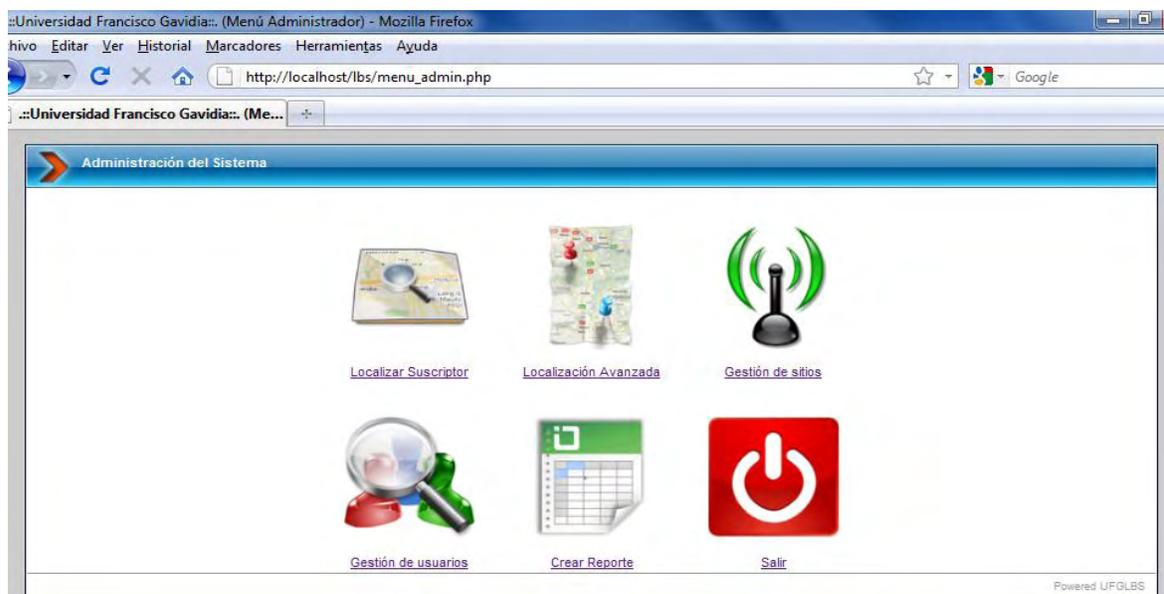


Figura 11-39. Menú principal del sistema.

Con esto se concluye el proceso de instalación, felicitaciones por haber concluido con el objetivo de éste documento: **¡El sistema está funcionando!**