UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍAS

CARRERA:
INGENIERÍA EN SISTEMAS

Tesis previa a la obtención del Título de
Ingeniero en Sistemas con mención en Telemática

TEMA:

"Diseño, Desarrollo e Implementación de un Sistema Experto e Integrado de Telemedicina orientado a servicios, para monitorear y controlar la Presión Arterial en tiempo real utilizando Bluetooth y la infraestructura de la red de telefonía móvil celular."

AUTORES:

Juan Carlos Blum
José Ricardo Sumba

DIRECTOR:

Ing. Raúl Álvarez

Guayaquil, 2011

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Los conceptos desarrollados, análisis realizados y las conclusiones del presente proyecto, son de exclusiva responsabilidad de los autores, y el patrimonio intelectual le pertenece a la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 24 de Enero del 2011

f..... f .....

Juan Carlos Blum José Ricardo Sumba

D E D I C A T O R I A

Todo logro en la vida es la finalización de una etapa de esta, la obtención de este título es la finalización de mi etapa universitaria, pero en todo proceso existen personas que influyen directa o indirectamente, estas persona son aquellas que tienen un significado muy especial en nuestros corazones.

Esas personas especiales son mi papá Juan Carlos Blum, mi mamá Estrella Santos y mi hermano Carlos Blum, mi familia, mis amigos incondicionales, las personas importantes en mi vida, a ellos mis profundos agradecimientos porque fueron mis guías y apoyo incondicional en todo momento de esta etapa, pero sobre todo gracias a Dios que me bendijo con la oportunidad de desarrollarme profesionalmente, que me dio vida para continuar con mis objetivos y metas, para ustedes mis éxitos y logros.

Gracias, ya estoy listo para los próximos retos, no les temo, tengo a Dios y a mi familia de mi lado, los amo.

Juan Carlos.

D E D I C A T O R I A

A Dios que me acompaña cada día de mi vida y sobre todo en los momentos más difíciles de mi vida, solo con la ayuda de dios he logrado no desfallecer para poder alcanzar las metas que me he propuesto y solo con dios podré seguir adelante en los nuevos retos que me pondrá la vida.

Agradezco a mis padres que siempre estuvieron presentes en todo momento durante mi carrera, gracias por sus consejos, apoyo y compresión que fueron de muchísima ayuda para mi vida estudiantil, A mi hermano Nicolás que me ayudo con su experiencia y ánimos.

Agradezco a la Universidad y a todo el personal docente que me fueron capacitando cada año durante la carrera, estoy muy orgulloso y contento de haber estudiado en esta universidad, y en ella haberme convertido en un profesional.

Ricardo

Índice de Contenido

CAPÍTULO I 1

1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN 1
1.1. Antecedentes de la investigación 1
1.2. Problema de investigación 2
1.2.1. Planteamiento del problema 2
1.2.2. Formulación del problema de investigación 2
1.2.3. Sistematización del problema de investigación 2
1.3. Objetivos de la investigación 3
1.3.1. Objetivo general 3
1.3.2. Objetivos específicos 3
1.4. Justificación de la investigación 4
1.5. Marco de referencia de la investigación 8
1.5.1. Marco teórico 8
1.5.1.1. Telemedicina 8
1.5.1.2. Sistemas expertos de tipo probabilístico 9
1.5.1.3. Probabilidad condicional 10
1.5.1.4. Presión Arterial 11
1.5.1.5. Métodos para medir la presión arterial 12
1.5.1.5.1. Medición invasiva 12
1.5.1.5.2. Métodos de palpación 13
1.5.1.5.3. Método palpatorio o de Riva-Rocci. 14
1.5.1.5.4. Método auscultatorio de Korotkow 14
1.5.1.5.5. Método oscilométrico 15
1.5.1.6. Hipotensión arterial 17
1.5.1.7. Hipertensión arterial 17
1.5.1.8. Causas 18
1.5.1.9. Diagnóstico 20
1.5.1.10. Tratamientos 20
1.5.1.11. Población hipertensa de Alto Riesgo 23
1.5.1.12. Cifra de medición de la hipertensión 23
1.5.1.13. Microcontrolador (PIC) 24
1.5.1.14. Medidores de Presión Arterial 25
1.5.1.15. Móviles 25
1.5.1.16. GPRS 26
1.5.1.17. EDGE 30
1.5.1.18. Bluetooth 33
1.5.1.19. SMS 37
1.5.1.20. Comandos AT 37
1.5.1.20.1. Notación de los comandos AT 39
1.5.1.20.2. Comandos AT para gestión SMS 40

1.5.1.21. Herramientas de Desarrollo 43
1.5.1.21.1. J2ME 43
1.5.1.21.2. ASP.NET 44
1.5.1.21.3. Aplicaciones web 45
1.5.1.21.4. Servicios web 46
1.5.1.21.5. XML 48
1.5.1.21.6. SOA (Arquitectura orientada a servicios) 49
1.5.1.21.7. AJAX 53
1.5.1.21.8. SQL Server 55
1.5.2. Marco conceptual 56
1.6. Formulación de la hipótesis y variables 61
1.6.1. Hipótesis general 61
1.6.2. Hipótesis particulares 62
1.6.3. Matriz Causa – Efecto 63
1.6.4. Variables 64
1.7. Aspectos metodológicos de la investigación 64
1.7.1. Tipo de estudio 64
1.7.2. Métodos de Investigación 65
1.7.3. Técnica de coordinación y comunicación 66
1.7.4. Metodología de Desarrollo del Software 67
1.7.5. Metodología de Planificación e Implementación del Servicio 68

CAPITULO II 71

2. INVESTIGACION Y ANALISIS DEL PROBLEMA 71
2.1. Estudio de la situación en Guayaquil 71
2.1.1. Análisis de la presión alta, baja y factores de riesgo 72
2.1.1.1. Presión Arterial Alta 72
2.1.1.2. Presión Arterial baja 72
2.1.1.3. Causas 73
2.1.1.4. Factores de Riesgo 74
2.1.1.5. Picos de Presión 74
2.1.1.6. Interpretación de las lecturas de la presión arterial 74
2.2. Diagnóstico 75
2.3. Análisis de la solución tecnológica 77

CAPÍTULO III 78

3. ANALISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA EXPERTO DE TELEMEDICINA 78
3.1. Modelos de Análisis 78
3.1.1. Diagramas de Actividad 78
3.1.2. Diagramas de Contexto 82
3.1.3. Diagrama de Despliegue del Software 84
3.1.4. Diagramas de Casos de Uso 85
3.1.5. Diagrama de Clases 88
3.1.6. Diseño Arquitectónico 95

3.1.6.1. Descripción general de la arquitectura ... 97
3.1.6.2. Entidades de Negocio ... 99
3.1.6.3. Mensajes ... 101
3.1.6.4. Utilerías Comunes ... 102
3.1.6.5. Interfaz de Usuario ... 103
3.1.6.6. Adaptadores de Interfaz de Usuario ... 106
3.1.6.7. Proxys ... 108
3.1.6.8. Servicios web ... 108
3.1.6.9. Acciones de Negocio ... 111
3.1.6.10. Acceso a Datos ... 114
3.2. Modelo Entidad-Relación ... 119
3.2.1. Esquema Sistema ... 119
3.2.2. Esquema Seguridad ... 120
3.2.3. Esquema Telemedicina ... 121
3.2.4. Esquema Experto ... 122
3.3. Diccionario de datos ... 123
3.4. Elementos del Sistema de Telemedicina ... 142
3.4.1. Medidor de Presión Arterial ... 142
3.4.1.1. Descripción general del medidor ... 142
3.4.1.2. Estructura del medidor ... 142
3.4.1.3. Diagrama esquemático del circuito impreso ... 147
3.4.1.4. Diagrama del circuito impreso ... 148
3.4.1.5. Vista en 3D del circuito ... 149
3.4.2. Módulo celular para comunicación Bluetooth y envío SMS ... 150
3.4.2.1. Descripción general de la aplicación ... 150
3.4.2.2. Clases e Interfaces para la comunicación BT ... 151
3.4.2.3. Wireless Message API ... 153
3.4.2.4. Almacenamiento ... 154
3.4.2.5. Diseño ... 156
3.4.2.6. Seguridad ... 158
3.4.2.7. Requerimientos mínimos ... 159
3.4.2.8. Implementación ... 160
3.4.3. Módulo de envío y recepción de SMS (MER-SMS) ... 161
3.4.3.1. Descripción general de la aplicación ... 161
3.4.3.2. Definición de estándar para la trama del SMS entre el MBT y MER-SMS ... 162
3.4.3.3. Esquema general del módulo MER-SMS ... 163
3.4.3.4. Diseño Modulo de Envió y Recepción de Mensajes SMS ... 164
3.4.4. Sistema experto de Telemedicina ... 166
3.4.4.1. Administración del Sistema ... 166
3.4.4.2. Portal de los Familiares ... 167
3.4.4.3. Registro de Pacientes ... 168
3.4.4.4. Motor de Inferencia ... 168
3.4.4.5. Base de Conocimientos ... 170
3.4.4.6. Resultados del Sistema Experto ... 170
3.5. Objetos de Base de Datos ... 173

3.5.1. Procedimientos de Administración 173
3.5.1.1. Registro de Pacientes 173
3.5.1.2. Registro de Conocimiento 178
3.5.2. Procedimientos de Consulta 183
3.5.3. Procedimientos de Inferencia 187
3.5.3.1. Inferencia de Mejor Medicamento 187
3.5.3.2. Inferencia de Picos de Presión 190
3.5.4. Job de Alerta por Medicación 192

CONCLUSIONES 197

RECOMENDACIONES 198

BIBLIOGRAFIA 199

ANEXOS 202

1. MANUAL DE USUARIO DEL SISTEMA EXPERTO DE TELEMEDICINA. 203
2. MANUAL DE USUARIO DEL MODULO MBT 225
3. MANUAL DE USUARIO DEL MODULO MER-SMS. 229
4. IDENTIFICACIÓN DE COM ASIGNADO A MODEM GSM. 234
5. ENTREVISTAS A MÉDICOS. 236
6. DATASHEET DEL PIC 16F877. 244

Índice de Tablas

CAPÍTULO I 1

Tabla 1.1: Causas de Mortalidad Masculina 2008. 5
Tabla 1.2: Causas de Mortalidad Femenina 2008. 6
Tabla 1.3: Causas de Mortalidad General 2008. 7
Tabla 1.4: Lecturas de la presión arterial. 24
Tabla 1.5: Estándar de transmisión bluetooth. 34
Tabla 1.6: Matriz Causa – Efecto. 63
Tabla 1.7: Variables. 64
Tabla 1.8: Mecanismos de comunicación. 67

CAPITULO II 71

Tabla 2.1: Estratificación del riesgo. 74
Tabla 2.2: Interpretación de las lecturas de la presión arterial. 75

CAPÍTULO III 78

Tabla 3.1: Diccionario de datos de la tabla 'Accion'. 123
Tabla 3.2: Diccionario de datos de la tabla 'CampoEstudio'. 123
Tabla 3.3: Diccionario de datos de la tabla 'Caracteristica'. 124
Tabla 3.4: Diccionario de datos de la tabla 'Conocimiento'. 124
Tabla 3.5: Diccionario de datos de la tabla 'ConocimientoItem'. 125
Tabla 3.6: Diccionario de datos de la tabla 'DistibucionPolitica'. 125
Tabla 3.7: Diccionario de datos de la tabla 'Empresa'. 126
Tabla 3.8: Diccionario de datos de la tabla 'Enfermedad'. 126
Tabla 3.9: Diccionario de datos de la tabla 'Familiar'. 127
Tabla 3.10: Diccionario de datos de la tabla 'HoraMedicionPresion'. 128
Tabla 3.11: Diccionario de datos de la tabla 'Lectura'. 128
Tabla 3.12: Diccionario de datos de la tabla 'LogError'. 129
Tabla 3.13: Diccionario de datos de la tabla 'LogModem'. 129
Tabla 3.14: Diccionario de datos de la tabla 'Medicamento'. 130
Tabla 3.15: Diccionario de datos de la tabla 'Medico'. 130
Tabla 3.16: Diccionario de datos de la tabla 'Mensaje'. 131
Tabla 3.17: Diccionario de datos de la tabla 'MensajeDestinatario'. 131
Tabla 3.18: Diccionario de datos de la tabla 'NivelPresion'. 132
Tabla 3.19: Diccionario de datos de la tabla 'Opcion'. 132
Tabla 3.20: Diccionario de datos de la tabla 'OpcionAccion'. 133
Tabla 3.21: Diccionario de datos de la tabla 'Paciente'. 134

Tabla 3.22: Diccionario de datos de la tabla ‘PacienteCaracteristica’. 135
Tabla 3.23: Diccionario de datos de la tabla ‘PacienteEnfermedad’. 135
Tabla 3.24: Diccionario de datos de la tabla ‘PacienteSintoma’. 136
Tabla 3.25: Diccionario de datos de la tabla ‘Raza’. 136
Tabla 3.26: Diccionario de datos de la tabla ‘Receta’. 137
Tabla 3.27: Diccionario de datos de la tabla ‘Rol’. 137
Tabla 3.28: Diccionario de datos de la tabla ‘RolPermiso’. 138
Tabla 3.29: Diccionario de datos de la tabla ‘Sintoma’. 138
Tabla 3.30: Diccionario de datos de la tabla ‘TipoMensaje’. 139
Tabla 3.31: Diccionario de datos de la tabla ‘TipoParentesco’. 139
Tabla 3.32: Diccionario de datos de la tabla ‘Usuario’ 140
Tabla 3.33: Diccionario de datos de la tabla ‘UsuarioRol’. 141
Tabla 3.34: Requerimientos mínimos. 159
Tabla 3.35: Componentes motor de inferencia. 170

Índice de Figuras

CAPÍTULO I 1

Figura 1.1: Datos Mundiales relacionados con la presión Arterial. 4
Figura 1.2: Servicios Comunes de Telemedicina. 8
Figura 1.3: Proceso general para la construcción de un sistema experto basado en probabilidades. 11
Figura 1.4: Curva de presión arterial relacionada con el sonido. 15
Figura 1.5: Oscilaciones arteriales. 16
Figura 1.6: Tensiómetro. 25
Figura 1.7: Teléfono Celular 26
Figura 1.8: Símbolo del Bluetooth. 33
Figura 1.9: Datagrama Bluetooth. 35
Figura 1.10: Piconets. 36
Figura 1.11: Petición comando AT. 39
Figura 1.12: Respuesta correcta comando AT. 39
Figura 1.13: Respuesta incorrecta comando AT. 39
Figura 1.14: Aplicaciones Móviles en Java. 43
Figura 1.15: Arquitectura J2ME. 43
Figura 1.16: Esquema de trabajo de ASP. 44
Figura 1.17: Esquema general de las tecnologías Web. 45
Figura 1.18: Esquema de trabajo de los servicios web. 47
Figura 1.19: Símbolo del lenguaje XML. 48
Figura 1.20: Aplicación de la técnica de coordinación. 66
Figura 1.21: Aplicación de ciclo de vida del software en espiral. 68
Figura 1.22: Aplicación de ciclo de vida del software en espiral. 69

CAPITULO II 71

CAPÍTULO III 78

Figura 3.1: Diagrama de Actividad para la función de lectura de la presión arterial. 78
Figura 3.2: Diagrama de Actividad para la función de consulta de lectura de la presión. 79
Figura 3.3: Diagrama de Actividad para la función de alertas. 80
Figura 3.4: Diagrama de Actividad para la generación de diagnósticos. 81
Figura 3.5: Diagrama de contexto del sistema experto de telemedicina. 82
Figura 3.6: Diagrama de contexto del tensiómetro digital. 82
Figura 3.7: Diagrama de contexto del motor de inferencia. 83
Figura 3.8: Diagrama de contexto del modem SMS. 83
Figura 3.9: Diagrama de despliegue de hardware. 84

Figura 3.10: Diagrama de casos de uso del portal web. 85
Figura 3.11: Diagrama de casos de uso de envío de sms. 85
Figura 3.12: Diagrama de casos de uso de doctor del sistema de telemedicina. 86
Figura 3.13: Diagrama de casos de uso de administrador del sistema de telemedicina. 87
Figura 3.14: Diagrama de clases “Entidades” 88
Figura 3.15: Diagrama de clases “ServicioSMS”. 89
Figura 3.16: Diagrama de clases “ServiciosWeb”. 90
Figura 3.17: Diagrama de clases “Contratos”. 91
Figura 3.18: Diagrama de clases “Negocio”. 92
Figura 3.19: Diagrama de clases “Acceso a Datos” 93
Figura 3.20: Diagrama de clases “Adaptadora” 94
Figura 3.21: Diseño de la arquitectura del sistema experto de telemedicina. 95
Figura 3.22: Diseño de la arquitectura del servicio SMS. 96
Figura 3.23: Diseño de la arquitectura de la aplicación celular. 96
Figura 3.24: Capas y Componentes utilizados por la Arquitectura 98
Figura 3.25: Componentes comunes a toda la aplicación. 99
Figura 3.26: Clase de entidades de negocio. 100
Figura 3.27: Clase de mensajes. 102
Figura 3.28: Clase de utilerías comunes. 102
Figura 3.29: Clase de interfaz de usuario. 106
Figura 3.30: Clase de adaptadores de interfaz de usuario. 107
Figura 3.31: Clase de servicios web. 110
Figura 3.32: Clase de acciones de negocio. 114
Figura 3.33: Clase de acceso a datos. 118
Figura 3.34: Modelo entidad relación del esquema sistema. 119
Figura 3.35: Modelo entidad relación del esquema seguridad. 120
Figura 3.36: Modelo entidad relación del esquema telemedicina. 121
Figura 3.37: Modelo entidad relación del esquema experto. 122
Figura 3.38: Diagrama de bloques del medidor de presión arterial. 143
Figura 3.39: Bloque de alimentación eléctrica. 143
Figura 3.40: Bloque del sensor de presión. 144
Figura 3.41: Diagrama de flujo del programa del PIC. 146
Figura 3.42: Diagrama esquemático del circuito impreso. 147
Figura 3.43: Diagrama del circuito impreso. 148
Figura 3.44: Vista 3D del circuito. 149
Figura 3.45: Ubicación del módulo MBT dentro del sistema de Telemedicina. 150
Figura 3.46: Estructura del API para WMA. 154
Figura 3.47: Esquema de almacenamiento de J2ME. 155
Figura 3.48: MIDlets y los Record Stores. 155
Figura 3.49: Prototipo MBT envío SMS. 156

Figura 3.50: Prototito MBT recepción de datos..... 157
Figura 3.51: Esquema seguridad MBT. 159
Figura 3.52: Celular para implementación..... 160
Figura 3.53: Modem GSM para implementación. 161
Figura 3.54: Ubicación del módulo MER-SMS dentro del sistema de Telemedicina. 162
Figura 3.55: Esquema general del módulo MER-SMS..... 163
Figura 3.56: Pantalla Conectar Modem del módulo MER-SMS. 164
Figura 3.57: Pantalla RecepcionSMS del módulo MER-SMS. 165
Figura 3.58: Pantalla EnviaSMS del módulo MER-SMS. 165
Figura 3.59: Opciones de administración del sistema..... 166
Figura 3.60: Operaciones del sistema. 167
Figura 3.61: Portal de familiares..... 167
Figura 3.62: Registro de pacientes. 168
Figura 3.63: Esquema del motor de inferencia. 169
Figura 3.64: Inferencia basada en información del paciente. 171
Figura 3.65: Inferencia basada en información del experto. 171
Figura 3.66: Evaluación de medicamento. 172
Figura 3.67: Mejor medicamento a suministrar. 172
Figura 3.68: Esquema de SP de registro de paciente. 173
Figura 3.69: Esquema de SP de registro de conocimiento. 178
Figura 3.70: Esquema de SP de procedimiento de consulta. 183
Figura 3.71: Esquema de SP de inferencia de mejor medicamento. 187
Figura 3.72: Esquema de SP de inferencia de picos de presión. 190
Figura 3.73: Esquema de SP de job de alerta por medicación. 192

CAPÍTULO I

1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Antecedentes de la investigación

La enemiga silenciosa o plaga silenciosa son algunos de los términos adoptados para una de las afecciones más peligrosa que se enfrenta hoy en día el ser humano, la hipertensión arterial. Estudios han revelado que 7,6 millones de personas de todo el mundo fallecieron por causas vinculadas a la hipertensión en 2001, lo que equivaldría a más de 20 mil muertes por día, y la cifra ha sido consistente durante los años posteriores. Por lo tanto, desde ese año hasta la actualidad se estima que 50 millones de personas fallecieron por esta enfermedad, y muchas más sufrieron algún grado de discapacidad. De acuerdo a los resultados del relevamiento, el 80% de estas muertes se produjo en países en desarrollo. La prevalencia de hipertensión continúa elevándose a nivel global y un gran porcentaje de personas que la padecen lo ignoran.

La experiencia a través de los años ha demostrado a la humanidad que muchos problemas no radican en el hecho de padecerlo, sino en el desconocimiento de que el hecho está sucediendo, es decir, el problema no radica en ser hipertenso, sino en desconocerlo. La ignorancia y el miedo son causa de mortalidad de la hipertensión o de las consecuencias que esta conlleva. Esta premisa nos lleva a concluir que la mejor manera de evitar y superar el no conocer que sucede con nuestra salud se consigue a través del control periódico de nuestro estado día a día.

Como parte de la solución a la problemática descrita la tecnología se ha convertido en un apoyo sustancial fusionando elementos tecnológicos y conceptos médicos proporcionando soluciones integrales que ayudarán a la pronta identificación y tratamiento de cualquier afección padecida.

1.2. Problema de investigación

1.2.1. Planteamiento del problema

Ante el carácter asintomático de las afecciones de la tensión arterial, los médicos recomiendan revisiones periódicas para detectar si una persona tiene presión arterial alta o no. Este diagnóstico se complementa mediante la revisión de los antecedentes familiares y personales, así como con una exploración física.

Los controles y monitoreo del paciente se realizan solo cuando el paciente tiene una consulta con el doctor, pero ¿qué sucede cuando el paciente está realizando sus actividades diarias y no tiene el tiempo necesario para realizarse la consulta médica? En el procedimiento de control y monitoreo descrito esa pregunta queda sin respuesta.

La problemática está definida, mientras el paciente no se encuentre frente al médico no se conoce que sucede la presión arterial, en los momentos precisos donde se necesitan tomar muestras no se lo realiza o en siendo más radicales no se conoce que sucede con la salud del paciente cuando éste se encuentra solo.

El control y monitoreo de la presión arterial debe automatizarse de manera que deba realizarse en el momento preciso, donde los resultados obtenidos deben estar disponibles en el momento que el especialista lo requiera y que se generen alertas para evitar consecuencias fatales en la salud.

1.2.2. Formulación del problema de investigación

¿Qué aspectos inciden en la ineficiencia, en lo altos tiempos de respuesta y altos índices de error del procedimiento actual de control y monitoreo de la presión arterial?

1.2.3. Sistematización del problema de investigación

- ¿Por qué la poca frecuencia de obtención de lecturas de presión arterial en el procedimiento manual genera posibles riesgos en la salud del paciente?

- ¿Cómo se puede determinar la evolución del paciente sin conocer el comportamiento real de la presión arterial en un determinado período de tiempo?

- ¿Cómo se puede determinar a tiempo cualquier inconveniente que puede presentar un paciente?
- ¿Qué incidencia sobre la salud del paciente tiene la toma de medicación fuera de horario?
- ¿Qué incidencia tiene en la confiabilidad de los datos el llevar el procesamiento de información de manera no automatizada?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Identificar las falencias del procedimiento de control y monitoreo de la presión arterial que lo convierte a éste en un procedimiento no periódico y con altos índices de riesgo.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar las razones por las cuales la poca frecuencia de obtención de lecturas en el procedimiento manual genera posibles riesgos en la salud del paciente.

- Identificar los motivos por los que se dificulta determinar la evolución real del paciente sin conocer el comportamiento real de la presión arterial en un período de tiempo.

- Identificar el mejor método de monitoreo y el apoyo que significa para el paciente la identificación a tiempo de posibles inconvenientes.

- Identificar el mejor método de recordatorios de horarios de toma de medicación para el paciente.

- Identificar en qué medida el procesamiento manual de la información genera riesgos.

1.4. Justificación de la investigación

La hipertensión arterial, es un problema importante de Salud Pública que afecta aproximadamente al 20% de la población adulta. Su frecuencia se incrementa con la edad de tal modo que alrededor de los 70 años, más de un tercio de la población tiene valores altos de presión arterial.

La expectativa de vida de los pacientes hipertensos se encuentra reducida, presentando está población una frecuencia alta de complicaciones cardiovasculares como la Insuficiencia Cardiaca Congestiva, Enfermedad isquémica Coronaria, Accidente Cerebrovascular, Nefrosclerosis entre otras.

Figura 1.1: Datos Mundiales relacionados con la presión Arterial.

Fuente: AUTORES.

Enfermedades cerebro-vasculares e hipertensivas están entre las principales causas de mortandad en el Ecuador. Las tablas mostradas a continuación fueron publicadas en el 2008 por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC).

Nota: La tabla muestra las causas de muerte sin distinción de ningún tipo, tales como naturales o no naturales, enfermedades infecciosas o enfermedades crónicas.

PRINCIPALES CAUSAS DE MORTALIDAD MASCULINA AÑO 2008

LISTA CORTA DE AGRUPAMIENTO DE CAUSAS DE MUERTE (L.C. CIE-10)

			POBLACIÓN ESTIMADA 2008	6.919.185		
			TOTAL DE DEFUNCIONES	34.509		
			TASA DE MORTALIDAD GENERAL (x 10.000 hab.)	49,9		
Nº Orden	CÓDIGO L.C.	COD. CIE-10 DETALLADA	CAUSAS DE MUERTE	Número	%	Tasa
1	64	X85-Y09	AGRESIONES (HOMICIDIOS)	2.279	6,6	32,9
2	57	V00-V89	ACCIDENTES DE TRANSPORTE TERRESTRE	2.188	6,3	31,6
3	42	I60-I69	ENFERMEDADES CEREBROVASCULARES	1.723	5,0	24,9
4	35	I20-I25	ENFERMEDADES ISQUÉMICAS DEL CORAZÓN	1.704	4,9	24,6
5	34	I10-I15	ENFERMEDADES HIPERTENSIVAS	1.685	4,9	24,4
6	46	J10-J18				
7	26	E10-E14	DIABETES MELLITUS	1.579	4,6	22,8
8	41	I50-I51	INSUFICIENCIA CARDÍACA, COMPLICACIONES Y ENFERMEDADES MAL DEFINIDAS	1.134	3,3	16,4
9	51	K70-K76	CIRROSIS Y OTRAS ENFERMEDADES DEL HÍGADO	1.127	3,3	16,3
10	9	C16	NEOPLASIA MALIGNA DEL ESTÓMAGO	945	2,7	13,7
11	55	P00-P96	CIERTAS AFECCIONES ORIGINADAS EN EL PERÍODO PRENATAL	944	2,7	13,6
12	53	N00-N39	ENFERMEDADES DEL SISTEMA URINARIO	933	2,7	13,5
13	20	C61	NEOPLASIA MALIGNA DE LA PRÓSTATA	767	2,2	11,1
14	63	X60-X84	LESIONES AUTOINFLINGIDAS INTENCIONALMENTE (SUICIDIO)	674	2,0	9,7
15	47	J40-J47	ENFERMEDADES CRÓNICAS DE LAS VÍAS RESPIRATORIAS INFERIORES	664	1,9	9,6
16	7	B20-B24	ENFERMEDAD POR VIRUS DE LA INMUNODEFICIENCIA (VIH)	541	1,6	7,8
17	24	C81-C96	NEOPLASIA MALIGNA DEL TEJIDO LINFÁTICO, ÓRGANOS HEMATOPOYÉTICOS Y TEJIDOS AFINES	456	1,3	6,6
18	2	A15-A19	TUBERCULOSIS	434	1,3	6,3
19	6	A40-A41	SEPTICEMIA	398	1,2	5,8
20	60	W65-W74	AHOGAMIENTO Y SUMERSIÓN ACCIDENTALES	398	1,2	5,8
21	39	I46	PARO CARDÍACO	396	1,1	5,7
22	15	C33 C34	NEOPLASIA MALIGNA DE LA TRÁQUEA, BRONQUIOS Y PULMÓN	393	1,1	5,7
23	65	Y10-Y34	EVENTOS DE INTENCIÓN NO DETERMINADA	393	1,1	5,7
24	56	Q00-Q99	MALFORMACIONES CONGÉNITAS, DEFORMIDADES Y ANOMALÍAS CROMOSÓMICAS	364	1,1	5,3
25	58	W00-W19	CAIDAS ACCIDENTALES	334	1,0	4,8
	88		RESTO DE CAUSAS	7.160	20,7	-
	99	R00-R99	CAUSAS MAL DEFINIDAS	3.230	9,4	46,7

Tabla 1.1: Causas de Mortalidad Masculina 2008.

Fuente: INEC, Anuario de Estadísticas Vitales: Nacimientos y Defunciones. Año 2008.

En la tabla 1.1 se muestra las principales causas de mortandad masculina en el Ecuador según la INEC, ubica en tercer lugar la muerte por enfermedades cerebro-vasculares con un porcentaje de 5.0%, seguida por las enfermedades isquémicas del corazón con un porcentaje de 4.9% y en quinto lugar las enfermedades hipertensivas con un 4.9%.

También debemos considerar la diabetes con un séptimo lugar con 4.6% ya que los problemas de hipertensión son más frecuentes en pacientes que sufren también de este mal.

Estos porcentajes se basan en una población estimada del 2008 de 6’919.185 y un total de defunciones de 34.509.

PRINCIPALES CAUSAS DE MORTALIDAD FEMENINA AÑO 2008

LISTA CORTA DE AGRUPAMIENTO DE CAUSAS DE MUERTE (L.C. CIE-10)

			POBLACIÓN ESTIMADA 2008	6.885.910		
			TOTAL DE DEFUNCIONES	25.514		
			TASA DE MORTALIDAD GENERAL (x 10.000 hab.)	37,1		
Nº Orden	CÓDIGO L.C.	COD. CIE-10 DETALLADA	CAUSAS DE MUERTE	Número	%	Tasa
1	26	E10-E14	DIABETES MELLITUS	1.931	7,6	28,0
2	42	I10-I15	ENFERMEDADES CEREBROVASCULARES	1.685	6,6	24,5
3	34	I60-I69	ENFERMEDADES HIPERTENSIVAS	1.580	6,2	22,9
4	46	J10-J18	INFLUENZA Y NEUMONÍA	1.521	6,0	22,1
5	41	I50-I51	INSUFICIENCIA CARDÍACA, COMPLICACIONES Y ENFERMEDADES MAL DEFINIDAS	1.183	4,6	17,2
6	35	I20-I25	ENFERMEDADES ISQUÉMICAS DEL CORAZÓN	1.056	4,1	15,3
7	53	N00-N39	ENFERMEDADES DEL SISTEMA URINARIO	829	3,2	12,0
8	9	C53-C55	NEOPLASIA MALIGNA DEL ESTÓMAGO	719	2,8	10,4
9	18	P00-P96	NEOPLASIA MALIGNA DEL ÚTERO	708	2,8	10,3
10	55	C16	CIERTAS AFECCIONES ORIGINADAS EN EL PERÍODO PRENATAL	672	2,6	9,8
11	51	K70-K76	CIRROSIS Y OTRAS ENFERMEDADES DEL HÍGADO	665	2,6	9,7
12	47	V00-V89	ENFERMEDADES CRÓNICAS DE LAS VÍAS RESPIRATORIAS INFERIORES	506	2,0	7,3
13	57	J40-J47	ACCIDENTES DE TRANSPORTE TERRESTRE	503	2,0	7,3
14	39	C81-C96	PARO CARDÍACO	415	1,6	6,0
15	17	C50	NEOPLASIA MALIGNA DE LA MAMA	391	1,5	5,7
16	24	A40-A41	NEOPLASIA MALIGNA DEL TEJIDO LINFÁTICO, ÓRGANOS HEMATOPOYÉTICOS Y TEJIDOS AFINES	391	1,5	5,7
17	6	C22	SEPTICEMIA	370	1,5	5,4
18	27	D50-D53 E40-E64	DESNUTRICIÓN Y ANEMIAS NUTRICIONALES	362	1,4	5,1
19	11	Q00-Q99	NEOPLASIA MALIGNA DEL HÍGADO Y DE LAS VÍAS BILIARES	348	1,4	5,1
20	56	X60-X84	MALFORMACIONES CONGÉNITAS, DEFORMIDADES Y ANOMALÍAS CROMOSÓMICAS	280	1,1	4,1
21	10	C18-C21	NEOPLASIA MALIGNA DEL COLON, SIGMOIDE, RECTO Y ANO	278	1,1	4,0
22	63	C33 C34	LESIONES AUTOINFLINGIDAS INTENCIONALMENTE (SUICIDIO)	255	1,0	3,7
23	15	A15-A19	NEOPLASIA MALIGNA DE LA TRAQUEA, BRONQUIOS Y PULMÓN	241	0,9	3,5
24	2	I46	TUBERCULOSIS	234	0,9	3,4
25	48	X85-Y09	EDEMA PULMONAR Y OTRAS ENFERMEDADES RESPIRATORIAS QUE AFECTAN AL INTERSTICIO	214	0,8	3,1
	68		RESTO DE CAUSAS	5.462	21,4	-
	99	R00-R99	CAUSAS MAL DEFINIDAS	2.726	10,7	39,6

Tabla 1.2: Causas de Mortalidad Femenina 2008.

Fuente: INEC, Anuario de Estadísticas Vitales: Nacimientos y Defunciones. Año 2008.

En la tabla 1.2 se muestra las principales causas de mortandad femenina, donde las enfermedades cerebrovasculares se ubican en un segundo lugar con un 6.6%, seguida por las enfermedades hipertensivas con un 6.2%. La insuficiencia cardiaca en un quinto lugar con un 4.6% y las enfermedades isquémicas del corazón en sexto lugar con un 4.1%.

Estos porcentajes se basan en una población estimada del 2008 de 6’885.910 y un total de defunciones de 25.514.

PRINCIPALES CAUSAS DE MORTALIDAD GENERAL AÑO 2008

LISTA CORTA DE AGRUPAMIENTO DE CAUSAS DE MUERTE (L.C. CIE-10)

			POBLACIÓN ESTIMADA 2008	13.805.095		
			TOTAL DE DEFUNCIONES	60.023		
			TASA DE MORTALIDAD GENERAL (x 10.000 hab.)	43,5		
Nº Orden	CÓDIGO L.C.	COD. CIE-10 DETALLADA	CAUSAS DE MUERTE	Número	%	Tasa
1	26	E10-E14	DIABETES MELLITUS	3.510	5,8	25,4
2	42	I60-I69	ENFERMEDADES CEREBROVASCULARES	3.408	5,7	24,7
3	34	I10-I15	ENFERMEDADES HIPERTENSIVAS	3.265	5,4	23,7
4	46	J10-J18	INFLUENZA Y NEUMONÍA	3.187	5,3	23,1
5	35	I20-I25	ENFERMEDADES ISQUÉMICAS DEL CORAZÓN	2.760	4,6	20,0
6	57	V00-V89				
7	64	X85-Y09	AGRESIONES (HOMICIDIOS)	2.479	4,1	18,0
8	41	I50-I51	INSUFICIENCIA CARDÍACA, COMPLICACIONES Y ENFERMEDADES MAL DEFINIDAS	2.317	3,9	16,8
9	51	K70-K76	CIRROSIS Y OTRAS ENFERMEDADES DEL HÍGADO	1.792	3,0	13,0
10	53	N00-N39	ENFERMEDADES DEL SISTEMA URINARIO	1.761	2,9	12,8
11	9	C16	NEOPLASIA MALIGNA DEL ESTÓMAGO	1.664	2,8	12,1
12	55	P00-P96	CIERTAS AFECCIONES ORIGINADAS EN EL PERÍODO PRENATAL	1.616	2,7	11,7
13	47	J40-J47	ENFERMEDADES CRÓNICAS DE LAS VÍAS RESPIRATORIAS INFERIORES	1.170	1,9	8,5
14	63	X60-X84	LESIONES AUTOINFLINGIDAS INTENCIONALMENTE (SUICIDIO)	929	1,5	6,7
15	24	C81-C96	NEOPLASIA MALIGNA DEL TEJIDO LINFÁTICO, ÓRGANOS HEMATOPOYÉTICOS Y TEJID	847	1,4	6,1
16	39	I46	PARO CARDÍACO	811	1,4	5,9
17	6	A40-A41	SEPTICEMIA	768	1,3	5,6
18	20	C61	NEOPLASIA MALIGNA DE LA PRÓSTATA	767	1,3	5,6
19	18	C53-C55	NEOPLASIA MALIGNA DEL ÚTERO	708	1,2	5,1
20	7	B20-B24	ENFERMEDAD POR VIRUS DE LA INMUNODEFICIENCIA (VIH)	679	1,1	4,9
21	2	A15-A19	TUBERCULOSIS	668	1,1	4,8
22	27	D50-D53 E40-E64	DESNUTRICIÓN Y ANEMIAS NUTRICIONALES	647	1,1	4,7
23	56	Q00-Q99	MALFORMACIONES CONGÉNITAS, DEFORMIDADES Y ANOMALÍAS CROMOSÓMICAS	644	1,1	4,7
24	15	C33 C34	NEOPLASIA MALIGNA DE LA TRÁQUEA, BRONQUIOS Y PULMÓN	634	1,1	4,6
25	11	C22	NEOPLASIA MALIGNA DEL HÍGADO Y DE LAS VÍAS BILIARES	624	1,0	4,5
	88		RESTO DE CAUSAS	13.721	22,9	-
	99	R00-R99	CAUSAS MAL DEFINIDAS	5.966	9,9	43,1

Tabla 1.3: Causas de Mortalidad General 2008.

Fuente: INEC, Anuario de Estadísticas Vitales: Nacimientos y Defunciones. Año 2008.

En la tabla 1.3 se muestra la causa de mortalidad general, siendo las enfermedades cerebro-vasculares las que presentan un mayor porcentaje con un 5.7% de un total de 60.023 defunciones, seguido muy de cerca de las enfermedades hipertensivas, con un porcentaje total de 5.4%, y en un quinto lugar se ubican las enfermedades isquémicas del corazón con el 4.6%.

El presente análisis, diseño e implementación busca dar la solución al problema planteado, creando un producto para las instituciones médicas: **“Sistema Experto e Integrado de Telemedicina orientado a servicios, para monitorear y controlar la Presión Arterial en tiempo real utilizando Bluetooth y la infraestructura de la red de telefonía móvil celular.”**.

1.5. Marco de referencia de la investigación

1.5.1. Marco teórico

1.5.1.1. Telemedicina

La Telemedicina consiste en brindar "prestación de asistencia sanitaria en el que lo médicos examinan a los pacientes utilizando tecnología de telecomunicaciones" [1]. Lograr esto, sin embargo, no es fácil. Se requiere contar, en primer, lugar con un equipo médico de excelente calidad y experimentado, capaz de interpretar los trazados enviados, y en segundo lugar, se necesita integrar avanzadas tecnologías, tanto para registrar y enviar a través del teléfono o Internet los exámenes en terreno, mediante instrumentos portátiles, como para recibir y decodificar las señales provenientes de distintos y numerosos lugares en un centro de monitoreo.

Figura 1.2: Servicios Comunes de Telemedicina.
Fuente: http://carolinabcdc.blogspot.com/

Así podemos definir los siguientes servicios, que la telemedicina presta:

- Servicios complementarios e instantáneos a la atención de un especialista.
- Diagnósticos inmediatos por parte de un médico especialista en un área determinada.

[1] J. Preston (1992).

- Educación remota de alumnos de las escuelas de enfermería y medicina.
- Servicios de archivo digital de exámenes radiológicos, ecografías y otros.

Todo esto se traduce en una disminución de tiempos entre la toma de exámenes y la obtención de resultados, o entre la atención y el diagnóstico certero del especialista, el cual no debe viajar o el paciente no tiene que ir a examinarse, reduciendo costos de tiempo y dinero.

1.5.1.2. Sistemas expertos de tipo probabilístico

"Los sistemas expertos son maquinas que piensan y razonan como un experto lo haría en una cierta especialidad o campo. Por ejemplo, un sistema experto en diagnostico medico requeriría como datos los síntomas del paciente, los resultados de análisis clínicos y otros hechos relevantes, y, utilizando éstos, buscaría en una base de datos la información necesaria para poder identificar la correspondiente enfermedad"[2].

Los sistemas expertos comunes, basados en reglas no tienen en cuenta la incertidumbre, ya que la forma de tratar los objetos y las reglas, es de tipo determinista, pero como se aprecio anteriormente, es frecuente la toma de decisiones en condiciones de incertidumbre, ya sea en áreas de la ingeniería, los negocios o inclusive la salud.

El ejemplo que se presenta a continuación es el de un paciente que asiste al médico, con ciertos síntomas para que este le determine en base a estos, que tipo de enfermedad de las posibles padece. Se dice que el sistema no es determinista, ya que la relación entre las enfermedades y los síntomas que tiene un paciente no son deterministas, porque los mismos síntomas pueden estar presentes en distintas enfermedades.

[2] Sistemas Expertos de Stevens (1984).

Esto crea la necesidad, de herramientas que tengan la capacidad para funcionar, en estos ambientes, una buena opción son los sistemas de tipo probabilístico. Estos como los otros, cuentan con una base de conocimiento, pero esta se forma por el espacio probabilístico, que describe el problema.

El motor de inferencias es basado en probabilidades condicionales y este se encarga de actualizar dichas probabilidades con base en los hechos que observa del ambiente en que se desempeña.

Para modelar más acertadamente los sistemas de tipo probabilístico, tenemos que tener en cuenta la teoría de las probabilidades condicionales. Dos conceptos muy importantes para este estudio se presentan a continuación.

1.5.1.3. Probabilidad condicional

"El conocimiento de la ocurrencia de un suceso puede modificar las probabilidades de otros sucesos"[3]. A la probabilidad de que un evento B se dé cuando se sabe que un evento a se ha presentado se llama probabilidad condicional y se escribe $P(B / A)$. Esta expresión, por lo general se lee "la probabilidad de que B ocurra dado que A ocurrió A ", o simplemente "la probabilidad de B dado A".

Regla de Bayes

Si los eventos $B_1, B_2, \ldots, B_m$ constituyen una división del espacio muestral S, donde $P(B_i) \neq 0$, para $i = 1, 2, 3, \ldots, m$, entonces para cualquier evento A en S es tal que $P(A) \neq 0$.

$$P(B_i / A) = \frac{P(B_i \cap A)}{\sum_{i=1}^{m} P(B_i \cap A)} = \frac{P(A / B_i) * P(B_i)}{\sum_{i=1}^{m} P(A / B_i) * P(B_i)}.$$

Modelo General

En el modelo general los eventos $B_1, B_2, \ldots, B_m$, forman una partición del espacio muestral S, donde $P(B_i) \neq 0$, para $i = 1, 2, 3, \ldots, m$, entonces para cualquier evento A

[3] Sistemas Expertos de Stevens (1984).

de S, en particular $A = \bigcup_{i \in J} A_j$, para $j = 1, 2, 3, \ldots, n$ tal que $P(A_j) \neq 0$, entonces se tiene que:

$$P(B_i / A_i) = \frac{P(B_i \cap A_j)}{\sum_{i=1}^{m} P(B_i \cap A_j)} = \frac{P(A_j / B_i) * P(B_i)}{\sum_{i=1}^{m} P(A_j / B_i) * P(B_i)}$$

Esto se puede representar mediante diagramas de Ven como sigue:

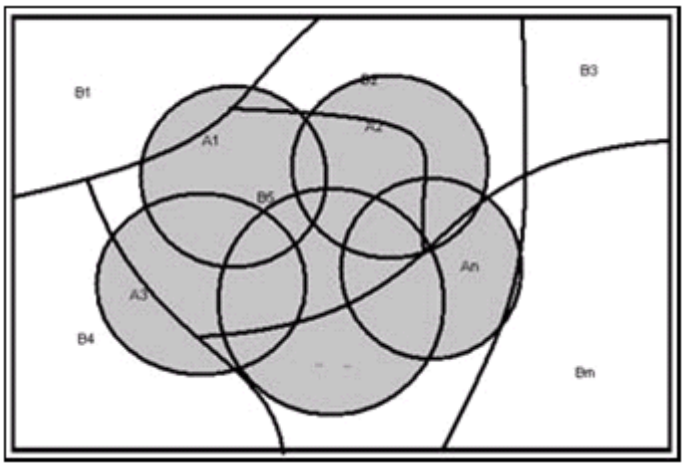


Figura 1.3: Proceso general para la construcción de un sistema experto basado en probabilidades.

Fuente: http://www.monografias.com/trabajos57/sistema-probabilistico/sistema-probabilistico.shtml

1.5.1.4. Presión Arterial

"La presión sanguínea o tensión sanguínea es la fuerza de presión ejercida por la sangre circulante sobre las paredes de los vasos sanguíneos, y constituye uno de los principales signos vitales. La presión de la sangre disminuye a medida que la sangre se mueve a través de arterias, arteriolas, vasos capilares, y venas; el término presión sanguínea generalmente se refiere a la Presión Arterial". [4]

[4] Essential hypertension de Messerli FH, Williams B,Ritz E (2007).

La presión arterial tiene dos componentes:

- **"Presión arterial sistólica:** corresponde al valor máximo de la tensión arterial en sístole (cuando el corazón se contrae). Se refiere al efecto de presión que ejerce la sangre eyectada del corazón sobre la pared de los vasos."
- **"Presión arterial diastólica:** corresponde al valor mínimo de la tensión arterial cuando el corazón está en diástole o entre latidos cardíacos. Depende fundamentalmente de la resistencia vascular periférica. Se refiere al efecto de distensibilidad de la pared de las arterias, es decir el efecto de presión que ejerce la sangre sobre la pared del vaso".[5]

1.5.1.5. Métodos para medir la presión arterial

Los métodos para medir la presión pueden clasificarse en dos: invasivos y no invasivos. Los métodos invasivos en la actualidad no son muy utilizados ya que provocan malestar en el paciente, pues requieren que una sonda o algún instrumento se introduzca en el organismo. Los métodos no invasivos son los más utilizados por la comodidad que presentan.

1.5.1.5.1. Medición invasiva

La presión sanguínea arterial es medida de una manera precisa invasivamente a través de una línea arterial. La medición invasiva de la presión arterial con cánulas intravasculares implica la medición directa de la presión arterial colocando una aguja de cánula en una arteria (usualmente las arterias radial, femoral, dorsal del pie o braquial). Esto es hecho en un hospital generalmente por un anestesiólogo o un cirujano.

La cánula se debe conectar con un sistema lleno de fluido estéril, que está conectado con un transductor de presión electrónico. La ventaja de este sistema es que la presión está constantemente supervisada latido por latido, y puede ser exhibida una forma de onda (un gráfico de presión versus tiempo). Esta técnica invasiva es regularmente empleada en la medicina humana y veterinaria de cuidados intensivos, anestesiología, y para propósitos de investigación.

[5] Principios de anatomía y fisiología de Tortora GJ y Grabowski SR. (1998).

La canulación para el monitoreo invasivo de la presión vascular está frecuentemente asociada a complicaciones como trombosis, infecciones, y hemorragia. Los pacientes con monitoreo arterial invasivo requieren una supervisión muy cercana, pues hay un peligro de hemorragia severa si la línea llega a desconectarse. Es generalmente reservada para los pacientes donde son anticipadas variaciones rápidas en la presión arterial.

Los monitores invasivos de presión vascular son sistemas de monitoreo de presión diseñados para adquirir la información de la presión para la exhibición en una pantalla y el procesamiento. Hay una variedad de monitores invasivos de presión vascular para trauma, cuidado intensivo, y usos en la sala de operaciones. Éstos incluyen los de presión simple, presión dual, y el de multiparámetro (es decir presión/temperatura). Los monitores pueden ser usados para la medida y el seguimiento de la presión arterial, venosa central, arterial pulmonar, auricular izquierda, auricular derecha, arteria femoral, de la vena o arteria umbilical, e intracraneal.

Los parámetros de la presión vascular son derivados en el sistema de microcomputador del monitor. Generalmente, las presiones sistólicas, diastólicas, y media son exhibidas simultáneamente para formas de onda pulsátiles (es decir, arterial y pulmonar arterial). Algunos monitores también calculan y exhiben la presión de perfusión cerebral (CPP). Normalmente, una tecla de cero en el frente del monitor hace que la presión se ponga en cero extremadamente rápida y fácilmente.

Los límites de la alarma se pueden ajustar para asistir al profesional médico responsable de observar al paciente. Las alarmas altas y bajas pueden ser ajustadas en los parámetros de la temperatura exhibidos.

1.5.1.5.2. Métodos de palpación

Un valor sistólico mínimo puede ser estimado aproximadamente por palpación, sin ningún equipo, un método usado más frecuentemente en situaciones de emergencia. La palpación de un pulso radial indica una presión sanguínea mínima de 80 mmHg (11 kPa), un pulso femoral indica por lo menos 70 mmHg (9.3 kPa), y un pulso en la arteria carótida un mínimo de 60 mmHg (8.0 kPa). Sin embargo, un estudio indicó

que este método no era lo suficientemente exacto y con frecuencia sobrestimaba la presión sanguínea sistólica del paciente. Un valor más exacto de la presión sanguínea sistólica puede ser obtenido con un Esfigmomanómetro y palpando para cuando retorna un pulso radial. Debido a que una presión diastólica no puede ser obtenida con este método, las presiones arteriales obtenidas por la palpación se anotan como sistólicas.

1.5.1.5.3. Método palpatorio o de Riva-Rocci.

Este es un método no invasivo para la determinación de la presión arterial y requiere de un brazalete colocado por lo general en el brazo del paciente con el objetivo de comprimir la arteria, el brazalete está conectado a un tensiómetro.

Mientras se comprime el brazo inflando el brazalete, se palpa la arteria radial con los dedos índice medio y anular, nunca debe realizarse la palpación con el dedo pulgar debido a que las pulsaciones de la arteria se pueden confundir con las del pulgar. La presión del manómetro se lee exactamente cuando deja de sentirse el pulso. Se infla el brazalete un poco más y luego se descomprime la arteria lentamente, hasta que el pulso se siente nuevamente y en este instante se realiza una segunda lectura del manómetro. El promedio entre estas dos lecturas es considerado como la presión sistólica que es la única que se puede determinar con este método.

1.5.1.5.4. Método auscultatorio de Korotkow

Este método es uno de los más utilizados por ser considerado el más preciso entre los métodos no invasivos. Requiere de los mismos instrumentos que el método palpatorio pero adicionalmente se utiliza un estetoscopio para escuchar los ruidos arteriales que cambian de características por la producción de turbulencias en el flujo sanguíneo debido a la compresión de la arteria. Estos ruidos se denominan sonidos de Korotkow.

Una vez colocado el mango en el brazo se lo infla hasta alcanzar una presión mayor a la que podría ser la presión sistólica cuyo valor normal es de 120 mmHg, por lo tanto se recomienda que la presión del brazalete llegue a los 180 mmHg en estas circunstancias la arteria se encuentra totalmente comprimida debido a que la presión en el brazalete es mayor a la presión máxima de la arteria en consecuencia no se

escuchará ningún ruido. Al disminuir lentamente la presión del brazalete mientras se ausculta con el estetoscopio, se escucha un ruido débil que coincide con los latidos cardiacos. En este momento el manómetro registra la presión sistólica o máxima, al continuar desinflando el brazalete, la arteria va abriéndose gradualmente y permite una aceleración del flujo arterial que produce turbulencia y hace que los ruidos de Korotkow sean cada vez más intensos, hasta que por la descompresión de la arteria se incrementa su calibre y la aceleración del flujo disminuye, provocando la atenuación de los ruidos de Korotkow y por último su desaparición cuando el flujo es nuevamente laminar y la presión del brazalete es menor que a la presión arterial más baja. El valor que se registra en este momento por el manómetro corresponde a la presión diastólica. En la Figura 1.4 se puede observar la curva de la presión arterial relacionada con los sonidos inicial y final que se escuchan en el estetoscopio para determinar la presión sistólica y diastólica.

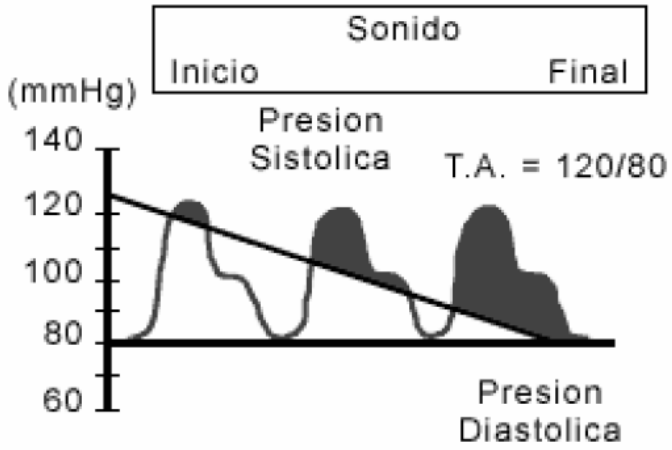


Figura 1.4: Curva de presión arterial relacionada con el sonido.
Fuente: http://bieec.epn.edu.ec:8180

1.5.1.5.5. Método oscilométrico

Este método que se ha desarrollado mucho en los últimos años y que se implementa electrónicamente se basa en el análisis de las oscilaciones de la pared arterial. Para medir la presión arterial con este método se necesita un brazalete un manómetro y un transductor de presión con el cual se pueda registrar las oscilaciones de la pared arterial.

El método consiste presionar la arteria inflando un brazalete colocado alrededor del brazo o la muñeca y registrar las oscilaciones que presenta la arteria por causa de la

presión. Cuando la presión del brazalete es mayor a la presión sistólica de la arteria, las oscilaciones son muy pequeñas. Cuando la presión dentro y fuera de la arteria son iguales, las oscilaciones presentan la máxima amplitud, y esta presión corresponde a la presión arterial media. Cuando la presión arterial es mayor que la presión externa las oscilaciones desaparecen nuevamente.

El primer paso a seguir para medir la presión arterial por este método es inflar el brazalete hasta que la presión de esté sea mayor a la presión arterial y las oscilaciones que se registren sean muy bajas, el siguiente paso será desinflar lentamente el brazalete y registrar las oscilaciones hasta que estas desaparezcan.

Para encontrar la presión sistólica se debe determinar la presión a la que la amplitud de las oscilaciones sube con mayor rapidez; la presión diastólica se obtendrá cuando la amplitud de las oscilaciones disminuya con mayor rapidez. En la Figura 1.5 se puede observar las oscilaciones registradas en la arteria y las presiones arteriales sistólica, media y diastólica.

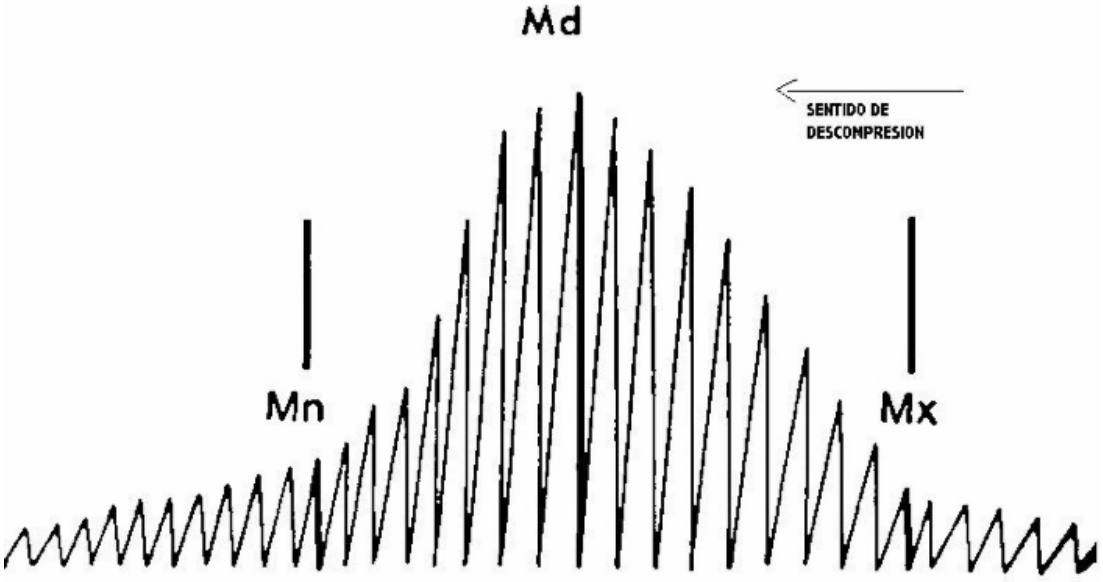


Figura 1.5: Oscilaciones arteriales.
Fuente: http://bieec.epn.edu.ec:8180

El principal problema de este método es determinar con exactitud el momento en que la amplitud de las oscilaciones cambia abruptamente, sin embargo se han desarrollado varios métodos matemáticos para encontrar con la mayor precisión las presiones sistólica y diastólica.

1.5.1.6. Hipotensión arterial

La hipotensión consistiría en una medida de esta presión por debajo de unas cifras consensuadas en la comunidad científica como las normales para un rango de edad y sexo, lo que puede provocar síntomas como vértigo o mareo.

Una presión sanguínea demasiado baja hace que llegue un flujo insuficiente de sangre a los órganos vitales del cuerpo a través de las venas y arterias. Hay que tener en cuenta que en función de la estructura corporal de cada persona, lo que para una es una presión sanguínea baja, para otra puede ser normal. Un recién nacido tiene una presión sanguínea distinta a la de un adolescente, una mujer en edad fértil o a la de un anciano aquejado de diversas dolencias. Lo importante, por tanto, es observar la diferencia que se pudiera presentar respecto al valor normal de cada persona.

La presión sanguínea normal es usualmente de 120/80 mm Hg (sistólica/diastólica). En personas sanas, especialmente atletas, presentar mediciones de presión sanguínea de 80/50 mm Hg ó 75/45 mm Hg, puede ser señal de mala salud cardio-vascular (pulmón, corazón, vasos sanguíneos).

En cualquier individuo, una disminución de presión de unos 30 mm Hg en relación a su presión usual, o presión sistólica menor a 90 mm Hg puede ser diagnosticada como hipotensión.

1.5.1.7. Hipertensión arterial

"La hipertensión arterial es un padecimiento crónico de etiología variada y que se caracteriza por el aumento sostenido de la presión arterial, ya sea sistólica, diastólica o de ambas"[6].

Las primeras consecuencias de la hipertensión las sufren las arterias, que se endurecen a medida que soportan la presión arterial alta de forma continua, se hacen más gruesas y puede verse dificultado al paso de sangre a su través, esto se conoce con el nombre de arteriosclerosis.

[6] Cardiología, Dr. José F. Guadalajara.

La hipertensión o presión arterial alta es una condición muy común que afecta a 1 de 4 adultos, aparece generalmente después de los 35 años de edad, sobre todo cuando existe el antecedente familiar de que uno o ambos padres presentan aumento de la presión. En la mayoría de los casos, no se conocen las causas exactas de la hipertensión. Sin embargo, las personas que fuman, que presentan sobrepeso, que ingieren comidas con mucha sal y grasa, que toman mucho alcohol, que tienen mucho estrés o que no hacen ejercicio o actividad física (sedentarismo) tienen mayores probabilidades de desarrollar hipertensión, al igual que las personas que tienen alto el colesterol, que tienen enfermedades del corazón o de los riñones. Aunque algunas personas tienen mayores riesgos de desarrollar hipertensión, cualquier persona a cualquier edad puede desarrollar hipertensión.

La hipertensión daña a una serie de órganos, en especial al corazón, riñones, arterias y ojos (órganos blancos).

Existen dos tipos de Hipertensión arterial:

- **Hipertensión arterial esencial**
  Es aquella que se produce por causas desconocidas: Este tipo de hipertensión es el más habitual entre la población hipertensa. No puede ser curada aunque si controlada mediante cambios en la alimentación, en los hábitos vitales o una medicación adecuada.
- **Hipertensión arterial secundaria**
  Es la que se produce como resultado de alguna enfermedad, como pueden ser problemas glandulares o renales, el embarazo o el uso de drogas o fármacos. Cuando se controlan estas enfermedades, la tensión arterial se normaliza.

1.5.1.8. Causas

La hipertensión arterial tiene muchos orígenes, por eso es muy difícil identificar la causa o factores de ella. Entre las más importantes están: la presencia de hipertensos en la familia, el alto consumo de sal, tensión emocional (estrés), obesidad, consumo elevado de grasas y azúcares, tabaquismo.

Se desconoce el mecanismo de la hipertensión arterial más frecuente, denominada "hipertensión esencial", "primaria" o "idiopática".

En la hipertensión esencial no se han descrito todavía las causas específicas, aunque se ha relacionado con una serie de factores que suelen estar presentes en la mayoría de las personas que la sufren. Conviene separar aquellos relacionados con la herencia, el sexo, la edad y la raza y por tanto poco modificables, de aquellos otros que se podrían cambiar al variar los hábitos, ambiente, y las costumbres de las personas, como: la obesidad, la sensibilidad al sodio, el consumo excesivo de alcohol, el uso de anticonceptivos orales y un estilo de vida muy sedentario.

- **Herencia**

  Cuando se transmite de padres a hijos se hereda una tendencia o predisposición a desarrollar cifras elevadas de tensión arterial. Se desconoce su mecanismo exacto, pero la experiencia acumulada demuestra que cuando una persona tiene un progenitor (o ambos) hipertensos, las posibilidades de desarrollar hipertensión son el doble que las de otras personas con ambos padres sin problemas de hipertensión.

- **Sexo**

  Los hombres tienen más predisposición a desarrollar hipertensión arterial que las mujeres hasta que éstas llegan a la edad de la menopausia. A partir de esta etapa la frecuencia en ambos sexos se iguala. Esto es así porque la naturaleza ha dotado a la mujer con unas hormonas protectoras mientras se encuentra en edad fértil, los estrógenos, y por ello tienen menos riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares. Sin embargo, en las mujeres más jóvenes existe un riesgo especial cuando toman píldoras anticonceptivas.

- **Edad y raza**

  La edad es otro factor, por desgracia no modificable, que va a influir sobre las cifras de presión arterial, de manera que tanto la presión arterial sistólica o máxima como la diastólica o mínima aumentan con los años y lógicamente se encuentra un mayor número de hipertensos a medida que aumenta la edad. En cuanto a la raza, los individuos de raza negra tienen el doble de posibilidades de desarrollar hipertensión que los de raza blanca, además de tener un peor pronóstico.

- **Sobrepeso**

  Los individuos con sobrepeso están más expuestos a tener más alta la presión arterial que un individuo con peso normal. A medida que se aumenta de peso se eleva la tensión arterial y esto es mucho más evidente en los menores de 40 años y en las mujeres. La frecuencia de la hipertensión arterial entre los obesos, independientemente de la edad, es entre dos y tres veces superior a la de los individuos con un peso normal. No se sabe con claridad si es la obesidad por sí misma la causa de la hipertensión, o si hay un factor asociado que aumente la presión en personas con sobrepeso, aunque las últimas investigaciones apuntan a que a la obesidad se asocian otra serie de alteraciones que serían en parte responsables del aumento de presión arterial. También es cierto, que la reducción de peso hace que desaparezcan estas alteraciones.

1.5.1.9. Diagnóstico

La única manera de detectar la hipertensión en forma temprana o precoz para poder prevenir las serias complicaciones es el chequeo regular de la presión arterial.

Un médico, enfermero, o cualquier profesional de la salud puede medirle su presión arterial. Sin embargo, solo un médico puede diagnosticar la hipertensión, si se constatan varios registros de presión arterial elevada en días diferentes. El médico realizará la historia clínica, examen físico y otros estudios complementarios (laboratorio, electrocardiograma, etc.) para determinar si la enfermedad ha causado daño en los diferentes órganos mencionados.

1.5.1.10. Tratamientos

En todo paciente el médico debe identificar y tratar por todos los medios disponibles los factores de riesgo cardiovasculares como la edad mayor de 55 años en los hombres y mayor de 65 años en las mujeres, historia de muerte súbita en familiares varones menores de 55 años o mujeres menores de 65 años, el tabaquismo, la obesidad, el consumo de alcohol, el sedentarismo o la inactividad física, colesterol elevado en sangre, y otras enfermedades como la diabetes mellitus, problemas renales, etc.

Luego debe determinar la presencia del daño de "órgano blanco" que son los órganos del paciente que se van alterando lenta pero continuamente y son: en los ojos produce daño de la retina; en el corazón produce crecimiento muscular o hipertrofia ventricular izquierda, angina de pecho o dolor precordial, infarto agudo de miocardio, o insuficiencia cardiaca; en el cerebro puede producir accidente cerebrovascular; en los riñones puede producir nefropatía crónica que puede desencadenar insuficiencia renal crónica y llevar al paciente a hemodiálisis (riñón artificial); y arteriopatía periférica que es disminución del calibre de las arterias de los miembros inferiores que producen dolores y predisposición a presentar infecciones de difícil tratamiento.

El tercer paso es identificar causas secundarias como apnea del sueño, inducida por drogas, nefropatía crónica, enfermedad renovascular, hiperaldosteronismo primario, síndrome de Cushing, feocromocitoma, coartación de aorta, enfermedad tiroidea o paratiroidea, etc. Si se solucionan estas causas la hipertensión arterial se cura, pero lamentablemente el 90-95% de los pacientes presentan hipertensión arterial primaria o idiopática, en la cual no se puede determinar la causa ya que no es consecuencia de otra enfermedad y presentan un componente genético importante.

Desafortunadamente la hipertensión no tiene cura, pero puede controlarse apropiadamente. El control de la hipertensión significa un compromiso de por vida de cambiar su dieta y su estilo de vida. Visitas de seguimiento con su médico son esenciales para asegurarse de que la presión arterial esté bajo control y que no esté causando problemas graves. Las medicaciones pueden ser necesarias para ayudar a bajar la presión a niveles normales, pero la enfermedad debe atacarse por todos los frentes y todos los puntos son igualmente importantes.

Los objetivos del tratamiento deben ser lograr una presión arterial menor de 140/90 mmHg y menor de 130/80 mmHg en pacientes con diabetes mellitus o con insuficiencia renal crónica.

Se debe realizar el mayor esfuerzo posible en las recomendaciones para modificar el estilo de vida hacia uno más saludable:

1. Reducción de peso: mantener un índice de masa corporal entre 18,5 y 24,9. Este índice resulta del cociente del peso en kilogramos y la talla en centímetros al cuadrado. Se atribuye una reducción de la presión arterial sistólica de 5 a 20 mm Hg por cada 10 kg de reducción de peso.

2. Dieta DASH (Dietary Approches to Stop Hypertension): adoptar una dieta rica en frutas y vegetales, y consumir alimentos con bajo contenido graso. Con esto se logrará una reducción de 8 a 14 mmHg de la tensión arterial sistólica.

3. Restricción de sodio (menos de 100 mEq/l o 2,4 g de sodio, o 6 g de cloruro de sodio o sal de mesa) que se asocia con una reducción de 2 a 8 mmHg de la tensión arterial sistólica. Cocinar con poca sal también puede tener buen sabor. Los sustitutos de la sal y algunas especias pueden ayudar a mejorar el sabor de las comidas.

4. Moderar el consumo de alcohol: no ingerir más de 2 tragos por día o 30 ml de etanol (300 ml de vino, 500 ml de cerveza, o 60 ml de whisky). En mujeres o personas delgadas la ingesta debe ser la mitad de lo mencionado. Esta medida reducirá la presión entre 2 y 4 mmHg.

5. Actividad física aeróbica (caminatas, ciclismo, natación) que si se realiza en forma regular por lo menos 30 minutos 4 veces por semana se puede lograr una reducción de 4 a 9 mmHg de la tensión arterial sistólica. La actividad física ayuda a bajar de peso, quema grasas, disminuye el nivel de colesterol, mejora la circulación y disminuye el nivel de stress. Levantar pesas no es un ejercicio aeróbico y junto con el físico culturismo pueden aumentar la presión arterial.

Tratamiento farmacológico: es el último paso, solo se llega si con las modificaciones del estilo de vida no se puede controlar la presión arterial y debe ser estrechamente controlada por el médico tratante. Las medicaciones para la hipertensión se toman generalmente por largos períodos de tiempo y algunas veces de por vida. Visitas regulares al médico son esenciales para determinar la efectividad de las mismas.

La hipertensión arterial es una enfermedad que puede causar complicaciones serias y posiblemente fatales. Sin embargo, con detección temprana y con un control agresivo, millones de personas viven vidas más largas y sanas. La ayuda y la persistencia de los pacientes en el tratamiento son esenciales para controlar la hipertensión. Con la ayuda de su médico, usted puede aumentar las posibilidades de tener una vida larga y saludable.

1.5.1.11. Población hipertensa de Alto Riesgo

- Raza Negra
- Diabéticos
- Enfermedad Renal Crónica
- Ancianos
- Hipertrofia Ventricular Izquierda
- Bajo estrato socioeconómico

1.5.1.12. Cifra de medición de la hipertensión

Cuando se mide la tensión arterial se ofrecen dos cifras separadas por una barra, por ejemplo 140/90. El primer número - el más grande - corresponde a la presión sistólica que es la que ejerce la sangre contra las paredes de las arterias cuando el corazón se contrae. El segundo número - el más pequeño - corresponde a la presión diastólica que es cuando el corazón no late. Ambas se miden en mm HG (milímetros de mercurio) que es la altura que el mercurio alcanza al presionar sobre el la fuerza de la sangre.

El cuadro siguiente muestra los valores de las diferentes lecturas de la presión arterial para personas mayores de 18 años.

Interpretación de las lecturas de la presión arterial		
Normal	Menos de 130	menos de 85
Normal alta	Entre 130 y 139	Entre 85 y 89
Hipertensión leve	Entre 140 y 159	Entre 90 y 99
Hipertensión moderada	Entre 160 y 179	Entre 100 y 109
Hipertensión grave	Entre 180 y 209	Entre 110 y 119
Hipertensión muy grave	210 o superior	120 o superior

Tabla 1.4: Lecturas de la presión arterial.

Fuente: AUTORES.

Los valores típicos para un ser humano adulto, sano, en descanso, son aproximadamente 120 mmHg (16 kPa) para la sistólica y 80 mmHg (11 kPa) para la diastólica (escrito como 120/80 mmHg, y expresado oralmente como "ciento veinte sobre ochenta"), estas medidas tienen grandes variaciones de un individuo a otro.

1.5.1.13. Microcontrolador (PIC)

Se denomina microcontrolador a un dispositivo programable capaz de realizar diferentes actividades que requieran del procesamiento de datos digitales y del control y comunicación digital de diferentes dispositivos.

Poseen una memoria interna que almacena dos tipos de datos; las instrucciones, que corresponden al programa que se ejecuta, y los registros, es decir, los datos que el usuario maneja, así como registros especiales para el control de las diferentes funciones del microcontrolador.

Los microcontroladores se programan en Assembler y cada microcontrolador varía su conjunto de instrucciones de acuerdo a su fabricante y modelo. De acuerdo al número de instrucciones que el microcontrolador maneja se le denomina de arquitectura RISC (reducido) o CISC (complejo).

La estructura básica de los microcontroladores está compuesta principalmente de una ALU (Unidad Lógico Aritmética), memoria del programa, memoria de registros, y pines I/O (entrada y/0 salida). La ALU es la encargada de procesar los datos dependiendo de las instrucciones que se ejecuten (ADD, OR, AND), mientras que los

pines son los que se encargan de comunicar al microcontrolador con el medio externo; la función de los pines puede ser de transmisión de datos, alimentación de corriente para el funcionamiento de este o pines de control especifico.

1.5.1.14. Medidores de Presión Arterial

El aparato que mide la presión arterial se llama esfigmomanómetro o baumanómetro y el lugar habitual de su medida es el brazo, aunque popularmente es conocido como tensiómetro.

Estos aparatos están disponibles en el mercado en muchas y muy variadas presentaciones, los hay analógicos que funcionan con columna de mercurio o con un indicador de presión de agujas y cientos de versiones cuyo funcionamiento está basado en transductores especializados que envían los datos a algún sistema electrónico para mostrar las lecturas a través de pantallas digitales.

Figura 1.6: Tensiómetro.
Fuente: http://www.farmaciaartola.net/

1.5.1.15. Móviles

El teléfono móvil o celular es un dispositivo inalámbrico electrónico que permite tener acceso a la red de telefonía celular o móvil. Se denomina celular debido a las antenas repetidoras que conforman la red, cada una de las cuales es una célula, si bien existen redes telefónicas móviles satelitales. Su principal característica es su portabilidad, que permite comunicarse desde casi cualquier lugar. Aunque su principal función es la comunicación de voz, como el teléfono convencional, su rápido desarrollo ha incorporado otras funciones como son cámara fotográfica, agenda, acceso a Internet, reproducción de video e incluso GPS y reproductor mp3.

Figura 1.7: Teléfono Celular.

Fuente: www.porta.net

1.5.1.16. GPRS

GPRS es una nueva tecnología que comparte el rango de frecuencias de la red GSM (900 MHz) utilizando una transmisión de datos por medio de 'paquetes'. La conmutación de paquetes es un procedimiento más adecuado para transmitir datos, hasta ahora los datos se habían transmitido mediante conmutación de circuitos, procedimiento más adecuado para la transmisión de voz.

- **Los canales se comparten entre los diferentes usuarios.**

  En GSM, cuando se realiza una llamada se asigna un canal de comunicación al usuario, que permanecerá asignado aunque no se envíen datos. En GPRS los canales de comunicación se comparten entre los distintos usuarios dinámicamente, de modo que un usuario sólo tiene asignado un canal cuando se está realmente transmitiendo datos. Para utilizar GPRS se precisa un teléfono que soporte esta tecnología. La mayoría de estos terminales soportarán también GSM, por lo que podrá realizar sus llamadas de voz utilizando la red GSM de modo habitual y sus llamadas de datos (conexión a internet, WAP,...) tanto con GSM como con GPRS.

  La tecnología GPRS, o generación 2.5, representa un paso más hacia los sistemas inalámbricos de Tercera Generación o UMTS. Su principal baza radica en la posibilidad de disponer de un terminal permanentemente conectado, tarificando únicamente por el volumen de datos transferidos (enviadosy recibidos) y no por el tiempo de conexión como hemos podido observar en un punto anterior.

- **Obtiene mayor velocidad y mejor eficiencia de la red.**

  Tradicionalmente la transmisión de datos inalámbrica se ha venido realizando utilizando un canal dedicado GSM a una velocidad máxima de 9.6 Kbps. Con el GPRS no sólo la velocidad de transmisión de datos se ve aumentada hasta un mínimo de 40 Kbps y un máximo de 115 Kbps por comunicación, sino que además la tecnología utilizada permite compartir cada canal por varios usuarios, mejorando así la eficiencia en la utilización de los recursos de red.

  La tecnología GPRS permite proporcionar servicios de transmisión de datos de una forma más eficiente a como se venía haciendo hasta el momento.

  GPRS es una evolución no traumática de la actual red GSM: no conlleva grandes inversiones y reutiliza parte de las infraestructuras actuales de GSM. Por este motivo, GPRS tendrá, desde sus inicios, la misma cobertura que la actual red GSM. GPRS (Global Packet Radio Service) es una tecnología que subsana las deficiencias de GSM

- **¿Por qué es mejor GPRS que GSM?**

  Como hemos visto anteriormente el sistema GSM no se adaptaba del todo bien a la transmisión de datos. Vamos a ver ahora las características de GPRS:

  - Velocidad de transferencia de hasta 144 Kbps.
  - Conexión permanente. Tiempo de establecimiento de conexión inferior al segundo.
  - Pago por cantidad de información transmitida, no por tiempo de conexión.

  Veamos unos ejemplos de los tamaños de información que descargaríamos:

  - **Envío de un e-mail** de 5 líneas de texto con un anexo (documento tipo de Word de 4 páginas), consumiría alrededor de **95 kbytes**.
  - **Acceder a un buscador**, buscar un término (ej. viajes) y recibir una pantalla de respuesta podría ocupar **100 kbytes** aproximadamente.
  - **Recibir una hoja de cálculo** (documento tipo Excel de 5 hojas), consumiría aproximadamente **250 kbytes**.

- **Bajarse una presentación** (documento tipo PowerPoint de 20 diapositivas y con fotos) equivale a unos **1.000 kbytes**.

Como vemos estas características se amoldan mucho mejor para la transmisión de datos que el tradicional sistema GSM.

- **Ventajas del GPRS para el usuario.**

  Las ventajas que obtiene el usuario con el sistema GPRS son consecuencia directa de las características vistas en el punto anterior.

  - Característica de "Always connected": un usuario GPRS puede estar conectado todo el tiempo que desee, puesto que no hace uso de recursos de red (y por tanto no paga) mientras no esté recibiendo ni transmitiendo datos.
  - Tarifa por volumen de datos transferidos, en lugar de por tiempo.
  - Coste nulo de establecimiento de conexión a la red GPRS, frente a los quantum de conexiones existentes actualmente en GSM.
  - Mayor velocidad de transmisión. En GSM sólo se puede tener un canal asignado (un "timeslot"), sin embargo, en GPRS, se pueden tener varios canales asignados, tanto en el sentido de transmisión del móvil a la estación base como de la estación base al móvil. La velocidad de transmisión aumentará con el número de canales asignados. Además, GPRS permite el uso de esquemas de codificación de datos que permiten una velocidad de transferencia de datos mayor que en GSM.
  - Posibilidad de realizar/recibir llamadas de voz mientras se está conectado o utilizando cualquiera de los servicios disponibles con esta tecnología.
  - Modo de transmisión asimétrico, más adaptado al tipo de tráfico de navegación html o wml (un terminal GPRS 4+1 (4 slots downlink y 1 uplink) tendrá cuatro veces mayor capacidad de transmisión de bajada que de subida).

- **Servicios del GPRS para el usuario.**

  Los servicios que obtendrá un usuario de este sistema serían los equivalentes a tener un PC conectado a Internet, siendo este de tamaño bolsillo.

- **Acceder en movilidad a Internet y correo electrónico.**

  GPRS permite acceder en movilidad a todas las facilidades de Internet usando el terminal GPRS como módem:

  - Acceso a cuentas de correo Internet (lectura y envío de e-mails).
  - Aviso de recepción de correo en el móvil.
  - Navegación por Internet.
  - Descarga de ficheros.
  - Desde cualquier PC, asistente personal digital (PDA) o directamente desde el terminal GPRS (si sus características lo permiten).
  - Pagando sólo por el volumen de datos transmitidos y recibidos y no por el tiempo de conexión.

- **Acceso a cuentas de correo corporativas (intranet):**
  - GPRS permite utilizar desde un dispositivo móvil (Ordenador portátil, PDA o el propio móvil) los sistemas de correo electrónico de la empresa (Microsoft Mail, Outlook Express, Microsoft Exchange, etc.).
  - El usuario puede acceder en movilidad a su correo corporativo, leerlo y contestarlo como si estuviera en la oficina.

- **Acceso a bases de datos y aplicaciones corporativas desde un dispositivo móvil:**
  - Gestión de Fuerza de Ventas: consulta de estados de pedidos, consulta de catálogos, consulta de stocks, información relativa a los clientes… desde cualquier lugar.
  - Gestión de equipos de trabajo que operan fuera de la empresa (equipos de mantenimiento, supervisión, reparto…). Con GPRS se pueden enviar avisos, cumplimentar partes de trabajo, obtener información detallada sobre envíos o reparaciones desde cualquier lugar.

- **Acceso GPRS a aplicaciones WAP para uso empresariales (a través del servicio WAP):**
  - Agenda, directorios, tarjetas de visita, E-mail, correo, Tareas, Tablón, enviar fax, gestión de equipos.

- **Acceso a servicios de información (a través del servicio WAP)**
  - Canales temáticos: Noticias, Finanzas, Viajes.
  - Guía Conecta: Guía de carreteras, Reserva de restaurantes, Guía de teléfono.
  - Centro comercial: banca móvil, entradas.
  - Internet/ Servicios: buscador, traductor.

1.5.1.17. EDGE

EDGE es una tecnología que cumple con las demandas de la Tercera Generación (3G) para el envío de datos inalámbricos a gran velocidad y el acceso a Internet. Ofrece a los operarios un servicio 3G económico y espectralmente eficiente para el sistema de bandas actuales.

EDGE es un estándar 3G aprobado por la ITU, y está respaldado por el Instituto Europeo de Estándares de Telecomunicaciones (ETSI), la Asociación de GSM (GSMA), el Proyecto Conjunto de Tercera Generación (3GPP) y 3G Américas.

Esta tecnología envía datos, servicios de multimedia y aplicaciones a gran velocidad (tan altas como 473 Kbps) y provee una eficiencia espectral que es competitiva con cualquier otra tecnología en el mercado actual.

EDGE proporciona los medios más económicos para proporcionar servicios de 3G dentro del espectro actual.

EDGE es una tecnología de radio con red móvil que permite que las redes actuales de GSM ofrezcan servicios de 3G dentro de las frecuencias existentes. Como resultado evolutivo de GSM/GPRS, EDGE es una mejora a las redes GPRS y GSM. GPRS es una tecnología portadora de datos que EDGE refuerza con una mejora de la interfaz de radio, y proporciona velocidades de datos tres veces mayores que las de GPRS. Añadir EDGE a la red de GPRS significa aprovechar en toda su extensión las redes de GSM.

EDGE puede aumentar el rendimiento de la capacidad y producción de datos típicamente al triple o cuádruple de GPRS, proporcionando así un servicio de 3G

espectralmente eficiente. En particular, EDGE permitirá que se exploren todas las ventajas de GSM/GPRS, con el establecimiento de una rápida conexión, mayor amplitud de banda y velocidades en la transmisión de datos medios de 80-130 Kbps y tan rápidas como 473 Kbps.

Al ser una tecnología de radio de banda angosta (canales de 200 KHz), EDGE permite que los operarios ofrezcan servicios de 3G sin la necesidad de comprar una licencia 3G.

Al desarrollar la infraestructura inalámbrica ya existente, EDGE permite que los operarios brinden al mercado servicios de 3G en un lanzamiento rápido. En la mayoría de los casos sólo se necesitan cambios secundarios para pasar de GPRS a EDGE. Además, EDGE reduce el costo al implementar sistemas de 3G a nivel nacional porque está diseñada para integrarse a una red de GSM ya existente. Así, EDGE representa una solución fácil, incremental del coste que sea una de las rutas más rápidas a desplegar los servicios de 3G.

EDGE se puede desplegar en múltiples bandas del espectro y complementa a UMTS (WCDMA)

EDGE se puede desplegar en las bandas de frecuencia 800, 900, 1800 y 1900 MHz actuales y puede servir como la vía a la tecnología UMTS (WCDMA). EDGE complementa a UMTS y así ambas tecnologías coexistirán.

EDGE y UMTS comparten la misma red central IP (Protocolo de Internet) y el Proyecto Conjunto de Tercera Generación (3GPP) las apoya. EDGE prosperará en el espectro existente y como un complemento a los despliegues de UMTS ya que al igual que ésta, EDGE es una solución que interoperará con los despliegues de 3G de EDGE.

Los operarios de TDMA tienen la opción de desplegar GSM/GPRS/EDGE sobreponiéndola de manera paralela a sus redes de TDMA tanto en 850 MHz, como en 1900 MHz. En un mercado de 850 MHz (enlace a la tabla del equipo de 850 MHz), especialmente en áreas menos pobladas y rurales, EDGE ofrece una excelente

calidad de propagación; entre más baja la posición en el espectro, toma menos energía enviar la señal y ésta viajará a mayor distancia.

EDGE y el futuro

Introducir EDGE a una red GSM/GPRS es el primer paso en la evolución hacia GSM/EDGE Radio Access Network (GERAN) según el estándar 3GPP, y con el tiempo a una arquitectura de red IP total.

Cuáles son las ventajas de EDGE?

- EDGE ofrece a los operarios un servicio de 3G económico y espectralmente eficiente.
- EDGE es una solución 3G diseñada específicamente para integrarse al espectro existente, permitiendo así a que los operarios ofrezcan nuevos servicios de 3G con licencias de frecuencia existente al desarrollar la infraestructura inalámbrica actual.
- Los operarios de TDMA pueden escoger desplegar una combinación de GSM, GPRS, EDGE y UMTS (WCDMA) en varias bandas dependiendo de la segmentación específica de sus clientes y las estrategias del espectro.
- EDGE ofrece servicios de Internet Móvil con una velocidad en la transmisión de datos a tres veces superior a la de GPRS.
- EDGE y UMTS complementan las tecnologías de 3G; las decisiones de la red de UMTS no se verán afectadas por el cambio de GSM a EDGE y viceversa.
- El equipo de EDGE también opera automáticamente en modo de GSM.
- EDGE será una característica estándar en terminales y soluciones GSM y UMTS, con un costo similar al de GSM hoy en día.
- EDGE proporciona ahorros en los costos, cuando se requiere de una capacidad más alta, velocidades superiores en la transmisión de datos o mejor calidad de servicio en las frecuencias actuales.

1.5.1.18. Bluetooth

Figura 1.8: Símbolo del Bluetooth.

Fuente: http://es.kioskea.net/contents/bluetooth/bluetooth-intro.php3

Bluetooth es una tecnología de red de área personal inalámbrica (abreviada WPAN), una tecnología de red inalámbrica de corto alcance, que se utiliza para conectar dispositivos entre sí sin una conexión por cable.

Los dispositivos Bluetooth no necesitan una línea de visualización directa para comunicarse. Esto hace que su uso sea más flexible y permite la comunicación entre habitaciones en espacios pequeños. El objetivo de Bluetooth es transmitir voz o datos entre equipos con circuitos de radio de bajo costo, a través de un rango aproximado de entre diez y cien metros, utilizando poca energía.

La tecnología Bluetooth se diseñó principalmente para conectar dispositivos (como impresoras, teléfonos móviles, artículos para el hogar, auriculares inalámbricos, ratón, teclados, etc.), equipos o PDA (Asistente personal digital) entre sí, sin utilizar una conexión por cable. Bluetooth también se utiliza cada vez más en teléfonos móviles, lo cual les permite comunicarse con equipos o PDA (Asistente personal digital), y se ha extendido especialmente a los accesorios manos libres, como los auriculares Bluetooth. Los auriculares Bluetooth son auriculares avanzados que incluyen funciones de control remoto.

Características

Bluetooth puede transmitir velocidades de aproximadamente 1 Mbps, que corresponde a 1600 saltos por segundo en modo full dúplex, con un alcance de aproximadamente diez metros cuando se utiliza un transmisor clase II y de un poco menos de cien metros cuando se utiliza un transmisor clase I.

El estándar Bluetooth define 3 clases de transmisores, cuyo alcance varía en función de su potencia radiada:

Clase	Potencia (pérdida de señal)	Alcance
I	100 mW (20 dBm)	100 metros
II	2,5 mW (4 dBm)	15-20 metros
III	1 mW (0 dBm)	10 metros

Tabla 1.5: Estándar de transmisión bluetooth.

Fuente: AUTORES.

A diferencia de la tecnología IrDa, la principal competencia, que utiliza radiación de luz para enviar datos, Bluetooth utiliza ondas de radio (en la banda de frecuencia de 2.4 GHz) para comunicarse. Como consecuencia, los dispositivos Bluetooth no necesitan estar visualmente comunicados para intercambiar datos. Esto significa que los dos dispositivos pueden comunicarse incluso si se encuentran separados por un muro; y lo mejor de todo es que los dispositivos Bluetooth pueden detectarse entre sí sin la participación del usuario, siempre y cuando uno se encuentre dentro del alcance del otro.

Salto de frecuencia

Debido a que la banda ISM está abierta a cualquiera, el sistema de radio Bluetooth deberá estar preparado para evitar las múltiples interferencias que se pudieran producir. Éstas pueden ser evitadas utilizando un sistema que busque una parte no utilizada del espectro o un sistema de salto de frecuencia.

En este caso la técnica de salto de frecuencia es aplicada a una alta velocidad y una corta longitud de los paquetes (1600 saltos/segundo). Con este sistema se divide la banda de frecuencia en varios canales de salto, donde, los transceptores, durante la conexión van cambiando de uno a otro canal de salto de manera pseudo-aleatoria.

Los paquetes de datos están protegidos por un esquema ARQ (repetición automática de consulta), en el cual los paquetes perdidos son automáticamente retransmitidos.

El canal

Bluetooth utiliza un sistema FH/TDD (salto de frecuencia/división de tiempo duplex), en el que el canal queda dividido en intervalos de 625 μs, llamados slots, donde cada salto de frecuencia es ocupado por un slot.

Dos o más unidades Bluetooth pueden compartir el mismo canal dentro de una piconet (pequeña red que establecen automáticamente los terminales Bluetooth para comunicarse entre sí), donde una unidad actúa como maestra, controlando el tráfico de datos en la piconet que se genera entre las demás unidades, donde éstas actúan como esclavas, enviando y recibiendo señales hacia el maestro.

Datagrama Bluetooth

La información que se intercambia entre dos unidades Bluetooth se realiza mediante un conjunto de slots que forman un paquete de datos. Cada paquete comienza con un código de acceso de 72 bits, que se deriva de la identidad maestra, seguido de un paquete de datos de cabecera de 54 bits. Éste contiene importante información de control, como tres bits de acceso de dirección, tipo de paquete, bits de control de flujo, bits para la retransmisión automática de la pregunta, y chequeo de errores de campos de cabecera. La dirección del dispositivo es en forma hexadecimal. Finalmente, el paquete que contiene la información, que puede seguir al de la cabecera, tiene una longitud de 0 a 2745 bits.

Figura 1.9: Datagrama Bluetooth.

Fuente: http://www.hardside.com.ar/utils/bluetooth1.htm

Piconets

Como hemos citado anteriormente si un equipo se encuentra dentro del radio de cobertura de otro, éstos pueden establecer conexión entre ellos. Cada dispositivo tiene una dirección única de 48 bits, basada en el estándar IEEE 802.11 para WLAN.

En principio sólo son necesarias un par de unidades con las mismas características de hardware para establecer un enlace. Dos o más unidades Bluetooth que comparten un mismo canal forman una piconet.

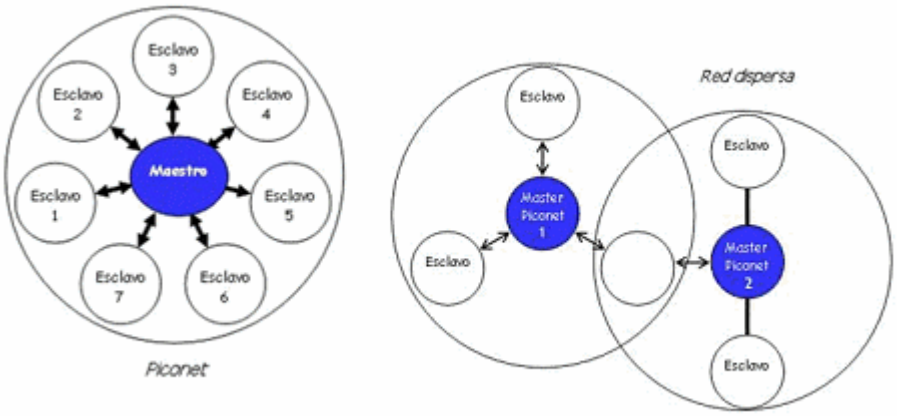


Figura 1.10: Piconets.

Fuente: http://www.hardside.com.ar/utils/bluetooth1.htm

IEEE sobre bluetooth

El estándar Bluetooth se divide en múltiples normas:

- IEEE 802.15.1 define Bluetooth 1.x, que puede alcanzar velocidades de 1 Mbps.
- IEEE 802.15.2 recomienda prácticas para utilizar la banda de frecuencia de 2.4 GHz (la frecuencia también utilizada por WiFi). Sin embargo, este estándar todavía no se ha aprobado.
- IEEE 802.15.3 es un estándar que actualmente se está desarrollando, que ofrecerá velocidad de banda ancha (20 Mbps) con Bluetooth.
- IEEE 802.15.4 es un estándar que actualmente se está desarrollando para el uso con aplicaciones Bluetooth de baja velocidad.

Bluetooth es libre y la banda no es licenciada

La tecnología bluetooth opera en banda libre (es decir, no hay que pagar licencias) entre 2.4 y 2.485Ghz utilizando frequency hopping, siendo full duplex y realizando 1600hops/sec (saltos de frecuencia por segundo). La banda de 2.4Ghz está disponible y no requiere de licencias en la mayor parte de países.

1.5.1.19. SMS

SMS es un acrónimo utilizado en el mundo de la tecnología de las comunicaciones. SMS significa Short Messaging Service, que es un protocolo utilizado en las comunicaciones que da paso al intercambio de mensajes cortos de texto desde un teléfono móvil a otro dispositivo.

Parámetros de los SMS

Cuando un usuario envía un SMS, o lo recibe, se incluyen con su payload (carga útil o cuerpo del mensaje) al menos los siguientes parámetros:

- Fecha de envío (también llamada timestamp).
- Validez del mensaje, desde una hora hasta una semana.
- Número de teléfono del remitente y del destinatario.
- Número del SMSC que ha originado el mensaje.

De este modo se asegura el correcto procesamiento del mensaje en el SMSC y a lo largo de toda la cadena.

Envío y recepción vía radio de los SMS

Los mensajes cortos hacen un uso extremadamente eficaz de la red de radio, y además pueden ser enviados y recibidos en cualquier momento, incluso durante una llamada. La explicación es que, debido a su pequeño tamaño, los SMS no necesitan que se asigne un canal de radio al usuario, como ocurre durante una llamada, sino que se insertan en la información de señalización de la propia red, en los time slots reservados para este fin.

Algunos operadores han implementado el transporte de los mensajes SMS a través del protocolo de paquetes GPRS en lugar del canal de señalización, incrementando la velocidad de transmisión y la capacidad del sistema, pero este cambio opcional en el transporte no se encuentra muy extendido.

1.5.1.20. Comandos AT

Los comandos AT son instrucciones codificadas que conforman un lenguaje de comunicación entre el hombre y un terminal módem. En un principio, el juego de comandos AT fue desarrollado en 1977 por Dennis Hayes como un interfaz de

comunicación con un módem para así poder configurarlo y proporcionarle instrucciones, tales como marcar un número de teléfono. Más adelante, con el avance del baudio, fueron las compañías Microcomm y US Robotics las que siguieron desarrollando y expandiendo el juego de comandos hasta universalizarlo. Los comandos AT se denominan así por la abreviatura de attention.

Aunque la finalidad principal de los comandos AT es la comunicación con módems, la telefonía móvil GSM también ha adoptado como estándar este lenguaje para poder comunicarse con sus terminales. De esta forma, todos los teléfonos móviles GSM poseen un juego de comandos AT específico que sirve de interfaz para configurar y proporcionar instrucciones a los terminales. Este juego de instrucciones puede encontrarse en la documentación técnica de los terminales GSM y permite acciones tales como realizar llamadas de datos o de voz, leer y escribir en la agenda de contactos y recibir mensajes SMS, además de muchas otras opciones de configuración del equipo celular.

Queda claro que la implementación de los comandos AT corre a cuenta del dispositivo GSM y no depende del canal de comunicación a través del cual estos comandos sean enviados, ya sea cable de serie, canal Infrarrojo, Bluetooth, etc. De esta forma, es posible distinguir diferentes teléfonos móviles del mercado que permiten la ejecución total del juego de comandos AT o sólo parcialmente. Por ejemplo, Nokia 6820 no permite la ejecución de comandos AT relativos al manejo de la memoria de agenda de contactos y llamadas pero sí permite acceder al servicio SMS; Nokia 6600 (basado en Symbian) no permite la ejecución de comandos AT relativos a la gestión de la agenda ni de SMS’s.

1.5.1.20.1. Notación de los comandos AT

El envío de comandos AT requiere la siguiente estructura:

- **Petición:**

Figura 1.11: Petición comando AT.

Fuente: http://bluehack.elhacker.net/proyectos/comandosat/comandosat.html

- **Respuesta correcta:**

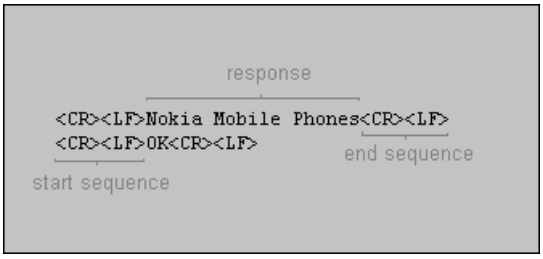


Figura 1.12: Respuesta correcta comando AT.

Fuente: http://bluehack.elhacker.net/proyectos/comandosat/comandosat.html

- **Respuesta incorrecta:**

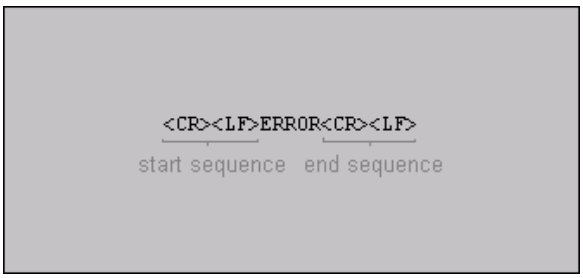


Figura 1.13: Respuesta incorrecta comando AT.

Fuente: http://bluehack.elhacker.net/proyectos/comandosat/comandosat.html

1.5.1.20.2. Comandos AT para gestión SMS

- **AT+CMGF: [Formato Mensaje]**

1. AT+CMGF=?
   - Función: informa de los formatos de mensaje soportados.
   - Sintaxis: AT+CMGF=? | +CMGF: (0,1)

     0 indica formato de mensajes en modo PDU

     1 indica formato de mensajes en modo TEXTO
2. AT+CMGF?
   - Función: informa del formato de mensajes que está siendo utilizado actualmente para los comandos enviar, listar, leer y escribir.
   - Sintaxis: AT+CMGF? | +CMGF: <modo>

     0 indica formato de mensajes en modo PDU

     1 indica formato de mensajes en modo TEXTO
3. AT+CMGF=<modo>
   - Función: establece el formato a utilizar para la entrada y salida de mensajes.
   - Sintaxis: AT+CMGF=<modo>

     0 indica formato de mensajes en modo PDU

     1 indica formato de mensajes en modo TEXTO

- **AT+CMGL: [Lista de Mensajes]**

1. AT+CMGL=?
   - Función: informa de los posibles estados de un mensaje en la memoria que el teléfono puede soportar.
   - Sintaxis: (+CMGF=0) AT+CMGL=? | +CMGL: (0-4)
     (+CMGF=1) AT+CMGL=? | +CMGL: ("REC UNREAD", "REC READ", "STO UNSENT", "STO SENT", "ALL")
2. AT+CMGL=<estado>
   - Función: lista todos los mensajes almacenados correspondientes al estado especificado.
   - Sintaxis: AT+CMGL=<estado> | +CGML: <indice>, <estado>, <numero>, [otros parámetros opcionales] , <timestamp><CR><LF><Cuerpo del mensaje>

     Donde:

<indice> Posición que ocupa el mensaje SMS en la memoria.

<estado> Estado del mensaje.

<numero> Cadena de texto con el número de teléfono origen del mensaje.

<timestamp> Fecha y hora.

<CR><LF> Retorno de carro y salto de línea.

- Resultado a AT+CMGL="STO UNSENT":

  +CMGL: 16,"STO UNSENT","679123456", ,

  Hola! Esto es un sms almacenado en memoria. Luego puede ser enviado... Salu2

<estado>:

0 | "REC UNREAD": Almacenado en Bandeja de entrada y sin leer.

1 | "REC READ": Almacenado en Bandeja de entrada y leído.

2 | "STO UNSENT": Almacenado en Bandeja de salida y sin enviar.

3 | "STO SENT": Almacenado en Bandeja de salida y enviado.

4 | "ALL": Todos los mensajes almacenados.

- **AT+CMGR: [Leer mensaje]**
  - Función: Permite leer mensajes SMS de la bandeja de entrada.
  - Sintaxis: AT+CMGR=<indice> | +CMGR: <estado>, <numero>, [otros parámetros] , <timestamp><CR><LF><Cuerpo del mensaje>

    Donde:

    <indice> Posición que ocupa el mensaje SMS en la memoria.

    <estado> Estado del mensaje.

    <número> Cadena de texto con el número de teléfono origen del mensaje.

    <timestamp> Fecha y hora.

    <CR><LF> Retorno de carro y salto de línea

  - Respuesta a AT+CMGR=1:

    +CMGR: "REC READ","227",,"05/07/12,14:13:02+08"

    Movistar te regala una casa participa ahora, envía un SMS al 8080.

    .

- **AT+CMGD: [Borrar Mensaje]**

  1. AT+CMGD=?
     - Función: Muestra la implementación del comando.
     - Sintaxis: AT+CMGD=? | +CMGD: (lista de índices soportados)[(lista de delflags soportadas)]
     - Respuesta: +CMGD: (1-15),(0-4) //1-15 indica que la memoria SIM puede almacenar de 1 a 15 mensajes SMS
  2. AT+CMGD=<índice>
     - Función: Elimina el mensaje de índice especificado.
     - Sintaxis: AT+CMGD=1 elimina el mensaje con índice 1, es decir, el primer mensaje de la bandeja de entrada de mensajes SMS.

- **AT+CMGS: [Enviar Mensaje]**
  - Función: Permite enviar un mensaje SMS.
  - Sintaxis: AT+CMGS=<numero> [Presionar CR]
    > Escribimos el cuerpo del mensaje. [Presionar Ctrl-Z]
    Donde:
    <numero> Número de teléfono de destino del mensaje.
  - Ejemplo:
    AT+CMGS="679123456" [Presionar CR]
    > Hola! Cómo estás? Hace mucho q no te veo. Ciao. [Ctrl-Z]
    Respuesta: +CMGS: 213

- **AT + CPMS:[Banco Memoria]**
  - Función: Permite cambiar el banco de memoria a usar.
  - Sintaxis: AT+CPMS=<memoria> [Presionar CR]
    Donde:
    <memoria> SM para SIM card o MT memoria del equipo + SIM card.

1.5.1.21. Herramientas de Desarrollo

1.5.1.21.1. J2ME

J2ME (Java 2 Micro Edition) es la plataforma basada en el lenguaje Java que Sun Microsystems ha creado para la programación de **dispositivos inalámbricos pequeños** como **teléfonos celulares**, **paginadores** y **PDA**.[7]

Figura 1.14: Aplicaciones Móviles en Java.

Fuente: AUTORES.

La arquitectura J2ME

Como podemos ver en la Figura 1.13, la arquitectura J2ME se puede dividir en dos grandes bloques de arquitecturas que dependen del tipo de dispositivo y las características de los mismos. En función de la familia de dispositivos tomaremos una u otra opción.

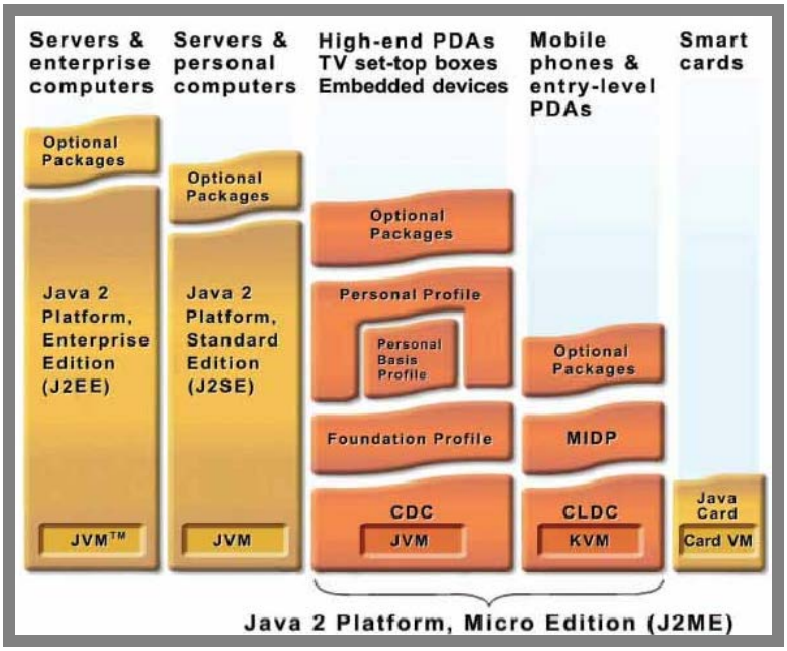


Figura 1.15: Arquitectura J2ME.

Fuente: http://grasia.fdi.ucm.es/j2me/_J2METech/index.html

[7] Manual de Programación Java, Manuel J. Prieto

Para poder tener un entorno de ejecución Java para J2ME que cumpla los requisitos de un rango amplio de dispositivos y mercados objetivo es necesario que se componga de:

- configuración
- perfiles
- paquetes opcionales

Cada combinación de estos elementos se optimiza para la memoria, potencia de proceso y capacidades de E/S de una categoría de dispositivos.

1.5.1.21.2. ASP.NET

"Microsoft ASP.NET es algo más que la siguiente generación de páginas Active Server (ASP). Proporciona un modelo de programación completamente nuevo para la creación de aplicaciones de red que aprovechen los recursos de Internet. En esta sección se muestra información acerca de la configuración, la seguridad y la implementación de las aplicaciones ASP.NET".[8]

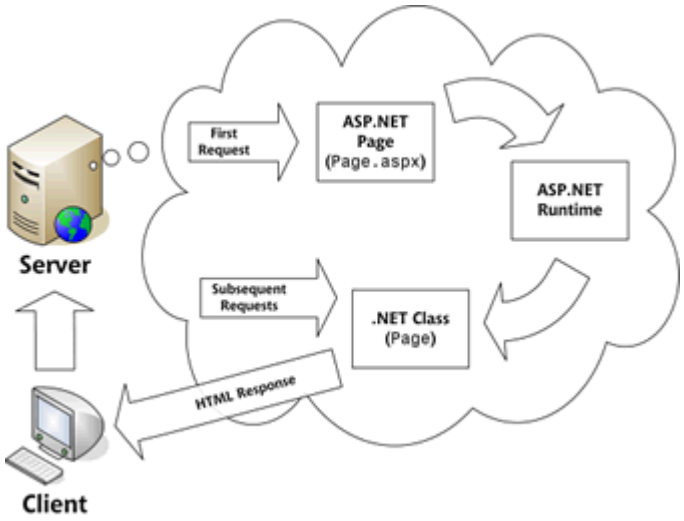


Figura 1.16: Esquema de trabajo de ASP.

Fuentes: AUTORES.

[8] Libros TechNet de Microsoft.

Características

Las páginas de ASP.NET, conocidas oficialmente como "web forms" (formularios web), son el principal medio de construcción para el desarrollo de aplicaciones web. Los formularios web están contenidos en archivos con una extensión ASPX; en jerga de programación, estos archivos típicamente contienen etiquetas HTML o XHTML estático, y también etiquetas definiendo Controles Web que se procesan del lado del servidor y Controles de Usuario donde los desarrolladores colocan todo el código estático y dinámico requerido por la página web. Adicionalmente, el código dinámico que se ejecuta en el servidor puede ser colocado en una página dentro de un bloque <% -- código dinámico -- %> que es muy similar a otras tecnologías de desarrollo como PHP, JSP y ASP, pero esta práctica es, generalmente, desaconsejada excepto para propósitos de enlace de datos pues requiere más llamadas cuando se genera la página.

1.5.1.21.3. Aplicaciones web

La idea fundamental es que los navegadores, browsers, presentan documentos escritos en HTML que han obtenido de un servidor Web. Estos documentos HTML habitualmente presentan información de forma estática, sin más posibilidad de interacción con ellos.

El esquema general de la situación se puede ver en la Figura 1.15, donde se muestran cada tipo de tecnología involucrada en la generación e interacción de documentos Web.

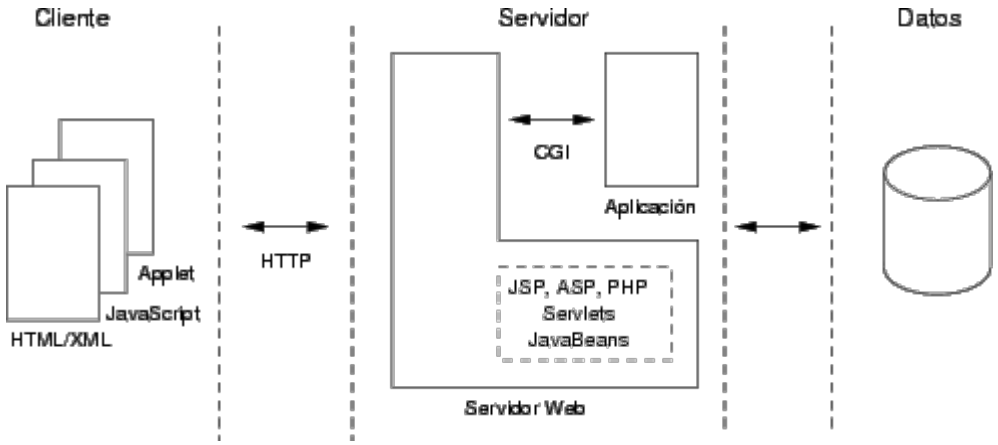


Figura 1.17: Esquema general de las tecnologías Web.

Fuente: http://www.infor.uva.es/~jvegas/cursos/buendia/pordocente/node11.html

Ventajas

- Se facilita el trabajo a distancia.
- No se requieren complicadas combinaciones de Hardware/Software para utilizar estas aplicaciones. Solo un computador con un buen navegador Web.
- Las aplicaciones Web son fáciles de usar (no requieren conocimientos avanzados de computación).
- Con una aplicación Web tendrá alta disponibilidad, ya que puede realizar consultas en cualquier parte del mundo donde tenga acceso a Internet y a cualquier hora.

Beneficios

- Las aplicaciones Web le permiten reunir las diferentes áreas de la empresa.
- Tendrá mayor control de datos y mejor seguridad en las diferentes secciones del web site.
- Permite tener un avanzado sistema de consultas, altas, bajas y modificaciones de datos provenientes de cualquier área de la empresa, lo cual nos mantendrá la información siempre actualizada.
- Otorga la flexibilidad de determinar niveles de acceso según la confidencialidad de los datos así como la posibilidad de realizar transacciones on-line.

1.5.1.21.4. Servicios web

Se define un webservice de la siguiente forma: "Un servicio Web es una aplicación software identificada mediante una URI, cuyo interfaz (y uso) es capaz de ser definido, descrito y descubierto mediante artefactos XML, y soportar interacciones directas con otras aplicaciones software usando mensajes basados en XML y protocolos basados en Internet"[9].

En conclusión: un servicio Web es un componente software que se basa en las siguientes tecnologías (Figura 1.16):

[9] W3C (el organismo que se encarga de desarrollar gran parte de los estándares de internet).

- Un formato que describa la interfaz del componente (sus métodos y atributos) basado en XML. Por lo general este formato es el WSDL (Web Service Description Language).

- Un protocolo de aplicación basado en mensajes y que permite que una aplicación interaccione (use, instancia, llame, ejecute) al webservice. Por lo general este protocolo es SOAP (Simple Object Access Protocol).

- Un protocolo de transporte que se encargue de transportar los mensajes por internet. Por lo general este protocolo de transporte es HTTP (Hiper-Text Transport Protocol) que es exactamente el mismo que usamos para navegar por la web.

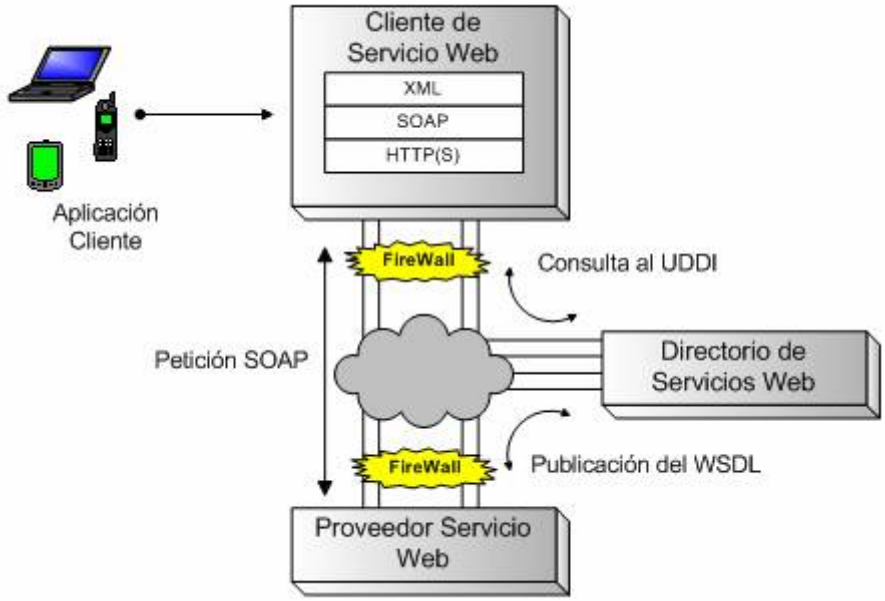


Figura 1.18: Esquema de trabajo de los servicios web.

Fuente: http://msdn.microsoft.com/es-es/library/ms230195(v=VS.80).aspx

Los servicios Web, no son por tanto aplicaciones con una interfaz gráfica con la que las personas puedan interaccionar, sino que son software accesible en internet (o en redes privadas que usen tecnologías internet) por otras aplicaciones. De esta forma podemos desarrollar aplicaciones que hagan uso de otras aplicaciones que estén disponibles en internet interaccionando con ellas.

Con los web services podemos reutilizar desarrollos ya utilizados sin importar la plataforma en la que funcionan o el lenguaje en el que están escritos. Los servicios Web se constituyen en una capa adicional a estas aplicaciones de tal forma que pueden interaccionar entre ellas usando para comunicarse tecnologías estándares que han sido desarrolladas en el contexto de internet.

De esta forma cualquier aplicación (ya sea web o de escritorio) que quiera mostrar esta información sólo tendría que solicitarla a través de internet al servicio Web cuando la necesitase.

Un típico ejemplo podría ser un web service al que se le pudiese preguntar por una empresa y que nos retornase en tiempo real el valor al que están cotizando las acciones de dicha compañía.

1.5.1.21.5. XML

Figura 1.19: Símbolo del lenguaje XML.
Fuente: http://tecnologiasweb-manuel.blogspot.com/

XML es una tecnología en realidad muy sencilla que tiene a su alrededor otras tecnologías que la complementan y la hacen mucho más grande y con unas posibilidades mucho mayores.

XML, con todas las tecnologías relacionadas, representa una manera distinta de hacer las cosas, más avanzada, cuya principal novedad consiste en permitir compartir los datos con los que se trabaja a todos los niveles, por todas las aplicaciones y soportes. Así pues, el XML juega un papel importantísimo en este mundo actual, que tiende a la globalización y la compatibilidad entre los sistemas, ya que es la tecnología que permitirá compartir la información de una manera segura, fiable, fácil. Además, XML permite al programador y los soportes dedicar sus esfuerzos a las tareas importantes cuando trabaja con los datos, ya que algunas tareas tediosas como la validación de estos o el recorrido de las estructuras corre a cargo del lenguaje y está

especificado por el estándar, de modo que el programador no tiene que preocuparse por ello.

XML no está sólo, sino que hay un mundo de tecnologías alrededor de él, de posibilidades, maneras más fáciles e interesantes de trabajar con los datos y, en definitiva, un avance a la hora de tratar la información, que es en realidad el objetivo de la informática en general. XML, o mejor dicho, el mundo XML no es un lenguaje, sino varios lenguajes, no es una sintaxis, sino varias y no es una manera totalmente nueva de trabajar, sino una manera más refinada que permitirá que todas las anteriores se puedan comunicar entre sí sin problemas, ya que los datos cobran sentido.

XML es interesante en el mundo de Internet y el e-bussiness, ya que existen muchos sistemas distintos que tienen que comunicarse entre sí, pero como se ha podido imaginar, interesa por igual a todas las ramas de la informática y el tratamiento de datos, ya que permite muchos avances a la hora de trabajar con ellos.

1.5.1.21.6. SOA (Arquitectura orientada a servicios)

"La Arquitectura SOA establece un marco de diseño para la integración de aplicaciones independientes de manera que desde la red pueda accederse a sus funcionalidades, las cuales se ofrecen como servicios. La forma más habitual de implementarla es mediante Servicios Web, una tecnología basada en estándares e independiente de la plataforma, con la que SOA puede descomponer aplicaciones monolíticas en un conjunto de servicios e implementar esta funcionalidad en forma modular"[10].

¿Qué es un servicio exactamente? Un servicio es una funcionalidad concreta que puede ser descubierta en la red y que describe tanto lo que puede hacer como el modo de interactuar con ella.

Desde la perspectiva de la empresa, un servicio realiza una tarea concreta: puede corresponder a un proceso de negocio tan sencillo como introducir o extraer un dato

[10] MSDN, Microsoft

como “Código del Cliente”. Pero también los servicios pueden acoplarse dentro de una aplicación completa que proporcione servicios de alto nivel, con un grado de complejidad muy superior –por ejemplo, “introducir datos de un pedido”-, un proceso que, desde que comienza hasta que termina, puede involucrar varias aplicaciones de negocio.

La estrategia de orientación a servicios permite la creación de servicios y aplicaciones compuestas que pueden existir con independencia de las tecnologías subyacentes. En lugar de exigir que todos los datos y lógica de negocio residan en un mismo ordenador, el modelo de servicios facilita el acceso y consumo de los recursos de IT a través de la red. Puesto que los servicios están diseñados para ser independientes, autónomos y para interconectarse adecuadamente, pueden combinarse y recombinarse con suma facilidad en aplicaciones complejas que respondan a las necesidades de cada momento en el seno de una organización. Las aplicaciones compuestas (también llamadas “dinámicas”) son lo que permite a las empresas mejorar automatizar sus procesos manuales, disponer de una visión consistente de sus clientes y socios comerciales y orquestar sus procesos de negocio para que cumplan con las regulaciones legales y políticas internas. El resultado final es que las organizaciones que adoptan la orientación a servicios pueden crear y reutilizar servicios y aplicaciones y adaptarlos ante los cambios evolutivos que se producen dentro y fuera de ellas, y con ello adquirir la agilidad necesaria para ganar ventaja competitiva.

Beneficios de SOA

Los beneficios de SOA para una organización se plasman a dos niveles distintos: al del usuario corporativo y a nivel de la organización de IT. Desde el punto de vista de la empresa, SOA permite el desarrollo de una nueva generación de aplicaciones dinámicas que resuelven una gran cantidad de problemas de alto nivel, fundamentales para el crecimiento y la competitividad. Las soluciones SOA permiten entre otras cosas:

- **Mejorar la toma de decisiones.** Al integrar el acceso a los servicios e información de negocio dentro de un conjunto de aplicaciones dinámicas compuestas, los directivos disponen de más información y de mejor calidad

(más exacta y actualizada). Las personas, procesos y sistemas que abarcan múltiples departamentos pueden introducirse de forma más directa en una panorámica unificada, lo que permite conocer mejor los balances de costes y beneficios que se producen en las operaciones de negocio que se realizan a diario. Y al disponer de mejor información en un tiempo menor, las organizaciones pueden reaccionar de manera más ágil y rápida cuando surgen problemas o cambios.

- **Mejorar la productividad de los empleados.** Un acceso óptimo a los sistemas y la información y la posibilidad de mejorar los procesos permiten a las empresas aumentar la productividad individual de los empleados. Estos pueden dedicar sus energías a los procesos importantes, los que generan valor añadido y a actividades de colaboración, semiestructuradas, en vez de aceptar las limitaciones y restricciones impuestas por los sistemas de IT rígidos y monolíticos. Más aún: puesto que los usuarios pueden acceder a la información en los formatos y modalidades de presentación (web, cliente avanzado, dispositivo móvil), que necesitan, su productividad se multiplica en una gran cantidad de escenarios de uso, habituales o nuevos.

- **Potenciar las relaciones con clientes y proveedores.** Las ventajas de SOA trascienden las fronteras de la organización. Los beneficios que ofrece SOA trascienden los límites de la propia organización. Los procesos de fusión y compra de empresas se hacen más rentables al ser más sencilla la integración de sistemas y aplicaciones diferentes. La integración con partners comerciales y la optimización de los procesos de la cadena de suministro son, bajo esta perspectiva, objetivos perfectamente asequibles. Con SOA se puede conseguir mejorar la capacidad de respuesta a los clientes, habilitando por ejemplo portales unificados de servicios. Si los clientes y proveedores externos pueden disponer de acceso a aplicaciones y servicios de negocio dinámicos, no solamente se permite una colaboración avanzada, sino que se aumenta la satisfacción de clientes y proveedores. SOA permite flexibilizar los procesos críticos de compras y gestión de pedidos –habilitando modalidades como la subcontratación de ciertas actividades internas- superando las restricciones impuestas por las arquitecturas de IT subyacentes,

y con ello consiguiendo un mejor alineamiento de los procesos con la estrategia corporativa.

SOA contribuye también a documentar el modelo de negocio de la empresa y a utilizar el modelo de negocio documentado para integrar en él y dar respuesta a las dinámicas de cambio que se produzcan y optimizarlo de acuerdo con ellas.

Desde el punto de vista de los departamentos de IT, la orientación a servicios supone un marco conceptual mediante el cual se puede simplificar la creación y mantenimiento de sistemas y aplicaciones integradas, y una fórmula para alinear los recursos de IT con el modelo de negocio y las necesidades y dinámicas de cambio que le afectan.

- **Aplicaciones más productivas y flexibles.** La estrategia de orientación a servicios permite a IT conseguir una mayor productividad de los recursos de IT existentes –como pueden ser las aplicaciones y sistemas ya instalados e incluso los más antiguos- y obtener mayor valor de ellos de cara a la organización sin necesidad de aplicar soluciones de integración desarrolladas ex profeso para este fin. La orientación a servicios permite además el desarrollo de una nueva generación de aplicaciones compuestas que ofrecen capacidades avanzadas y multifuncionales para la organización con independencia de las plataformas y lenguajes de programación que soportan los procesos de base. Más aún: puesto que los servicios son entidades independientes de la infraestructura subyacente, una de sus características más importantes es su flexibilidad a la hora del diseño de cualquier solución.

- **Desarrollo de aplicaciones más rápido y económico.** El diseño de servicios basado en estándares facilita la creación de un repositorio de servicios reutilizables que se pueden combinar en servicios de mayor nivel y aplicaciones compuestas en respuesta a nuevas necesidades de la empresa. Con ello se reduce el coste del desarrollo de soluciones y de los ciclos de prueba, se eliminan redundancias y se consigue su puesta en valor en menos tiempo. Y el uso de un entorno y un modelo de desarrollo unificados simplifica y homogeneíza la creación de aplicaciones, desde su diseño y prueba hasta su puesta en marcha y mantenimiento.

- **Aplicaciones más seguras y manejables.** Las soluciones orientadas a servicios proporcionan una infraestructura común (y una documentación común también) para desarrollar servicios seguros, predecibles y gestionables. Conforme van evolucionando las necesidades de negocio, SOA facilita la posibilidad de añadir nuevos servicios y funcionalidades para gestionar los procesos de negocio críticos. Se accede a los servicios y no a las aplicaciones, y gracias a ello la arquitectura orientada a servicios optimiza las inversiones realizadas en IT potenciando la capacidad de introducir nuevas capacidades y mejoras. Y además, puesto que se utilizan mecanismos de autenticación y autorización robustos en todos los servicios –y puesto que los servicios existen de forma independiente unos de otros y no se interfieren entre ellos- la estrategia de SOA permite dotarse de un nivel de seguridad superior.

1.5.1.21.7. AJAX

AJAX, acrónimo de Asynchronous JavaScript And XML (JavaScript asíncrono y XML), es una técnica de desarrollo web para crear aplicaciones interactivas o RIA (Rich Internet Applications). Estas aplicaciones se ejecutan en el cliente, es decir, en el navegador de los usuarios mientras se mantiene la comunicación asíncrona con el servidor en segundo plano. De esta forma es posible realizar cambios sobre las páginas sin necesidad de recargarlas, lo que significa aumentar la interactividad, velocidad y usabilidad en las aplicaciones.

Ajax es una tecnología asíncrona, en el sentido de que los datos adicionales se requieren al servidor y se cargan en segundo plano sin interferir con la visualización ni el comportamiento de la página. JavaScript es el lenguaje interpretado (scripting language) en el que normalmente se efectúan las funciones de llamada de Ajax mientras que el acceso a los datos se realiza mediante XMLHttpRequest, objeto disponible en los navegadores actuales. En cualquier caso, no es necesario que el contenido asíncrono esté formateado en XML.

Ajax es una técnica válida para múltiples plataformas y utilizable en muchos sistemas operativos y navegadores dados que está basado en estándares abiertos como JavaScript y Document Object Model (DOM).

Beneficios

- **Interactividad.** Las aplicaciones AJAX se ejecutan en la máquina cliente, manipulando las páginas actuales dentro de sus navegadores usando métodos de Document Object Model. Puede ser usado para multitud de tareas como actualizar o eliminar registros, expandir formularios web, devolver peticiones simples de búsqueda, o editar árboles de categorías; todo sin tener la necesidad de tener que recargar toda la página de HTML cada vez que se realiza un cambio. Generalmente sólo requiere enviar pequeñas peticiones al servidor, y se devuelven respuestas relativamente cortas. Esto permite el desarrollo de aplicaciones interactivas con más interfaces de usuario más responsivas gracias al uso de las técnicas DHTML.

- **Portabilidad.** Las aplicaciones de Ajax utilizan características bien documentadas presentes en todos los navegadores importantes en la mayoría de las plataformas existentes. Aunque esta situación podría cambiar en el futuro, en este momento, los usos de Ajax son efectivos entre plataformas. Mientras que la plataforma de Ajax está más restringida que la plataforma de Java, las aplicaciones actuales de Ajax llenan con eficacia la parte de los Java applets: ampliar el navegador con mini-aplicaciones ligeras.

- **Accesibilidad.** La utilización de tecnologías AJAX en la web proporciona muchos desafíos para desarrolladores interesados en la adhesión a las directrices de la WAI de accesibilidad. Los desarrolladores necesitan proporcionar opciones fallback para usuarios en otras plataformas o navegadores, ya que la mayoría de los métodos de puesta en práctica de AJAX confían en rasgos sólo presentes en navegadores gráficos de escritorio.

Los desarrolladores web usan AJAX en algunos casos para ofrecer contenido sólo a porciones específicas de una página, permitiendo la manipulación de datos sin la necesidad de recargar la página completa en el navegador. Los no usuarios de AJAX seguirían cargando y manipulando la página entera como un fallback, permitiendo a

los desarrolladores preservar la experiencia de los usuarios en entornos no-AJAX (incluyendo todos los temas relevantes de accesibilidad) mientras que da a aquellos con un navegador capaz, una experiencia de usuario mucho mejor.

1.5.1.21.8. SQL Server

"Microsoft SQL Server es una plataforma de base de datos que se utiliza en el procesamiento de transacciones en línea (OLTP) a gran escala, el almacenamiento de datos y las aplicaciones de comercio electrónico; es también una plataforma de Business Intelligence para soluciones de integración, análisis y creación de informes de datos." [11]

Microsoft SQL Server constituye la alternativa de Microsoft a otros potentes sistemas gestores de bases de datos como son Oracle, Sybase ASE, PostgreSQL, Interbase, Firebird o MySQL.

Características de Microsoft SQL Server

- Soporte de transacciones.
- Escalabilidad, estabilidad y seguridad.
- Soporta procedimientos almacenados.
- Incluye también un potente entorno gráfico de administración, que permite el uso de comandos DDL y DML gráficamente.

Permite trabajar en modo cliente-servidor, donde la información y datos se alojan en el servidor y las terminales o clientes de la red sólo acceden a la información.

Además permite administrar información de otros servidores de datos.

Es común desarrollar completos proyectos complementando Microsoft SQL Server y Microsoft Access a través de los llamados ADP (Access Data Project). De esta forma se completa la base de datos (Microsoft SQL Server), con el entorno de desarrollo (VBA Access), a través de la implementación de aplicaciones de dos capas mediante el uso de formularios Windows.

[11] Libros de TechNet de Microsoft

Para el desarrollo de aplicaciones más complejas (tres o más capas), Microsoft SQL Server incluye interfaces de acceso para varias plataformas de desarrollo, entre ellas .NET, pero el servidor sólo está disponible para Sistemas Operativos Windows.

1.5.2. Marco conceptual

- **AJAX:** Acrónimo de Asynchronous JavaScript And XML (JavaScript asíncrono y XML), es una técnica de desarrollo web para crear aplicaciones interactivas o RIA (Rich Internet Applications), las aplicaciones se ejecutan en el cliente, es decir, en el navegador de los usuarios mientras se mantiene la comunicación asíncrona con el servidor en segundo plano. De esta forma es posible realizar cambios sobre las páginas sin necesidad de recargarlas.

- **ASP.NET:** Es una tecnología de scripts que corren en el servidor y pueden ser utilizados para crear aplicaciones dinámicas e interactivas en el Web. Una página ASP.net es una página de HTML que contiene scripts que son procesados por un servidor Web antes de ser enviados al navegador del usuario.

- **Bluetooth:** Es una tecnología de red de área personal inalámbrica (abreviada WPAN), una tecnología de red inalámbrica de corto alcance, que se utiliza para conectar dispositivos entre sí sin una conexión por cable.

- **Clase:** Es una construcción que se utiliza como un modelo (o plantilla) para crear objetos de ese tipo. El modelo describe el estado y el comportamiento que todos los objetos de la clase comparten.

- **Comandos AT:** son instrucciones codificadas que conforman un lenguaje de comunicación entre el hombre y un terminal módem se los denomina comandos AT se denominan así por la abreviatura de attention.

- **Consulta:** Información a obtener de acuerdo a criterios específicos.

- **CSS:** Hojas de Estilo en Cascada (Cascading Style Sheets), es un mecanismo simple que describe cómo se va a mostrar un documento en la pantalla, o cómo se va a imprimir, o incluso cómo va a ser pronunciada la información presente en ese documento a través de un dispositivo de lectura. Esta forma de descripción de estilos ofrece a los desarrolladores el control total sobre estilo y formato de sus documentos.

- **Diccionario de datos (DD):** Conjunto de metadatos que contiene las características lógicas y puntuales de los datos que se van a utilizar en el sistema que se programa, incluyendo nombre, descripción, alias, contenido y organización.

- **EDGE:** Es una tecnología que cumple con las demandas de la Tercera Generación (3G) para el envío de datos inalámbricos a gran velocidad y el acceso a Internet. Ofrece a los operarios un servicio 3G económico y espectralmente eficiente para el sistema de bandas actuales.

- **Framework:** Estructura conceptual y tecnológica de soporte definida, normalmente con artefactos o módulos de software concretos, en base a la cual otro proyecto de software puede ser organizado y desarrollado.

- **GPRS** (General Packet Radio Services): Es una técnica de conmutación de paquetes, que es integrable con la estructura actual de las redes GSM. Esta tecnología permitirá velocidades de datos de 115 kbs.

- **Hipertensión arterial:** Es el aumento de la presión arterial de forma crónica, es una enfermedad que no da síntomas durante mucho tiempo, si no se trata puede desencadenar complicaciones severas como un infarto de miocardio, una hemorragia o trombosis cerebral, lo que se puede evitar si se controla adecuadamente.

- **HTML:** siglas de HyperText Markup Language (Lenguaje de Marcado de Hipertexto), es el lenguaje de marcado predominante para la elaboración de

páginas web. Es usado para describir la estructura y el contenido en forma de texto, así como para complementar el texto con objetos tales como imágenes.

- **HTTP:** Hypertext Transfer Protocol o HTTP (en español protocolo de transferencia de hipertexto. Protocolo usado en cada transacción de la World Wide.

- **Interfaz de usuario:** Medio con que el usuario puede comunicarse con una máquina, un equipo o una computadora, y comprende todos los puntos de contacto entre el usuario y el equipo, normalmente suelen ser fáciles de entender y fáciles de accionar.

- **J2ME** (Java 2 Micro Edition): Es la plataforma basada en el lenguaje Java que Sun Microsystems ha creado para la programación de dispositivos inalámbricos pequeños como teléfonos celulares, paginadores y PDA.

- **Medidores de Presión Arterial:** El aparato que mide la presión arterial se llama esfigmomanómetro o baumanómetro y el lugar habitual de su medida es el brazo, aunque popularmente es conocido como tensiómetro.

- **Microsoft SQL Server:** Es un sistema de gestión de bases de datos relacionales (SGBD) basado en el lenguaje Transact-SQL, y específicamente en Sybase IQ, capaz de poner a disposición de muchos usuarios grandes cantidades de datos de manera simultánea, así como de tener unas ventajas que más abajo se describen.

- **Modelo entidad-relación** (E-R "Entity relationship", o, "DER" Diagrama de Entidad Relación): Es una herramienta para el modelado de datos de un sistema de información. Estos modelos expresan entidades relevantes para un sistema de información así como sus interrelaciones y propiedades.

- **Modularidad:** Capacidad que tiene un sistema de ser estudiado, visto o entendido como la unión de varias partes que interactúan entre sí y que

trabajan para alcanzar un objetivo común, realizando cada una de ellas una tarea necesaria para la consecución de dicho objetivo.

- **Móvil:** El teléfono móvil o celular es un dispositivo inalámbrico electrónico que permite tener acceso a la red de telefonía celular o móvil.

- **Presión Arterial:** La presión arterial es la fuerza que ejerce la sangre al circular por las arterias, mientras que tensión arterial es la forma en que las arterias reaccionan a esta presión, lo cual logran gracias a la elasticidad de sus paredes.

- **Presión arterial diastólica:** Corresponde al valor mínimo de la tensión arterial cuando el corazón está en diástole o entre latidos cardíacos. Depende fundamentalmente de la resistencia vascular periférica. Se refiere al efecto de distensibilidad de la pared de las arterias, es decir el efecto de presión que ejerce la sangre sobre la pared del vaso.

- **Presión arterial sistólica:** Corresponde al valor máximo de la tensión arterial en sístole (cuando el corazón se contrae). Se refiere al efecto de presión que ejerce la sangre eyectada del corazón sobre la pared de los vasos.

- **POO:** Siglas de Programación Orientada a Objetos. Está basado en varias técnicas, incluyendo herencia, abstracción, polimorfismo y encapsulamiento.

- **Programa:** Es un conjunto de instrucciones que una vez ejecutadas realizarán una o varias tareas en una computadora.

- **Query:** Cadena de consulta, este término generalmente se utiliza para hacer referencia a una interacción con una base de datos.

- **Reporte:** Representación de resultados.

- **Script:** (archivo de órdenes o archivo de procesamiento por lotes) Programa usualmente simple, que generalmente se almacena en un archivo de texto

plano. Los script son casi siempre interpretados, pero no todo programa interpretado es considerado un script. El uso habitual de los scripts es realizar diversas tareas como combinar componentes, interactuar con el sistema operativo o con el usuario. Por este uso es frecuente que los shells sean a la vez intérpretes de este tipo de programas.

- **Servicios web:** La W3C define a los servicios web como un sistema de software diseñado para permitir interoperatibilidad máquina a máquina en una red. En general, los servicios web son sólo APIs Web que pueden ser accedidas en una red, como internet, y ejecutadas en un sistema de hosting remoto.

- **Servidor:** Computadora que, formando parte de una red, provee servicios a otras computadoras denominadas clientes.

- **Servidor web:** Programa que está diseñado para transferir hipertextos, páginas web o páginas HTML (HyperText Markup Language): textos complejos con enlaces, figuras, formularios, botones y objetos incrustados como animaciones o reproductores de música. El programa implementa el protocolo HTTP (HyperText Transfer Protocol) que pertenece a la capa de aplicación del modelo OSI.

- **SMS:** Es un acrónimo utilizado en el mundo de la tecnología de las comunicaciones. SMS significa Short Messaging Service, que es un protocolo utilizado en las comunicaciones que da paso al intercambio de mensajes cortos de texto desde un teléfono móvil a otro dispositivo.

- **SOA** (Arquitectura orientada a servicios): La Arquitectura SOA establece un marco de diseño para la integración de aplicaciones independientes de manera que desde la red pueda accederse a sus funcionalidades, las cuales se ofrecen como servicios.

- **Telemedicina:** Telemedicina significa medicina practicada a distancia, incluye tanto diagnóstico y tratamiento, como también la educación médica.

Es un recurso tecnológico que posibilita la optimización de los servicios de atención en salud, ahorrando tiempo y dinero y facilitando el acceso a zonas distantes para tener atención de especialistas.

- **URL:** (Uniform Resource Locator - Localizador Uniforme de Recursos). Forma de organizar la información en la web. Dirección que permite acceder a un archivo o recurso como páginas html, php, asp, o archivos gif, jpg, etc. Se trata de una cadena de caracteres que identifica cada recurso disponible en la WWW.

- **WWW:** World Wide Web, (Red Global Mundial o "Red de Amplitud Mundial"). Sistema de documentos de hipertexto y/o hipermedios enlazados y accesibles a través de Internet. Con un navegador web, un usuario visualiza sitios web compuestos de páginas web que pueden contener texto, imágenes, videos u otros contenidos multimedia, y navega a través de ellas usando hiperenlaces.

- **XML:** Siglas en inglés de eXtensible Markup Language (lenguaje de marcas extensible), es un metalenguaje extensible de etiquetas desarrollado por el World Wide Web Consortium (W3C). Es una simplificación y adaptación del SGML y permite definir la gramática de lenguajes específicos (de la misma manera que HTML es a su vez un lenguaje definido por SGML). Por lo tanto XML no es realmente un lenguaje en particular, sino una manera de definir lenguajes para diferentes necesidades. Algunos de estos lenguajes que usan XML para su definición son XHTML, SVG, MathML.

1.6. Formulación de la hipótesis y variables

1.6.1. Hipótesis general

El mecanismo que actualmente se usa para el control y monitoreo de la presión arterial es el que origina ineficiencia, tiempos tardíos y un alto índice de riesgo.

1.6.2. Hipótesis particulares

- La poca periodicidad de toma de lecturas de presión arterial en el procedimiento manual genera posibles riesgos en la salud del paciente.

- El desconocimiento del comportamiento real de la presión arterial en un determinado período de tiempo dificulta determinar la evolución del paciente.

- El monitoreo en tiempo real de la presión arterial ayuda a identificar a tiempo cualquier inconveniente que presente el paciente.

- La toma de medicación de forma desordenada causa riesgos a la salud del paciente.

- El procesamiento manual y no continuo de la información genera un alto porcentaje de riesgos.

1.6.3. Matriz Causa – Efecto

Problema general	Objetivo general	Hipótesis general
¿Qué aspectos inciden en la ineficiencia, en lo altos tiempos de respuesta y altos índices de error del procedimiento actual de control y monitoreo de la presión arterial?	Identificar las falencias del procedimiento de control y monitoreo de la presión arterial que lo convierte a éste en un procedimiento no periódico y con altos índices de riesgo.	El mecanismo que actualmente se usa para el control y monitoreo de la presión arterial es el que origina ineficiencia, tiempos tardíos y un alto índice de riesgo.
Problemas específicos	**Objetivos específicos**	**Hipótesis particulares**
¿Por qué la poca frecuencia de obtención de lecturas de presión arterial en el procedimiento manual genera posibles riesgos en la salud del paciente?	Determinar las razones por las cuales la poca frecuencia de obtención de lecturas en el procedimiento manual genera posibles riesgos en la salud del paciente.	La poca periodicidad de toma de lecturas de presión arterial en el procedimiento manual genera posibles riesgos en la salud del paciente.
¿Cómo se puede determinar la evolución del paciente sin conocer el comportamiento real de la presión arterial en un determinado período de tiempo?	Identificar los motivos por los que se dificulta determinar la evolución real del paciente sin conocer el comportamiento real de la presión arterial en un período de tiempo.	El desconocimiento del comportamiento real de la presión arterial en un determinado período de tiempo dificulta determinar la evolución del paciente.
¿Cómo se puede determinar a tiempo cualquier inconveniente que puede presentar un paciente?	Identificar el mejor método de monitoreo y el apoyo que significa para el paciente la identificación a tiempo de posibles inconvenientes.	El monitoreo en tiempo real de la presión arterial ayuda a identificar a tiempo cualquier inconveniente que presente el paciente.
¿Qué incidencia sobre la salud del paciente tiene la toma de medicación fuera de horario?	Identificar el mejor método de recordatorios de horarios de toma de medicación para el paciente.	La toma de medicación de forma desordenada causa riesgos a la salud del paciente.
¿Qué incidencia tiene en la confiabilidad de los datos el llevar el procesamiento de información de manera no automatizada?	Identificar en qué medida el procesamiento manual de la información genera riesgos.	El procesamiento manual y no continuo de la información genera un alto porcentaje de riesgos.

Tabla 1.6: Matriz Causa – Efecto.

Fuente: AUTORES.

1.6.4. Variables

Variable	Definición de variables
Características del paciente	Edad, sexo, peso, estatura, raza, etc.
Antecedentes médicos	Conjunto de antecedentes médicos relevantes a la salud del paciente.
Antecedentes familiares	Conjunto de antecedentes médicos de familiares relevantes a afecciones cardiovasculares o afecciones de presión arterial.
Medicación	Medicación previa o posterior al tratamiento

Tabla 1.7: Variables.

Fuente: AUTORES.

1.7. Aspectos metodológicos de la investigación

La investigación es de campo, pues para obtener el enfoque del tema, se ha requerido acudir a los lugares donde se están realizando los hechos, es decir, centros de salud y consultorios médicos.

Esta investigación también es bibliográfica porque para cumplir con la investigación recurriré a fuentes como textos de consultas, Internet, etc.

1.7.1. Tipo de estudio

Los tipos de estudio aplicados son: de campo, explicativa, no experimental y transversal.

- Investigación de campo: debido a que este tipo de estudio permite la observación en contacto directo con el objeto de estudio, y el acopio de testimonios que permitan confrontar la teoría con la práctica en la búsqueda de la verdad objetiva y es precisamente lo que se realiza para la recolección de información y alimentación con la misma al sistema.
- Investigación explicativa: se centra en determinar los orígenes o las causas de un determinado conjunto de fenómenos, donde el objetivo es conocer por qué suceden ciertos hechos a través de la delimitación de las relaciones causales existentes o, al menos, de las condiciones en que ellas producen. Este es el tipo de investigación necesaria para determinar aquellos factores relevantes en el proceso de realización del proyecto.

- Tipo de investigación no experimental: Esta es una investigación no experimental debido a que los parámetros, hecho, datos, personas, expertos, son observados o tomados en su contexto natural o son datos ya determinados y demostrados y por lo tanto reales, ya que las variables independientes ya han ocurrido y el investigador no tiene control directo sobre dichas variables, no puede influir sobre ellas porque ya sucedieron, al igual que sus efectos.
- Tipo de investigación transversal: Es transversal porque recolecta datos en un solo momento en un tiempo único, su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado.

1.7.2. Métodos de Investigación

- El método científico, nos permitirá reproducir condiciones o estado médicos muy comunes de los pacientes que sufren de hipertensión lo cual nos proporcionara la experiencia que nos hará estar mucho más seguros de lo que se estamos haciendo.

  Además admite la modificación de variables, lo cual nos da vía libre para la corrección de errores y el mejoramiento de nuestro sistema. Este método, además de ser muy aplicado en ingeniería es muy útil para buscar una solución de calidad, efectiva, funcional y de satisfacción a las necesidades del cliente.

- El método analítico en unión con el método de abstracción, nos da una manera muy segura de distinguir varios elementos dentro de un proceso, este método será de mucha ayuda en el proceso investigativo de la tecnología electrónica que hemos propuesto utilizar en este proyecto ya que solo contamos con bases teóricas, por lo que es necesario análisis ordenado, por separado de los elementos y a su vez como un todo para analizar también sus relaciones y resultados.

  Se ha pensado que estos métodos podrían también ser muy útiles al momento de realizar la implementación del sistema en donde la integración de las

aplicaciones de software y los dispositivos de hardware podrían volverse un problema para la detección de errores.

- El método estadístico se refiere a cuatro grandes apartados: el empleo de los números; la agrupación; la comparación de los hechos, y el empleo de los datos recogidos para formular leyes.

  Al estudiar las operaciones estadísticas se llega al conocimiento de que el método principal estadístico consiste en el empleo de los números para representar los hechos investigados.

  Debido a la naturaleza de nuestro sistema experto que requiere de estadísticas para realizar sus inferencias se necesita este método.

1.7.3. Técnica de coordinación y comunicación

Si bien es cierto, cuando se trata de construir un producto, en este caso un servicio, es importante seguir una serie de pasos para lograrlo, y cuando se trata de un proyecto de alta complejidad, ya sea por que involucre varias tecnologías o porque implique varias etapas durante el desarrollo e implementación es muy común que se presenten problemas que pueden impactar al proyecto negativamente.

Una buena coordinación, organización y comunicación es la clave para lograr el éxito. Por esta razón hemos decidido aplicar la siguiente técnica:

Figura 1.20: Aplicación de la técnica de coordinación.

Fuente: Libro Ingeniería de Software un enfoque practico, Empleo de la técnica de coordinación.

Los mecanismos de comunicaciones formales e informales entre los miembros del equipo serán:

Formal	Informal
• Incluyen documentos de ingeniería del software. • Minutas • Planificaciones del programa y herramientas de control del proyecto • Cambios y documentación relativa • Informes de seguimiento de errores. • Reuniones de revisión de avances, Presentación de prototipos.	• Incluyen reuniones de grupo para la divulgación de información y resolución de problemas. • Comunicación electrónica. • Discusiones informales con los miembros del equipo y con personas que no están en el proyecto pero que pueden tener experiencia o una profunda visión que puede ayudar a los miembros del equipo.

Tabla 1.8: Mecanismos de comunicación.

Fuente: AUTORES.

1.7.4. Metodología de Desarrollo del Software

La metodología a seguir para el desarrollo del sistema de telemedicina propuesto se basa en la norma ISO/IEC 12207 la cual consiste básicamente en idear, implementar y mantener un sistema de software.

Los pasos a continuación describen el proceso general de desarrollo del proyecto:

- Captura de requisitos (Requerimiento del Sistema).
- Análisis (Estructura, Relaciones, Funcionalidades).
- Diseño (Selección del Lenguaje, Definición de Entidades y BD).
- Implementación (Desarrollo).
- Debugging (Depuración de código).
- Validación (Garantizar que el programa cumple los requerimientos).

- Mantenimiento y Evolución (Añadir nuevas funcionalidades, Corrección de errores no detectados).

El ciclo de vida a seguir se aplicara espiral, ya que se adapta perfectamente a nuestras necesidades. A pesar de su complejidad en su gestión, ofrece mejores resultados en cuanto a calidad, gestión de riesgos y el manejo de prototipos.

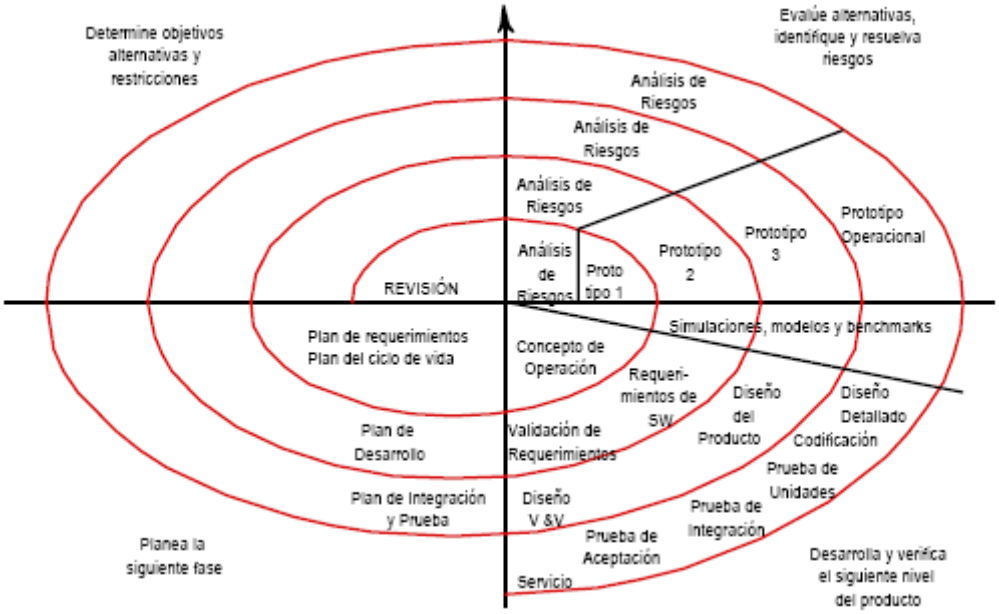


Figura 1.21: Aplicación de ciclo de vida del software en espiral.

Fuente: Libro Ingeniería de Software un enfoque practico.

1.7.5. Metodología de Planificación e Implementación del Servicio

Modelo "Plan Do Check Act" (PDCA o PHVA)

El enfoque de la metodología al momento de implementar el servicio del Sistema de Telemedicina, se basa en el estándar ISO 20000 el cual usaremos para establecer, implementar, monitorear y mejorar el servicio.

Figura 1.22: Aplicación de ciclo de vida del software en espiral.

Fuente: ISO 20000, Estándar Internacional de calidad en tecnologías de información.

Un componente fundamental de este modelo es la continua revisión y mejora del sistema, una vez que los proyectos que lo constituyen hayan sido implementados.

Planificar:

- Alcance del servicio de TI.
- Objetivos.
- Procesos y herramientas para su funcionamiento.
- Interfaces y coordinación de los procesos del servicio de TI.
- Manejo de riesgos.
- Recursos, facilidades y presupuestos para el logro de los objetivos.
- Gestión, auditoria y mejoramiento de la calidad del servicio.

Hacer la Implementación del Servicio

- Documentar y mantener políticas, planes, procesos, procedimientos.
- Identificar y administrar los riesgos del servicio.
- Seguimiento del cumplimiento de planes.
- Procesos de coordinación de la gestión de servicios.

Verificar, Monitorear, Medir y Revisar

- Aplicar métodos de monitoreo y medición.
- Revisiones del sistema de calidad para determinar conformidad con la norma, implantación y funcionamiento.

Actuar y mejoramiento Continuo

- Deberán ser planificados y aprobados formalmente.
- Cambios al sistema.
- Comunicación a las partes interesadas.
- Procesos, mediciones, métodos, CAP y herramientas para nuevos servicios.

CAPITULO II

2. INVESTIGACION Y ANALISIS DEL PROBLEMA

2.1. Estudio de la situación en Guayaquil

La hipertensión es la causa principal de los problemas cardiovasculares en Guayas, se estima que cerca de un millón de personas en la provincia tienen la presión arterial elevada.

Si consideramos que solo el 6,7% de las personas hipertensas tienen controlada su dolencia, estamos hablando de que casi un 93% está en riesgo de padecer un accidente cerebrovascular o un infarto en el corazón, a consecuencia de la presión alta.

La salud pública con respecto a este tipo de enfermedades ha mejorado en los últimos años a nivel local, con programas que tiene el Municipio de Guayaquil, el Ministerio de Salud y la Junta de Beneficencia. Pero la realidad es que existe un gran porcentaje de personas con hipertensión no controlada, que está en riesgo de seguir llenando las estadísticas de muertes cardiovasculares en el Ecuador.

Existe actualmente un área en el Ministerio de Salud que tiene la responsabilidad de crear políticas con respecto a la hipertensión.

Lo que más se puede observar en acción son iniciativas privadas, que invitan a la población a tomar conciencia sobre este tipo de afecciones. Entre ellas podemos observar la 1era Jornada de Hipertensión Arterial realizada el 17 de Agosto del 2010 y la charla a la comunidad realizada en el Hospital Luís Vernaza el 23 de Octubre del 2010.

A nivel público no existen los suficientes establecimientos para atender emergencias cardiacas. Generalmente hay unidades periféricas con médicos, muchas veces recién formados, que no tienen cómo tomar un electrocardiograma. Lo único que pueden hacer ellos es derivar los pacientes a hospitales como el Luis Vernaza, el del IESS o el Guayaquil.

2.1.1. Análisis de la presión alta, baja y factores de riesgo

2.1.1.1. Presión Arterial Alta

Se produce cuando se estrechan unas arterias pequeñas denominadas arteriolas, las cuales regulan el flujo sanguíneo en el organismo. Cada vez que estas arterias se hacen más estrechas, el corazón necesita más esfuerzo para poder bombear la sangre y la presión en los vasos sanguíneos aumenta.

Esto puede afectar la salud de la siguiente manera:

1. Mediante el endurecimiento de las arterias, lo cual aumenta el grosor de las arterias causando coágulos de sangre obstruyendo el flujo sanguíneo al corazón y al cerebro. Esto puede producir un ataque al corazón o derrame cerebral.
2. Debido al trabajo intenso que debe realizar el corazón para bombear la sangre, como todo músculo muy usado, este aumenta de tamaño. Cuánto más grande es el corazón, le cuesta más mantener el flujo sanguíneo lo que causa insuficiencia cardiaca.
3. La hipertensión daña los riñones si las arterias que los riegan se ven afectadas
4. Si una persona es diabética, la hipertensión puede generar rupturas en los pequeños capilares de la retina del ojo ocasionando derrames y ceguera**.**

2.1.1.2. Presión Arterial baja

También denominada hipotensión arterial baja cuando está por debajo de 90/60 mmHg. Estas cifras no afectan a todo el mundo por igual. Hay personas cuya presión normal es siempre baja y no tienen ningún tipo de molestia. El problema es cuando nos produce sensación de fatiga, mareo y falta de tono muscular. La persona puede llegar incluso a desvanecerse ya que el cerebro no recibe el flujo necesario de sangre.

Sus causas son muy diversas y van desde el exceso de calor, deshidratación, efectos secundarios de algunos medicamentos, problemas cardíacos, un shock emocional, muchas horas sin comer, incorporarse demasiado rápido tras un descanso prolongado, una hemorragia, etc.

2.1.1.3. Causas

Se desconoce la verdadera causa de la presión arterial alta, pero existen diversos factores relacionados con la enfermedad. El riesgo de sufrir de hipertensión es mayor si la persona:

Tiene antecedentes familiares de hipertensión.

- Es afroamericana. Los afroamericanos tienen una mayor incidencia de hipertensión arterial que los blancos, y la enfermedad suele aparecer a menor edad y ser más grave.
- Es hombre. En las mujeres el riesgo es mayor después de los 55 años.
- Tiene más de 60 años. Los vasos sanguíneos se debilitan con los años y pierden su elasticidad.
- Se enfrenta a niveles altos de estrés. Según algunos estudios, el estrés, la ira, la hostilidad y otras características de la personalidad contribuyen a la hipertensión, pero los resultados no han sido siempre uniformes. Los factores emocionales muy probablemente contribuyan al riesgo de ciertas personas que presentan otros factores de riesgo de hipertensión.
- Sufre de sobrepeso u obesidad.
- Usa productos de tabaco. El cigarrillo daña los vasos sanguíneos.
- Usa anticonceptivos orales. Las mujeres que fuman y usan anticonceptivos orales aumentan considerablemente su riesgo.
- Lleva una alimentación alta en grasas saturadas.
- Lleva una alimentación alta en sodio (sal).
- Bebe más de una cantidad moderada de alcohol. Según los expertos, el consumo moderado es un promedio de una o dos bebidas por día para los hombres y de una bebida por día para las mujeres.
- Es físicamente inactiva.
- Es diabética.

2.1.1.4. Factores de Riesgo

Presión arterial (mmHg)					
Otros Factores de Riesgo (F.R.)	Normal PAS:120-129 PAD: 80-84	Normal-Alta PAS:130-139 PAD: 85-89	Grado 1 PAS: 140-159 PAD: 90-99	Grado 2 PAS: 160-179 PAD:100-109	Grado 3 PAS ≥180 PAD ≥110
Sin otros F.R.	Riesgo basal	Riesgo basal	Riesgo bajo	Riesgo moderado	Riesgo alto
1-2 F.R.	Riesgo bajo	Riesgo bajo	Riesgo moderado	Riesgo moderado	Riesgo muy alto
> 3 F.R. SM, DO o Diabetes	Riesgo moderado	Riesgo alto	Riesgo alto	Riesgo alto	Riesgo muy alto
ENF CV o RENAL	Riesgo muy alto	Riesgo muy alto	Riesgo muy alto	Riesgo muy alto	Riesgo muy alto
SM: Síndrome Metabólico. DO: Deterioro orgánico subclínico					

Tabla 2.1: Estratificación del riesgo.

Fuente: http://www.fisterra.com

2.1.1.5. Picos de Presión

Cuando la presión arterial está por encima de 210 y 120 se producen crisis hipertensivas que pueden afectar gravemente al organismo y requieren hospitalización inmediata.

El problema más grave de esta enfermedad es que, en la mayoría de los casos, el enfermo no lo sabe y, al no recibir tratamiento, la hipertensión puede provocarle daños en órganos vitales, como los riñones, los ojos, el corazón etc. En casos más graves puede conducir a hemorragias cerebrales, trombosis, etc.

2.1.1.6. Interpretación de las lecturas de la presión arterial

Según el estudio realizado la presión arterial depende de muchos factores, como pueden ser el peso, la edad, el sexo, etc. se considera hipertensión cuando una persona está por encima de los 140 en la máxima y de los 90 en la mínima.

Cuando se mide la tensión arterial se ofrecen dos cifras separadas por una barra, por ejemplo 140/90. El primer número “el más grande” corresponde a la presión sistólica

que es la que ejerce la sangre contra las paredes de las arterias cuando el corazón se contrae. El segundo número “el más pequeño” corresponde a la presión de la sangre en las arterias en el momento en que el corazón no late. Esta presión se conoce como presión diastólica. Ambas se miden en mm HG (milímetros de mercurio) que es la altura que el mercurio alcanza al presionar sobre él la fuerza de la sangre.

El cuadro siguiente muestra los valores de las diferentes lecturas de la presión arterial para personas mayores de 18 años.

Valor	Presión sistólica	Presión diastólica
Normal	Menos de 130	menos de 85
Normal alta	Entre 130 y 139	Entre 85 y 89
Hipertensión leve	Entre 140 y 159	Entre 90 y 99
Hipertensión moderada	Entre 160 y 179	Entre 100 y 109
Hipertensión grave	Entre 180 y 209	Entre 110 y 119
Hipertensión muy grave	210 o superior	120 o superior

Tabla 2.2: Interpretación de las lecturas de la presión arterial.

Fuente: http://foro.univision.com

2.2. Diagnóstico

A través del estudio realizado, hemos encontrado diferentes indicadores con los cuales el sistema experto debe ser inicialmente parametrizado. Estos indicadores son obtenidos de fuentes como la OMS e información estadística de diferentes estudios.

Se realizo un estudio de campo, en el cual se visito un centro de salud público localizado en el cantón Salitre de la provincia del Guayas, donde se pudo observar al revisar la información archivada de los pacientes, un alto número de personas con algún tipo de problema relacionado con la presión arterial. En el estudio realizado se pudo confirmar muchos de los factores que hemos configurado como principales factores de riesgo para una persona hipertensa.

Entre los principales factores o indicadores que se encontraron se detallan a continuación:

- Enfermedades (Diabetes, Problemas Renales).
- Característica (Herencia, Sexo, Edad).
- Horas Pico (En la mañana, En la tarde).
- Medicina.
- Mediciones de Presión.

Todos los factores e indicadores mencionados son los configurados inicialmente en el sistema experto, los cuales serán utilizados por el motor de inferencia para poder obtener los resultados que se necesiten. El conocimiento que tiene la base de datos es alimentado en cada nuevo registro de pacientes y en cada evento de modificación significativo, como por ejemplo, el paciente se curó de alguna enfermedad.

Además hemos obtenido información a través de encuesta (entrevista verla en los anexos) a los siguientes doctores:

- Dra. Luisa Sinche.
- Dr. Andrés Pereira.

De acuerdo a lo mencionado por la Dra. Luisa Sinche, hemos sintetizado en las siguientes notas:

- Una persona con diabetes posee un rango normal diferente de presión arterial, es decir que tener una presión de 130/90 mmHg está bien para esa persona.
- Una persona con problemas renales posee un rango más bajo de presión arterial, es decir que tener una presión de 110/70 es normal para esa persona.
- Las mujeres embarazadas normalmente tienen una presión alta.
- Las horas de mayor importancia son donde la persona tiene mayor estrés, como en la tarde.

Y de acuerdo a lo mencionado por el Dr. Andrés Pereira (Doctor que colaboró en el proceso de investigación con datos importantes para el proyecto y parametrizaciones del mismo), hemos sintetizado en las siguientes notas:

- Una persona puede llegar a tener diferentes valores de presión arterial, pero es necesario que esta sea regulada a 120/80 si es posible.
- Las mujeres embarazadas es común que la presión arterial se vea afectada.
- Entre los factores de mayor importancia, es la diabetes, la edad, el embarazo, los problemas renales y sobrepeso.

2.3. Análisis de la solución tecnológica

El sistema experto de telemedicina necesitara utilizar tecnología de comunicación y de software para poder convertirse en una solución efectiva que cumpla con el objetivo propuesto.

A continuación mencionamos las distintas funcionalidades a desarrollar y herramientas a utilizar:

1. Integración de un módulo Bluetooth capaz de tomar datos digitales no solo de aparatos médicos sino de cualquier otro dispositivo electrónico que maneje datos digitales, y enviarlos por la banda de radio ISM (BlueTooth).

2. Desarrollar una librería para aplicaciones móviles que facilite la conexión y comunicación por bluetooth con dispositivos médicos.

3. Desarrollar un sistema capaz de controlar comunicarse y configurarse mediante servicios y así poder desarrollar con eso cualquier tipo de aplicación ya sea de escritorio, Web y móvil, sin necesidad de reprogramar.

4. Integrar el paciente y a las diferentes tecnologías y dispositivos tales como bluetooth, dispositivos electrónicos, celulares, Internet, aplicaciones de software en un solo servicio de Telemedicina. Usando los conocimientos de electrónica, sistemas y telemática aprendidos durante nuestra carrera.

5. Monitorear a una persona que sufra de trastornos de la presión arterial, de forma remota y en línea.

6. Alertar a personas cercanas al paciente si esta se encuentra en un estado grave a través de mensajes de texto al celular del paciente.

7. Desarrollar un servicio de telemedicina integrado y modular, capaz de adaptarse a nuevas tecnologías y a un sin número de condiciones médicas que necesitan ser monitoreadas.

Capítulo III

3. ANALISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA EXPERTO DE TELEMEDICINA

3.1. Modelos de Análisis

3.1.1. Diagramas de Actividad

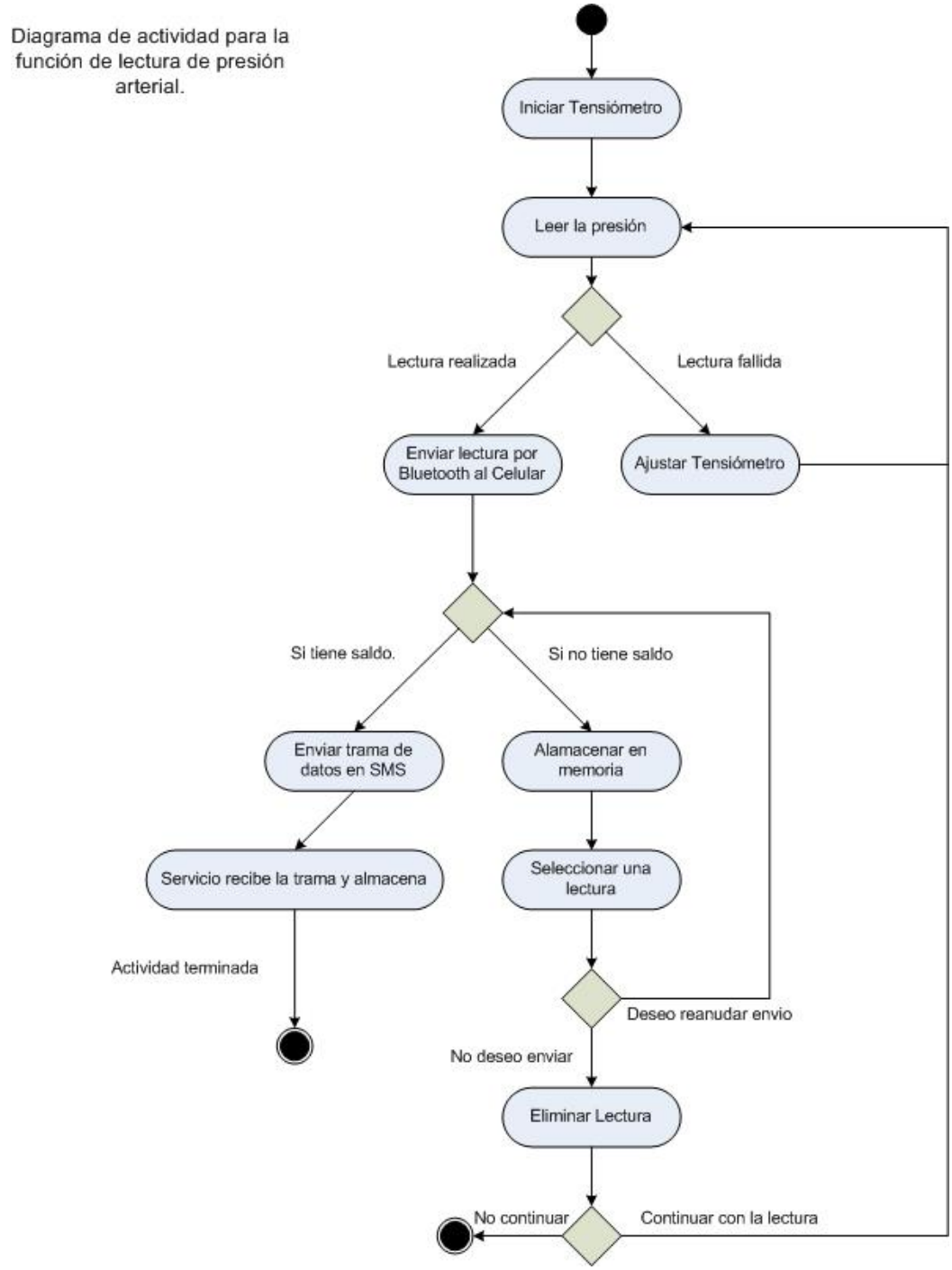


Figura 3.1: Diagrama de Actividad para la función de lectura de la presión arterial.

Fuente: AUTORES.

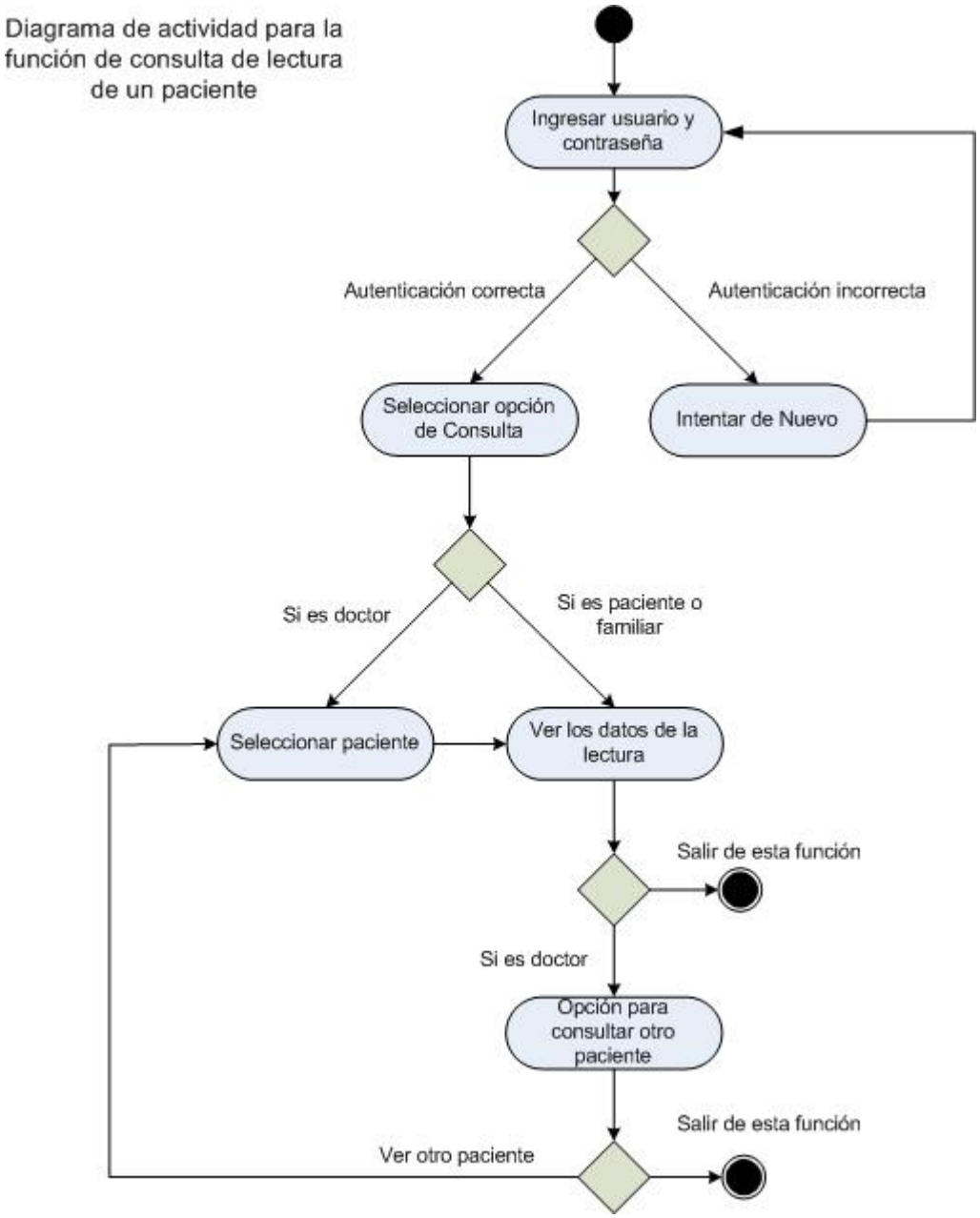


Figura 3.2: Diagrama de Actividad para la función de consulta de lectura de la presión.

Fuente: AUTORES.

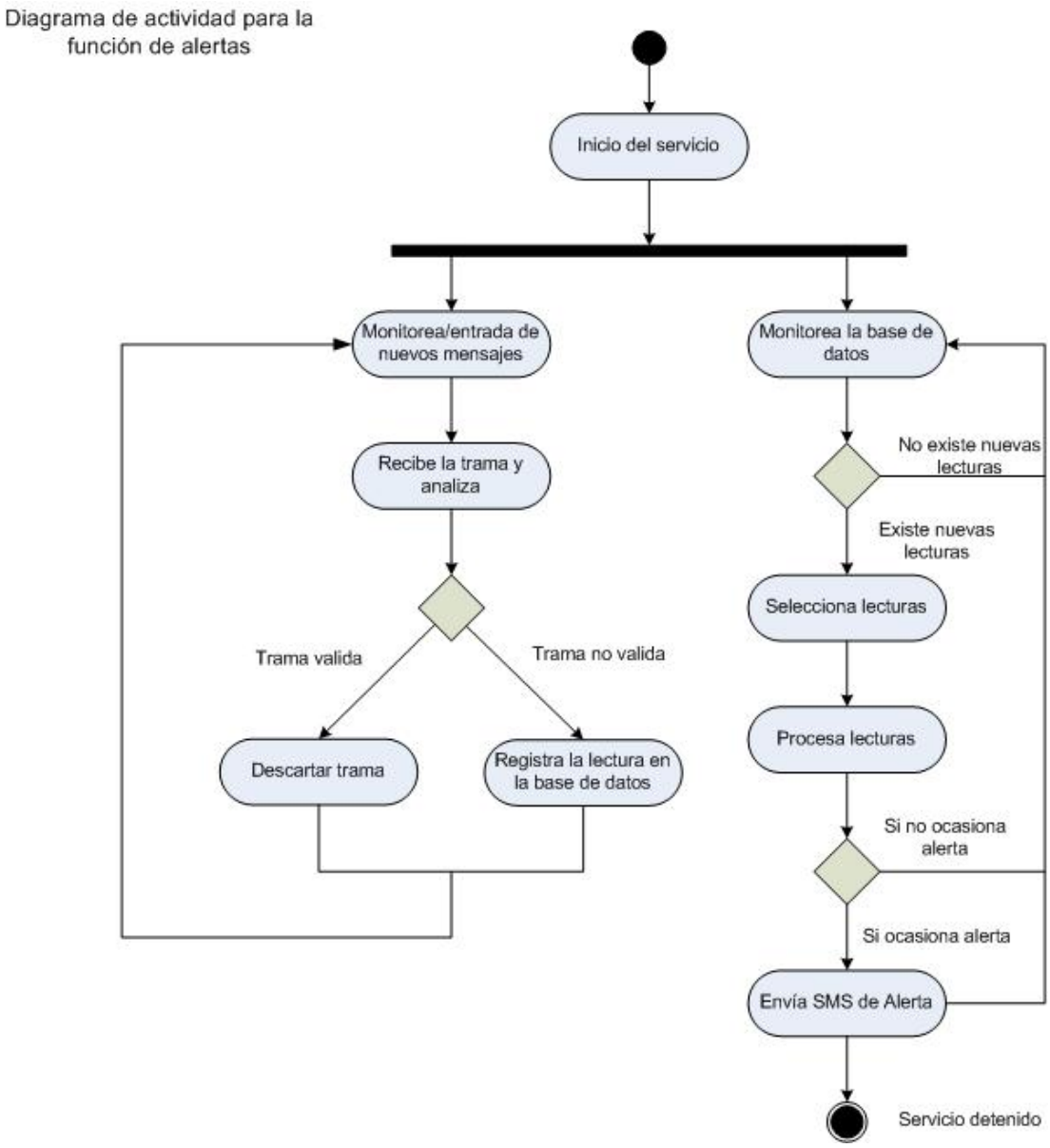


Figura 3.3: Diagrama de Actividad para la función de alertas.

Fuente: AUTORES.

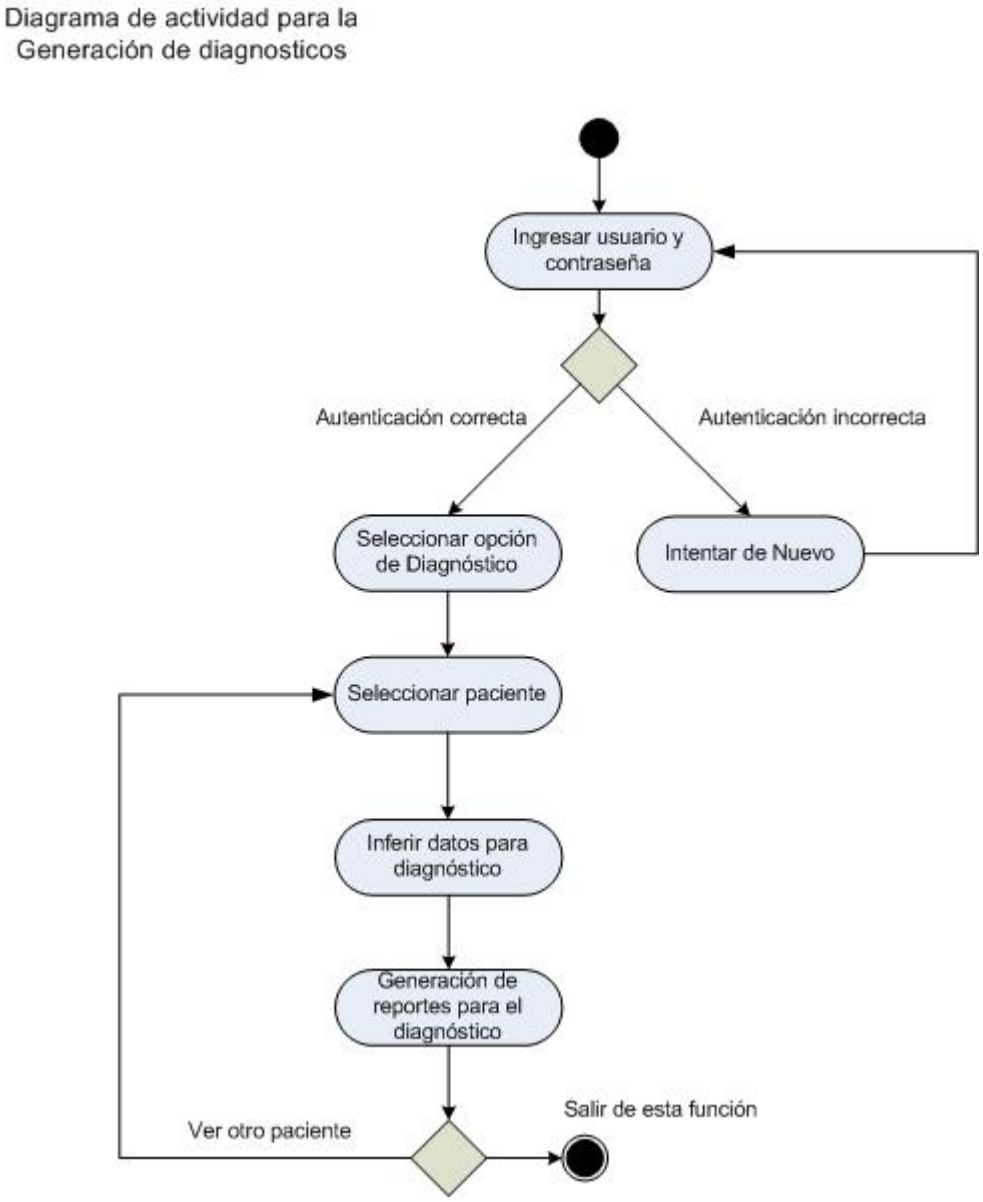


Figura 3.4: Diagrama de Actividad para la generación de diagnósticos.

Fuente: AUTORES.

3.1.2. Diagramas de Contexto

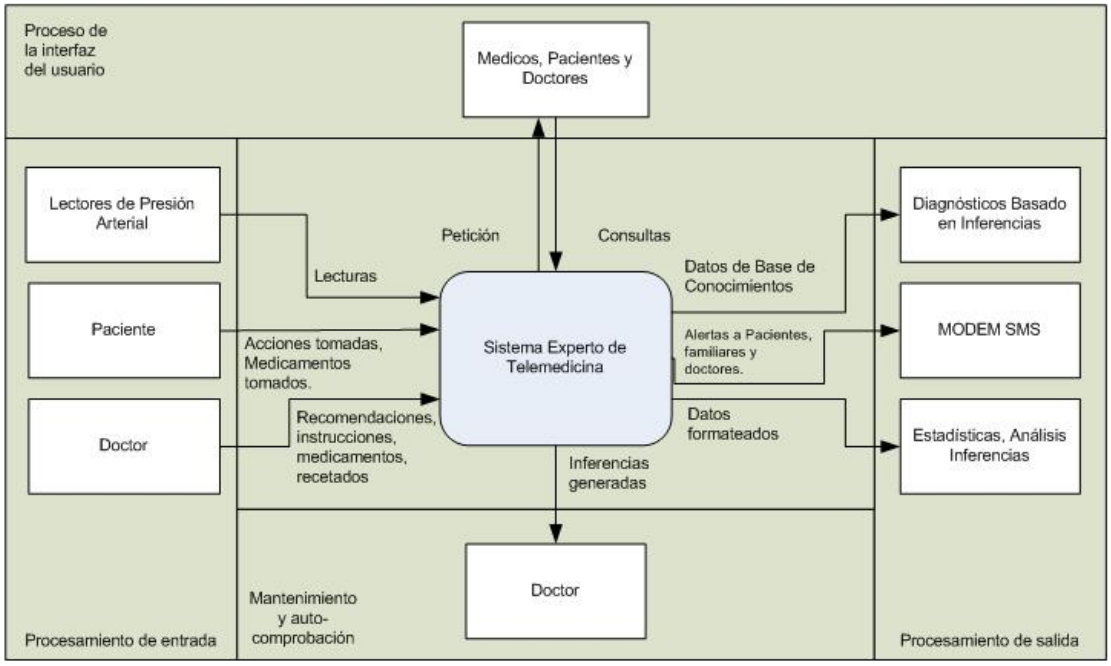


Figura 3.5: Diagrama de contexto del sistema experto de telemedicina.

Fuente: AUTORES.

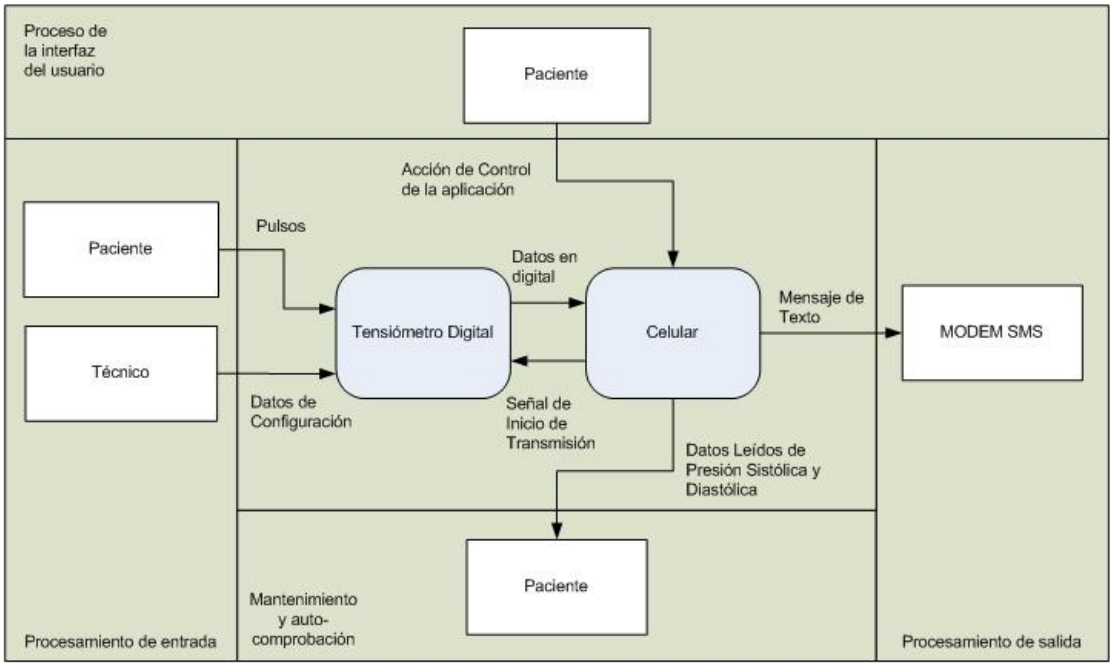


Figura 3.6: Diagrama de contexto del tensiómetro digital.

Fuente: AUTORES.

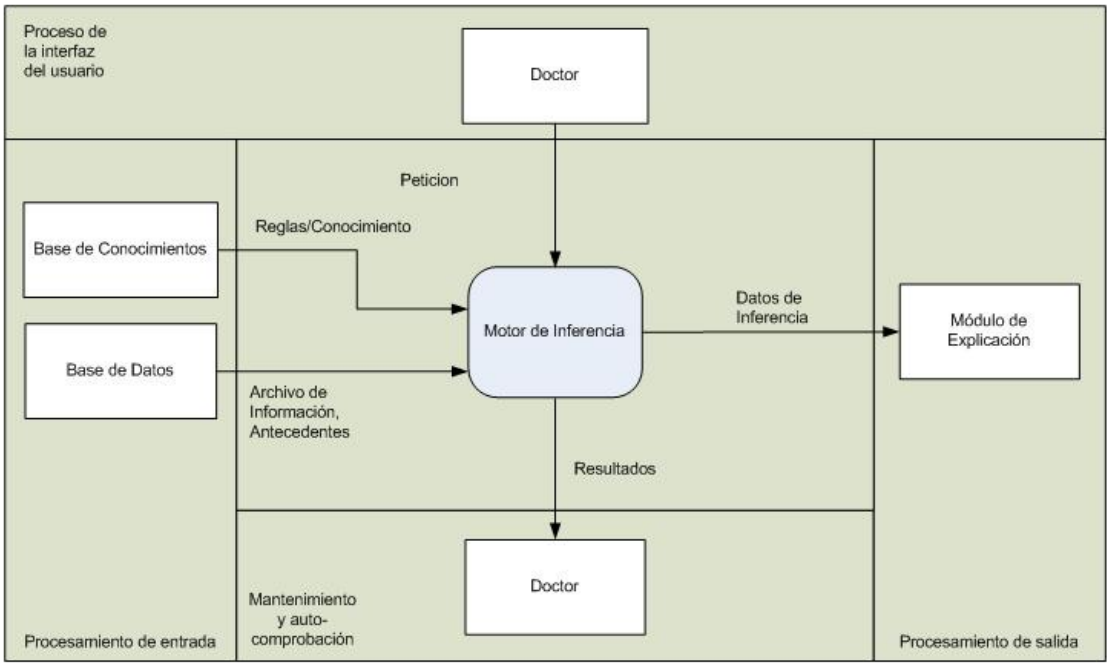


Figura 3.7: Diagrama de contexto del motor de inferencia.

Fuente: AUTORES.

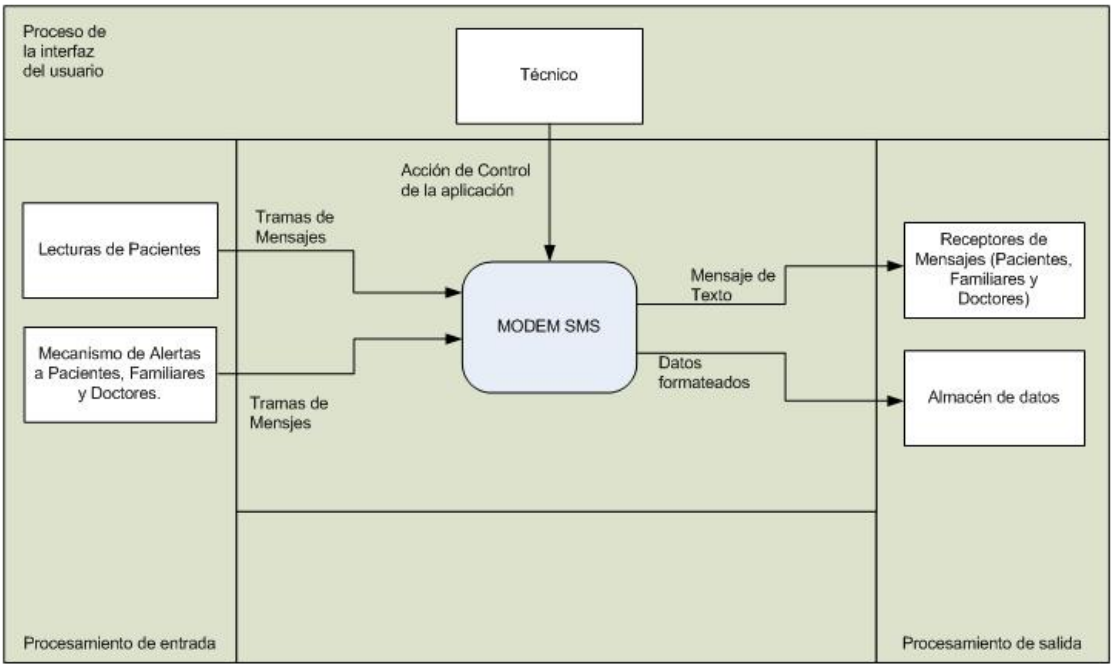


Figura 3.8: Diagrama de contexto del modem SMS.

Fuente: AUTORES.

3.1.3. Diagrama de Despliegue del Software

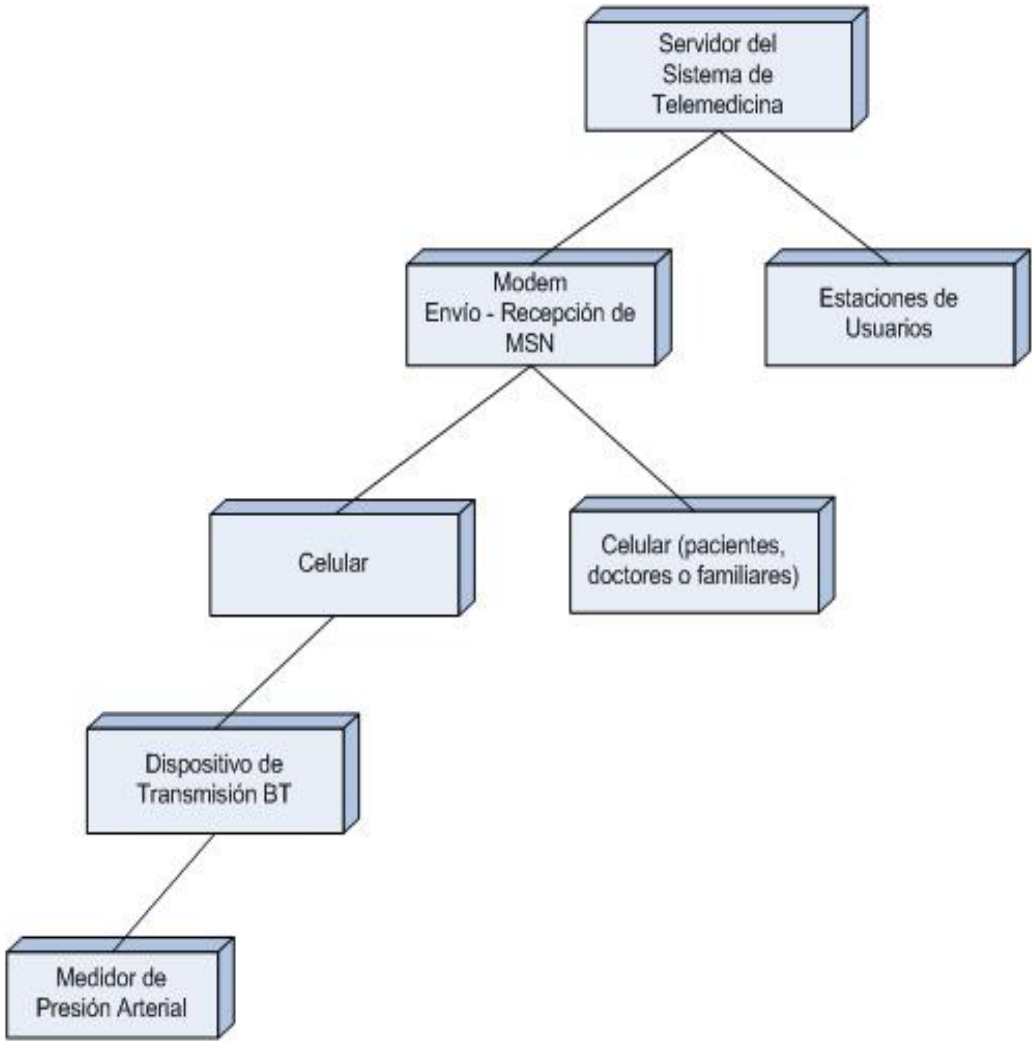


Figura 3.9: Diagrama de despliegue de hardware.

Fuente: AUTORES.

3.1.4. Diagramas de Casos de Uso

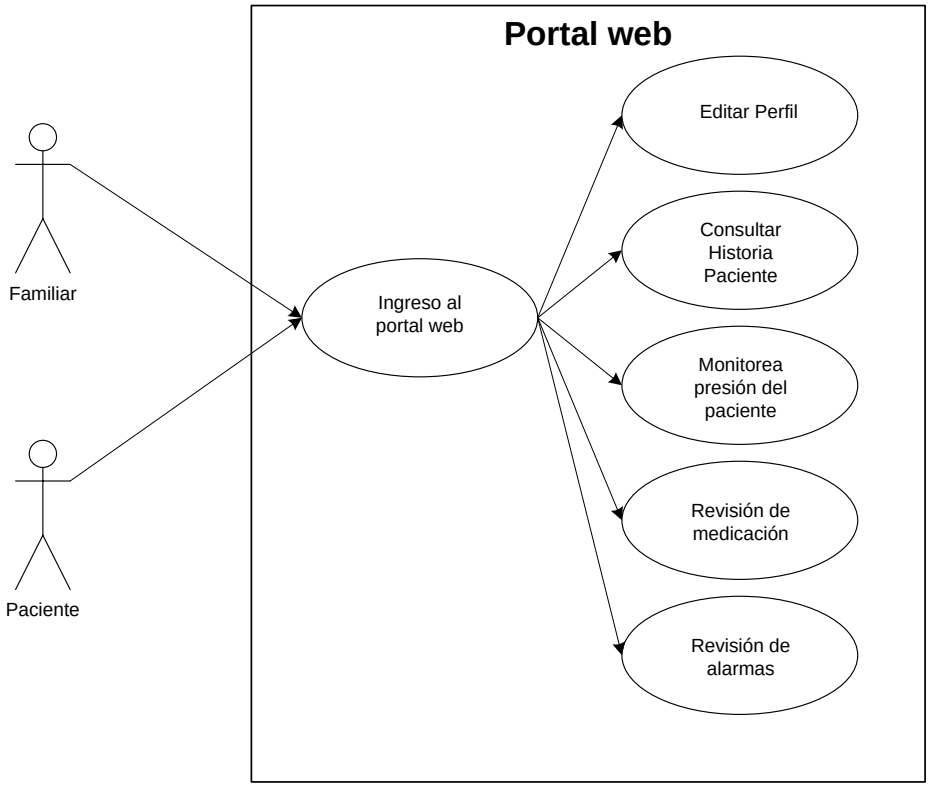


Figura 3.10: Diagrama de casos de uso del portal web.

Fuente: AUTORES.

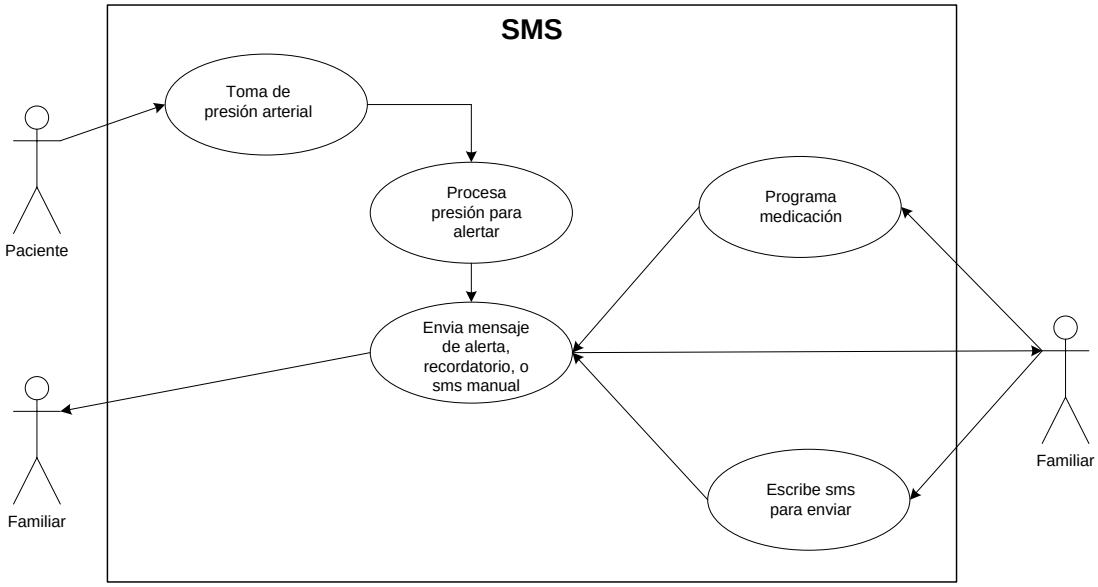


Figura 3.11: Diagrama de casos de uso de envío de sms.

Fuente: AUTORES.

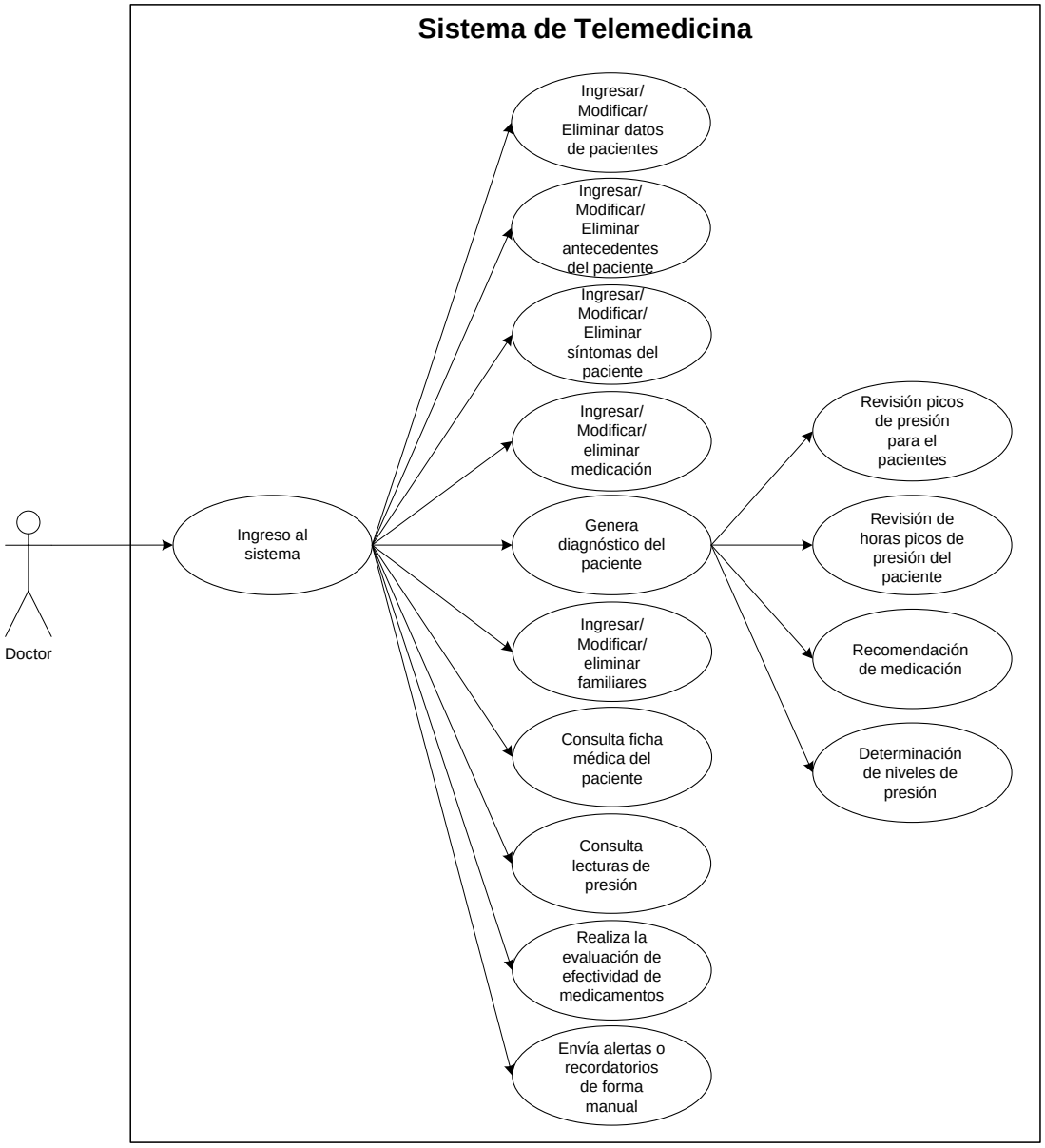


Figura 3.12: Diagrama de casos de uso de doctor del sistema de telemedicina.

Fuente: AUTORES.

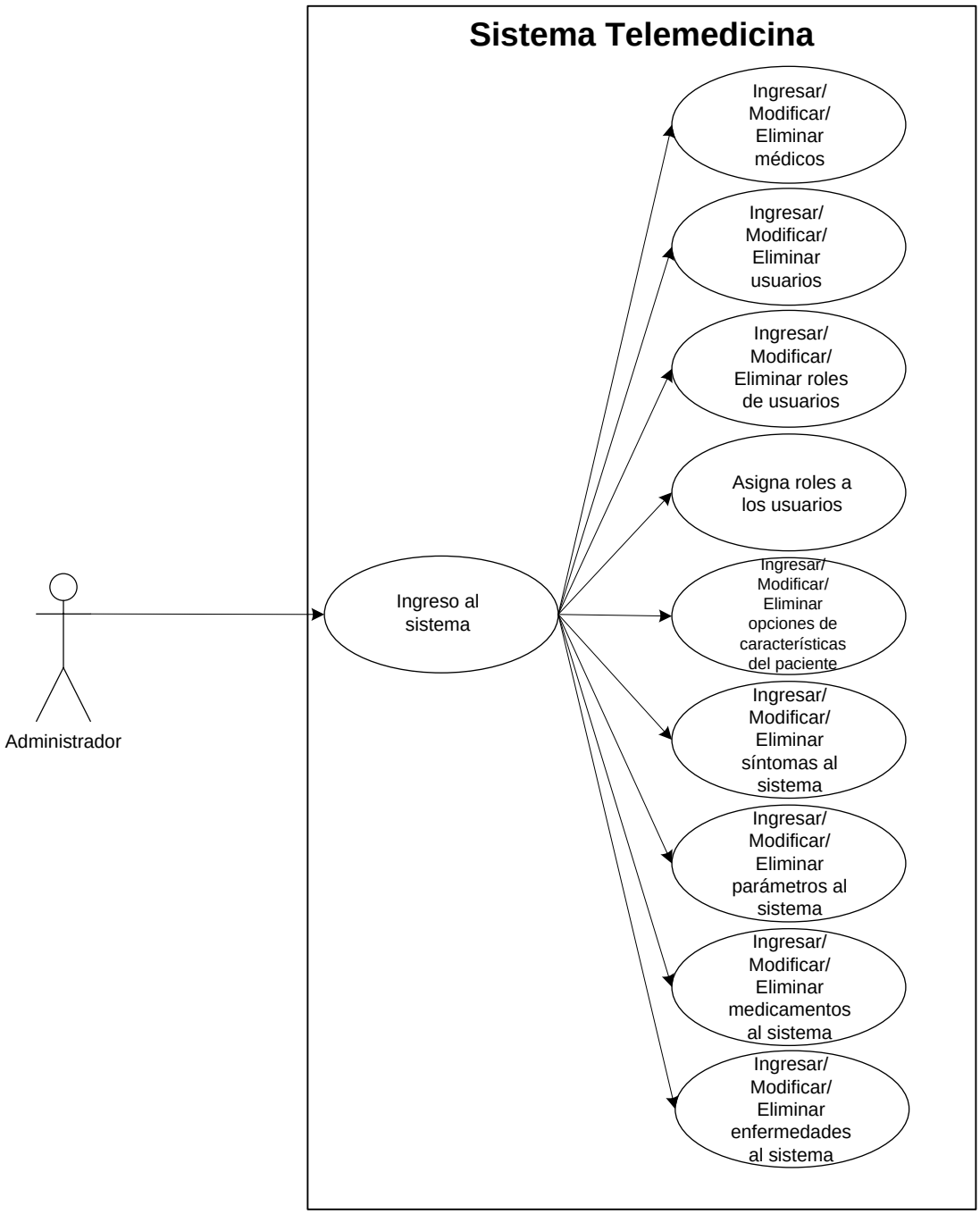


Figura 3.13: Diagrama de casos de uso de administrador del sistema de telemedicina.

Fuente: AUTORES.

3.1.5. Diagrama de Clases

Diagrama de clases "Entidades": Aquí se definen todas las entidades del sistema, contiene la definición de los objetos.

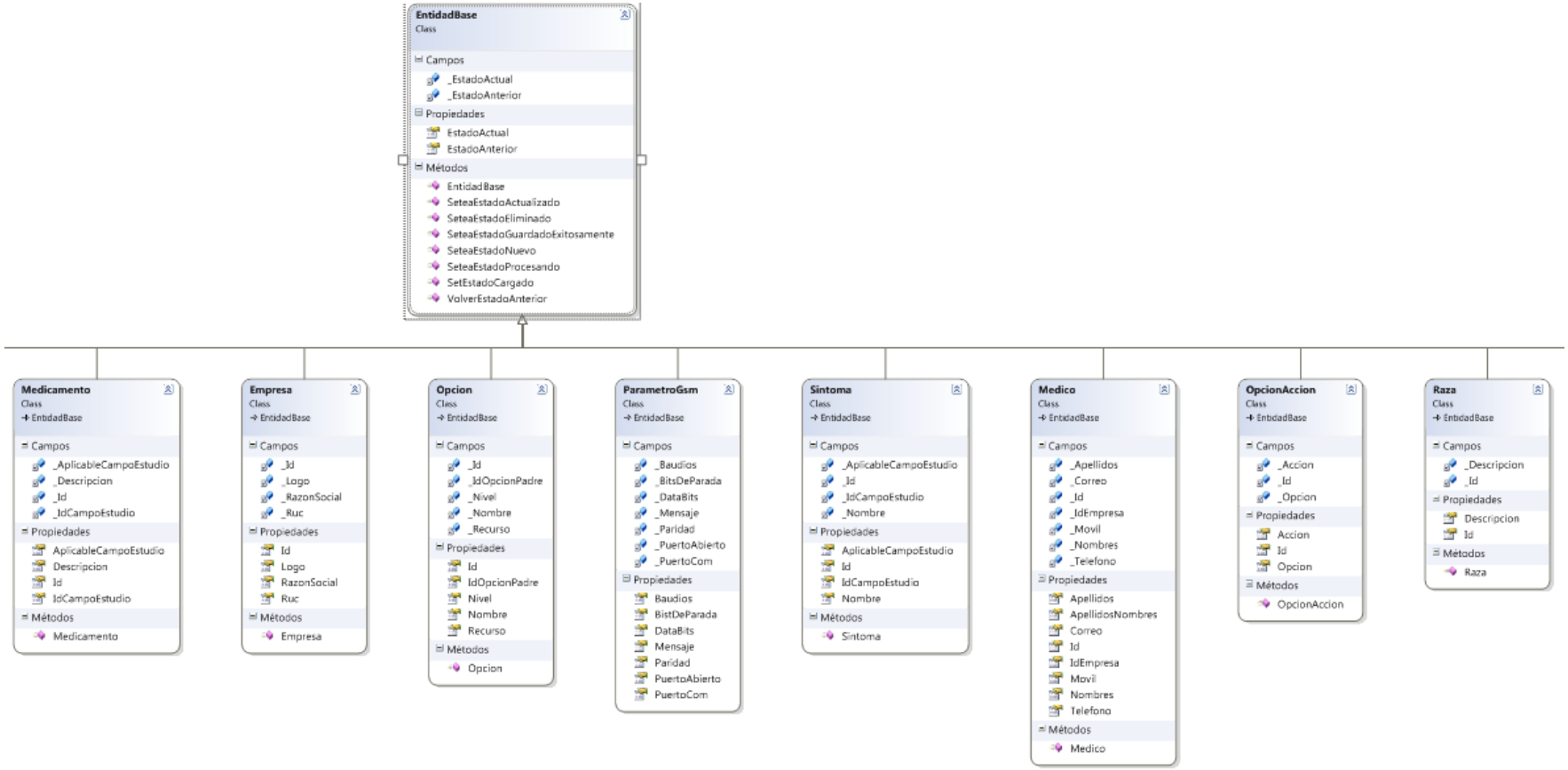


Figura 3.14: Diagrama de clases "Entidades".

Fuente: AUTORES.

Diagrama de clases "ServicioSMS": Este componente define las clases necesarias para la conexión con el modem GSM además envía y recibe sms.

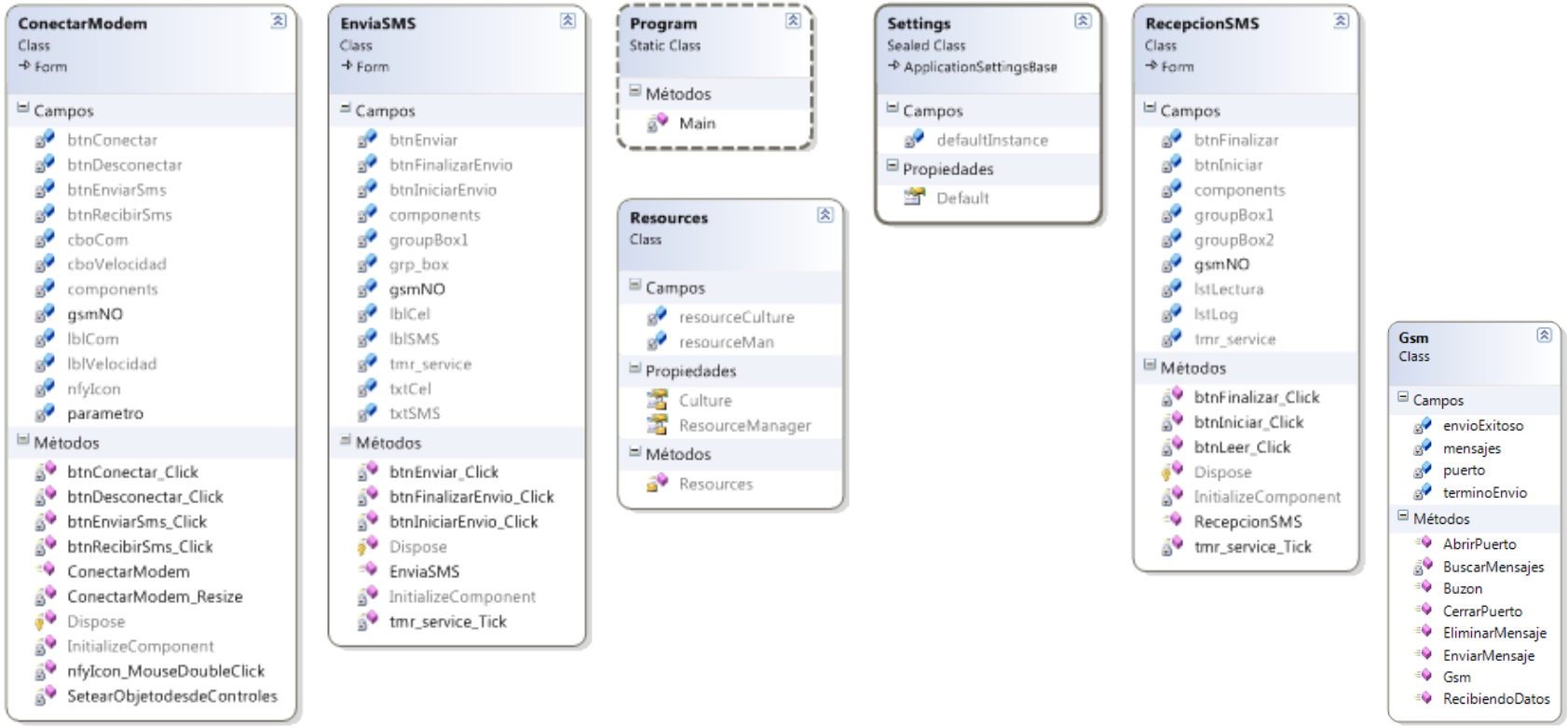


Figura 3.15: Diagrama de clases "ServicioSMS".

Fuente: AUTORES.

Diagrama de clases "ServiciosWeb": Este componente define las clases necesarias para la interacción del sistema y los servicios web, arquitectura SOA

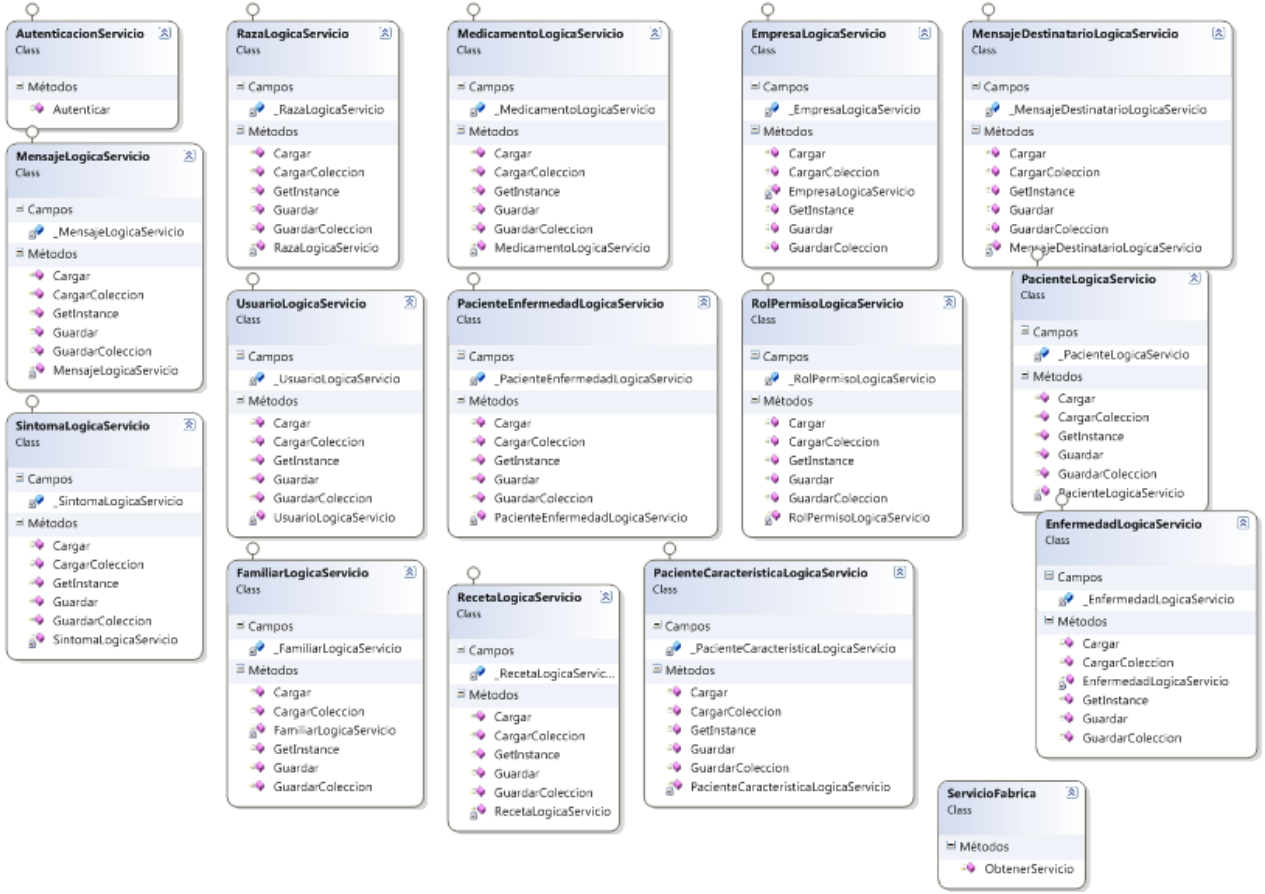


Figura 3.16: Diagrama de clases "ServiciosWeb".

Fuente: AUTORES.

Diagrama de clases “Contratos”: Definen las clases necesarias de la capa de contratos del sistema de telemedicina.

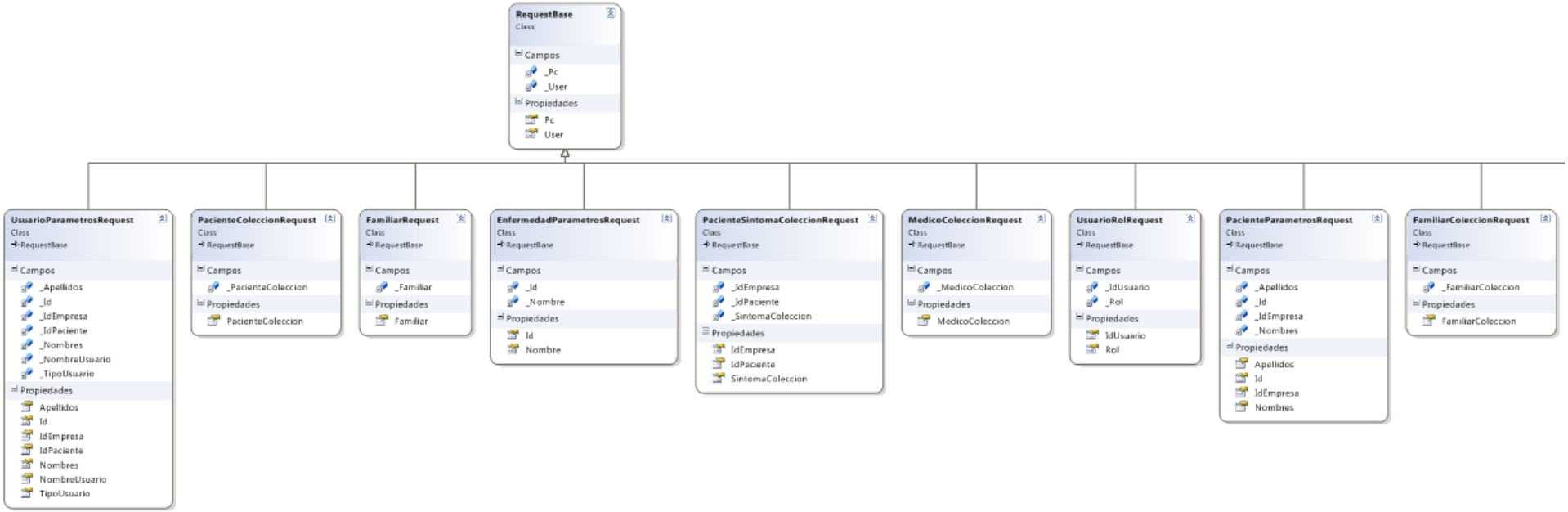


Figura 3.17: Diagrama de clases “Contratos”.

Fuente: AUTORES.

Diagrama de clases "Negocio": Este componente define las clases necesarias de la capa de negocio del sistema de telemedicina.

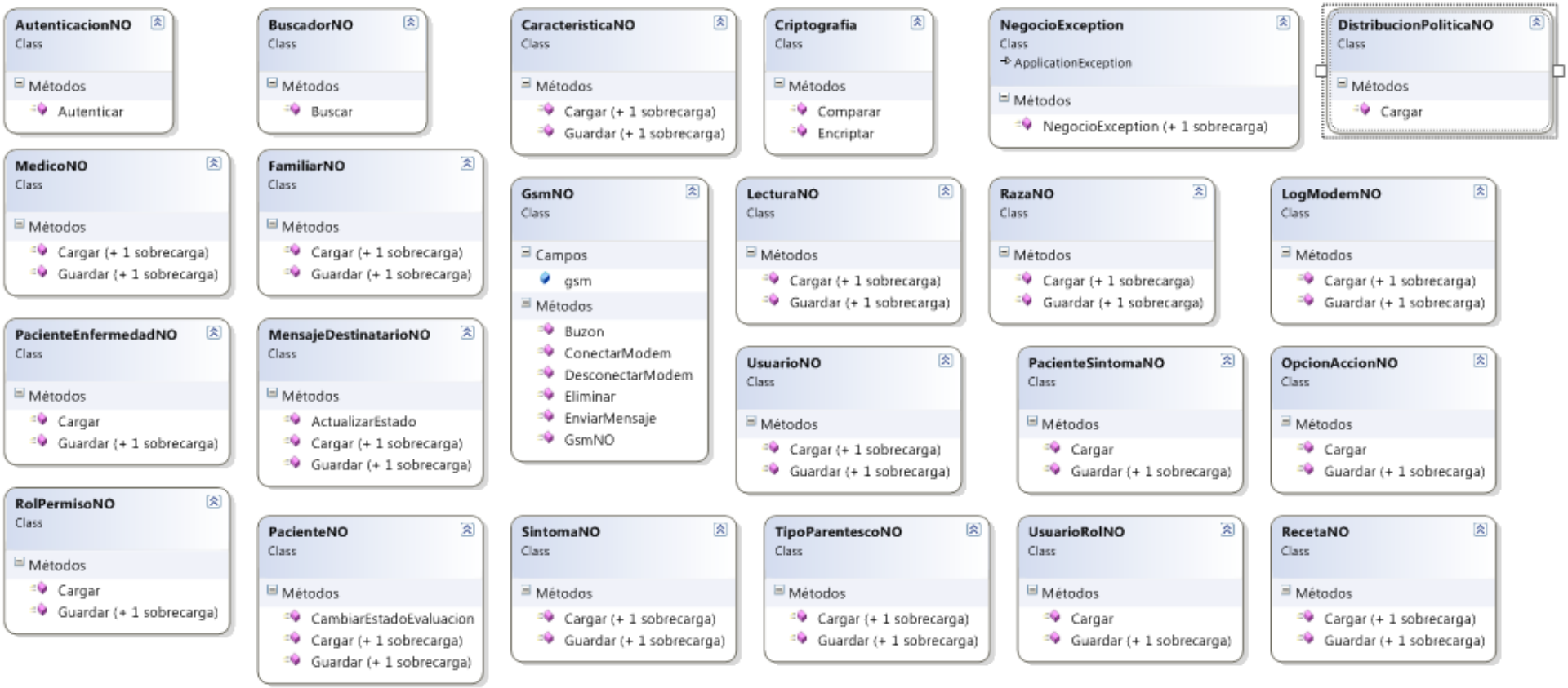


Figura 3.18: Diagrama de clases "Negocio".

Fuente: AUTORES.

Diagrama de clases “Acceso a Datos”: Define las clases necesarias de la capa de acceso a dastos del sistema de telemedicina.

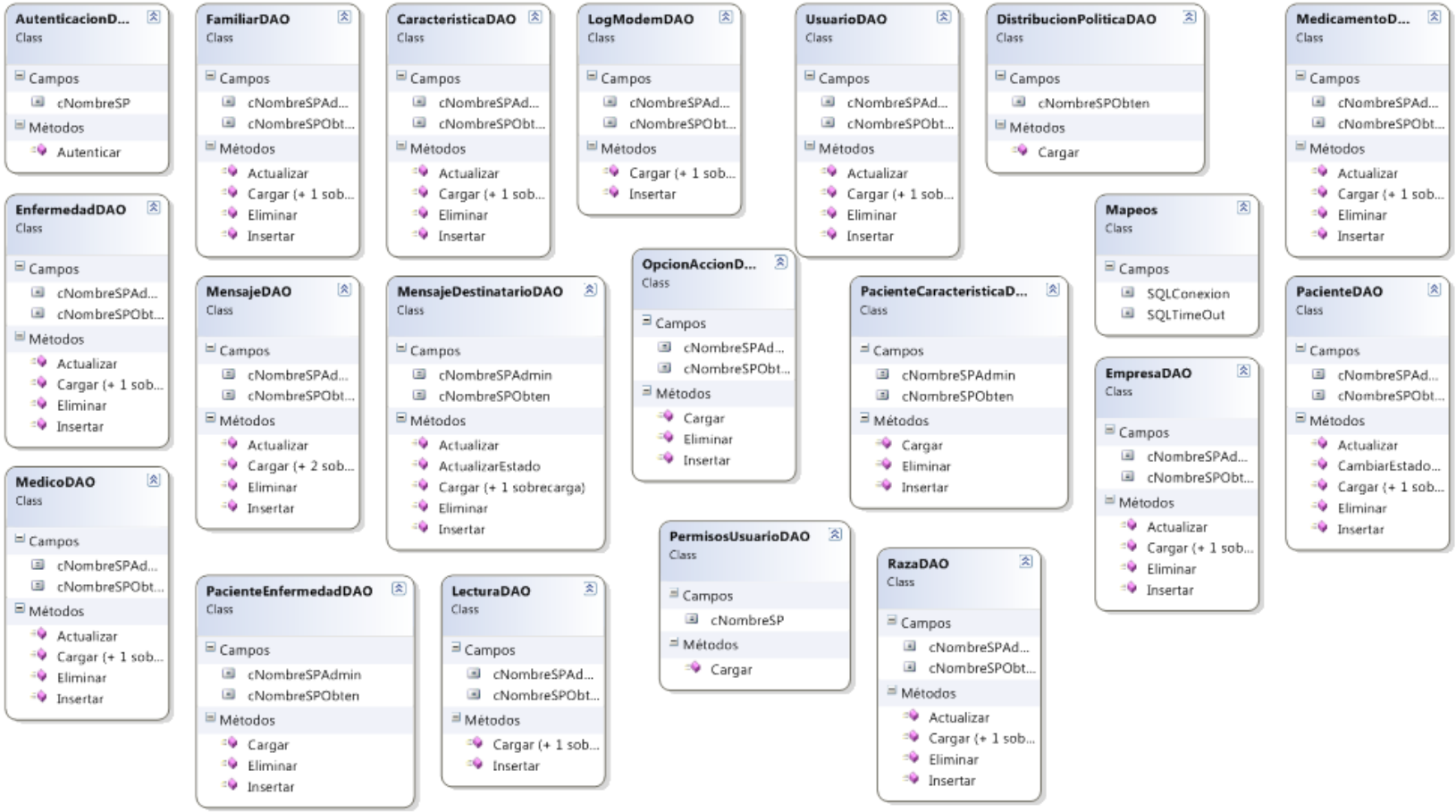


Figura 3.19: Diagrama de clases “Acceso a Datos”.

Fuente: AUTORES.

Diagrama de clases "Adaptadora": Define las clases necesarias de la capa de acceso a datos del sistema de telemedicina.

Figura 3.20: Diagrama de clases "Adaptadora".

Fuente: AUTORES.

3.1.6. Diseño Arquitectónico

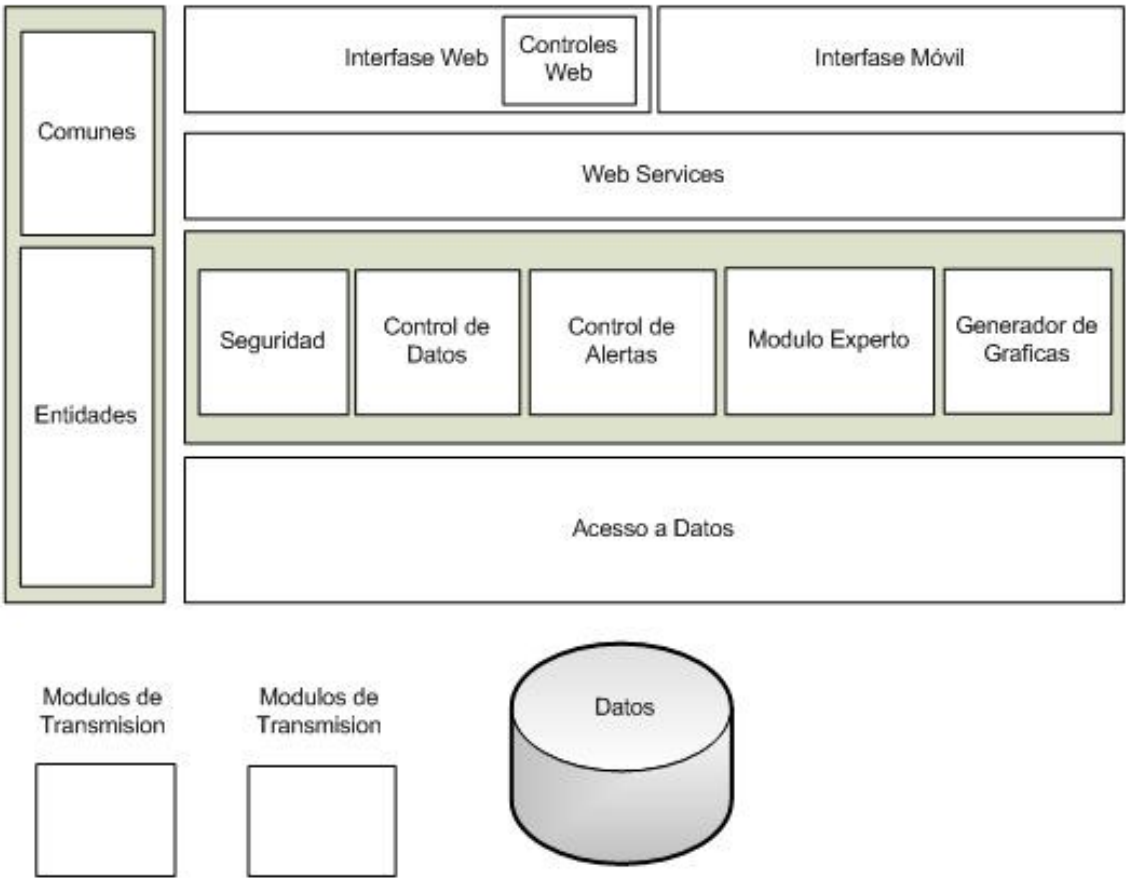


Figura 3.21: Diseño de la arquitectura del sistema experto de telemedicina.

Fuente: AUTORES.

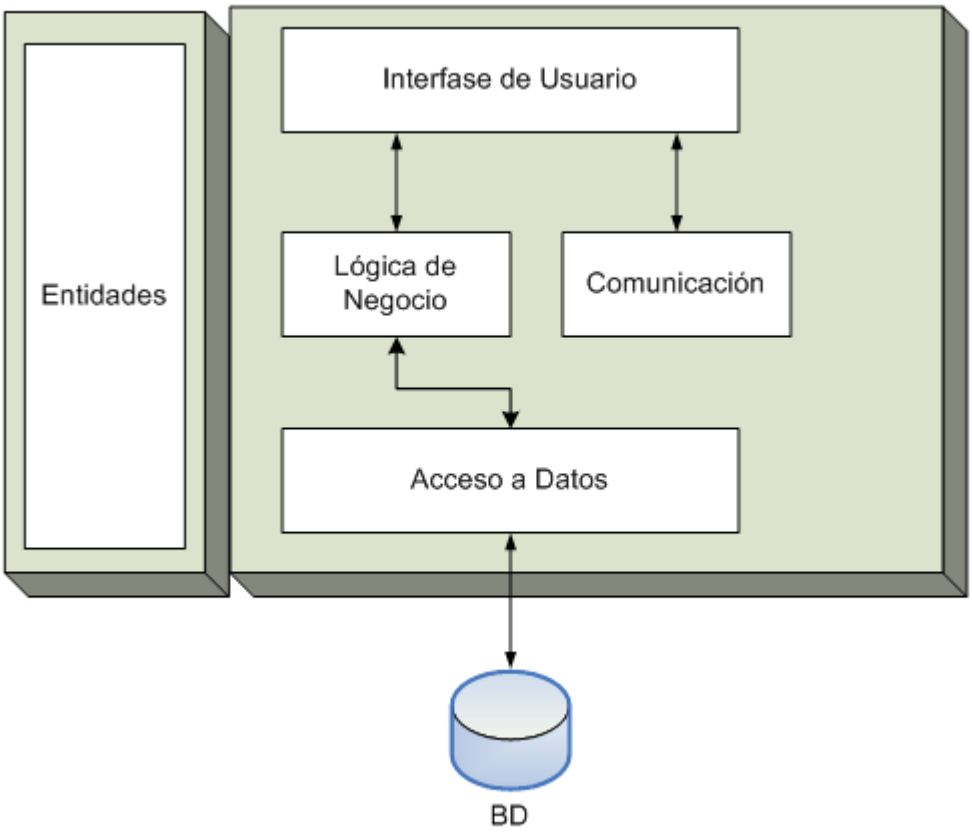


Figura 3.22: Diseño de la arquitectura del servicio SMS.

Fuente: AUTORES.

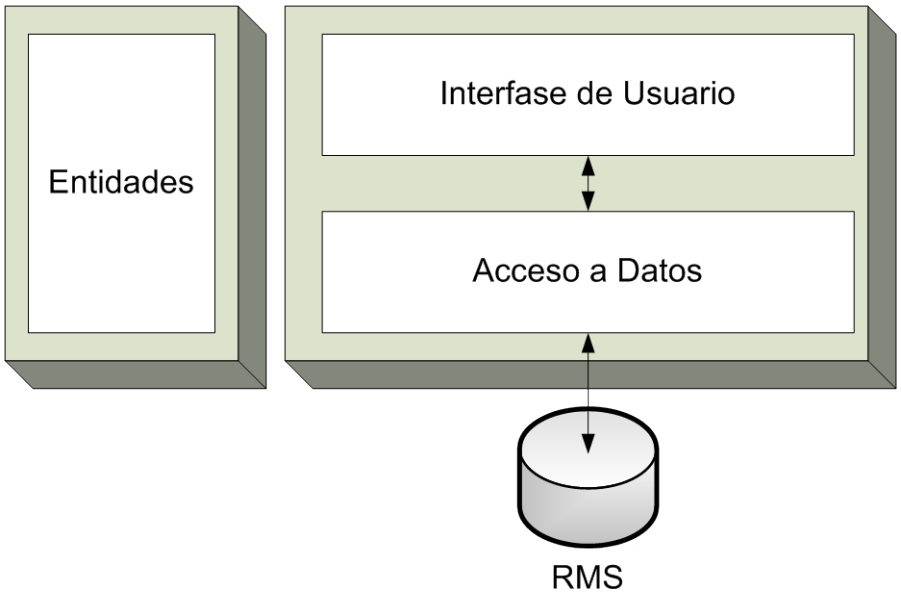


Figura 3.23: Diseño de la arquitectura de la aplicación celular.

Fuente: AUTORES.

3.1.6.1. Descripción general de la arquitectura

Nuestro sistema de Telemedicina es una aplicación distribuida cuya arquitectura utilizada está basada en el modelo de programación unificado de Microsoft Windows Communication Foundation (WCF) para generar aplicaciones orientadas a servicios. Permite a los programadores generar soluciones con transacción seguras y de confianza, que se integren en diferentes plataformas y que interoperen con las inversiones existentes.

El modelo de desarrollo WCF (Windows Communication Foundation) da una mayor flexibilidad al tipo de formato de mensajes y transporte que se pueda utilizar pero también puede utilizarse con XML Web Services comunes y corrientes.

En escenarios más complejos la arquitectura podría ser implementada en 2 o 3 servidores (Servidor de Interfase de Servicio, Servidor de Implementación de Servicios y Servidor de Base de Datos).

La idea fundamental de esta arquitectura es independizar la interfaz de usuario del Backend logrando de ésta manera fácilmente intercambiar las interfaces entre aplicaciones Windows, Web o clientes inteligentes. Adicionalmente nos permiten enfocar los cambios que podrían darse en los requerimientos a porciones pequeñas de código logrando disminuir el impacto dentro del desarrollo de nuestras aplicaciones.

En la Figura 3.24 muestra visualizar los componentes y capas utilizadas para implementar la arquitectura así como también los componentes comunes que son utilizados por todas las demás capas (Figura 3.25).

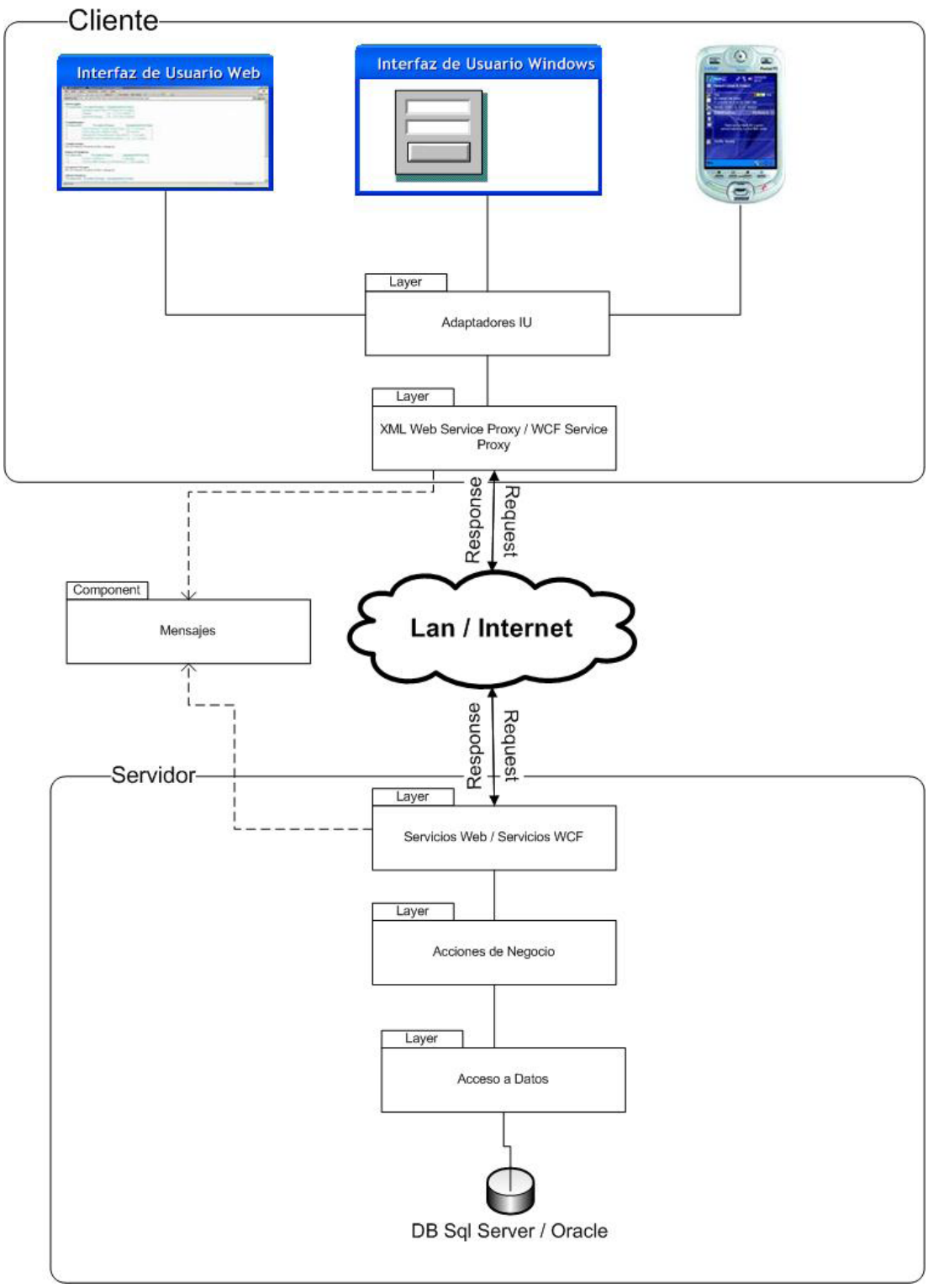


Figura 3.24: Capas y Componentes utilizados por la Arquitectura.

Fuente: Microsoft.

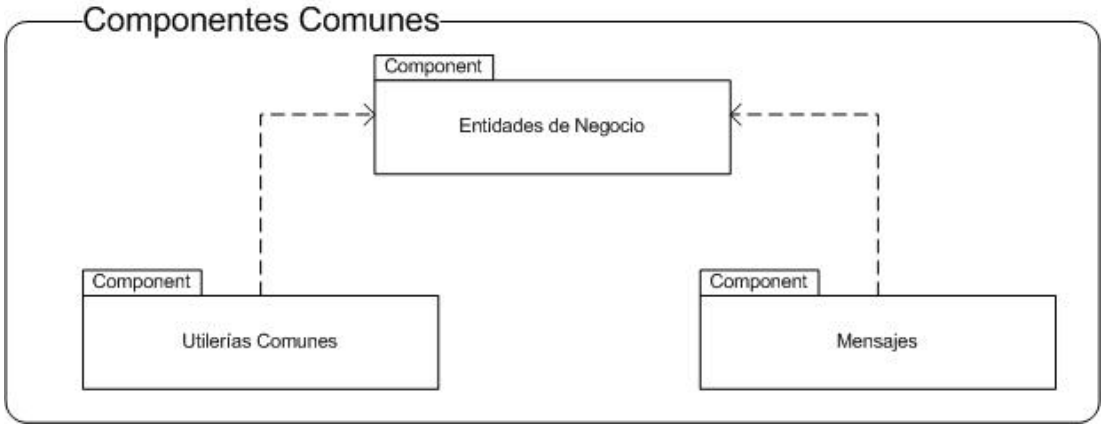


Figura 3.25: Componentes comunes a toda la aplicación.

Fuente: Microsoft.

3.1.6.2. Entidades de Negocio

En este componente encontraremos las representaciones de las entidades de nuestra base de datos así como también sus mecanismos y utilerías para manejar sus estados internos. Por lo general existirán 2 entidades de negocio por cada entidad de nuestra base (Una para manejar datos únicos y otra que actuará como colección para manejo de datos múltiples) Ej.:

```
public class Sms : EntidadBase
    {
        #region Atributos

         private byte _IdEmpresa;
         private int _IdMensaje;
         private short _IdDestinatario;
         private string _Mensaje;
         private string _Movil;

        #endregion

        #region Propiedades

        public byte IdEmpresa
        {
            get { return this._IdEmpresa; }
            set { this._IdEmpresa = value; }
        }

        public int IdMensaje
        {
            get { return this._IdMensaje; }
            set { this._IdMensaje = value; }
        }

        public short IdDestinatario
        {
            get { return this._IdDestinatario; }
            set { this._IdDestinatario = value; }
        }

        public string Mensaje
        {
            get { return this._Mensaje; }
            set { this._Mensaje = value; }
        }

        public string Movil
        {
            get { return this._Movil; }
            set { this._Movil = value; }
        }

        #endregion

        #region Contructor

        public Sms()
        {
            SeteaEstadoNuevo();
        }

        #endregion
    }
```

```
public class SmsColeccion : List<Sms>
    {
    }
```

Figura 3.26: Clase de entidades de negocio.

Fuente: AUTORES.

3.1.6.3. Mensajes

En este componente encontraremos los mensajes del tipo Request y Response que son necesarios para invocar a los métodos publicados por los Servicios web o WCF. Por lo general existirán 2 Mensajes por cada método publicado por el servicio. Ej.:

```
[DataContract]
    public class RazaRequest : RequestBase
    {
        private Raza _Raza;

        [DataMember]
        public Raza Raza
        {
            get { return this._Raza; }
            set { this._Raza = value; }
        }
    }

    [DataContract]
    public class RazaColeccionRequest : RequestBase
    {
        private RazaColeccion _RazaColeccion;

        [DataMember]
        public RazaColeccion RazaColeccion
        {
            get { return this._RazaColeccion; }
            set { this._RazaColeccion = value; }
        }
    }

    [DataContract]
    public class RazaParametrosRequest : RequestBase
    {
        private int _Id;
        private string _Descripcion;

        [DataMember]
        public int Id
        {
            get { return _Id; }
            set { _Id = value; }
        }

        [DataMember]
        public string Descripcion
        {
            get { return _Descripcion; }
            set { _Descripcion = value; }
        }
    }

    [DataContract]
    public class RazaResponse : ResponseBase
    {
        private Raza _Raza;

        [DataMember]
        public Raza Raza
        {
            get { return this._Raza; }
            set { this._Raza = value; }
```

```
        }
    }

    [DataContract]
    public class RazaColeccionResponse : ResponseBase
    {

        private RazaColeccion _RazaColeccion;

        [DataMember]
        public RazaColeccion RazaColeccion
        {
            get { return _RazaColeccion; }
            set { _RazaColeccion = value; }
        }
    }
```

Figura 3.27: Clase de mensajes.

Fuente: AUTORES.

3.1.6.4. Utilerías Comunes

Este componente manejará todas las acciones comunes que se puedan dar dentro de la aplicación como conversión de monedas, unidades de medida, etc. Puede ser o un componente aislado o un Framework de desarrollo utilizado por todos los proyectos de la compañía.

```
public class Criptografia
    {
        public static string Encriptar(string CadenaAEncriptar)
        {
            UnicodeEncoding UE = new UnicodeEncoding();
            byte[] MessageBytes = UE.GetBytes(CadenaAEncriptar);
            byte[] ValorHash =
((HashAlgorithm)CryptoConfig.CreateFromName("XXXX")).ComputeHash(MessageB
ytes);
            return Convert.ToBase64String(ValorHash);
        }

        public static bool Comparar(string CadenaSinEncriptar, string
CadenaEncriptado)
        {
            if (Encriptar(CadenaSinEncriptar) == CadenaEncriptado)
            {
                return true;
            }
            else
            {
                return false;
            }
        }
    }
```

Figura 3.28: Clase de utilerías comunes.

Fuente: AUTORES.

3.1.6.5. Interfaz de Usuario

Esta capa contendrá todas nuestras interfaces graficas ya sean Windows, Web o Dispositivos inteligentes. Interactuará exclusivamente con las entidades de negocio, utilidades comunes y la capa de Adaptadores de Interfaz y por ningún otro motivo deberá tener referencias a las demás capas. Ej.:

```
public partial class WRaza : PaginaBase
{
    protected override void OnInit(EventArgs e)
    {
        base.OnInit(e);
        btnNuevo.Visible = false;
        btnEditar.Visible = false;
        btnEliminar.Visible = false;
        btnConsultar.Visible = false;
        if (EstaAutorizado(AccionEnum.Crear))
            btnNuevo.Visible = true;
        if (EstaAutorizado(AccionEnum.Modificar))
            btnEditar.Visible = true;
        if (EstaAutorizado(AccionEnum.Eliminar))
            btnEliminar.Visible = true;
        if (EstaAutorizado(AccionEnum.Consultar))
            btnConsultar.Visible = true;
    }

    protected void Page_PreRender(object sender, EventArgs e)
    {
        btnGuardar.Attributes.Add("onclick", "return
ShowModalDialog();");
    }

    protected void Page_Load(object sender, EventArgs e)
    {
        if
(!ClientScript.IsClientScriptIncludeRegistered(this.GetType(),
"Buscador"))

ScriptManager.RegisterClientScriptInclude(this.Page,
this.GetType(), "Buscador",
"../Controles/Buscador/Buscador.js");
```

```
        if (!Page.IsPostBack)
        {
            btnConsultar.Attributes["onclick"] =
"javascript:AbrirPopUpBusqueda(" + IdEmpresa + "," +
(int)TipoBusqueda.Raza + "," + (int)Consulta.Consulta1 + ",'"
+ txtCodigo.ClientID + "','')";
            EstadoPaginaActual = EstadoPagina.Ninguno;
            SetearAControlesHabilitados(false);
        }
    }

    public enum EstadoPagina
    {
        Ninguno,
        Nuevo,
        Editar,
        Guardar,
        Consultar,
        Eliminar
    }
    public EstadoPagina EstadoPaginaActual
    {
        get
        {
            if (ViewState[this.ID + "TipoBusqueda"] == null)
                return new EstadoPagina();
            else
                return (EstadoPagina)ViewState[this.ID +
"TipoBusqueda"];
        }
        set
        {
            ViewState[this.ID + "TipoBusqueda"] = value;
            btnNuevo.Enabled = false;
            btnEditar.Enabled = false;
            btnGuardar.Enabled = false;
            btnConsultar.Enabled = false;
            btnEliminar.Enabled = false;
            switch (value)
            {
                case EstadoPagina.Ninguno:
                    btnNuevo.Enabled = true;
                    btnConsultar.Enabled = true;
                    break;
                case EstadoPagina.Nuevo:
                    btnGuardar.Enabled = true;
                    btnConsultar.Enabled = true;
                    break;
                case EstadoPagina.Editar:
                    btnNuevo.Enabled = true;
                    btnGuardar.Enabled = true;
                    btnConsultar.Enabled = true;
                    btnEliminar.Enabled = true;
                    break;
                case EstadoPagina.Guardar:
                    btnNuevo.Enabled = true;
                    btnEditar.Enabled = true;
```

```
                    btnConsultar.Enabled = true;
                    btnEliminar.Enabled = true;
                    break;
                case EstadoPagina.Consultar:
                    btnNuevo.Enabled = true;
                    btnEditar.Enabled = true;
                    btnConsultar.Enabled = true;
                    btnEliminar.Enabled = true;
                    break;
                case EstadoPagina.Eliminar:
                    btnNuevo.Enabled = true;
                    btnConsultar.Enabled = true;
                    break;


            }
        }
    }

    protected void SetearAControlesHabilitados(bool flag)
    {
        lblId.Enabled = flag;
        txtRaza.Enabled = flag;
    }
    protected void SetearAControlesLimpios()
    {
        lblId.Text = Constantes.IdAutomatico;
        txtRaza.Text = String.Empty;
    }
    protected void SetearControlesDesdeObjeto(Raza raza)
    {
        lblId.Text = raza.Id.ToString();
        txtRaza.Text = raza.Descripcion;
    }
    protected void SetearObjetoDesdeControles(Raza raza)
    {
        if (!lblId.Text.Equals(Constantes.IdAutomatico))
            raza.Id = Convert.ToByte(lblId.Text);
        raza.Descripcion = txtRaza.Text;
    }
    protected bool EsFormularioValido()
    {
        if (String.IsNullOrEmpty(txtRaza.Text))
        {
            Mensaje.Mostrar(String.Empty, "La raza es
requerida.", TipoMensaje.Error);
            txtRaza.Focus();
            return false;
        }
        return true;
    }

    protected void btnNuevo_Click(object sender, EventArgs e)
    {
        SetearAControlesLimpios();
        SetearAControlesHabilitados(true);
        EstadoPaginaActual = EstadoPagina.Nuevo;
```

```
        /*2. Elimino el objeto*/
        raza.SeteaEstadoEliminado();
        RazaAdaptadora.Guardar(ref raza);

        /*3. Muestro en pantalla*/
        SetearAControlesLimpios();
        SetearAControlesHabilitados(false);
        EstadoPaginaActual = EstadoPagina.Eliminar;
    }
}
```

Figura 3.29: Clase de interfaz de usuario.

Fuente: AUTORES.

3.1.6.6. Adaptadores de Interfaz de Usuario

Esta capa contendrá la lógica necesaria para invocar un método de un Servicio Web o WCF e interactuará exclusivamente con la capa de Mensajes, utilidades comunes, entidades de negocio y la capa de Proxy. Por lo general existirán 2 Adaptadores de negocio por cada entidad de la Base de Datos. Ej.:

```
public class RazaAdaptadora
    {
        public static void Guardar(ref Raza raza)
        {
            try
            {
                RazaRequest request = new RazaRequest();
                request.Raza = raza;

                MantenimientoServicioClient mantenimientoCliente = new
MantenimientoServicioClient();
                RazaResponse response =
(RazaResponse)mantenimientoCliente.Guardar(request);
                mantenimientoCliente.Close();

                if (!response.EjecucionExitosa) throw new
Exception(response.MensajeGeneral);
                raza = response.Raza;
            }
            catch (Exception exc)
            {
                throw exc;
            }
        }

        public static void Cargar(ref Raza raza)
        {
            try
            {
                RazaRequest request = new RazaRequest();
                request.Raza = raza;

                MantenimientoServicioClient mantenimientoCliente = new
MantenimientoServicioClient();
                RazaResponse response =
(RazaResponse)mantenimientoCliente.Cargar(request);
                mantenimientoCliente.Close();

                if (!response.EjecucionExitosa) throw new
Exception(response.MensajeGeneral);
                raza = response.Raza;
            }
```

```
            catch (Exception exc)
            {
                throw exc;
            }
        }

        public static void Guardar(ref RazaColeccion razaColeccion)
        {
            try
            {
                RazaColeccionRequest request = new
RazaColeccionRequest();
                request.RazaColeccion = razaColeccion;

                MantenimientoServicioClient mantenimientoCliente = new
MantenimientoServicioClient();
                RazaColeccionResponse response =
(RazaColeccionResponse)mantenimientoCliente.GuardarColeccion(request);
                mantenimientoCliente.Close();

                if (!response.EjecucionExitosa) throw new
Exception(response.MensajeGeneral);
                razaColeccion = response.RazaColeccion;
            }
            catch (Exception exc)
            {
                throw exc;
            }
        }

        public static RazaColeccion Cargar(string descripcion)
        {
            try
            {
                RazaParametrosRequest request = new
RazaParametrosRequest();
                request.Descripcion = descripcion;

                MantenimientoServicioClient mantenimientoCliente = new
MantenimientoServicioClient();
                RazaColeccionResponse response =
(RazaColeccionResponse)mantenimientoCliente.CargarColeccion(request);
                mantenimientoCliente.Close();

                if (!response.EjecucionExitosa) throw new
Exception(response.MensajeGeneral);
                return response.RazaColeccion;
            }
            catch (Exception exc)
            {
                throw exc;
            }
        }
    }
```

Figura 3.30: Clase de adaptadores de interfaz de usuario.

Fuente: AUTORES.

3.1.6.7. Proxys

Esta capa contendrá los proxies que permitan comunicar al cliente con los Servicios WCF, puede ser implementado como un componente aparte o como clases dentro de la capa de Adaptares de interfaz.

3.1.6.8. Servicios web

Esta capa contendrá todos los Servicios Web o WCF que nuestra aplicación necesite para manipulara la data de la base de datos o ejecutar determinada regla de negocio. Utilizará exclusivamente los componentes de Mensajes, Entidades, utilerías comunes y la capa de Acciones de Negocio. Por lo general existirán 2 Servicios por cada entidad de la Base de Datos. Ej.:

```
public class RazaLogicaServicio :
ManentimientoServicioBase
    {

        #region Singleton

        private static RazaLogicaServicio
_RazaLogicaServicio = null;

        private RazaLogicaServicio()
        {
        }

        public static RazaLogicaServicio GetInstance()
        {
            if (_RazaLogicaServicio == null)
            {
                _RazaLogicaServicio = new
RazaLogicaServicio();
            }
            return _RazaLogicaServicio;
        }

        #endregion

        public ResponseBase Guardar(RequestBase
requestBase)
        {
            RazaResponse response = new RazaResponse();
            try
            {
                RazaRequest request =
(RazaRequest)requestBase;
                response.Raza =
RazaNO.Guardar(request.Raza, null);
                response.EjecucionExitosa = true;
            }
            catch (Exception ex)
            {
                response.seteaError(ex);
            }
            return response;
        }

        public ResponseBase GuardarColeccion(RequestBase
requestBase)
        {
            RazaColeccionResponse response = new
RazaColeccionResponse();
            try
            {
                RazaColeccionRequest request =
(RazaColeccionRequest)requestBase;
                response.RazaColeccion =
RazaNO.Guardar(request.RazaColeccion, null);
```

```
                response.EjecucionExitosa = true;
            }
            catch (Exception ex)
            {
                response.seteaError(ex);
            }
            return response;
        }

        public ResponseBase Cargar(RequestBase
requestBase)
        {
            RazaResponse response = new RazaResponse();
            try
            {
                RazaRequest request =
(RazaRequest)requestBase;
                response.Raza =
RazaNO.Cargar(request.Raza, null);
                response.EjecucionExitosa = true;
            }
            catch (Exception ex)
            {
                response.seteaError(ex);
            }
            return response;
        }

        public ResponseBase CargarColeccion(RequestBase
requestBase)
        {
            RazaColeccionResponse response = new
RazaColeccionResponse();
            try
            {
                RazaParametrosRequest request =
(RazaParametrosRequest)requestBase;
                response.RazaColeccion =
RazaNO.Cargar(request.Descripcion, null);
                response.EjecucionExitosa = true;
            }
            catch (Exception ex)
            {
                response.seteaError(ex);
            }
            return response;
        }

    }
```

Figura 3.31: Clase de servicios web.

Fuente: AUTORES.

3.1.6.9. Acciones de Negocio

Esta capa será la encargada de manejar toda la lógica del negocio. Puede hacer uso de métodos y clases contenidas dentro de su misma capa así como también la capa de acceso a datos. Será la encargada de orquestar nuestros procesos para ejecutarlos dentro de una misma transacción y puede interactuar además con los componentes de Entidades de negocio y utilerías comunes. Por lo general existirán 2 Acciones de Negocio por cada entidad de la Base de Datos. Ej.:

```
public class RazaNO
    {

        public static Raza Guardar(Raza raza,
SqlConnection conexion)
        {
            #region << Evaluo si necesita una conexion >>

            bool necesitaConexion = false;
            if (conexion == null)
            {
                necesitaConexion = true;
                conexion = new
SqlConnection(Parametros.CadenaConexion);
            }

            #endregion

            try
            {
                using (TransactionScope transaccion = new
TransactionScope(TransactionScopeOption.Required))
                {
                    switch (raza.EstadoActual)
                    {
                        case EstadoEntidad.Nuevo:
                            RazaDAO.Insertar(raza,
conexion);
                            break;
                        case EstadoEntidad.Actualizado:
                            RazaDAO.Actualizar(raza,
conexion);
                            break;
                        case EstadoEntidad.Eliminado:
                            RazaDAO.Eliminar(raza,
conexion);
                            break;
                    }
                    transaccion.Complete();
                }

                return raza;
            }
            catch (NegocioException exc)
            {
                throw exc;
            }
            catch (Exception exc)
            {
                throw exc;
            }
            finally
            {
                if (necesitaConexion) conexion.Close();
            }
        }
```

```
        public static RazaColeccion Guardar(RazaColeccion
razaColeccion, SqlConnection conexion)
        {
            #region << Evaluo si necesita una conexion >>

            bool necesitaConexion = false;
            if (conexion == null)
            {
                necesitaConexion = true;
                conexion = new
SqlConnection(Parametros.CadenaConexion);
            }

            #endregion

            try
            {
                using (TransactionScope transaccion = new
TransactionScope(TransactionScopeOption.Required))
                {
                    foreach (Raza raza in razaColeccion)
                    {
                        switch (raza.EstadoActual)
                        {
                            case EstadoEntidad.Nuevo:
                                RazaDAO.Insertar(raza,
conexion);
                                break;
                            case
EstadoEntidad.Actualizado:
                                RazaDAO.Actualizar(raza,
conexion);
                                break;
                            case EstadoEntidad.Eliminado:
                                RazaDAO.Eliminar(raza,
conexion);
                                break;
                        }
                    }
                    transaccion.Complete();
                }

                return razaColeccion;
            }
            catch (NegocioException exc)
            {
                throw exc;
            }
            catch (Exception exc)
            {
                throw exc;
            }
            finally
            {
                if (necesitaConexion) conexion.Close();
            }
        }
```

```
        public static Raza Cargar(Raza raza,
SqlConnection conexion)
        {
            #region << Evaluo si necesita una conexion >>

            bool necesitaConexion = false;
            if (conexion == null)
            {
                necesitaConexion = true;
                conexion = new
SqlConnection(Parametros.CadenaConexion);
            }

            #endregion

            try
            {
                RazaDAO.Cargar(raza, conexion);
            }
            catch (NegocioException)
            {
                throw new NegocioException("Error en
componente de Negocio.");
            }
            catch (Exception ex)
            {
                throw ex;
            }
            finally
            {
                if (necesitaConexion) conexion.Close();
            }
            return raza;
        }

        public static RazaColeccion Cargar(string
descripcion, SqlConnection conexion)
        {
            #region << Evaluo si necesita una conexion >>

            bool necesitaConexion = false;
            if (conexion == null)
            {
                necesitaConexion = true;
                conexion = new
SqlConnection(Parametros.CadenaConexion);
            }

            #endregion

            RazaColeccion razaColeccion = null;
            try
            {
                razaColeccion =
RazaDAO.Cargar(descripcion, conexion);
            }
```

```
            catch (NegocioException ex)
            {
                throw ex;
            }
            catch (Exception ex)
            {
                throw ex;
            }
            finally
            {
                if (necesitaConexion) conexion.Close();
            }

            return razaColeccion;
        }

    }
```

Figura 3.32: Clase de acciones de negocio.

Fuente: AUTORES.

3.1.6.10. Acceso a Datos

Esta capa será la encargada de interactuar con la Base de Datos. Por lo general existirán 2 Acciones de Negocio por cada entidad de la Base de Datos. Ej:

```
public class RazaDAO
    {
        public const string cNombreSPAdmin =
"[Telemedicina].[AdminRaza]";
        public const string cNombreSPObten =
"[Telemedicina].[ObtenRaza]";

        public static void Insertar(Raza raza,
SqlConnection conexion)
        {
            SqlCommand mCommand = new SqlCommand();
            try
            {
                mCommand.Connection = conexion;
                mCommand.CommandType =
CommandType.StoredProcedure;
                mCommand.CommandText = cNombreSPAdmin;


mCommand.Parameters.AddWithValue("@Orden", "I");

mCommand.Parameters.AddWithValue("@Descripcion",
raza.Descripcion);

                mCommand.Parameters.Add("@Id",
SqlDbType.TinyInt);
                mCommand.Parameters["@Id"].Direction =
ParameterDirection.Output;

                if (conexion.State !=
ConnectionState.Open) conexion.Open();
                mCommand.ExecuteNonQuery();
```

```
                raza.Id =
Convert.ToByte(mCommand.Parameters["@Id"].Value);
            }
            catch (DatosException)
            {
                throw new DatosException("Error en
componente de acceso a datos.");
            }
            catch (Exception exc)
            {
                throw exc;
            }
            finally
            {
                mCommand.Dispose();
            }
        }

        public static void Actualizar(Raza raza,
SqlConnection conexion)
        {
            SqlCommand mCommand = new SqlCommand();
            try
            {
                mCommand.Connection = conexion;
                mCommand.CommandType =
CommandType.StoredProcedure;
                mCommand.CommandText = cNombreSPAdmin;


mCommand.Parameters.AddWithValue("@Orden", "U");

mCommand.Parameters.AddWithValue("@Descripcion",
raza.Descripcion);
                mCommand.Parameters.AddWithValue("@Id",
raza.Id);

                if (conexion.State !=
ConnectionState.Open) conexion.Open();
                mCommand.ExecuteNonQuery();


            }
            catch (DatosException)
            {
                throw new DatosException("Error en
componente de acceso a datos.");
            }
            catch (Exception exc)
            {
                throw exc;
            }
            finally
            {
                mCommand.Dispose();
            }
        }
```

```
        public static void Eliminar(Raza raza,
SqlConnection conexion)
        {
            SqlCommand mCommand = new SqlCommand();
            try
            {
                mCommand.Connection = conexion;
                mCommand.CommandType =
CommandType.StoredProcedure;
                mCommand.CommandText = cNombreSPAdmin;

mCommand.Parameters.AddWithValue("@Orden", "D");
                mCommand.Parameters.AddWithValue("@Id",
raza.Id);

                if (conexion.State !=
ConnectionState.Open) conexion.Open();
                mCommand.ExecuteNonQuery();

            }
            catch (DatosException)
            {
                throw new DatosException("Error al
acceder a la base de datos.");
            }
            catch (Exception exc)
            {
                throw exc;
            }
            finally
            {
                mCommand.Dispose();
            }
        }

        public static void Cargar(Raza raza,
SqlConnection conexion)
        {
            SqlCommand mCommand = new SqlCommand();
            SqlDataReader reader = null;
            try
            {
                mCommand.Connection = conexion;
                mCommand.CommandType =
CommandType.StoredProcedure;
                mCommand.CommandText = cNombreSPAdmin;


mCommand.Parameters.AddWithValue("@Orden", "S");
                mCommand.Parameters.AddWithValue("@Id",
raza.Id);

                if (conexion.State !=
ConnectionState.Open) conexion.Open();
                reader = mCommand.ExecuteReader();

                while (reader.Read())
```

```
                {
                    raza.Id =
Convert.ToByte(reader["Id"]);
                    raza.Descripcion =
reader["Descripcion"].ToString();
                }
            }
            catch (DatosException)
            {
                throw new DatosException("Error al
acceder a la base de datos.");
            }
            catch (Exception exc)
            {
                throw exc;
            }
            finally
            {
                reader.Close();
                mCommand.Dispose();
            }
        }

        public static RazaColeccion Cargar(string
descripcion, SqlConnection conexion)
        {

            SqlCommand mCommand = new SqlCommand();
            SqlDataReader reader = null;
            try
            {
                mCommand.Connection = conexion;
                mCommand.CommandType =
CommandType.StoredProcedure;
                mCommand.CommandText = cNombreSPObten;


mCommand.Parameters.AddWithValue("@Orden", "A");

mCommand.Parameters.AddWithValue("@Descripcion",
descripcion);

                if (conexion.State !=
ConnectionState.Open) conexion.Open();
                reader = mCommand.ExecuteReader();

                RazaColeccion razas = new
RazaColeccion();
                Raza raza;

                while (reader.Read())
                {
                    raza = new Raza();
                    raza.Id =
Convert.ToByte(reader["Id"].ToString());
                    raza.Descripcion =
reader["Descripcion"].ToString();
```

```
                    razas.Add(raza);
                }

                return razas;
            }
            catch (DatosException)
            {
                throw new DatosException("Error al
acceder a la base de datos.");
            }
            catch (Exception exc)
            {
                throw exc;
            }
            finally
            {
                reader.Close();
                mCommand.Dispose();
            }
        }
    }
```

Figura 3.33: Clase de acceso a datos.

Fuente: AUTORES.

3.2. Modelo Entidad-Relación

3.2.1. Esquema Sistema

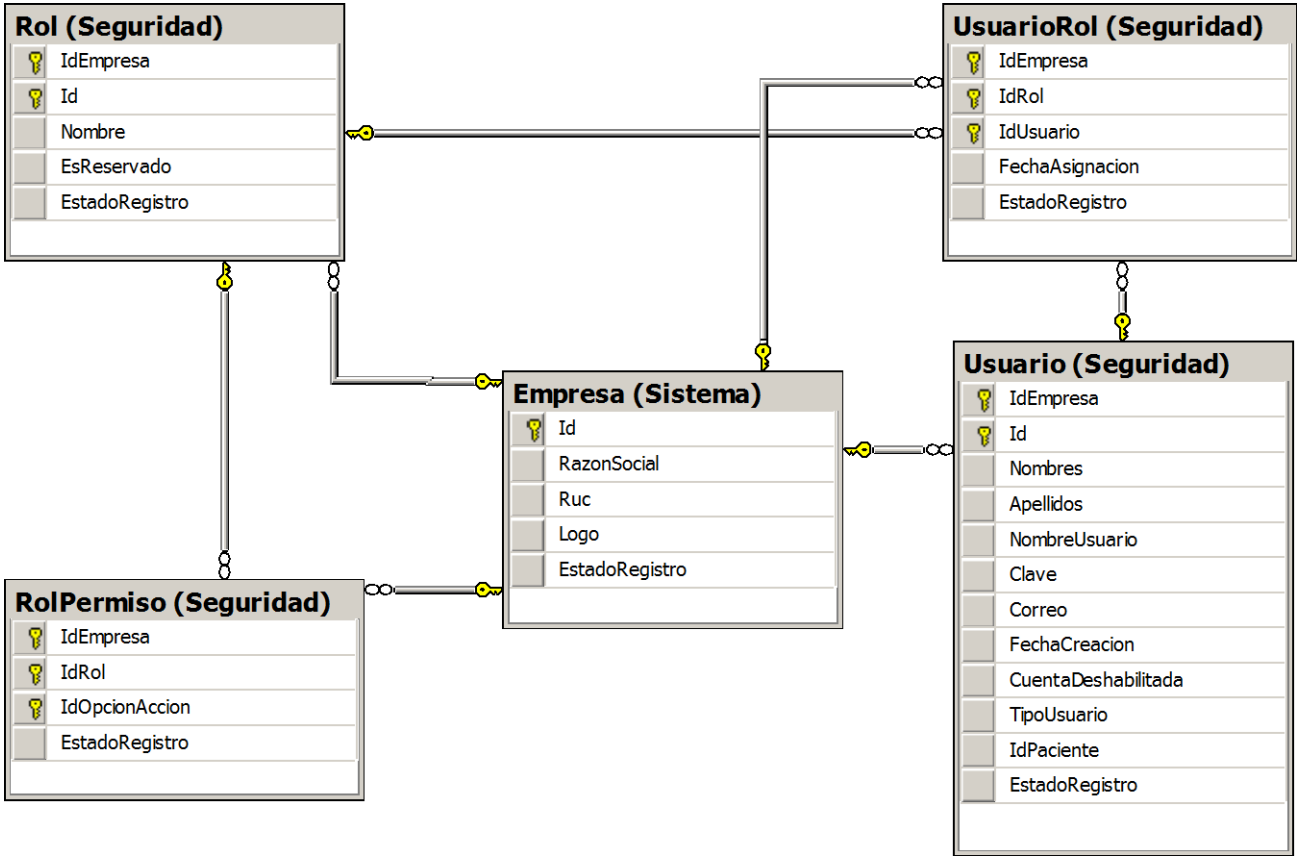


Figura 3.34: Modelo entidad relación del esquema sistema.

Fuente: AUTORES.

3.2.2. Esquema Seguridad

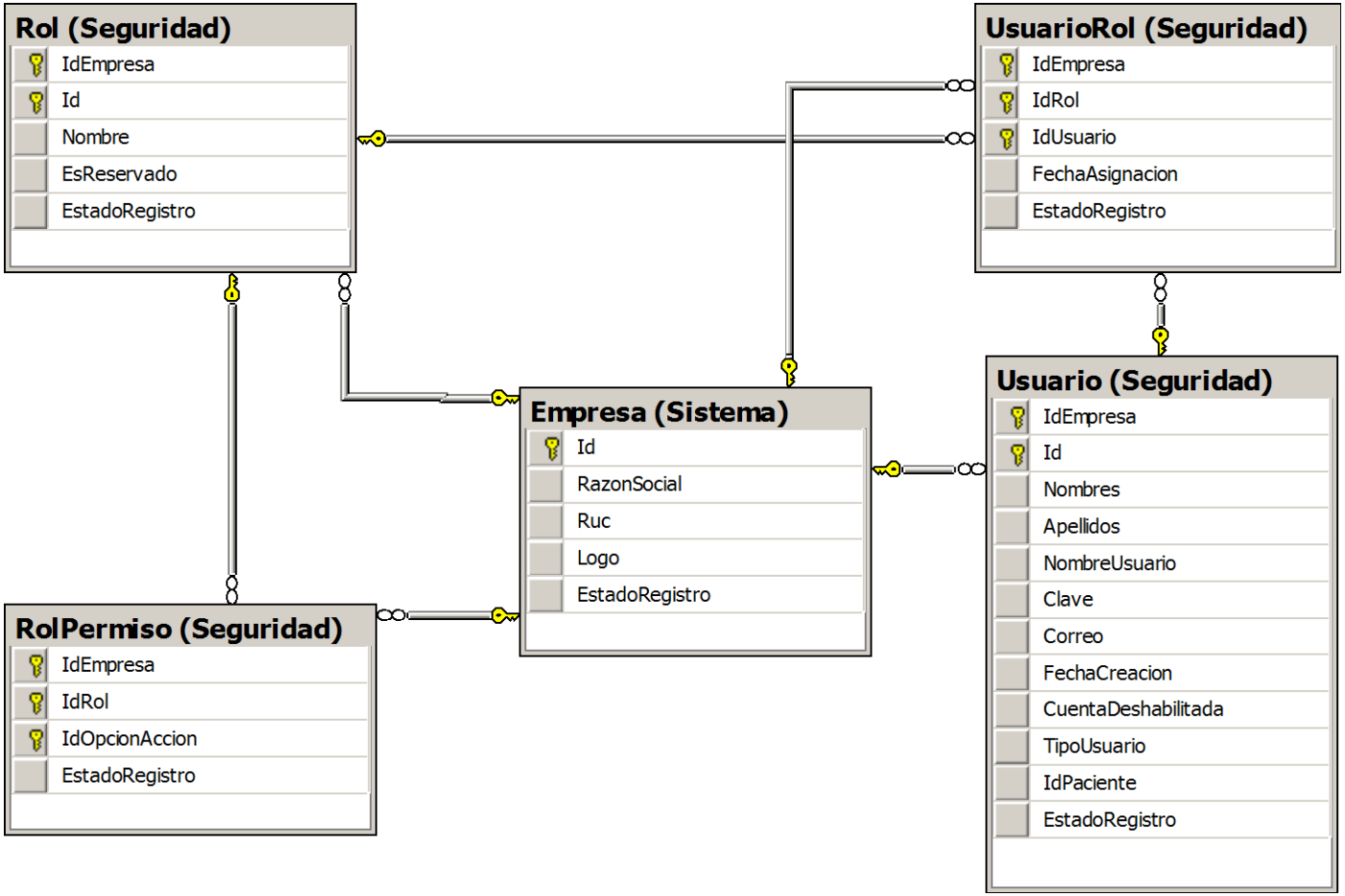


Figura 3.35: Modelo entidad relación del esquema seguridad.

Fuente: AUTORES.

3.2.3. Esquema Telemedicina

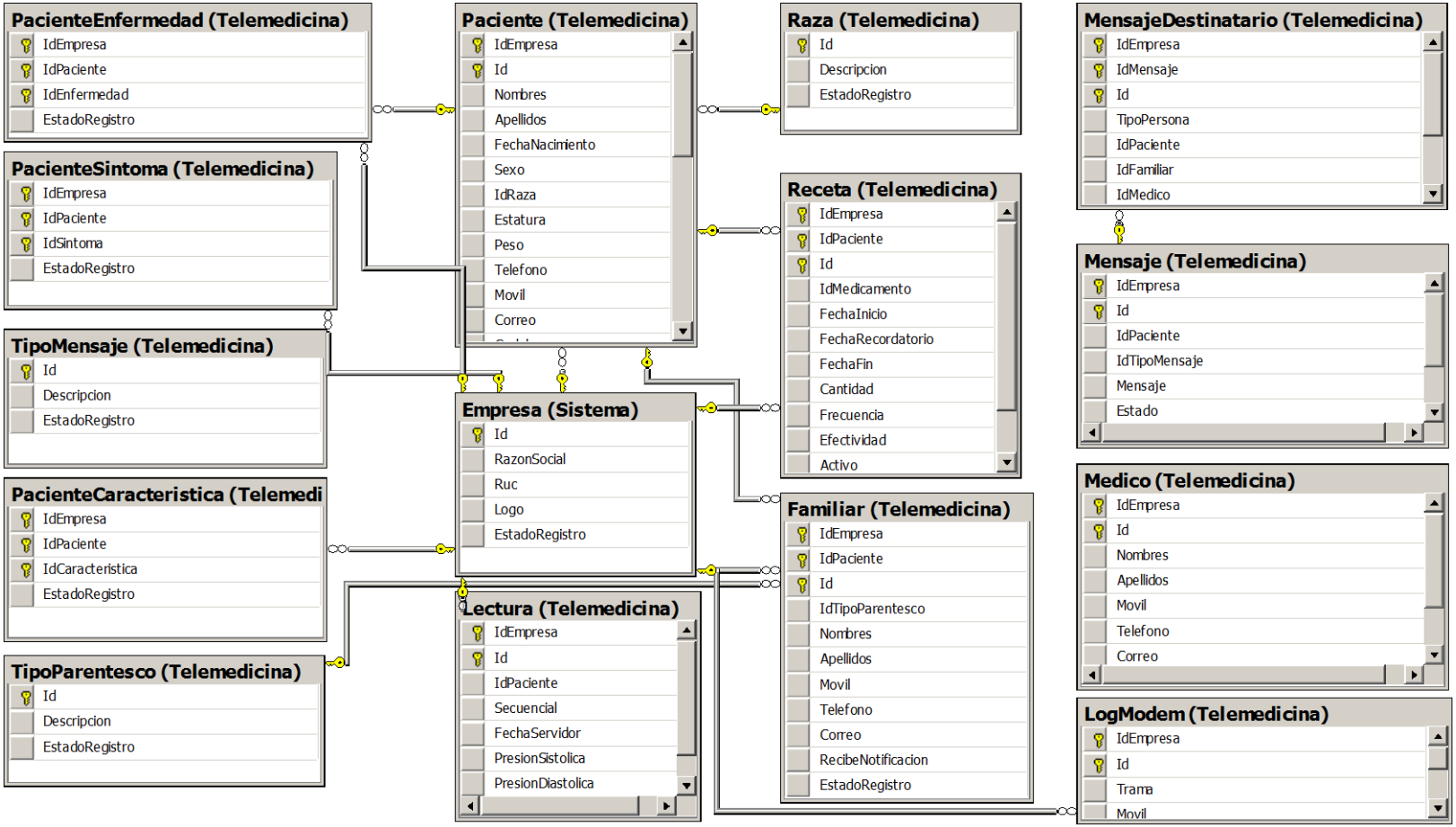


Figura 3.36: Modelo entidad relación del esquema telemedicina.

Fuente: AUTORES.

3.2.4. Esquema Experto

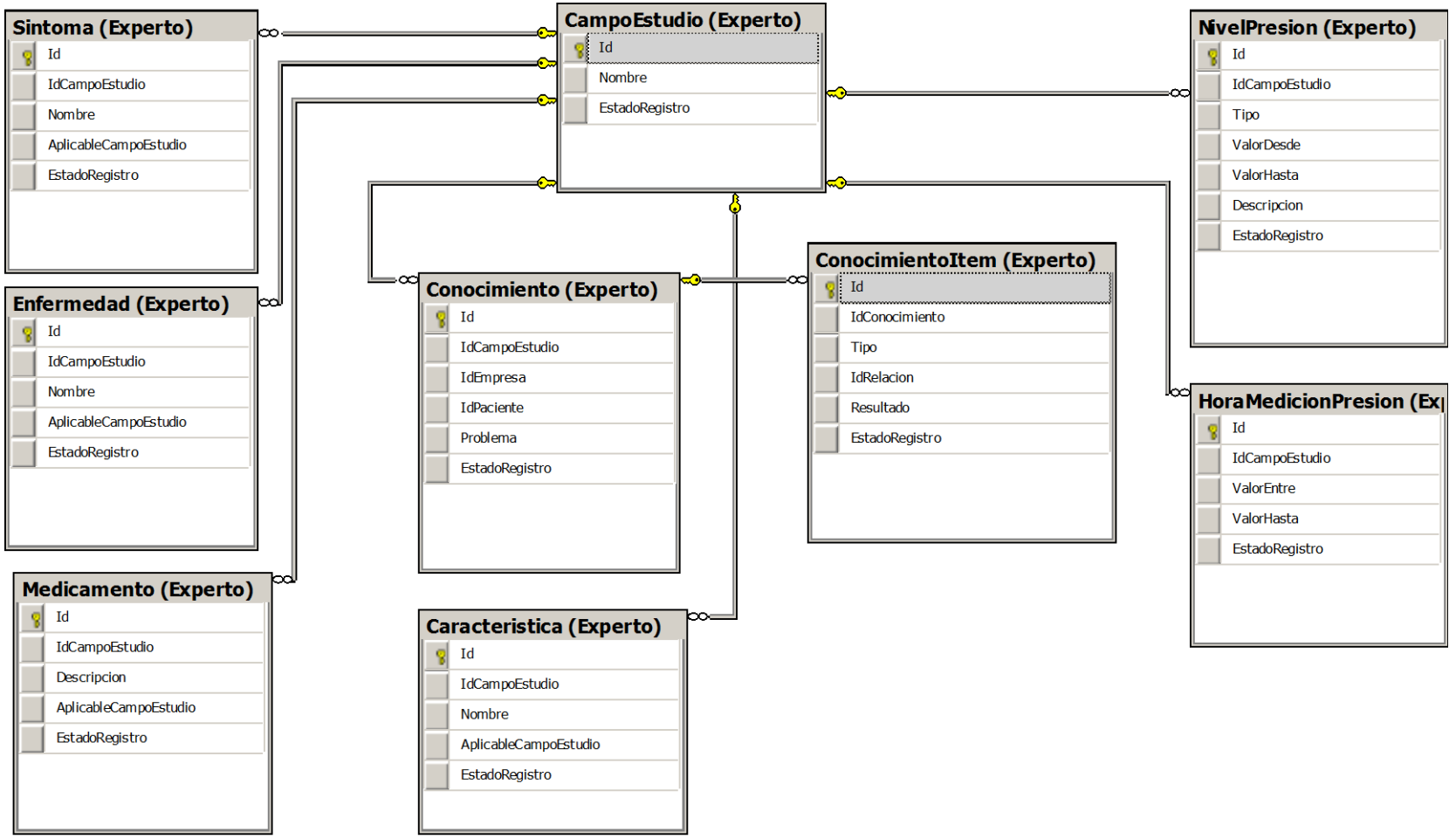


Figura 3.37: Modelo entidad relación del esquema experto.

Fuente: AUTORES.

3.3. Diccionario de datos

TABLA: Accion Campos de estudio que estudia el sistema experto								
Esquema	**Número**	**Columna**	**Tipo de Dato**	**Tamaño**	**Permite NULL**	**PK**	**FK**	**Descripción**
Sistema	1	Id	TinyInt	1	N	S	N	Id del registro de la tabla.
Sistema	2	Nombre	VarChar	35	N	N	N	Nombre de la acción: guardar; consultar, etc.
Sistema	3	EstadoRegistro	Char	1	N	N	N	Describe si el estado del registro es "A" activo o "I" inactivo.

Tabla 3.1: Diccionario de datos de la tabla 'Accion'.

Fuente: AUTORES.

TABLA: CampoEstudio Representa un acción realizada en el sistema Ejemplo: Guardar, Consultar, etc.								
Esquema	**Número**	**Columna**	**Tipo de Dato**	**Tamaño**	**Permite NULL**	**PK**	**FK**	**Descripción**
Experto	1	Id	SmallInt	2	N	S	N	Id del registro de la tabla.
Experto	2	Nombre	VarChar	35	N	N	N	Nombre del campo de estudio.
Experto	3	EstadoRegistro	Char	1	N	N	N	Describe si el estado del registro es "A" activo o "I" inactivo.

Tabla 3.2: Diccionario de datos de la tabla 'CampoEstudio'.

Fuente: AUTORES.

TABLA: Caracteristica Campos de estudio que estudia el sistema experto								
Esquema	**Número**	**Columna**	**Tipo de Dato**	**Tamaño**	**Permite NULL**	**PK**	**FK**	**Descripción**
Experto	1	Id	Int	4	N	S	N	Id del registro de la tabla.
Experto	2	IdCampoEstudio	SmallInt	2	N	N	S	Campo que se relaciona con la tabla CampoEstudio.
Experto	3	Nombre	VarChar	35	N	N	N	Nombre de la característica.
Experto	4	AplicableCampoEstudio	Bit	1	N	N	N	Si es aplicable para el estudio experto.
Experto	5	EstadoRegistro	Char	1	N	N	N	Describe si el estado del registro es "A" activo o "I" inactivo.

Tabla 3.3: Diccionario de datos de la tabla 'Caracteristica'.

Fuente: AUTORES.

TABLA: Conocimiento Almacena el conocimiento de un campo de estudio especifico								
Esquema	**Número**	**Columna**	**Tipo de Dato**	**Tamaño**	**Permite NULL**	**PK**	**FK**	**Descripción**
Experto	1	Id	BigInt	8	N	S	N	Id del registro de la tabla.
Experto	2	IdCampoEstudio	SmallInt	2	N	N	S	Campo que se relaciona con la tabla CampoEstudio.
Experto	3	IdEmpresa	TinyInt	1	S	N	N	Campo que se relaciona con la tabla Empresa.
Experto	4	IdPaciente	Int	4	S	N	N	Campo que se relaciona con la tabla Paciente.
Experto	5	Problema	VarChar	50	N	N	N	Descripción del problema.
Experto	6	EstadoRegistro	Char	1	N	N	N	Describe si el estado del registro es "A" activo o "I" inactivo.

Tabla 3.4: Diccionario de datos de la tabla 'Conocimiento'.

Fuente: AUTORES.

TABLA: ConocimientoItem Almacena el detalle de cada conocimiento que posee el experto								
Esquema	**Número**	**Columna**	**Tipo de Dato**	**Tamaño**	**Permite NULL**	**PK**	**FK**	**Descripción**
Experto	1	Id	BigInt	8	N	S	N	Id del registro de la tabla.
Experto	2	IdConocimiento	BigInt	8	N	N	S	Campo que se relaciona con la tabla Conocimiento.
Experto	3	Tipo	VarChar	50	N	N	N	xxx.
Experto	4	IdRelacion	Int	4	N	N	N	xxx.
Experto	5	Resultado	Int	4	N	N	N	xxx.
Experto	6	EstadoRegistro	Char	1	N	N	N	Describe si el estado del registro es "A" activo o "I" inactivo.

Tabla 3.5: Diccionario de datos de la tabla 'ConocimientoItem'.

Fuente: AUTORES.

TABLA: DistibucionPolitica Catálogo de la distribución política del país								
Esquema	**Número**	**Columna**	**Tipo de Dato**	**Tamaño**	**Permite NULL**	**PK**	**FK**	**Descripción**
Sistema	1	Id	Int	4	N	S	N	Id del registro de la tabla.
Sistema	2	IdNacionalidad	Int	4	N	N	N	Id de la nacionalidad.
Sistema	3	IdProvincia	Int	4	N	N	N	Id de la provincia.
Sistema	4	IdCanton	Int	4	N	N	N	Id del cantón.
Sistema	5	IdParroquia	Int	4	N	N	N	Id de la parroquia.
Sistema	6	Descripcion	VarChar	30	N	N	N	Descripción del registro (nacionalidad, provincia, cantón).
Sistema	7	EstadoRegistro	Char	1	N	N	N	Describe si el estado del registro es "A" activo o "I" inactivo.
Sistema	8	Nivel	TinyInt	1	N	N	N	Nivel que determina que se muestra si la nacionalidad, provincia, cantón o parroquia.

Tabla 3.6: Diccionario de datos de la tabla 'DistibucionPolitica'.

Fuente: AUTORES.

TABLA: Empresa Catálogo de empresa								
Esquema	**Número**	**Columna**	**Tipo de Dato**	**Tamaño**	**Permite NULL**	**PK**	**FK**	**Descripción**
Sistema	1	Id	TinyInt	1	N	S	N	Id del registro de la tabla.
Sistema	2	RazonSocial	VarChar	30	N	N	N	Nombre de la empresa.
Sistema	3	Ruc	VarChar	13	N	N	N	Ruc de la empresa.
Sistema	4	Logo	Image	16	S	N	N	Logo de la empresa.
Sistema	5	EstadoRegistro	Char	1	N	N	N	Describe si el estado del registro es "A" activo o "I" inactivo.

Tabla 3.7: Diccionario de datos de la tabla 'Empresa'.

Fuente: AUTORES.

TABLA: Enfermedad Catálogo de enfermedades								
Esquema	**Número**	**Columna**	**Tipo de Dato**	**Tamaño**	**Permite NULL**	**PK**	**FK**	**Descripción**
Experto	1	Id	Int	4	N	S	N	Id del registro de la tabla.
Experto	2	IdCampoEstudio	SmallInt	2	N	N	S	Campo que se relaciona con la tabla CampoEstudio.
Experto	3	Nombre	VarChar	35	N	N	N	Nombre de la enfermedad.
Experto	4	AplicableCampoEstudio	Bit	1	N	N	N	Si es aplicable para el estudio experto.
Experto	5	EstadoRegistro	Char	1	N	N	N	Describe si el estado del registro es "A" activo o "I" inactivo.

Tabla 3.8: Diccionario de datos de la tabla 'Enfermedad'.

Fuente: AUTORES.

TABLA: Familiar
Catálogo de familiares del paciente

Esquema	Número	Columna	Tipo de Dato	Tamaño	Permite NULL	PK	FK	Descripción
Telemedicina	1	IdEmpresa	TinyInt	1	N	S	S	Campo que se relaciona con la tabla Empresa.
Telemedicina	2	IdPaciente	Int	4	N	S	S	Campo que se relaciona con la tabla Paciente.
Telemedicina	3	Id	TinyInt	1	N	S	N	Id del registro de la tabla.
Telemedicina	4	IdTipoParentesco	TinyInt	1	N	N	S	Campo que se relaciona con la tabla TipoParentesco.
Telemedicina	5	Nombres	UserDefinedDataType	30	N	N	N	Nombres del familiar.
Telemedicina	6	Apellidos	UserDefinedDataType	30	N	N	N	Apellidos del familiar.
Telemedicina	7	Movil	UserDefinedDataType	15	N	N	N	Movil del familiar.
Telemedicina	8	Telefono	UserDefinedDataType	15	S	N	N	Teléfono del familiar.
Telemedicina	9	Correo	UserDefinedDataType	50	S	N	N	Correo del familiar.
Telemedicina	10	RecibeNotificacion	Bit	1	N	N	N	Si recibe o no sms de notificación.
Telemedicina	11	EstadoRegistro	Char	1	N	N	N	Describe si el estado del registro es "A" activo o "I" inactivo.

Tabla 3.9: Diccionario de datos de la tabla 'Familiar'.

Fuente: AUTORES.

TABLA: HoraMedicionPresion Almacena las horas en las cuales de toma la presión								
Esquema	**Número**	**Columna**	**Tipo de Dato**	**Tamaño**	**Permite NULL**	**PK**	**FK**	**Descripción**
Experto	1	Id	Int	4	N	S	N	Id del registro de la tabla.
Experto	2	IdCampoEstudio	SmallInt	2	N	N	S	Campo que se relaciona con la tabla CampoEstudio.
Experto	3	ValorEntre	VarChar	8	N	N	N	xxx.
Experto	4	ValorHasta	VarChar	8	N	N	N	xxx.
Experto	5	EstadoRegistro	Char	1	N	N	N	Describe si el estado del registro es "A" activo o "I" inactivo.

Tabla 3.10: Diccionario de datos de la tabla 'HoraMedicionPresion'.

Fuente: AUTORES.

TABLA: Lectura Almacena las lecturas tomadas al paciente								
Esquema	**Número**	**Columna**	**Tipo de Dato**	**Tamaño**	**Permite NULL**	**PK**	**FK**	**Descripción**
Telemedicina	1	IdEmpresa	TinyInt	1	N	S	N	Campo que se relaciona con la tabla Empresa.
Telemedicina	2	Id	Int	4	N	S	N	Id del registro de la tabla.
Telemedicina	3	IdPaciente	Int	4	N	N	N	Campo que se relaciona con la tabla Paciente.
Telemedicina	4	Secuencial	Int	4	N	N	N	Número secuencial de la lectura.
Telemedicina	5	FechaServidor	SmallDateTime	4	N	N	N	Fecha de la toma de la lectura.
Telemedicina	6	PresionSistolica	TinyInt	1	N	N	N	Valor de la presión sistólica.
Telemedicina	7	PresionDiastolica	TinyInt	1	N	N	N	Valor de la presión diastólica.
Telemedicina	8	EstadoRegistro	Char	1	N	N	N	Describe si el estado del registro es "A" activo o "I" inactivo.

Tabla 3.11: Diccionario de datos de la tabla 'Lectura'.

Fuente: AUTORES.

TABLA: LogError Almacena los errores a nivel de base de datos durante la ejecución del sistema								
Esquema	**Número**	**Columna**	**Tipo de Dato**	**Tamaño**	**Permite NULL**	**PK**	**FK**	**Descripción**
Sistema	1	Id	Int	4	N	S	N	Id del registro de la tabla.
Sistema	2	FechaHora	DateTime	8	N	N	N	Fecha y hora cuando ocurrió el error.
Sistema	3	NombreUsuario	NVarChar	128	N	N	N	Usuario que ejecutó comandos que produjeron el error.
Sistema	4	Numero	Int	4	N	N	N	Número del error que se produjo.
Sistema	5	Severidad	Int	4	S	N	N	Severidad del error que se produjo.
Sistema	6	Estado	Int	4	S	N	N	Estado del número del error que se produjo.
Sistema	7	Procedimiento	NVarChar	126	S	N	N	Nombre del procedimiento o disparador que produjo el error.
Sistema	8	Linea	Int	4	S	N	N	Número de la línea que produjo el error.
Sistema	9	Mensaje	NVarChar	4000	N	N	N	Texto del mensaje que produjo el error.

Tabla 3.12: Diccionario de datos de la tabla 'LogError'.

Fuente: AUTORES.

TABLA: LogModem Almacena los sms que recibe el modem								
Esquema	**Número**	**Columna**	**Tipo de Dato**	**Tamaño**	**Permite NULL**	**PK**	**FK**	**Descripción**
Telemedicina	1	IdEmpresa	TinyInt	1	N	S	N	Campo que se relaciona con la tabla Empresa.
Telemedicina	2	Id	BigInt	8	N	S	N	Id del registro de la tabla.
Telemedicina	3	Trama	VarChar	255	N	N	N	Trama del sms.
Telemedicina	4	Movil	VarChar	15	N	N	N	Número de donde se recibe el sms.
Telemedicina	5	EsEnvio	Bit	1	N	N	N	Si es envío.
Telemedicina	6	FechaServidor	SmallDateTime	4	N	N	N	Fecha de envío o recepción del sms.

Tabla 3.13: Diccionario de datos de la tabla 'LogModem'.

Fuente: AUTORES.

TABLA: Medicamento Catálogo de medicamentos								
Esquema	**Número**	**Columna**	**Tipo de Dato**	**Tamaño**	**Permite NULL**	**PK**	**FK**	**Descripción**
Experto	1	Id	Int	4	N	S	N	Id del registro de la tabla.
Experto	2	IdCampoEstudio	SmallInt	2	N	N	S	Campo que se relaciona con la tabla CampoEstudio.
Experto	3	Descripcion	VarChar	75	N	N	N	Descripción del medicamento.
Experto	4	AplicableCampoEstudio	Bit	1	N	N	N	Si es aplicable para el estudio experto.
Experto	5	EstadoRegistro	Char	1	N	N	N	Describe si el estado del registro es "A" activo o "I" inactivo.

Tabla 3.14: Diccionario de datos de la tabla 'Medicamento'.

Fuente: AUTORES.

TABLA: Medico Catálogo de médicos								
Esquema	**Número**	**Columna**	**Tipo de Dato**	**Tamaño**	**Permite NULL**	**PK**	**FK**	**Descripción**
Telemedicina	1	IdEmpresa	TinyInt	1	N	S	N	Campo que se relaciona con la tabla Empresa.
Telemedicina	2	Id	SmallInt	2	N	S	N	Id del registro de la tabla.
Telemedicina	3	Nombres	UserDefinedDataType	30	N	N	N	Nombres del médico.
Telemedicina	4	Apellidos	UserDefinedDataType	30	N	N	N	Apellidos del médico.
Telemedicina	5	Movil	UserDefinedDataType	15	N	N	N	Móvil del médico.
Telemedicina	6	Telefono	UserDefinedDataType	15	S	N	N	Teléfono del médico.
Telemedicina	7	Correo	UserDefinedDataType	50	S	N	N	Correo del médico.
Telemedicina	8	EstadoRegistro	Char	1	N	N	N	Describe si el estado del registro es "A" activo o "I" inactivo.

Tabla 3.15: Diccionario de datos de la tabla 'Medico'.

Fuente: AUTORES.

TABLA: Mensaje
Telemedicina: Mensaje Almacena los sms que genera el sistema

Esquema	Número	Columna	Tipo de Dato	Tamaño	Permite NULL	PK	FK	Descripción
Telemedicina	1	IdEmpresa	TinyInt	1	N	S	N	Campo que se relaciona con la tabla Empresa.
Telemedicina	2	Id	Int	4	N	S	N	Id del registro de la tabla.
Telemedicina	3	IdPaciente	Int	4	N	N	N	Campo que se relaciona con la tabla Paciente.
Telemedicina	4	IdTipoMensaje	TinyInt	1	N	N	N	Campo que se relaciona con la tabla TipoMensaje.
Telemedicina	6	Mensaje	VarChar	255	N	N	N	Texto del sms.
Telemedicina	7	Estado	Char	1	N	N	N	Estado del mensaje S sin enviar, E enviado.
Telemedicina	8	EstadoRegistro	Char	1	N	N	N	Describe si el estado del registro es "A" activo o "I" inactivo.

Tabla 3.16: Diccionario de datos de la tabla 'Mensaje'.

Fuente: AUTORES.

TABLA: MensajeDestinatario
Almacena la relación entre los mensajes y los destinarios

Esquema	Número	Columna	Tipo de Dato	Tamaño	Permite NULL	PK	FK	Descripción
Telemedicina	1	IdEmpresa	TinyInt	1	N	S	S	Campo que se relaciona con la tabla Empresa.
Telemedicina	2	IdMensaje	Int	4	N	S	S	Campo que se relaciona con la tabla Mensaje.
Telemedicina	3	Id	SmallInt	2	N	S	N	Id del registro de la tabla.
Telemedicina	4	TipoPersona	Char	1	N	N	N	xxx.
Telemedicina	5	IdPaciente	Int	4	N	N	N	Campo que se relaciona con la tabla Paciente.
Telemedicina	6	IdFamiliar	TinyInt	1	S	N	N	Campo que se relaciona con la tabla Familiar.
Telemedicina	7	IdMedico	SmallInt	2	S	N	N	Campo que se relaciona con la tabla Medico.
Telemedicina	8	Estado	Char	1	N	N	N	Estado del sms del destinatario S sin enviar, E enviado.
Telemedicina	9	EstadoRegistro	Char	1	N	N	N	Describe si el estado del registro es "A" activo o "I" inactivo.

Tabla 3.17: Diccionario de datos de la tabla 'MensajeDestinatario'.

Fuente: AUTORES.

TABLA: NivelPresion Almacena los niveles de presión regulares.								
Esquema	**Número**	**Columna**	**Tipo de Dato**	**Tamaño**	**Permite NULL**	**PK**	**FK**	**Descripción**
Experto	1	Id	SmallInt	2	N	S	N	Id del registro de la tabla.
Experto	2	IdCampoEstudio	SmallInt	2	N	N	S	Campo que se relaciona con la tabla CampoEstudio.
Experto	3	Tipo	Char	1	N	N	N	xxx.
Experto	4	ValorDesde	Int	4	N	N	N	xxx.
Experto	5	ValorHasta	Int	4	N	N	N	xxx.
Experto	6	Descripcion	VarChar	35	N	N	N	xxx.
Experto	7	EstadoRegistro	Char	1	N	N	N	Describe si el estado del registro es "A" activo o "I" inactivo.

Tabla 3.18: Diccionario de datos de la tabla 'NivelPresion'.

Fuente: AUTORES.

TABLA: Opcion Representa una opción en el sistema								
Esquema	**Número**	**Columna**	**Tipo de Dato**	**Tamaño**	**Permite NULL**	**PK**	**FK**	**Descripción**
Sistema	1	Id	SmallInt	2	N	S	N	Id del registro de la tabla.
Sistema	2	Nombre	VarChar	35	N	N	N	Nombre de la opción.
Sistema	3	Recurso	VarChar	60	N	N	N	Dirección de la página que abre la opción.
Sistema	4	Nivel	SmallInt	2	N	N	N	Nivel jerarquico en el menú.
Sistema	5	IdOpcionPadre	SmallInt	2	N	N	N	Id de la opción padre.
Sistema	6	EstadoRegistro	Char	1	N	N	N	Describe si el estado del registro es "A" activo o "I" inactivo.

Tabla 3.19: Diccionario de datos de la tabla 'Opcion'.

Fuente: AUTORES.

TABLA: OpcionAccion
Sistema: Relación entre las opciones del sistemas y las acciones que una opcion en el sistema puede realizar.

Esquema	Número	Columna	Tipo de Dato	Tamaño	Permite NULL	PK	FK	Descripción
Sistema	1	Id	SmallInt	2	N	S	N	Id del registro de la tabla.
Sistema	2	IdOpcion	SmallInt	2	N	N	S	Campo que se relaciona con la tabla Opcion.
Sistema	3	IdAccion	TinyInt	1	N	N	S	Campo que se relaciona con la tabla Accion.
Sistema	4	EstadoRegistro	Char	1	N	N	N	Describe si el estado del registro es "A" activo o "I" inactivo.

Tabla 3.20: Diccionario de datos de la tabla 'OpcionAccion'.

Fuente: AUTORES.

TABLA: Paciente
Almacena los pacientes que se ingresan al sistema

Esquema	Número	Columna	Tipo de Dato	Tamaño	Permite NULL	PK	FK	Descripción
Telemedicina	1	IdEmpresa	TinyInt	1	N	S	S	Campo que se relaciona con la tabla Empresa.
Telemedicina	2	Id	Int	4	N	S	N	Id del registro de la tabla.
Telemedicina	3	Nombres	UserDefinedDataType	30	N	N	N	Nombres del paciente.
Telemedicina	4	Apellidos	UserDefinedDataType	30	N	N	N	Apellidos del paciente.
Telemedicina	5	FechaNacimiento	UserDefinedDataType	4	N	N	N	Fecha de nacimiento del paciente.
Telemedicina	6	Sexo	Char	1	N	N	N	Sexo del paciente.
Telemedicina	7	IdRaza	TinyInt	1	N	N	S	Campo que se relaciona con la tabla Raza.
Telemedicina	8	Estatura	Numeric	5	N	N	N	Estatura del paciente.
Telemedicina	9	Peso	Numeric	5	N	N	N	Peso del Paciente.
Telemedicina	10	Telefono	UserDefinedDataType	15	N	N	N	Teléfono del paciente.
Telemedicina	11	Movil	UserDefinedDataType	15	S	N	N	Móvil del paciente.
Telemedicina	12	Correo	UserDefinedDataType	50	S	N	N	Correo del paciente.
Telemedicina	13	Cedula	VarChar	10	N	N	N	Cédula del paciente.
Telemedicina	14	IdEstadoCivil	TinyInt	1	N	N	N	Id del estado civil del paciente.
Telemedicina	15	IdNacionalidad	Int	4	N	N	N	Id de la nacionalidad.

Telemedicina	16	IdProvinciaNacimiento	Int	4	N	N	N	Id de la provincia de nacimiento.
Telemedicina	17	IdCantonNacimiento	Int	4	N	N	N	Id del cantón de nacimiento.
Telemedicina	18	IdProvinciaResidencia	Int	4	N	N	N	Id de la provincia de residencia.
Telemedicina	19	IdCantonResidencia	Int	4	N	N	N	Id de la cantón de residencia.
Telemedicina	20	IdParroquiaResidencia	Int	4	N	N	N	Id de la parroquia de residencia.
Telemedicina	21	DireccionResidencia	VarChar	75	N	N	N	Dirección de residencia.
Telemedicina	22	IdMedicoAsignado	SmallInt	2	S	N	N	Campo que se relaciona con la tabla Medico.
Telemedicina	23	EstadoRegistro	Char	1	N	N	N	Describe si el estado del registro es "A" activo o "I" inactivo.
Telemedicina	24	EstadoEvaluacion	Char	1	N	N	N	xxx.
Telemedicina	25	FechaEvaluacion	SmallDateTime	4	S	N	N	xxx.
Telemedicina	26	Problema	VarChar	50	S	N	N	xxx.
Telemedicina	27	EstadoConocimiento	Char	1	N	N	N	xxx.
Telemedicina	28	IdConocimiento	BigInt	8	S	N	N	Campo que se relaciona con la tabla Conocimiento.
Telemedicina	29	IdNivelNormalSistolica	Int	4	S	N	N	xxx.
Telemedicina	30	IdNivelNormalDiastolica	Int	4	S	N	N	xxx.

Tabla 3.21: Diccionario de datos de la tabla ‘Paciente’.

Fuente: AUTORES.

TABLA: PacienteCaracteristica Almacena la relación entre los pacientes y características								
Esquema	**Número**	**Columna**	**Tipo de Dato**	**Tamaño**	**Permite NULL**	**PK**	**FK**	**Descripción**
Telemedicina	1	IdEmpresa	TinyInt	1	N	S	N	Campo que se relaciona con la tabla Empresa.
Telemedicina	2	IdPaciente	Int	4	N	S	N	Campo que se relaciona con la tabla Paciente.
Telemedicina	3	IdCaracteristica	Int	4	N	S	N	Campo que se relaciona con la tabla Caracteristica.
Telemedicina	4	EstadoRegistro	Char	1	N	N	N	Describe si el estado del registro es "A" activo o "I" inactivo.

Tabla 3.22: Diccionario de datos de la tabla 'PacienteCaracteristica'.

Fuente: AUTORES.

TABLA: PacienteEnfermedad Almacena la relación entre los pacientes y enfermedad								
Esquema	**Número**	**Columna**	**Tipo de Dato**	**Tamaño**	**Permite NULL**	**PK**	**FK**	**Descripción**
Telemedicina	1	IdEmpresa	TinyInt	1	N	S	S	Campo que se relaciona con la tabla Empresa.
Telemedicina	2	IdPaciente	Int	4	N	S	S	Campo que se relaciona con la tabla Paciente.
Telemedicina	3	IdEnfermedad	Int	4	N	S	S	Campo que se relaciona con la tabla Enfermedad.
Telemedicina	4	EstadoRegistro	Char	1	N	N	N	Describe si el estado del registro es "A" activo o "I" inactivo.

Tabla 3.23: Diccionario de datos de la tabla 'PacienteEnfermedad'.

Fuente: AUTORES.

TABLA: PacienteSintoma Almacena la relación entre los pacientes y síntomas								
Esquema	**Número**	**Columna**	**Tipo de Dato**	**Tamaño**	**Permite NULL**	**PK**	**FK**	**Descripción**
Telemedicina	1	IdEmpresa	TinyInt	1	N	S	N	Campo que se relaciona con la tabla Empresa.
Telemedicina	2	IdPaciente	Int	4	N	S	N	Campo que se relaciona con la tabla Paciente.
Telemedicina	3	IdSintoma	Int	4	N	S	N	Campo que se relaciona con la tabla Sintoma.
Telemedicina	4	EstadoRegistro	Char	1	N	N	N	Describe si el estado del registro es "A" activo o "I" inactivo.

Tabla 3.24: Diccionario de datos de la tabla 'PacienteSintoma'.

Fuente: AUTORES.

TABLA: Raza Catálogo de razas								
Esquema	**Número**	**Columna**	**Tipo de Dato**	**Tamaño**	**Permite NULL**	**PK**	**FK**	**Descripción**
Telemedicina	1	Id	TinyInt	1	N	S	N	Id del registro de la tabla.
Telemedicina	2	Descripcion	VarChar	25	N	N	N	Descripción de la raza.
Telemedicina	3	EstadoRegistro	Char	1	N	N	N	Describe si el estado del registro es "A" activo o "I" inactivo.

Tabla 3.25: Diccionario de datos de la tabla 'Raza'.

Fuente: AUTORES.

TABLA: Receta
Almacena las recetas prescritas al paciente

Esquema	Número	Columna	Tipo de Dato	Tamaño	Permite NULL	PK	FK	Descripción
Telemedicina	1	IdEmpresa	TinyInt	1	N	S	S	Campo que se relaciona con la tabla Empresa.
Telemedicina	2	IdPaciente	Int	4	N	S	S	Campo que se relaciona con la tabla Paciente.
Telemedicina	3	Id	SmallInt	2	N	S	N	Id del registro de la tabla.
Telemedicina	4	IdMedicamento	Int	4	N	N	S	Campo que se relaciona con la tabla Medicamento.
Telemedicina	5	FechaInicio	SmallDateTime	4	N	N	N	Fecha de inicio de la receta.
Telemedicina	6	FechaRecordatorio	SmallDateTime	4	N	N	N	Fecha de recordatorio para la toma del medicamento.
Telemedicina	7	FechaFin	SmallDateTime	4	N	N	N	Fecha de finalización de la receta.
Telemedicina	8	Cantidad	TinyInt	1	N	N	N	Cantidad del medicamento prescrito.
Telemedicina	9	Frecuencia	TinyInt	1	N	N	N	Frecuencia de administración del medicamento.
Telemedicina	10	Efectividad	Int	4	S	N	N	Efecitvidad de la medicina.
Telemedicina	11	Activo	Bit	1	N	N	N	Estado del medicamento dentro de la receta.
Telemedicina	12	EstadoRegistro	Char	1	N	N	N	Describe si el estado del registro es "A" activo o "I" inactivo.

Tabla 3.26: Diccionario de datos de la tabla 'Receta'.

Fuente: AUTORES.

TABLA: Rol
Catálogo de roles del sistema

Esquema	Número	Columna	Tipo de Dato	Tamaño	Permite NULL	PK	FK	Descripción
Seguridad	1	IdEmpresa	TinyInt	1	N	S	N	Campo que se relaciona con la tabla Empresa.
Seguridad	2	Id	SmallInt	2	N	S	N	Id del registro de la tabla.
Seguridad	3	Nombre	VarChar	30	N	N	N	Nombre del rol.
Seguridad	4	EsReservado	Bit	1	N	N	N	Si es reservado o no.
Seguridad	5	EstadoRegistro	Char	1	N	N	N	Describe si el estado del registro es "A" activo o "I" inactivo.

Tabla 3.27: Diccionario de datos de la tabla 'Rol'.

Fuente: AUTORES.

TABLA: RolPermiso Almacena la relación entre el rol y los permisos por rol								
Esquema	**Número**	**Columna**	**Tipo de Dato**	**Tamaño**	**Permite NULL**	**PK**	**FK**	**Descripción**
Seguridad	1	IdEmpresa	TinyInt	1	N	S	S	Campo que se relaciona con la tabla Empresa.
Seguridad	2	IdRol	SmallInt	2	N	S	S	Campo que se relaciona con la tabla Rol.
Seguridad	3	IdOpcionAccion	SmallInt	2	N	S	S	Campo que se relaciona con la tabla OpcionAccion.
Seguridad	4	EstadoRegistro	Char	1	N	N	N	Describe si el estado del registro es "A" activo o "I" inactivo.

Tabla 3.28: Diccionario de datos de la tabla 'RolPermiso'.

Fuente: AUTORES.

TABLA: Sintoma Catálogo de síntomas								
Esquema	**Número**	**Columna**	**Tipo de Dato**	**Tamaño**	**Permite NULL**	**PK**	**FK**	**Descripción**
Experto	1	Id	Int	4	N	S	N	Id del registro de la tabla.
Experto	2	IdCampoEstudio	SmallInt	2	N	N	S	Campo que se relaciona con la tabla CampoEstudio.
Experto	3	Nombre	VarChar	75	N	N	N	Nombre del síntoma.
Experto	4	AplicableCampoEstudio	Bit	1	N	N	N	Si es aplicable para el estudio experto.
Experto	5	EstadoRegistro	Char	1	N	N	N	Describe si el estado del registro es "A" activo o "I" inactivo.

Tabla 3.29: Diccionario de datos de la tabla 'Sintoma'.

Fuente: AUTORES.

TABLA: TipoMensaje
Catálogo de tipos de mensajes que genera el sistema

Esquema	Número	Columna	Tipo de Dato	Tamaño	Permite NULL	PK	FK	Descripción
Telemedicina	1	Id	TinyInt	1	N	S	N	Id del registro de la tabla.
Telemedicina	2	Descripcion	VarChar	35	N	N	N	Descripción del tipo de mensaje.
Telemedicina	3	EstadoRegistro	Char	1	N	N	N	Describe si el estado del registro es "A" activo o "I" inactivo.

Tabla 3.30: Diccionario de datos de la tabla 'TipoMensaje'.

Fuente: AUTORES.

TABLA: TipoParentesco
Catálogo de tipos de parentesco del paciente

Esquema	Número	Columna	Tipo de Dato	Tamaño	Permite NULL	PK	FK	Descripción
Telemedicina	1	Id	TinyInt	1	N	S	N	Id del registro de la tabla.
Telemedicina	2	Descripcion	VarChar	25	N	N	N	Descripción de los tipos de parentesco.
Telemedicina	3	EstadoRegistro	Char	1	N	N	N	Describe si el estado del registro es "A" activo o "I" inactivo.

Tabla 3.31: Diccionario de datos de la tabla 'TipoParentesco'.

Fuente: AUTORES.

TABLA: Usuario
Usuario Almacena los usuarios del sistema

Esquema	Número	Columna	Tipo de Dato	Tamaño	Permite NULL	PK	FK	Descripción
Seguridad	1	IdEmpresa	TinyInt	1	N	S	N	Campo que se relaciona con la tabla Empresa.
Seguridad	2	Id	Int	4	N	S	N	Id del registro de la tabla.
Seguridad	3	Nombres	UserDefinedDataType	30	N	N	N	Nombres del usuario.
Seguridad	4	Apellidos	UserDefinedDataType	30	N	N	N	Apellidos del usuario.
Seguridad	5	NombreUsuario	VarChar	15	N	N	N	Nickname del usuario.
Seguridad	6	Clave	VarChar	125	N	N	N	Clave de acceso.
Seguridad	7	Correo	VarChar	35	S	N	N	Correo del usuario.
Seguridad	8	FechaCreacion	SmallDateTime	4	N	N	N	Fecha de creación del usuario.
Seguridad	9	CuentaDeshabilitada	Bit	1	N	N	N	Si la cuenta está habilitada.
Seguridad	10	TipoUsuario	Char	1	N	N	N	Tipo de usuario.
Seguridad	11	IdPaciente	Int	4	S	N	N	Campo que se relaciona con la tabla Paciente.
Seguridad	12	EstadoRegistro	Char	1	N	N	N	Describe si el estado del registro es "A" activo o "I" inactivo.

Tabla 3.32: Diccionario de datos de la tabla 'Usuario'.

Fuente: AUTORES.

TABLA: UsuarioRol
Almacena la relación entre usuario y rol

Esquema	Número	Columna	Tipo de Dato	Tamaño	Permite NULL	PK	FK	Descripción
Seguridad	1	IdEmpresa	TinyInt	1	N	S	S	Campo que se relaciona con la tabla Empresa.
Seguridad	2	IdRol	SmallInt	2	N	S	S	Campo que se relaciona con la tabla Rol.
Seguridad	3	IdUsuario	Int	4	N	S	S	Campo que se relaciona con la tabla Usuario.
Seguridad	4	FechaAsignacion	SmallDateTime	4	N	N	N	Fecha de asignación del rol al usuario.
Seguridad	5	EstadoRegistro	Char	1	N	N	N	Describe si el estado del registro es "A" activo o "I" inactivo.

Tabla 3.33: Diccionario de datos de la tabla 'UsuarioRol'.

Fuente: AUTORES.

3.4. Elementos del Sistema de Telemedicina

3.4.1. Medidor de Presión Arterial

3.4.1.1. Descripción general del medidor

El método que se emplea en este medidor, es el método oscilométrico, el cual es empleado por la mayoría de los dispositivos automatizado no invasivos. Un miembro y su vasculatura están comprimidos en un brazo por una manga de condensación inflable. El principio de la medida simplificado del método oscilométrico es una medida de la amplitud de cambio de presión en la manga, como la manga es inflada sobre la presión sistólica, la amplitud se hace más grande de repente con los descansos del pulso a través de la oclusión. Esto es muy cerca de la presión sistólica.

Cuando la presión de la manga se reduce, el aumento de la pulsación en amplitud alcanza un máximo y entonces disminuye rápidamente. El índice de presión diastólica se toma donde esta transición empieza. Por consiguiente, la presión de la sangre sistólica (PS) y la presión de sangre diastólica (PD) se obtienen identificando la región donde hay entonces respectivamente un aumento rápido y una disminución en la amplitud de los pulsos. La presión arterial media (PAM) se localiza en el punto de oscilación máxima.

3.4.1.2. Estructura del medidor

El sensor, se encarga de convertirnos la presión en niveles de tensión diferencial que son introducidos a un acondicionador, del cual salen dos señales; una, previo paso por un filtro pasa bajo, va directo al canal de conversión del microcontrolador y la otra será filtrada para obtener las oscilaciones que serán analizadas por el microcontrolador luego de ser convertidas digitalmente. El microcontrolador analizara y calculara las presiones y las pulsaciones por minuto (ppm) para luego visualizarlas. Todos los bloques, son alimentados por la misma fuente de alimentación.

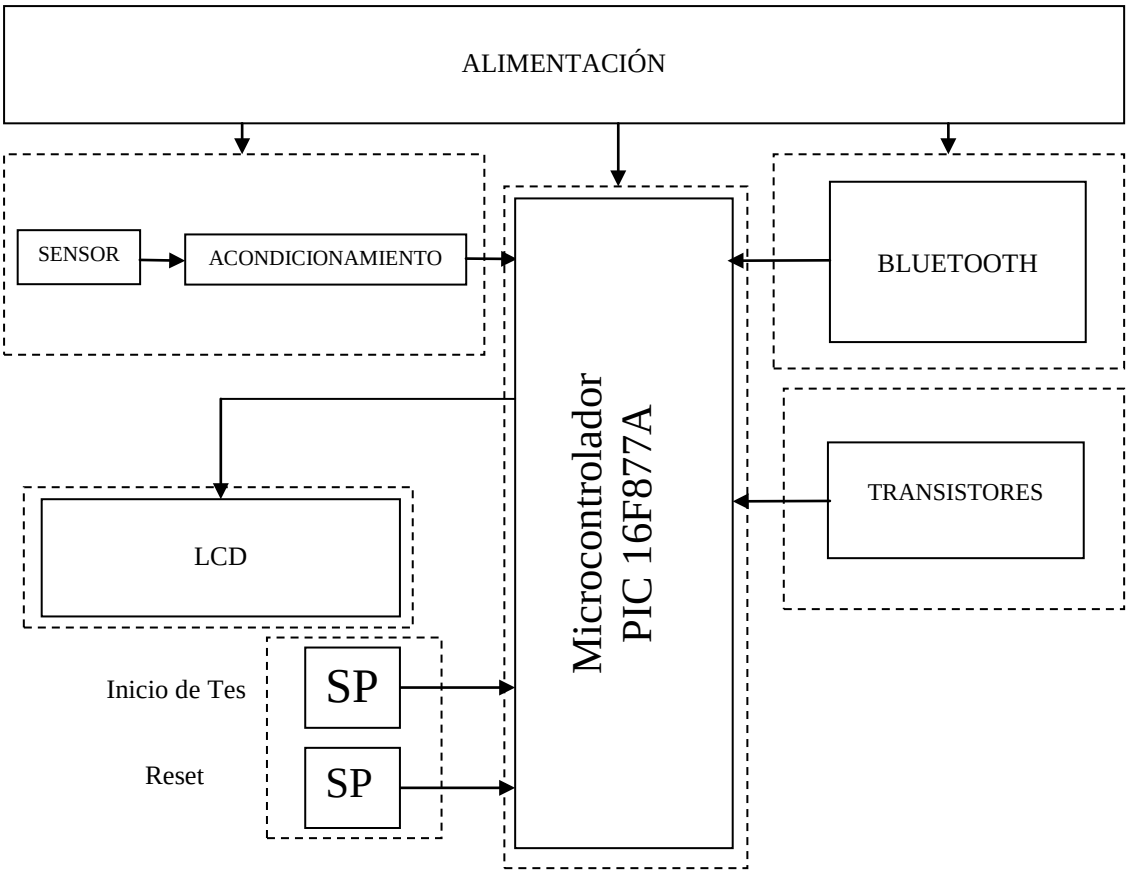


Figura 3.38: Diagrama de bloques del medidor de presión arterial.

Fuente: AUTORES.

Bloque de alimentación: La tensión necesaria para el funcionamiento de este dispositivo es de 5 V ya que el microcontrolador y la referencia del conversor analógico digital funcionan bajo estos parámetros. Entonces se alimentan los circuitos con una batería de 9 V regulados a 5 V por la inclusión de un regulador de tensión 78L05.

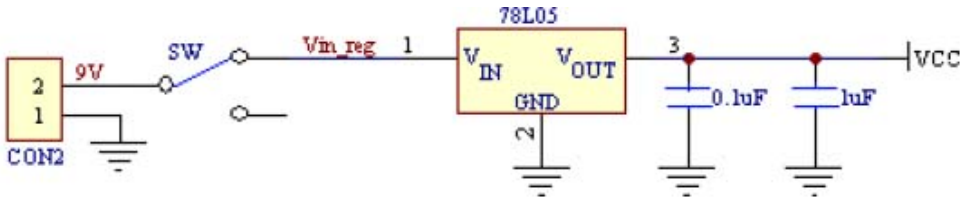


Figura 3.39: Bloque de alimentación eléctrica.

Fuente: AUTORES.

Bloque del sensor: El dispositivo utilizado es de la serie de sensores de presión piezoresistivos de Motorola que proporcionan un rendimiento de voltaje muy exacto y lineal, directamente proporcional a la presión aplicada. El sensor es un diafragma monolítico simple de silicona con la medida de tirantez y una película fina resistiva integrada en el chip. La pastilla es arreglada por láser para el empalme preciso, la calibración del desplazamiento y compensación de temperatura. El voltaje diferencial de salida del sensor es directamente proporcional a la diferencia de presión aplicada.

El voltaje de la salida diferencial o del sensor mismo, aumenta con el aumento de la presión aplicada en P1 en relación al conector P2 que está vacío; similarmente, si se aplica vacío en el conector P2 con respecto a P1, la tensión de salida aumentara. En nuestro caso, se deja al conector P2 a la presión atmosférica y trabajamos con P1.

Figura 3.40: Bloque del sensor de presión.

Fuente: Datasheet del sensor.

Bloque microcontrolador: Se detectaran los valores de presión máxima, mínima y las ppm, mostrándose en pantalla los resultados a través de un visualizador de tres dígitos y leds indicadores del estado de la medición y del resultado mostrado en ese momento.

Durante el proceso de medición, se mostrara en todo momento la presión (en mmHg.) proveniente de la manga. Para este análisis se usará un microcontrolador del la línea PIC 16F873. En los que respecta a las oscilaciones, su valores picos serán almacenados en memoria RAM durante el proceso de medición en par con los valores de presión correspondiente a la señal de presión.

El tiempo durante el cual se analizan las oscilaciones, durante el proceso de medición, es aproximadamente de 30 segundos que con un pulso promedio de 90 pulsaciones por minuto, nos arrojan 45 oscilaciones cuyos picos serán almacenados en 45 bytes de memoria RAM más 45 de sus respectivas presiones.

Tomando un valor de 40 bytes para variables de uso general, tenemos en necesidad 130 bytes aproximadamente. La señal de presión cuyo rango de tensión es de 0,5V a 0 mm Hg., hasta 4,5V a 375 mmHg. proveniente de un sensor, MPX2050DP de MotorolaTM es acondicionada para la entrada a un canal del conversor A/D. Las oscilaciones llegan al segundo canal A/D montadas sobre un nivel de continua de 1,5V. La frecuencia de reloj utilizada para el PIC es de 4 Mhz (adecuada para los tiempos de conversión requeridos).

Tres displays de 7 segmentos se usan para visualizar los resultados que son multiplexados por tres transistores, y un puerto de 8 bits (puerto b) de donde se sacan los códigos de siete segmentos. Tres leds se usan para indicar los resultados que se muestran en ese momento, uno para indicar la presencia de pulso (parpadeo simultaneo con los latidos) y 2 más para indicar el estado de la medición.

Como función principal el programa se encarga de analizar las oscilaciones, para de esta forma detectar el pulso y los instantes donde se encuentran los valores de presión buscados (diastólica y sistólica), en la señal de presión que ingresa por el otro canal analógico; además se encarga de multiplexar los displays y calcular la presión en mm Hg. a partir de los valores digitales de presión proveniente del conversor A/D.

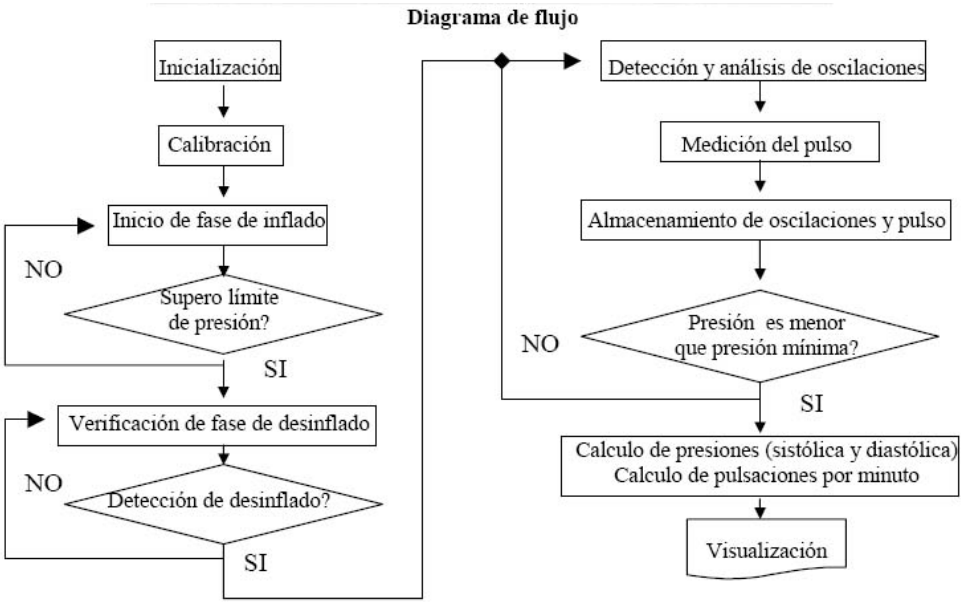


Figura 3.41: Diagrama de flujo del programa del PIC.

Fuente: AUTORES.

- **Bloque de inicialización:** Este bloque se encarga de inicializar las variables globales y la configuración general del microcontrolador (puerto, conversor, timer, interrupciones).
- **Bloque de calibración:** Establece el código digital correspondiente a 0 mmHg.
- **Inicio de fase de inflado:** En esta fase se lee el canal de presión y se espera que supere 200 mmHg.
- **Fase de desinflado:** Una vez superado 200 mmHg. Este bloque detecta un desinflado continuo dando paso a la siguiente fase de detección de oscilaciones.
- **Detección y análisis de oscilaciones:** Aquí se realiza el análisis detallado de la señal de oscilación que ingresa por el canal 1 (de oscilaciones). Se lee continuamente cada 20 ms ésta señal hasta que supera un umbral estipulado en 1,75V para de esta forma evitar el pulso prematuro. Una vez superado este nivel, se considera como oscilación la siguiente sección de la señal y se analiza:
    - Se obtienen muestras cada 20 ms producto de la recolección de 8 muestras cada 2,5 ms y se calcula el promedio de dichos valores para eliminar algún posible ruido dentro de la banda pasante.

- Cada una de estas muestras es comparada con la anterior, a fin de detectar un máximo de la señal cuyo valor es almacenado en la siguiente posición de un buffer de memoria destinado a acumular los valores pico de las oscilaciones uno detrás de otro según el orden de aparición.
- En conjunto con el valor pico (en el instante de su detección), se lee el canal de presión, guardándose en un buffer de memoria paralelo las presiones correspondientes a dichos máximos.

3.4.1.3. Diagrama esquemático del circuito impreso

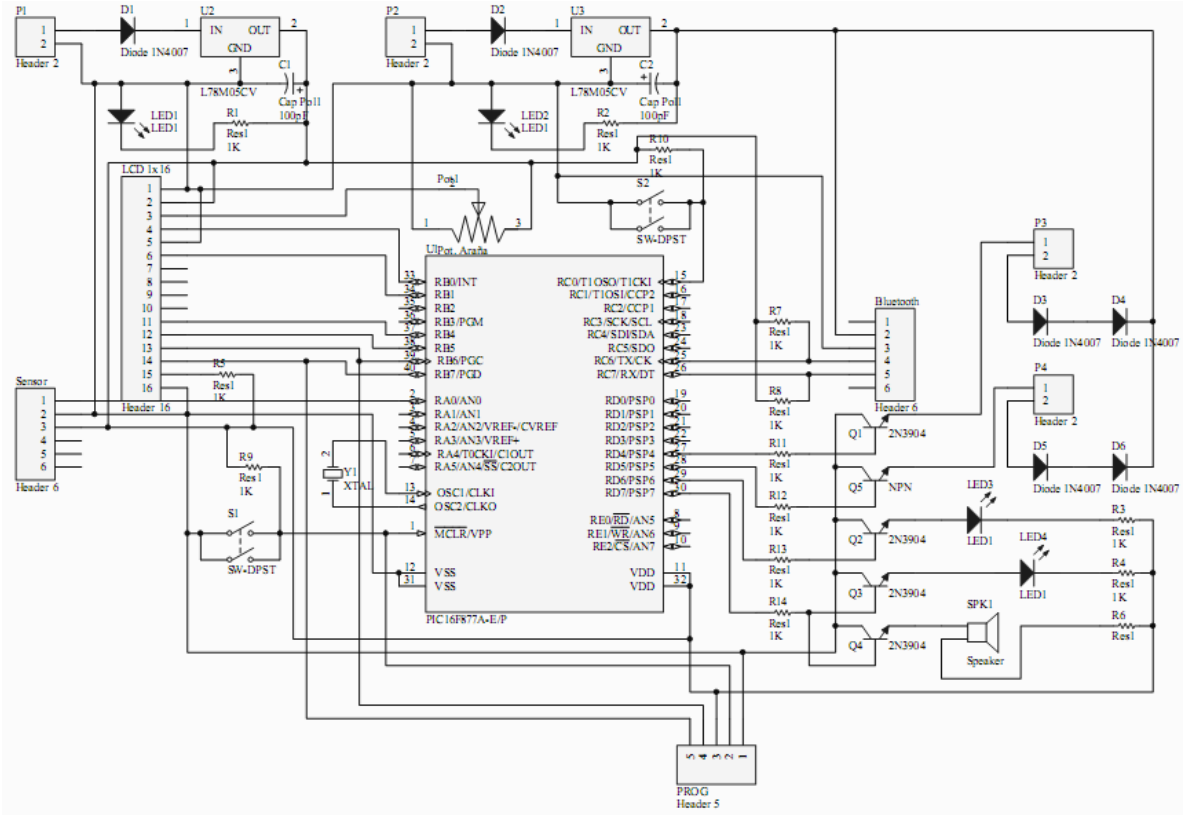


Figura 3.42: Diagrama esquemático del circuito impreso.

Fuente: AUTORES.

3.4.1.4. Diagrama del circuito impreso

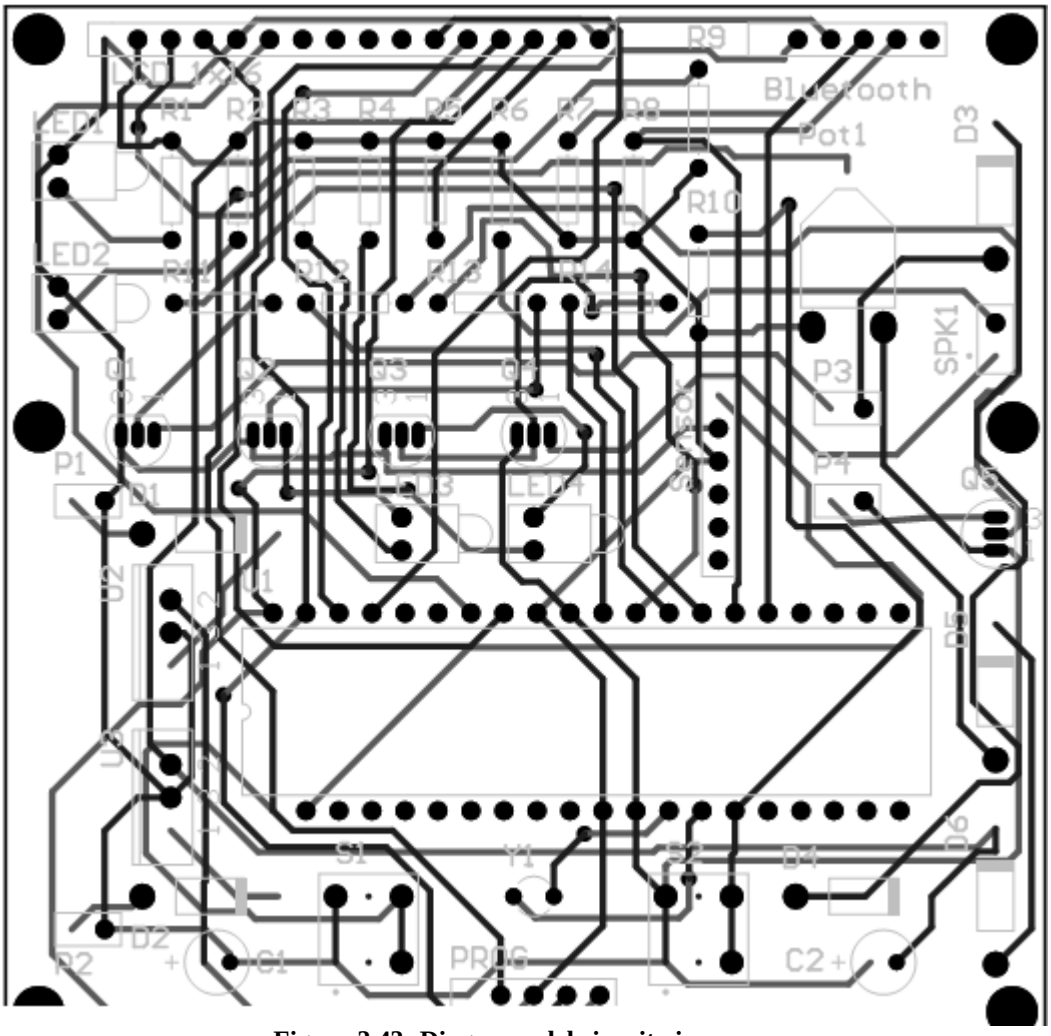


Figura 3.43: Diagrama del circuito impreso.

Fuente: AUTORES.

3.4.1.5. Vista en 3D del circuito

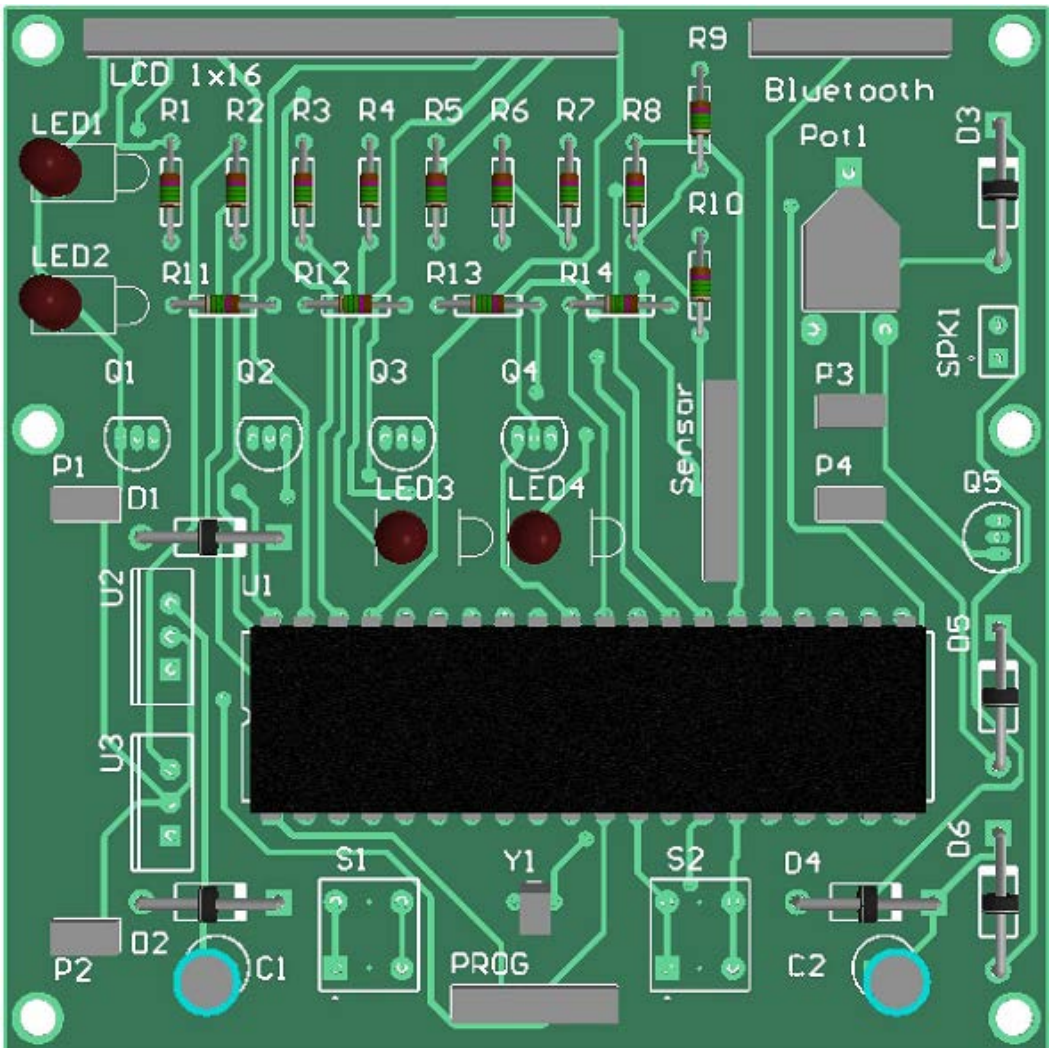


Figura 3.44: Vista 3D del circuito.

Fuente: AUTORES.

3.4.2. Módulo celular para comunicación Bluetooth y envío SMS

3.4.2.1. Descripción general de la aplicación

El modulo MBT ha sido desarrollado con la capacidad de almacenar y transmitir las lecturas de presión arterial realizadas por los pacientes con el medidor de presión hacia un servidor que se encuentre en el hospital o institución médica que consuma este servicio.

Para esto la aplicación móvil permite crear nuevas páginas de lectura las cuales quedaran registradas automáticamente en la memoria del celular, y luego podrán ser transmitidas por medio de un mensaje de texto (SMS) hacia el MODEM que se encuentra conectado en el servidor.

El mensaje enviado al servidor incluye la fecha, un número secuencial de control, el valor de la presión sistólica, el valor de la presión diastólica, y un código para identificar al paciente.

Esta aplicación es controlada por el paciente, quien deberá recibir una inducción previa al uso de la aplicación, ya que el mismo confirmara el correcto envió del mensaje SMS al servidor.

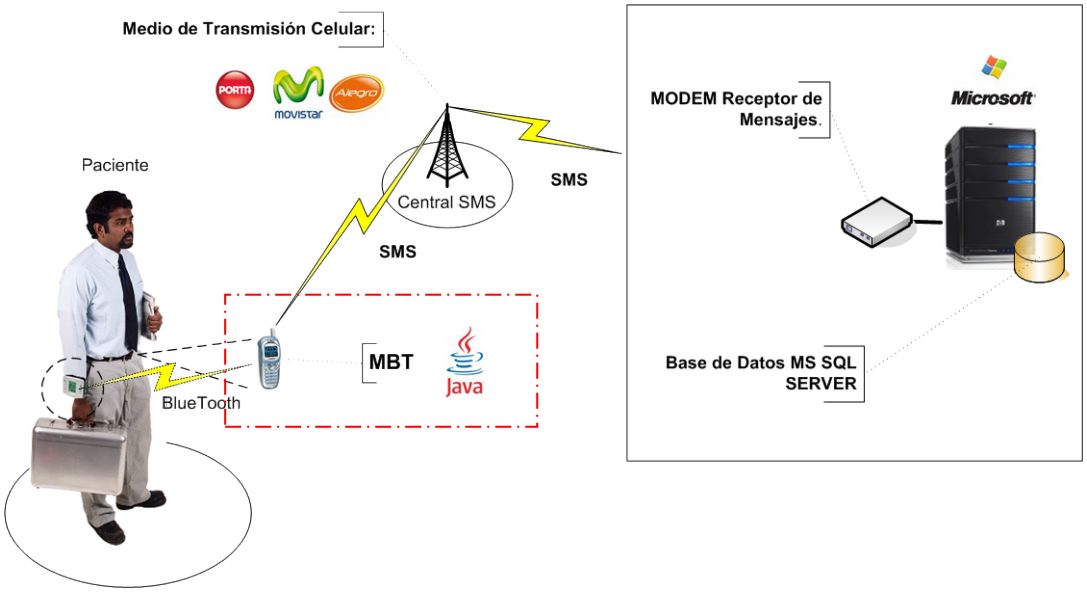


Figura 3.45: Ubicación del módulo MBT dentro del sistema de Telemedicina.

Fuente: AUTORES.

3.4.2.2. Clases e Interfaces para la comunicación BT

Dado que los dispositivos inalámbricos son móviles, necesitan un mecanismo que permita encontrar, conectar, y obtener información sobre las características de dichos dispositivos.

Cualquier aplicación puede obtener una lista de dispositivos a los que es capaz de encontrar, usando, o bien startInquiry() (no bloqueante) o retrieveDevices() (bloqueante).

- **startInquiry()** requiere que la aplicación tenga especificado un listener, el cual es notificado cuando un nuevo dispositivo es encontrado después de haber lanzado un proceso de búsqueda. Por otra parte, si la aplicación no quiere esperar a descubrir dispositivos (o a ser descubierta por otro dispositivo) para comenzar, puede utilizar retrieveDevices(), que devuelve una lista de dispositivos encontrados en una búsqueda previa o bien unos que ya conozca por defecto.

- **interface** javax.bluetooth.DiscoveryListener
  Este interfaz permite a una aplicación especificar un evento en el listener que reaccione ante eventos de búsqueda. También se usa para encontrar dispositivos. El método deviceDiscovered() se llama cada vez que se encuentra un dispositivo en un proceso de búsqueda. Cuando el proceso de búsqueda se ha completado o cancelado, se llama al método inquiryCompleted(). Este método recibe un argumento, que puede ser INQUIRY_COMPLETED, INQUIRY_ERROR o INQUIRY_TERMINATED, dependiendo de cada caso.

- **interface javax.bluetooth.DiscoveryAgent**
  Esta interfaz provee métodos para descubrir dispositivos y servicios. Para descubrir dispositivos, esta clase provee del método startInquiry() para poner al dispositivo en modo de búsqueda, y el método retrieveDevices() para obtener la información de dispositivos previamente encontrados. Además

provee del método cancelInquiry() que permite cancelar una operación de búsqueda.

- **class javax.bluetooth.UUID**

  Esta clase encapsula enteros sin signo que pueden ser de 16, 32 ó 128 bits de longitud. Estos enteros se usan como un identificador universal cuyo valor representa un atributo del servicio.

  Sólo los atributos de un servicio representados con UUID están representados en la Bluetooth SDP.

- **class javax.bluetooth.DataElement**

  Esta clase contiene varios tipos de datos que un atributo de servicio Bluetooth puede usar. Algunos de estos son:

  - String
  - boolean
  - UUID
  - Enteros con signo y sin signo, de uno, dos, cuatro o seis bytes de longitud secuencias de cualquiera de los tipos anteriores.
  - Esta clase además presenta una interfaz que permite construir y recuperar valores de un atributo de servicio.

- **class javax.bluetooth.DiscoveryAgent**

  Esta clase provee métodos para descubrir servicios y dispositivos.

- **interface javax.bluetooth.ServiceRecord**

  Este interfaz define el Service Record de Bluetooth, que contiene los pares (atributo ID, valor). El atributo ID es un entero sin signo de 16 bits, y valor es de tipo DataElement. Además, este interfaz tiene un método populateRecord() para recuperar los atributos de servicio deseados (pasando como parámetro al método el ID del atributo deseado).

- **interface javax.bluetooth.DiscoveryListener**

  Este interfaz permite a una aplicación especificar un listener que responda a un evento del tipo Service Discovery o Device Discovery. Cuando un nuevo

servicio es descubierto, se llama al método servicesDiscovered(), y cuando la transacción ha sido completada o cancelada se llama a serviceSearchCompleted().

3.4.2.3. Wireless Message API

Wireless Message API (WMA), una extensión de la especificaciones del CLDC y MIDP para el envió, la recepción y la gestión de SMS desde MIDLets.

El API está compuesto exclusivamente de interfaces ubicadas bajo el páquete javax.wireless.messaging. Estas interfaces son:

- **javax.wireless.messaging.Message:** Define la funcionalidad genérica de todos los tipos de mensajes. Permite:
  - Especificar el destinatario del mensaje. public void setAddress(String addr).
  - Obtener el emisor del mensaje. public String getAddress().
  - Obtener la fecha de envio del mensaje. java.util.Date getTimestamp().

- **javax.wireless.messaging.TextMessage:** Representa a un mensaje de texto. Hereda la funcionalidad de javax.wireless.messaging.Message añadiendo los métodos public void setPayloadText(String data) y public String getPayloadText() para especificar u obtener los datos del mensaje.

- **javax.wireless.messaging.BinaryMessage:** Representa a un mensaje binario. Hereda la funcionalidad de javax.wireless.messaging.Message añadiendo los métodos public void setPayloadData(byte[] data) y public byte[] getPayloadData() para especificar u obtener los datos del mensaje.

- **javax.wireless.messaging.MessageListener:** Oyente de mensajes entrantes. Esta interfaz es útil en javax.wireless.messaging.MessageConnection que funcionan en modo servidor.

- **javax.wireless.messaging.MessageConnection:** Interfaz a través de la cual se realiza el envío y la recepción de mensajes.

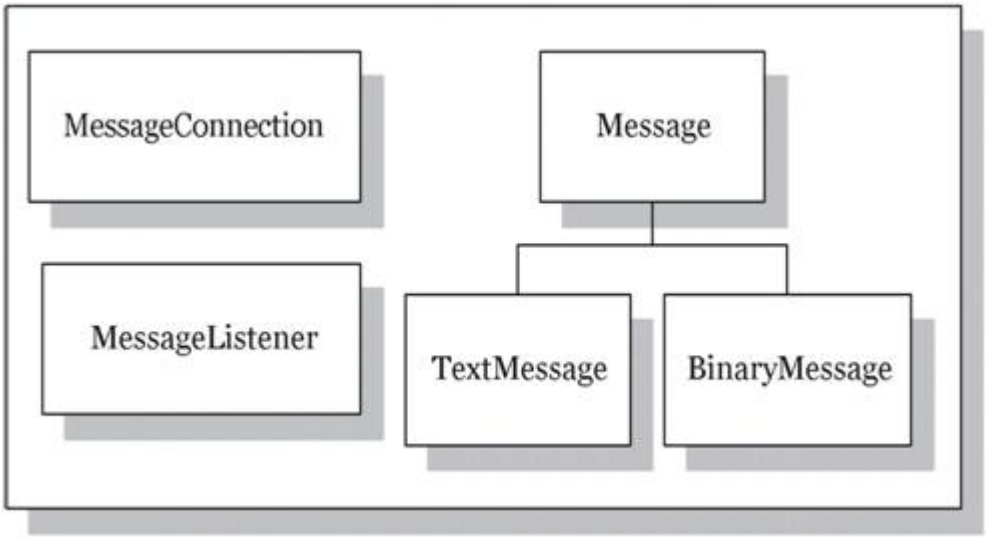


Figura 3.46: Estructura del API para WMA.

Fuente: AUTORES.

3.4.2.4. Almacenamiento

Un dispositivo móvil (al menos por ahora) no dispone de disco duro donde almacenar información permanentemente. J2ME resuelve el problema mediante el RMS (Record Management System). **RMS** es un pequeño sistema de bases de datos muy sencillo, pero que nos permite añadir información en una memoria no volátil del móvil. RMS no tiene nada que ver con JDBC debido a las limitaciones de los dispositivos J2ME, por lo tanto, el acceso y almacenamiento de la información se hace a mucho más bajo nivel. RMS no puede ser consultado con sentencias SQL ni nada parecido. En una base de datos RMS, el elemento básico es el registro (record). Un registro es la unidad de información más pequeña que puede ser almacenada. Los registros son almacenados en un recordStore que puede visualizarse como una colección de registros. Cuando almacenamos un registro en el recordStore, a éste se le asigna un identificador único que identifica unívocamente al registro.

Para poder utilizar RMS hemos de importar el paquete javax.microedition.rms. Este paquete nos provee de la clase RecordStore y varias interfaces que vamos a usar para almacenar y recuperar los datos.

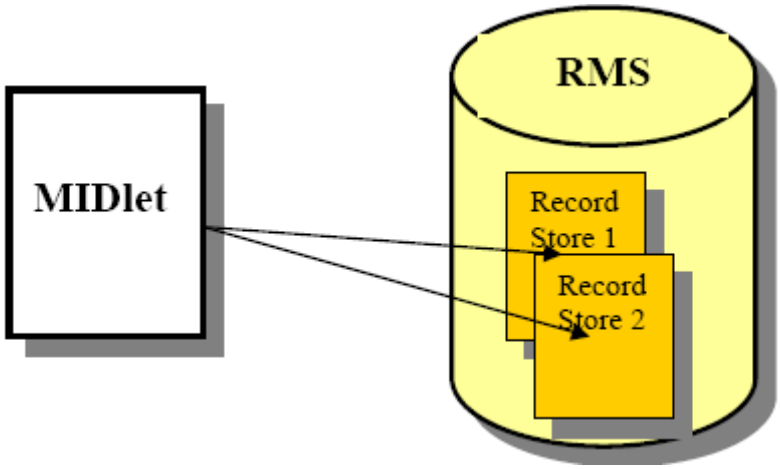


Figura 3.47: Esquema de almacenamiento de J2ME.

Fuente: AUTORES.

Los MIDlets son los encargados de crear los Record Stores para comunicarse con ellos. Estos Record Stores quedan almacenados en el dispositivo y pueden ser accedidos por cualquier MIDlet que pertenezca a la misma suite.

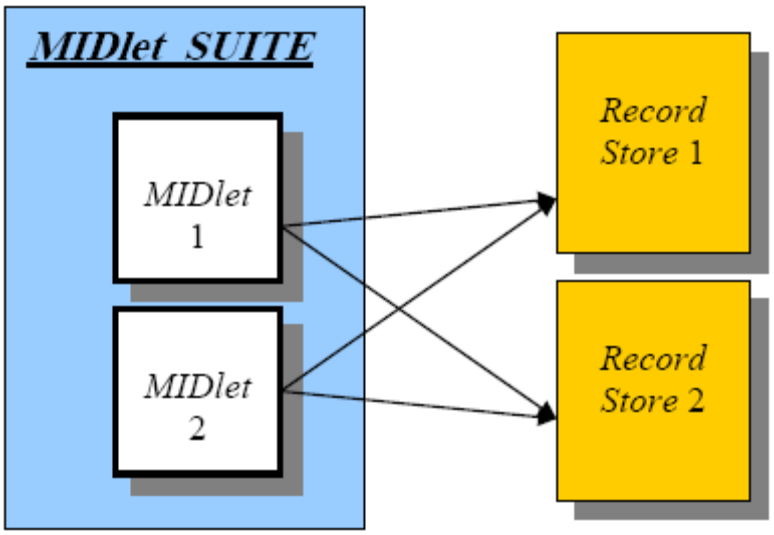


Figura 3.48: MIDlets y los Record Stores.

Fuente: AUTORES.

3.4.2.5. Diseño

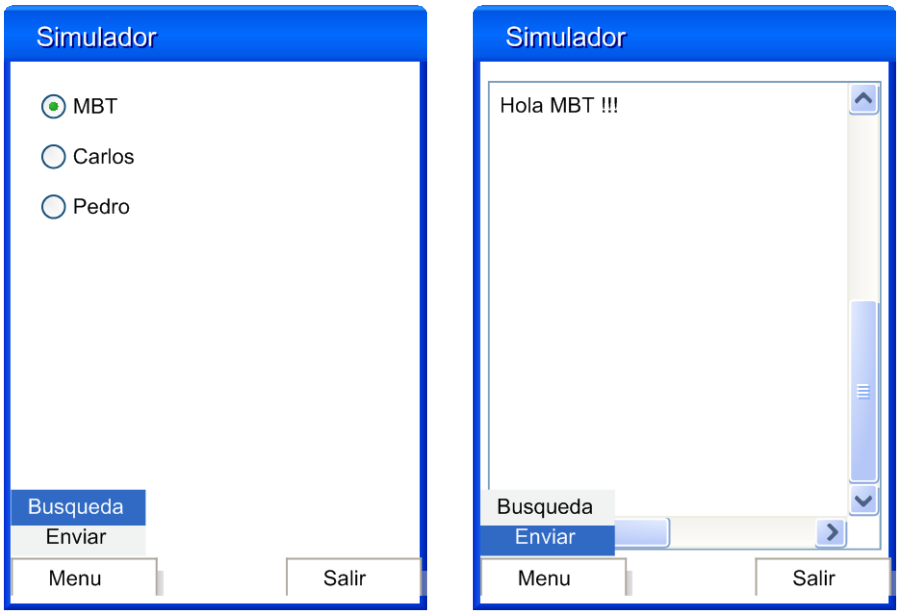


Figura 3.49: Prototipo MBT envío SMS.

Fuente: AUTORES.

Indicaciones:

1. Realiza una búsqueda de dispositivos (Celular MBT), y una lista donde permita la selección de uno de ellos.

2. Un campo de texto para escribir un mensaje que se desea enviar.

3. El mensaje se envía al dispositivo seleccionado por Bluetooth.

Si no ha seleccionado un dispositivo aparece un mensaje de advertencia, no permitiendo enviar el mensaje.

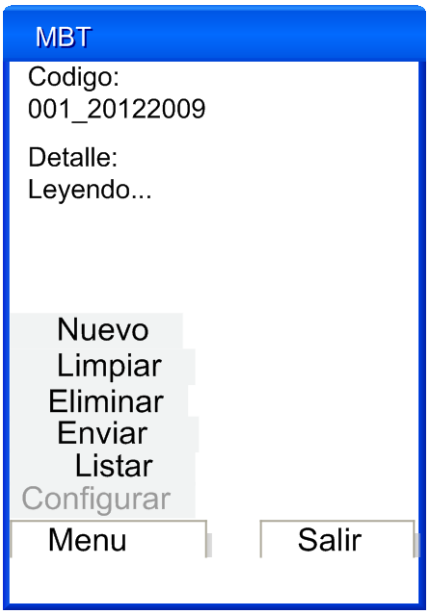


Figura 3.50: Prototito MBT recepción de datos.

Fuente: AUTORES.

Detalle:	**Pantalla:**
Leyendo…	1. Escribe lo recibido en la etiqueta detalle. 2. Actualiza esta lectura con el nuevo dato receptado.
Listar	**Botón Listar:** 1.- Abre el formulario de Listar
Enviar	**Botón Enviar:** 1.- Envía la lectura mostrada vía SMS.
Eliminar	**Botón Eliminar:** 1.- Elimina la lectura mostrada. 2.- Crea una nueva lectura
Limpiar	**Botón Limpiar:** 1.- Limpia la etiqueta detalle
Nuevo	**Botón Nuevo:** 1.- Genera una nueva lectura vacía

Restricción: No se puede realizar esta acción si la etiqueta detalle esta vacía, debe haber al menos un dato leído por bluetooth, esto evitara que se genere lecturas vacías.

3.4.2.6. Seguridad

La aplicación MBT se comunica a través de bluetooth con el medidor de presión, esta comunicación se realiza mediante el api de java. El celular ha sido programado para establecer la conexión, es decir el celular es MASTER y controlara la transmisión de la lecturas q realiza el medidor.

Esta conexión es directa al ID del dispositivo bluetooth del medidor de presión, por esto la transmisión es segura, además q es en un solo sentido. El medidor de presión trabaja en modo SLAVE y transmite la trama solo a dispositivo MASTER, es decir al celular.

La conexión se realiza una vez el medidor esta encendido, y queda conectado durante el uso de la aplicación, esperando a que el medidor transmita las lecturas. Estas lecturas son almacenadas en una base de datos (RMS), para un posterior uso y envió al servidor.

La comunicación con el servidor se realiza utilizando la red celular, mediante el envió de información en un mensaje de texto SMS. La trama enviada incluye el código de paciente y la empresa los cuales permite al servidor procesarla y trabajar con ellas en la base de datos.

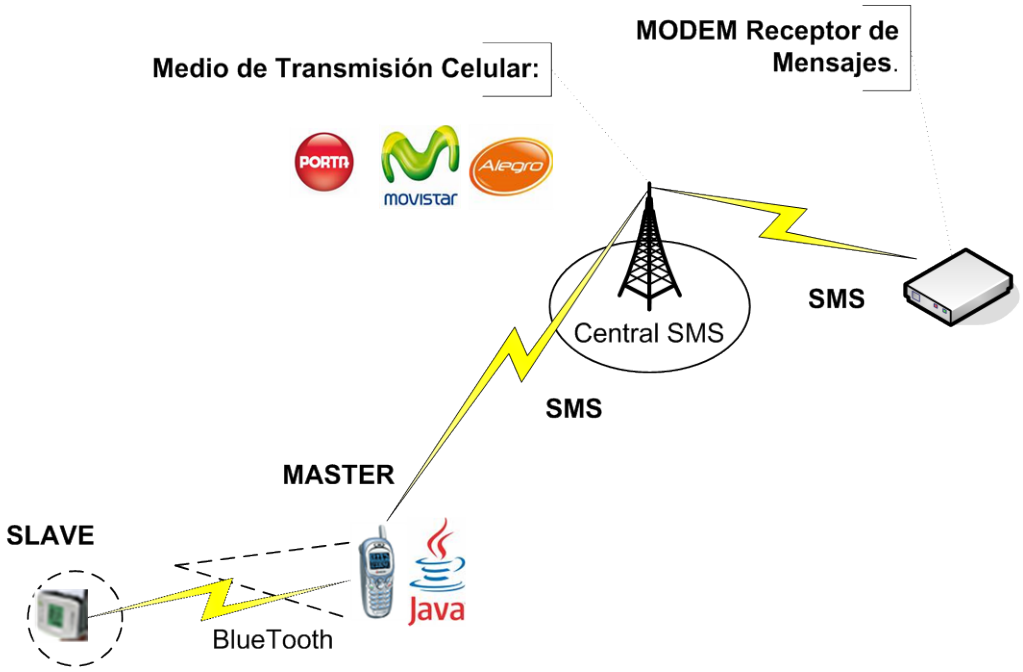


Figura 3.51: Esquema seguridad MBT.

Fuente: AUTORES.

3.4.2.7. Requerimientos mínimos

Características de Hardware	Características de Software
• Pantalla de al menos 96 x 54 píxeles • 128 Kb. de memoria no volátil para correr componentes MID (Mobile Information Device) • Al menos 8 Kb. de memoria no volátil para almacenar datos persistentes de las aplicaciones. • 32 Kb. de memoria volátil para correr Java. • Bluetooth	• MDIP 2.0

Tabla 3.34: Requerimientos mínimos.

Fuente: AUTORES.

3.4.2.8. Implementación

Durante el desarrollo del proyecto hemos realizado las pruebas mediante emuladores en un PC de escritorio, y una base de datos de prueba. La trama q se envía hacia el servidor es obviada, ya que esta prueba se la realizara en un celular.

Para la implementación se utilizara un celular Nokia con bluetooth, al cual se le instalara la aplicación, para luego configurarlo según el medidor de presión y el ID del paciente.

Figura 3.52: Celular para implementación.

Fuente: www.porta.net.

El MODEM SMS que utilizaremos poseerá un chip y su número será configurado en la pantalla de parámetros de la aplicación, esto es necesario para la comunicación con el servidor.

Figura 3.53: Modem GSM para implementación.
Fuente: www.teltonika.tl

3.4.3. Módulo de envío y recepción de SMS (MER-SMS)

3.4.3.1. Descripción general de la aplicación

Este módulo permite a nuestros servidores recibir y enviar SMS, cada lectura tomada con el tensiómetro digital inalámbrico es enviada a través del MBT por medio de mensajes de texto hacia un modem GSM conectado a nuestro servidor que por medio del módulo de recepción y envío de SMS (MER-SMS) los recibe y procesa almacenando nuestra base de datos con las lecturas de presión.

EL MER-SMS también permite a nuestro sistema de Telemedicina el envió de SMS de alertas y recordatorios a los diferentes usuarios del sistema proporcionándoles a nuestro servidor la posibilidad de comunicarse en tiempo real con el exterior.

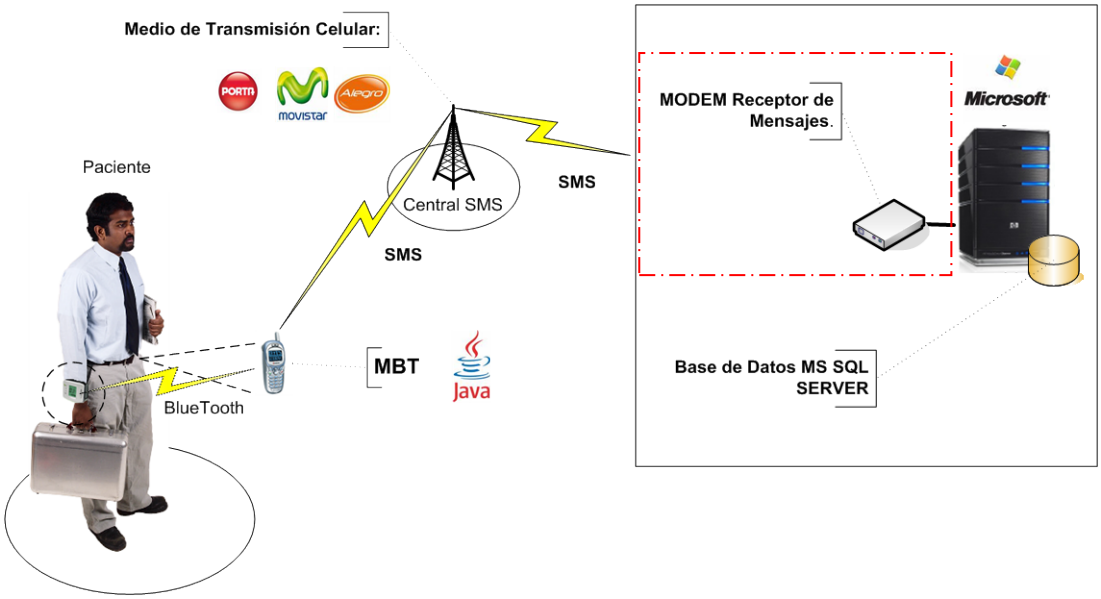


Figura 3.54: Ubicación del módulo MER-SMS dentro del sistema de Telemedicina.

Fuente: www.teltonika.tl

3.4.3.2. Definición de estándar para la trama del SMS entre el MBT y MER-SMS

Para la correcta recepción de SMS entre el MBT y el módulo MER-SMS fue necesaria la definición de la trama escrita en el SMS por parte de MBT para que pudiese ser interpretada por el MER-SMS.

La trama del SMS está definida de la siguiente manera:

ID EMPRESA	ID PACIENTE	SECUENCIAL	P.SISTÓLICA	P.DIASTOLICA

Donde:

- ID EMPRESA: es el código de la institución médica donde es tratado el paciente. Longitud 3 dígitos.
- ID PACIENTE: es el código asignado a cada paciente por el sistema de Telemedicina dentro de la institución médica donde es tratado. Longitud 3 dígitos.
- SECUENCIAL: es un número que asigna el MBT a cada SMS. Longitud 3 dígitos.

- P. SISTOLICA: es la lectura de presión sistólica tomada por el tensiómetro. Longitud 3 dígitos.
- P. SISTOLICA: es la lectura de presión sistólica tomada por el tensiómetro. Longitud 3 dígitos.

Cada campo de la trama está separado por un guión "-".

Cualquier otro SMS que no cumpla con esta definición es descartado automáticamente.

3.4.3.3. Esquema general del módulo MER-SMS

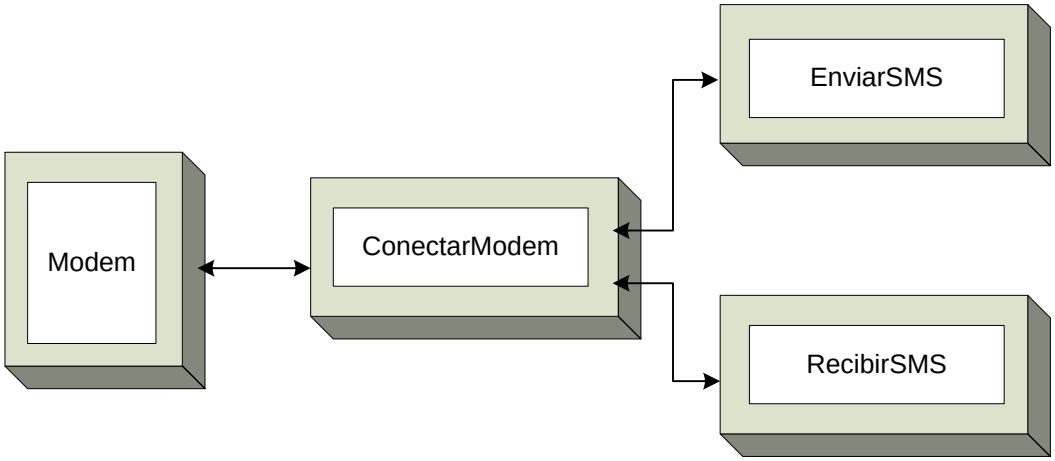


Figura 3.55: Esquema general del módulo MER-SMS.
Fuente: AUTORES.

- **Bloque "Modem"**
  Está conformado por el modem GSM que nos permite la recepción y envió de mensajes por medio de los comandos AT, está conectado a un puerto USB del servidor.
- **Bloque "Conectar Modem"**
  En este bloque se realiza la conexión entre el aplicativo y el modem GSM, en este bloque se configura el puerto COM y la velocidad de transmisión del modem.
- **Bloque "Enviar SMS"**
  Permite realizar el proceso automatizado de envío de alertas y recordatorios. El sistema de Telemedicina por medio de procesos automáticos genera los

mensajes de texto con sus respectivos destinatarios los cuales son almacenados en la base de datos y listos para ser enviados.

- **Bloque "Recibir SMS"**

  Permite realizar el proceso automatizado de recepción de mensajes de texto los mismo que contendrán las lecturas tomadas de los pacientes en una trama definida (Ver punto 5.2) que se recibirá e interpretará para ser almacenadas en la base de datos y alimentar al sistema de Telemedicina.

3.4.3.4. Diseño Modulo de Envió y Recepción de Mensajes SMS

- **ConectarModem**: pantalla de configuración del modem GSM, permite establecer el puerto COM de comunicación y la velocidad de transmisión entre el servidor y el modem GSM.

  Desde esta pantalla se podrá conectar y desconectar el modem, además se abrir la pantalla para enviar y recibir mensajes.

Figura 3.56: Pantalla Conectar Modem del módulo MER-SMS.
Fuente: AUTORES.

- **RecepciónSMS:** pantalla que permitirá iniciar y finalizar el proceso de recepción de los SMS validando la trama definida para el módulo.

Los SMS recibidos se visualizarán en el área de texto de lectura y en el área de texto de log se mostrarán los mensajes que se guardarán en el log del modem.

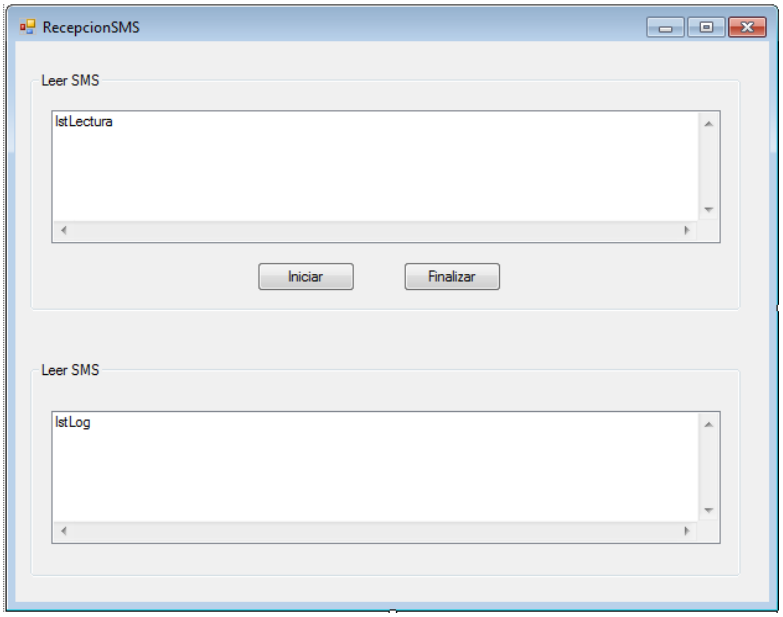


Figura 3.57: Pantalla RecepcionSMS del módulo MER-SMS.

Fuente: AUTORES.

- **EnvioSMS:** pantalla que permitirá iniciar y finalizar el proceso de envío de los diferentes tipos de SMS que genera el sistema de Telemedicina.

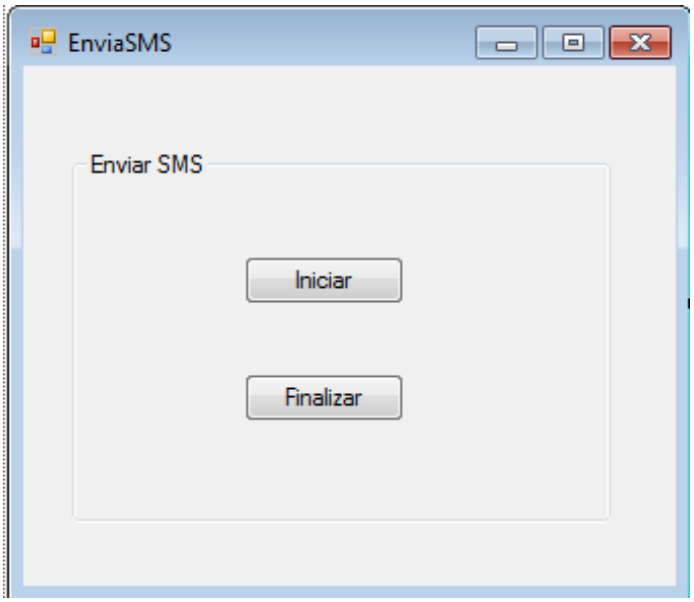


Figura 3.58: Pantalla EnviaSMS del módulo MER-SMS.

Fuente: AUTORES.

3.4.4. Sistema experto de Telemedicina

3.4.4.1. Administración del Sistema

El sistema experto de telemedicina es un sistema en Web, el cual permite administrar su funcionalidad a través del Internet, Los usuarios administradores tiene la facilidad de configurar roles o perfiles para los distintos tipos de usuario, como son médicos, pacientes, familiares, etc.

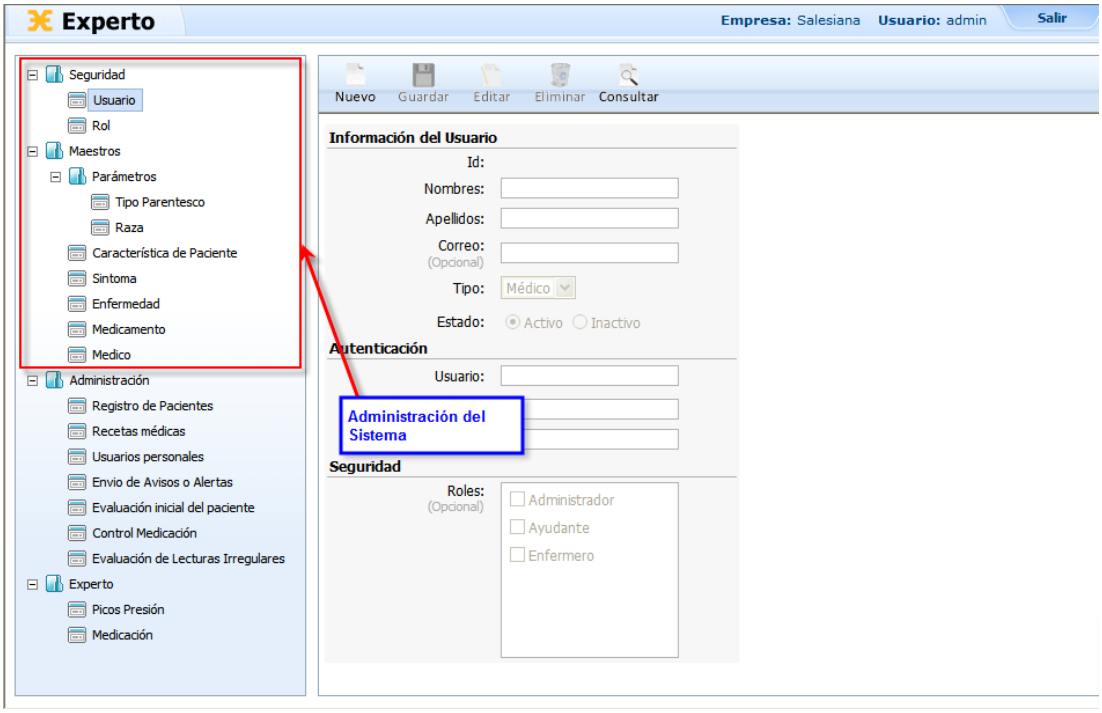


Figura 3.59: Opciones de administración del sistema.

Fuente: AUTORES.

El uso de operaciones, a través de una barra dinámica de acciones, permite al usuario tener acceso solamente a las acciones que puede administrar.

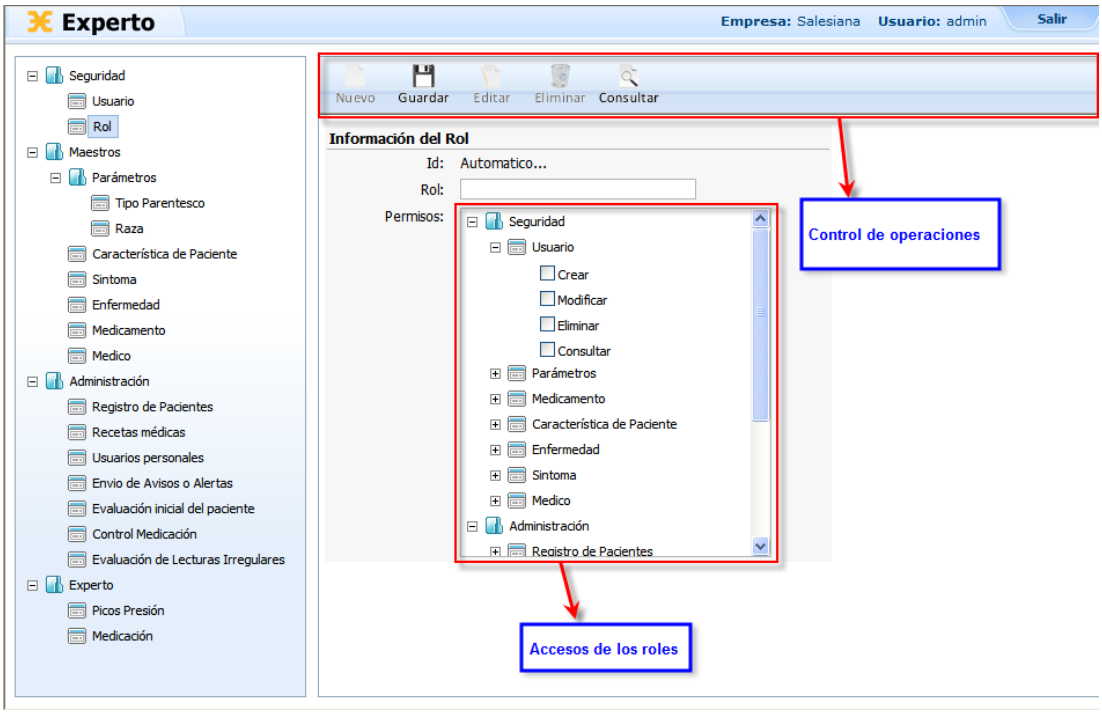


Figura 3.60: Operaciones del sistema.

Fuente: AUTORES.

3.4.4.2. Portal de los Familiares

El sistema provee un portal, para el acceso de información a los pacientes y familiares.

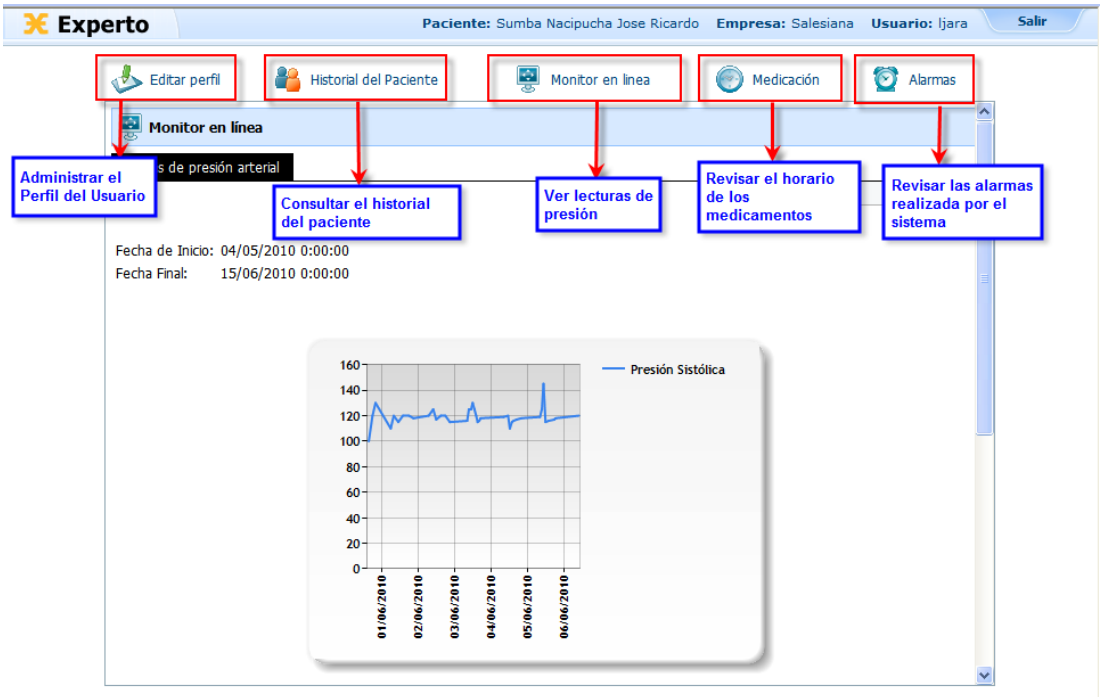


Figura 3.61: Portal de familiares.

Fuente: AUTORES.

3.4.4.3. Registro de Pacientes

El registro de pacientes es la pantalla principal del sistema experto, ya que a través de ella se ingresa implícitamente un nuevo conocimiento a la base de datos. El paciente es ingresado en un estado de pendiente por evaluar, para que posteriormente pueda ser evaluado y diagnosticado.

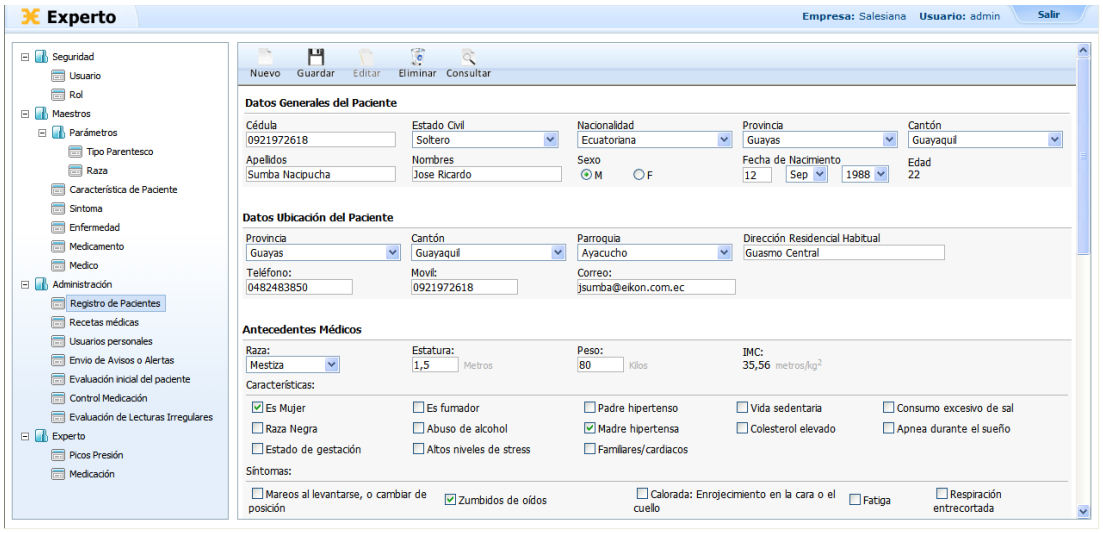


Figura 3.62: Registro de pacientes.

Fuente: AUTORES.

3.4.4.4. Motor de Inferencia

El motor de inferencia trabaja con esquema de base de datos el cual permite el almacenamiento y la obtención de información en forma de reglas. El continuo funcionamiento del sistema hace al motor de inferencia más exacto debido a la cantidad de conocimiento almacenado en la base.

Los factores que son utilizado en la inferencia son los síntomas, enfermedades, características del paciente, y lectura de presión arteriales realizadas.

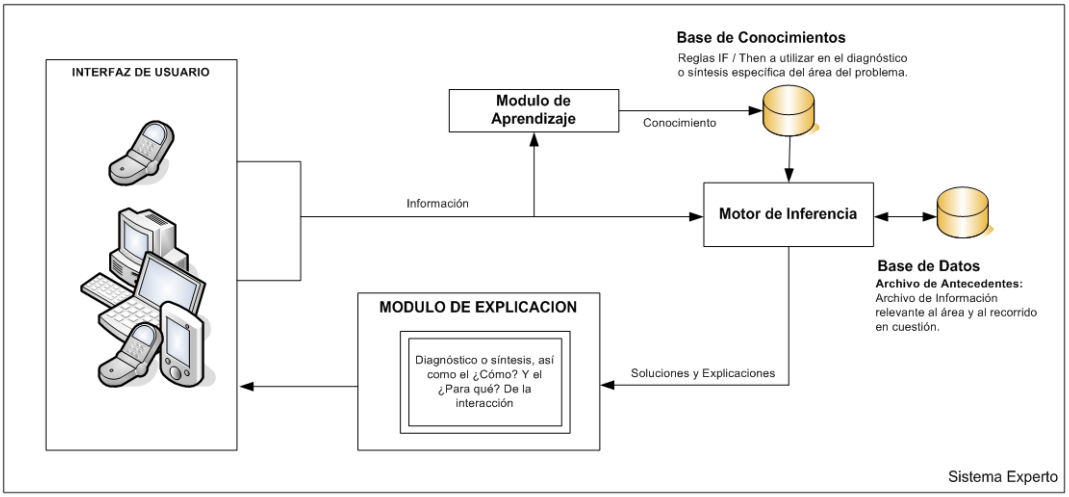


Figura 3.63: Esquema del motor de inferencia.

Fuente: AUTORES.

Las entradas están dadas por las lecturas tomadas a los pacientes por el medidorBT, y además de la aplicación celular que tienen en sus celulares, con la cual se pueden obtener datos muy importantes para un medico a la hora de realizar una revisión.

Por otra parte los médicos también son entradas para el sistema experto, ya que proveen de información acerca de lo que receta a su paciente. Y también las acciones tomadas, para determinar si un paciente está en riesgo de sufrir algún problema de presión.

Modulo de Aprendizaje	El sistema aprende con cada lectura de presión en los pacientes. Y con cada interacción con el médico con su historial.
Base de Conocimientos Reglas IF / Then a utilizar en el diagnóstico o síntesis específica del área del problema. 	El sistema almacena las reglas (conocimiento) en una base de datos, para luego utilizarla en el diagnóstico, predicción, y medicación adecuada.
Motor de Inferencia	Quien se encarga de generar las respuesta, tomando como entradas la base de conocimientos y la información del paciente.

MODULO DE EXPLICACION Diagnóstico o síntesis, así como el ¿Cómo? Y el ¿Para qué? De la interacción	La interfase que utiliza el médico, para conocer el resultado de la inferencia realizada por el sistema experto, así como del porque del resultado.

Tabla 3.35: Componentes motor de inferencia.

Fuente: AUTORES.

3.4.4.5. Base de Conocimientos

La base de conocimientos es relacional, y almacena cada aspecto relevante al paciente. Para la base de conocimiento un paciente se convierte en conocimiento. Es decir que entre más pacientes utilicen el servicio de telemedicina, conseguirán una mejor inferencia a la hora de obtener los resultados del sistema experto.

El diseño del modelo relacional de la base de conocimientos, permite la creación de nuevas áreas de estudio referentes a telemedicina, no solamente presión arterial sino cualquier aspecto del negocio que posee un esquema similar.

La base de conocimiento se actualiza con cada interacción del usuario en la página, esto se debe a que si un cliente posee un cambio en algunos de sus factores, este se convierte en un nuevo conocimiento para el experto.

3.4.4.6. Resultados del Sistema Experto

Uno de los resultados logrados con la correcta manipulación del conocimiento, es poder determinar los posibles picos de presión que un paciente en particular puede llegar a tener. Esto se lo realiza a través de la inferencia a las lecturas del paciente, y una inferencia al conocimiento general que posee el sistema experto.

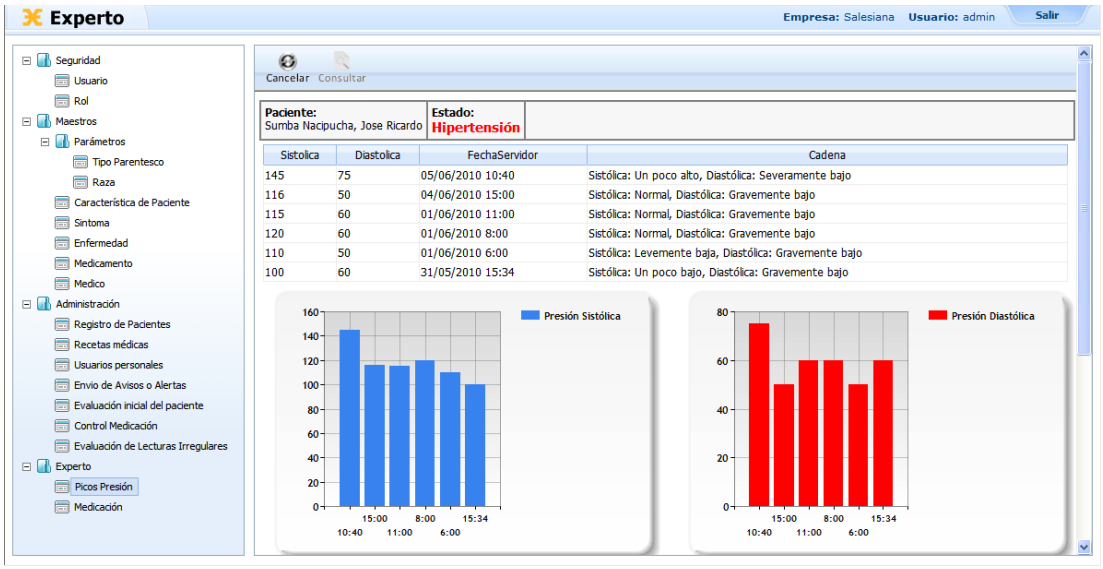


Figura 3.64: Inferencia basada en información del paciente.

Fuente: AUTORES.

El motor de inferencia obtiene los resultados basados en los conocimientos que día a día se van ingresando en el sistema. Los factores de entrada para el motor de inferencia son fundamentales para un correcto resultado, para esto hemos decidido tomar en cuenta todos los factores que posee el paciente en ese instante de tiempo.

Por ejemplo, las enfermedades del paciente, características del paciente, síntomas, todas estas son las entradas para el motor de inferencia.

Figura 3.65: Inferencia basada en información del experto.

Fuente: AUTORES.

La alimentación del sistema es un tema fundamental para el crecimiento de sistema experto. Ha sido desarrollado para recibir alimentación automática, a través de tareas realizada a nivel de base de datos, y alimentación manual, que el médico experto deberá contribuir para su realización.

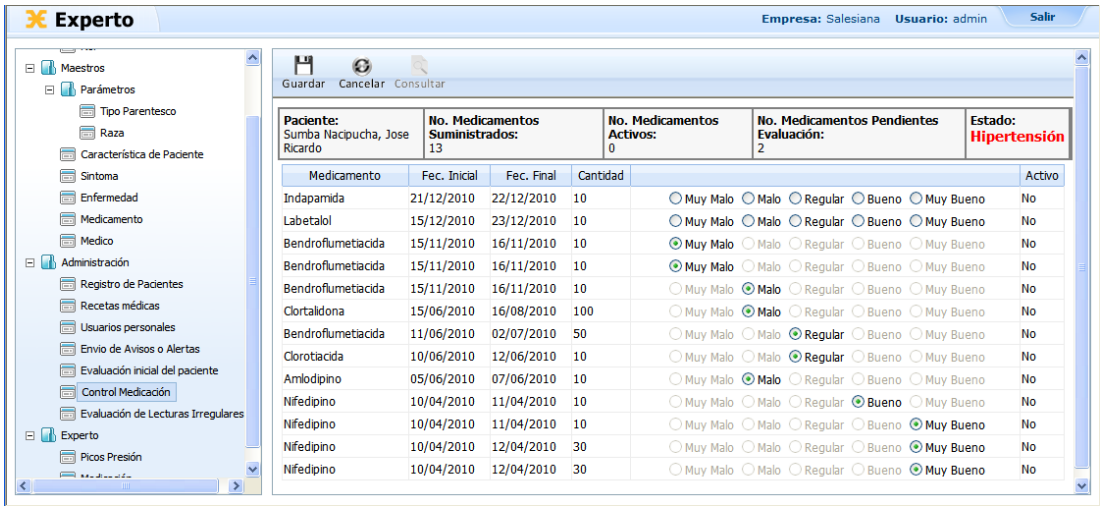


Figura 3.66: Evaluación de medicamento.

Fuente: AUTORES.

Mediante la evaluación constante de medicamento, y el control realizado al paciente, la base de conocimiento se alimenta con información de las recetas de los pacientes y su nivel de efectividad, con lo cual permite inferir sobre el conocimiento a pacientes que poseen síntomas similares, y con esto poder recomendar un medicamento.

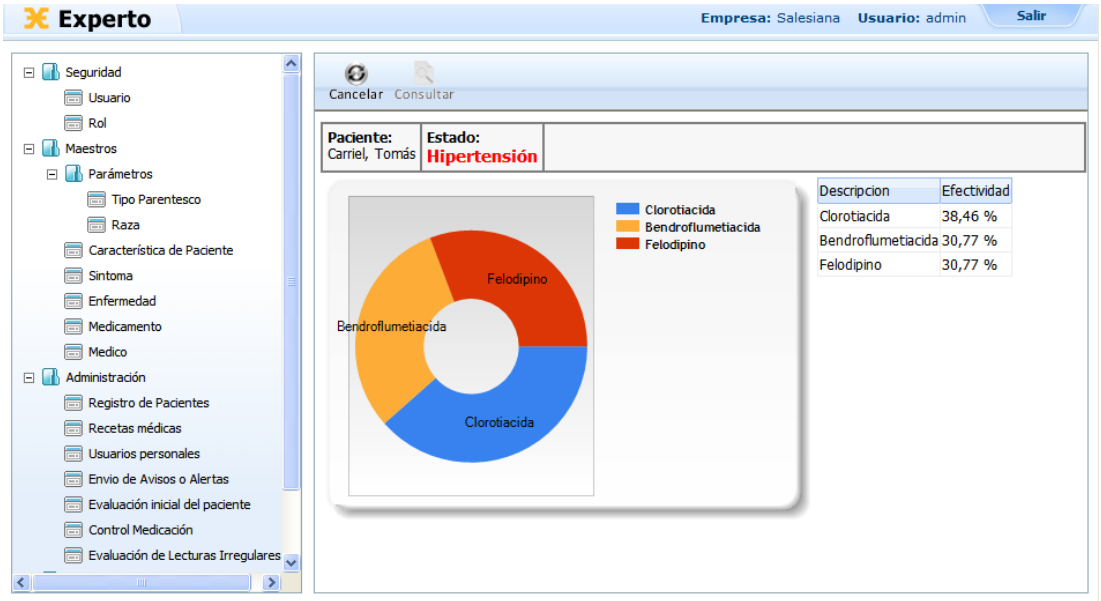


Figura 3.67: Mejor medicamento a suministrar.

Fuente: AUTORES.

3.5. Objetos de Base de Datos

3.5.1. Procedimientos de Administración

3.5.1.1. Registro de Pacientes

El registro de pacientes es la primera fuente de alimentación del sistema experto, por cada registro de paciente se genera un conocimiento que crece con cada lectura de presión que sea realizada por el medidor.

La lógica de este procedimiento se adapta a la esquema del modulo experto, debido a que el cambio de estado, ya sea este de síntoma, enfermedad o característica se considerara un nuevo conocimiento. El procedimiento tiene la capacidad de registrar, modificar, eliminar y cambiar el estado de un paciente.

Esquema del procedimiento:

Figura 3.68: Esquema de SP de registro de paciente.

Fuente: AUTORES.

Código del procedimiento:

```
CREATE PROCEDURE [Telemedicina].[AdminPaciente]
      @Orden      CHAR(1),
      @IdEmpresa  TINYINT = NULL,
      @Id         INT OUTPUT,
      @Nombres    VARCHAR(50) = NULL,
      @Apellidos  VARCHAR(50) = NULL,
      @FechaNacimiento  SMALLDATETIME = NULL,
      @Sexo CHAR(1) = NULL,
      @IdRaza  TINYINT = NULL,
      @Estatura   NUMERIC(3,2) = NULL,
      @Peso NUMERIC (5,2) = NULL,
      @Telefono   VARCHAR (15) = NULL,
      @Movil      VARCHAR(35) = NULL,
      @Correo     VARCHAR(50) = NULL,
      @Cedula     VARCHAR(10) = NULL,
      @IdEstadoCivil    TINYINT = NULL,
      @IdNacionalidad   INT=NULL,
      @IdProvinciaNacimiento  INT=NULL,
      @IdCantonNacimiento     INT=NULL,
      @IdProvinciaResidencia  INT=NULL,
      @IdCantonResidencia     INT=NULL,
```

```
      @IdParroquiaResidencia  INT=NULL,
      @DireccionResidencia    VARCHAR(75) = NULL,
      @IdMedicoAsignado       SMALLINT = NULL,
      @EstadoEvaluacion       CHAR(1) = NULL,
      @Problema               VARCHAR(50) = NULL
AS
BEGIN
      IF @Orden = 'I'
      BEGIN
          SELECT @Id = MAX(Id) FROM Telemedicina.Paciente WHERE
IdEmpresa = @IdEmpresa
            SET @Id = ISNULL(@Id, 0) + 1
            INSERT INTO Telemedicina.Paciente
                  (
                  IdEmpresa,
                  Id,
                  Nombres,
                  Apellidos,
                  FechaNacimiento,
                  Sexo,
                  IdRaza,

                  Estatura,
                  Peso,
                  Telefono,
                  Movil,
                  Correo,
                  Cedula,
                  IdEstadoCivil,
                  IdNacionalidad,
                  IdProvinciaNacimiento,
                  IdCantonNacimiento,
                  IdProvinciaResidencia,
                  IdCantonResidencia,
                  IdParroquiaResidencia,
                  DireccionResidencia,
                  IdMedicoAsignado,
                  EstadoRegistro,
                  EstadoEvaluacion,
                  FechaEvaluacion,
                  Problema,
                  EstadoConocimiento,
                  IdConocimiento)
            VALUES
                  (
                  @IdEmpresa,
                  @Id,
                  @Nombres,
                  @Apellidos,
                  @FechaNacimiento,
                  @Sexo,
                  @IdRaza,

                  @Estatura,
                  @Peso,

                  @Telefono,
                  @Movil,
                  @Correo,
                  @Cedula,
                  @IdEstadoCivil,
```

```
                @IdNacionalidad,
                @IdProvinciaNacimiento,
                @IdCantonNacimiento,
                @IdProvinciaResidencia,
                @IdCantonResidencia,
                @IdParroquiaResidencia,
                @DireccionResidencia,
                @IdMedicoAsignado,
                'A',
                'P',
                NULL,
                NULL,
                'P',
                NULL)
END

IF @Orden = 'U'
BEGIN
      UPDATE Telemedicina.Paciente SET
            Nombres=@Nombres,
            Apellidos=@Apellidos,
            FechaNacimiento=@FechaNacimiento,

            Sexo=@Sexo,
            IdRaza=@IdRaza,

            Estatura=@Estatura,

            Peso=@Peso,

            Telefono=@Telefono,

            Movil=@Movil,
            Correo=@Correo,
            Cedula=@Cedula,
            IdEstadoCivil=@IdEstadoCivil,
            IdNacionalidad=@IdNacionalidad,
            IdProvinciaNacimiento=@IdProvinciaNacimiento,
            IdCantonNacimiento=@IdCantonNacimiento,
            IdProvinciaResidencia=@IdProvinciaResidencia,
            IdCantonResidencia=@IdCantonResidencia,
            IdParroquiaResidencia=@IdParroquiaResidencia,
            DireccionResidencia=@DireccionResidencia,
            IdMedicoAsignado = @IdMedicoAsignado
      WHERE IdEmpresa = @IdEmpresa
            AND Id = @Id

END

IF @Orden = 'D'
BEGIN
      /*1. Elimino logicamente el paciente*/
      UPDATE Telemedicina.Paciente SET
      EstadoRegistro = 'E'
      WHERE IdEmpresa = @IdEmpresa
            AND Id = @Id

      UPDATE Telemedicina.PacienteAntecedente SET
      EstadoRegistro = 'E'
      WHERE IdEmpresa = @IdEmpresa
```

```
                  AND IdPaciente = @Id


            /*2. Elimino logicamente los familiares del paciente*/
            EXECUTE Telemedicina.AdminFamiliar
                        @Orden = 'D', @IdEmpresa = @IdEmpresa,
@IdPaciente = @Id, @Id = NULL

            /*3. Elimino logicamente las enfermedades padecidas del
paciente*/
            EXECUTE Telemedicina.AdminPacienteEnfermedad
                        @Orden = 'D', @IdEmpresa = @IdEmpresa,
@IdPaciente = @Id, @IdEnfermedad = NULL

            /*4. Elimino logicamente las recetas del paciente*/
            EXECUTE Telemedicina.AdminReceta
                        @Orden = 'D', @IdEmpresa = @IdEmpresa,
@IdPaciente = @Id, @Id = NULL

            /*5. Elimino logicamente los usuarios relacionados al
paciente*/
            UPDATE Seguridad.UsuarioRol SET
            EstadoRegistro = 'E'
            FROM Seguridad.UsuarioRol UR
                  INNER JOIN Seguridad.Usuario U ON UR.IdEmpresa =
U.IdEmpresa AND UR.IdUsuario = U.Id
            WHERE UR.IdEmpresa = @IdEmpresa
                  AND U.IdPaciente = @Id

            UPDATE Seguridad.Usuario SET
            EstadoRegistro = 'E'
            WHERE IdEmpresa = @IdEmpresa AND IdPaciente = @Id
      END

      IF @Orden = 'S'
      BEGIN
            SELECT
                P.IdEmpresa,
                P.Id,
                  P.Nombres,
                  P.Apellidos,
                  P.FechaNacimiento,
                  P.Sexo,
                  P.IdRaza,

                  P.Estatura,

                  P.Peso,

                  P.Telefono,
                  P.Correo,
                  P.Movil,
                  P.Cedula,
                  P.IdEstadoCivil,
                  P.IdNacionalidad,
                  N.Descripcion AS Nacionalidad,
                  P.IdProvinciaNacimiento,
                  PRN.Descripcion AS ProvinciaNacimiento,
                  P.IdCantonNacimiento,
                  CN.Descripcion AS CantonNacimiento,
                  P.IdProvinciaResidencia,
```

```
                  PRR.Descripcion AS ProvinciaResidencia,
                  P.IdCantonResidencia,
                  CR.Descripcion AS CantonResidencia,
                  P.IdParroquiaResidencia,
                  PA.Descripcion AS Parroquia,
                  P.DireccionResidencia,
                  P.IdMedicoAsignado,
                  M.Nombres AS NombresMedicoAsignado,
                  M.Apellidos AS ApellidosMedicoAsignado,
                  P.EstadoEvaluacion,
                  P.FechaEvaluacion,
                  P.Problema,
                  P.EstadoConocimiento,
                  P.IdConocimiento
            FROM Telemedicina.Paciente P
                  INNER JOIN Sistema.DistibucionPolitica N ON
P.IdNacionalidad=N.IdNacionalidad
                  INNER JOIN Sistema.DistibucionPolitica PRN ON
P.IdProvinciaNacimiento=PRN.IdProvincia
                  INNER JOIN Sistema.DistibucionPolitica CN ON
P.IdCantonNacimiento=CN.IdCanton
                  INNER JOIN Sistema.DistibucionPolitica PRR ON
P.IdProvinciaNacimiento=PRR.IdProvincia
                  INNER JOIN Sistema.DistibucionPolitica CR ON
P.IdCantonNacimiento=CR.IdCanton
                  INNER JOIN Sistema.DistibucionPolitica PA ON
P.IdParroquiaResidencia=PA.IdParroquia
                  INNER JOIN Telemedicina.Medico M ON
P.IdMedicoAsignado = M.Id AND P.IdEmpresa = M.IdEmpresa
            WHERE P.IdEmpresa = @IdEmpresa
                  AND P.Id = @Id
      END

      /*Descripcion de procedimiento: Cambia el estado del paciente
Pendiente a Evaluado, Evaluado a Pendiente*/
      IF @Orden = 'A'
      BEGIN
            /*1.- Obtengo el estado de evaluacion actual del
paciente*/
            DECLARE @EstadoEvaluacionActual CHAR(1)
            SELECT @EstadoEvaluacionActual = EstadoEvaluacion FROM
Telemedicina.Paciente
            WHERE IdEmpresa = @IdEmpresa
                        AND Id = @Id

            /*2.- Verifico si el estado efectivamente ha cambiado de
estado*/
            IF @EstadoEvaluacionActual <> @EstadoEvaluacion
            BEGIN
                  /*3.- Actualizo el estado del paciente*/
                  UPDATE Telemedicina.Paciente SET
                        EstadoEvaluacion = @EstadoEvaluacion
                  WHERE IdEmpresa = @IdEmpresa
                        AND Id = @Id

                  /*4.- Si el paciente ha sido evaluado, el
conocimiento pasa a estar listo a ser registrado en Experto*/
                  IF @EstadoEvaluacion = 'E'
                  BEGIN
                        UPDATE Telemedicina.Paciente SET
                              FechaEvaluacion = GETDATE(),
```

```
                              EstadoConocimiento = 'L',
                              Problema = @Problema
                        WHERE IdEmpresa = @IdEmpresa
                              AND Id = @Id
                  END

                  /*5.- Si el paciente pasa a pendiente, el
conocimiento tambien pasa a estar pendiente a ser registrado en
Experto*/
                  IF @EstadoEvaluacion = 'P'
                  BEGIN
                        UPDATE Telemedicina.Paciente SET
                              FechaEvaluacion = NULL,
                              EstadoConocimiento = 'P',
                              Problema = NULL
                        WHERE IdEmpresa = @IdEmpresa
                              AND Id = @Id
                  END
            END
      END
END
```

3.5.1.2. Registro de Conocimiento

El conocimiento se crea a través de un proceso automático, el cual es ejecutado una vez al día durante la noche, aunque este proceso puede tomar en un principio unos minutos, con el crecimiento del volumen de información puede tardar horas. Este proceso recorre toda la historia del paciente y los inserta en tablas en memoria para procesarlas y enviarlas al esquema del experto como un conocimiento.

Esquema del procedimiento:

Figura 3.69: Esquema de SP de registro de conocimiento.

Fuente: AUTORES.

Código del procedimiento:

```
CREATE PROCEDURE [Experto].[RegistraNuevoConocimiento]
AS
BEGIN

      DECLARE     @IdEmpresa  AS TINYINT,
                  @IdPaciente AS INT,
                  @Estatura   AS INT,
                  @Peso       AS INT,
```

```
                  @Problema   AS VARCHAR(50),
                  @IdConocimiento   AS BIGINT,
                  @IdReceta         AS SMALLINT,
                  @IdCampoEstudio AS INT

      DECLARE @PacienteEvaluadosYListos TABLE(
            IdEmpresa         TINYINT,
            Id                      INT,
            Problema          VARCHAR(50),
            Estatura          INT,
            Peso              INT
      )

      DECLARE @UltimasLecturas TABLE(
            FechaServidor           SMALLDATETIME,
            PresionSistolica  TINYINT,
            PresionDiastolica TINYINT
      )

      SET @IdCampoEstudio = 1  -- Campo de Estudio por defecto:
Presion Arterial

      BEGIN TRAN

      /* 1.- Colocar en lista a los pacientes que estan LISTOS a ser
registrados como nuevo conocimiento*/
      INSERT INTO @PacienteEvaluadosYListos
      SELECT IdEmpresa,Id,Problema,Estatura,Peso
      FROM Telemedicina.Paciente
      WHERE EstadoConocimiento = 'L'
      IF (@@ERROR <> 0) GOTO PROBLEM

      WHILE 1=1
      BEGIN

            SELECT TOP 1
                  @IdEmpresa  = IdEmpresa,
                  @IdPaciente = Id,
                  @Problema   = Problema,
                  @Estatura   = Estatura,
                  @Peso       = Peso
            FROM @PacienteEvaluadosYListos
            ORDER BY IdEmpresa,Id

            IF @@ROWCOUNT = 0
            BEGIN
                  COMMIT TRAN
                  RETURN 0
            END

            /*2.- Elimino el paciente actual de la lista*/
            DELETE FROM @PacienteEvaluadosYListos
            WHERE IdEmpresa = @IdEmpresa
                  AND Id = @IdPaciente

            IF (@@ERROR <> 0) GOTO PROBLEM

            /*3.- Obtengo las ultimas 10 lecturas del paciente*/
            INSERT INTO @UltimasLecturas(FechaServidor,
PresionSistolica, PresionDiastolica)
```

```
            SELECT TOP 10 FechaServidor, PresionSistolica,
PresionDiastolica
            FROM Telemedicina.Lectura
            WHERE IdEmpresa = @IdEmpresa
                  AND IdPaciente = @IdPaciente
            ORDER BY FechaServidor DESC

            IF (@@ERROR <> 0) GOTO PROBLEM

            /*4.- Grabo el conocimiento*/
            INSERT INTO Experto.Conocimiento(IdCampoEstudio,
IdEmpresa, IdPaciente, Problema)
            VALUES(@IdCampoEstudio, @IdEmpresa, @IdPaciente,
@Problema)

            IF (@@ERROR <> 0) GOTO PROBLEM

            SET @IdConocimiento = SCOPE_IDENTITY()

            /*5.- Grabar los items del conocimientos*/
            /*
             * ENFERMEDAD
             */
            -- Items de Enfermedad que padece el paciente
            INSERT INTO Experto.ConocimientoItem(IdConocimiento,
Tipo, IdRelacion, Resultado)
            SELECT @IdConocimiento, 'ENFERMEDAD', IdEnfermedad, 1
            FROM Telemedicina.PacienteEnfermedad
            WHERE IdEmpresa = @IdEmpresa
                  AND IdPaciente = @IdPaciente

            UNION ALL

            -- Items de Enfermedad que no padece el paciente
            SELECT @IdConocimiento, 'ENFERMEDAD', Id, 0
            FROM Experto.Enfermedad
            WHERE Id NOT IN(
                  SELECT IdEnfermedad
                  FROM Telemedicina.PacienteEnfermedad
                  WHERE IdEmpresa = @IdEmpresa
                        AND IdPaciente = @IdPaciente
                  )

            UNION ALL

            /*
             * SINTOMA
             */
            -- Items de Sintomas que presenta el paciente
            SELECT @IdConocimiento, 'SINTOMA', IdSintoma, 1
            FROM Telemedicina.PacienteSintoma
            WHERE IdEmpresa = @IdEmpresa
                  AND IdPaciente = @IdPaciente

            UNION ALL

            -- Items de Sintomas que no presenta el paciente
            SELECT @IdConocimiento, 'SINTOMA', Id, 0
            FROM Experto.Sintoma
            WHERE Id NOT IN(
                  SELECT IdSintoma
```

```
                  FROM Telemedicina.PacienteSintoma
                  WHERE IdEmpresa = @IdEmpresa
                        AND IdPaciente = @IdPaciente
                  )

            UNION ALL

            /*
             * CARACTERISTICA
             */
            -- Items de Caracteristicas que tiene el paciente
            SELECT @IdConocimiento, 'CARACTERISTICA',
IdCaracteristica, 1
            FROM Telemedicina.PacienteCaracteristica
            WHERE IdEmpresa = @IdEmpresa
                  AND IdPaciente = @IdPaciente

            UNION ALL

            -- Items de Caracteristicas que no tiene el paciente
            SELECT @IdConocimiento, 'CARACTERISTICA', Id, 0
            FROM Experto.Caracteristica
            WHERE Id NOT IN(
                  SELECT IdCaracteristica
                  FROM Telemedicina.PacienteCaracteristica
                  WHERE IdEmpresa = @IdEmpresa
                        AND IdPaciente = @IdPaciente
                  )

            UNION ALL

            SELECT @IdConocimiento, 'ESTATURA', 0, (@Estatura * 100)

            UNION ALL

            SELECT @IdConocimiento, 'PESO', 0, (@Peso * 1000)

            /*
             * MEDICAMENTO
             */
            INSERT INTO Experto.ConocimientoItem(IdConocimiento,
Tipo, IdRelacion, Resultado)
            SELECT @IdConocimiento, 'MEDICAMENTO', IdMedicamento,
Efectividad
            FROM Telemedicina.Receta
            WHERE IdEmpresa = @IdEmpresa
                  AND IdPaciente = @IdPaciente
                  AND Efectividad IS NOT NULL

            IF (@@ERROR <> 0) GOTO PROBLEM


            /*
             * NIVEL PRESION SISTOLICA
             */
            INSERT INTO Experto.ConocimientoItem(IdConocimiento,
Tipo, IdRelacion, Resultado)
            SELECT @IdConocimiento, 'P.SISTOLICA', P.Id,
L.PresionSistolica
            FROM @UltimasLecturas L
```

```
                INNER JOIN Experto.NivelPresion P ON
L.PresionSistolica BETWEEN P.ValorDesde AND P.ValorHasta
            WHERE P.Tipo = 'S'

            IF (@@ERROR <> 0) GOTO PROBLEM

            /*
             * NIVEL PRESION DIASTOLICA
             */
            INSERT INTO Experto.ConocimientoItem(IdConocimiento,
Tipo, IdRelacion, Resultado)
            SELECT @IdConocimiento, 'P.DIASTOLICA', P.Id,
L.PresionDiastolica
            FROM @UltimasLecturas L
                  INNER JOIN Experto.NivelPresion P ON
L.PresionDiastolica BETWEEN P.ValorDesde AND P.ValorHasta
            WHERE P.Tipo = 'D'

            IF (@@ERROR <> 0) GOTO PROBLEM

            /*
             * HORA Y NIVEL DE PRESION SISTOLICA
             */
            INSERT INTO Experto.ConocimientoItem(IdConocimiento,
Tipo, IdRelacion, Resultado)
            SELECT @IdConocimiento, 'H.SISTOLICA', H.Id, P.Id
            FROM @UltimasLecturas L
                  INNER JOIN Experto.HoraMedicionPresion H ON
L.FechaServidor BETWEEN
                        CAST(CONVERT(VARCHAR, L.FechaServidor, 112)
+ ' ' + H.ValorEntre AS SMALLDATETIME)
                        AND
                        CAST(CONVERT(VARCHAR, L.FechaServidor, 112)
+ ' ' + H.ValorHasta AS SMALLDATETIME)
                  INNER JOIN Experto.NivelPresion P ON
L.PresionSistolica BETWEEN P.ValorDesde AND P.ValorHasta
            WHERE P.Tipo = 'S'

            IF (@@ERROR <> 0) GOTO PROBLEM

            /*
             * HORA Y NIVEL DE PRESION DIASTOLICA
             */
            INSERT INTO Experto.ConocimientoItem(IdConocimiento,
Tipo, IdRelacion, Resultado)
            SELECT @IdConocimiento, 'H.DIASTOLICA', H.Id, P.Id
            FROM @UltimasLecturas L
                  INNER JOIN Experto.HoraMedicionPresion H ON
L.FechaServidor BETWEEN
                        CAST(CONVERT(VARCHAR, L.FechaServidor, 112)
+ ' ' + H.ValorEntre AS SMALLDATETIME)
                        AND
                        CAST(CONVERT(VARCHAR, L.FechaServidor, 112)
+ ' ' + H.ValorHasta AS SMALLDATETIME)
                  INNER JOIN Experto.NivelPresion P ON
L.PresionDiastolica BETWEEN P.ValorDesde AND P.ValorHasta
            WHERE P.Tipo = 'D'

            IF (@@ERROR <> 0) GOTO PROBLEM
```

```
            /*6.- Seteo al paciente como registrado en base de
conocimiento*/
            UPDATE Telemedicina.Paciente SET
                  EstadoConocimiento = 'R',
                  IdConocimiento = @IdConocimiento
            WHERE IdEmpresa = @IdEmpresa
                  AND Id= @IdPaciente

      END

      COMMIT TRAN
      RETURN 0

      PROBLEM:
      ROLLBACK TRAN
      DECLARE @MENSAJEERROR VARCHAR(50)
      SET @MENSAJEERROR = ERROR_MESSAGE()
      RAISERROR (@MENSAJEERROR,10,1)
      RETURN 1

END
```

3.5.2. Procedimientos de Consulta

Este procedimiento permita consultar cualquier tabla en cualquier esquema que tenga la base de datos. Todo lo realiza a través de parámetros que son configurables desde la aplicación.

Esquema del procedimiento:

Figura 3.70: Esquema de SP de procedimiento de consulta.

Fuente: AUTORES.

Código del documento:

```
ALTER PROCEDURE [Sistema].[Buscador]
      @TipoBusqueda                 INT,
      @Consulta                     INT,
      @IdEmpresa                    SMALLINT,
      @TextoABuscar                 VARCHAR(30)
AS
BEGIN

      /*
            USUARIO
      */
      IF @TipoBusqueda = 1
      BEGIN
            IF @Consulta = 1
```

```
            BEGIN
                  SELECT
                  Id,
                  Nombres,
                  Apellidos,
                  NombreUsuario AS Usuario
            FROM Seguridad.Usuario
            WHERE IdEmpresa = @IdEmpresa
                  AND (Nombres LIKE '%' +
ISNULL(@TextoABuscar,Nombres) + '%'
                        OR Apellidos LIKE '%' +
ISNULL(@TextoABuscar,Apellidos) + '%'
                        OR NombreUsuario LIKE '%' +
ISNULL(@TextoABuscar,NombreUsuario) + '%')
                  AND EstadoRegistro = 'A'
            END
      END

      /*
            ROL
      */

      IF @TipoBusqueda = 2
      BEGIN
            IF @Consulta = 1
            BEGIN
                  SELECT
                  Id,
                  Nombre,
                  EsReservado AS Reservado
            FROM Seguridad.Rol
            WHERE IdEmpresa = @IdEmpresa
                  AND Nombre LIKE '%' + ISNULL(@TextoABuscar,Nombre)
+ '%'
                  AND EstadoRegistro = 'A'
            END
      END

      /*
            RAZA
      */

      IF @TipoBusqueda = 3
      BEGIN
            IF @Consulta = 1
            BEGIN
                  SELECT
                  Id,
                  Descripcion
            FROM Telemedicina.Raza
            WHERE Descripcion LIKE '%' +
ISNULL(@TextoABuscar,Descripcion) + '%'
                  AND EstadoRegistro = 'A'
            END
      END

      /*
            PACIENTE
      */

      IF @TipoBusqueda = 4
```

```
	BEGIN
		IF @Consulta = 1
		BEGIN
			SELECT
			Id,
			Apellidos + ' ' + Nombres AS [Apellidos/Nombres]
			FROM Telemedicina.Paciente
			WHERE IdEmpresa = @IdEmpresa
				AND Nombres LIKE '%' +
ISNULL(@TextoABuscar,Nombres) + '%'
				AND Apellidos LIKE '%' +
ISNULL(@TextoABuscar,Apellidos) + '%'
				AND EstadoRegistro = 'A'
		END
		/*Consulta paciente que no han sido evaluados*/
		IF @Consulta = 2
		BEGIN
			SELECT
			Id,
			Apellidos + ' ' + Nombres AS [Apellidos/Nombres]
			FROM Telemedicina.Paciente
			WHERE IdEmpresa = @IdEmpresa
				AND Nombres LIKE '%' +
ISNULL(@TextoABuscar,Nombres) + '%'
				AND Apellidos LIKE '%' +
ISNULL(@TextoABuscar,Apellidos) + '%'
				AND EstadoRegistro = 'A'
				AND EstadoEvaluacion = 'P'
		END
	END

	/*
		EMPRESA
	*/

	IF @TipoBusqueda = 5
	BEGIN
		IF @Consulta = 1
		BEGIN
			SELECT
			Id,
			RazonSocial AS [Razon Social],
			Ruc
		FROM Telemedicina.Empresa
		WHERE EstadoRegistro = 'A'
		END
	END

	/*
		ENFERMEDAD
	*/

	IF @TipoBusqueda = 6
	BEGIN
		IF @Consulta = 1
		BEGIN
			SELECT
			Id,
			Nombre
		FROM Experto.Enfermedad
		WHERE EstadoRegistro = 'A'
```

```
		END
	END

	/*
		TIPO PARENTESCO
	*/

	IF @TipoBusqueda = 7
	BEGIN
		IF @Consulta = 1
		BEGIN
			SELECT
			Id,
			Descripcion
		FROM Telemedicina.TipoParentesco
		WHERE Descripcion LIKE '%' +
ISNULL(@TextoABuscar,Descripcion) + '%'
			AND EstadoRegistro = 'A'
		END
	END

	/*
		MEDICAMENTO
	*/

	IF @TipoBusqueda = 8
	BEGIN
		IF @Consulta = 1
		BEGIN
			SELECT
			Id,
			Descripcion
		FROM Experto.Medicamento
		WHERE Descripcion LIKE '%' +
ISNULL(@TextoABuscar,Descripcion) + '%'
			AND EstadoRegistro = 'A'
		END
	END

	/*
		DOCTOR
	*/

	IF @TipoBusqueda = 9
	BEGIN
		IF @Consulta = 1
		BEGIN
			SELECT
			Id,
			Nombres,
			Apellidos
		FROM Telemedicina.Medico
		WHERE IdEmpresa = @IdEmpresa
			AND Nombres LIKE '%' +
ISNULL(@TextoABuscar,Nombres) + '%'
			AND Apellidos LIKE '%' +
ISNULL(@TextoABuscar,Apellidos) + '%'
			AND EstadoRegistro = 'A'
		END
	END
```

```
	/*
		CARACTERISTICA
	*/

	IF @TipoBusqueda = 10
	BEGIN
		IF @Consulta = 1
		BEGIN
			SELECT
			Id,
			Nombre
		FROM Experto.Caracteristica
		WHERE EstadoRegistro = 'A'
		END
	END

	/*
		SINTOMA
	*/

	IF @TipoBusqueda = 11
	BEGIN
		IF @Consulta = 1
		BEGIN
			SELECT
			Id,
			Nombre
		FROM Experto.Sintoma
		WHERE EstadoRegistro = 'A'
		END
	END
END
```

3.5.3. Procedimientos de Inferencia

3.5.3.1. Inferencia de Mejor Medicamento

Este proceso lo realiza consultando el esquema del sistema experto, a través de recorrido de todo el conocimiento existente en la base de datos. Para un paciente espectacular realiza la inferencia probabilística que permite obtener el mejor medicamento según los conocimientos semejantes al que se está analizando.

Esquema del procedimiento:

Figura 3.71: Esquema de SP de inferencia de mejor medicamento.

Fuente: AUTORES.

Código del documento

```
ALTER PROCEDURE [Telemedicina].[ReporMejorMedicamento]
	@Orden                              CHAR(1),
	@IdEmpresa                    TINYINT = NULL,
	@IdPaciente                   INT = NULL
AS
BEGIN
	IF @Orden = 'C'
	BEGIN
		DECLARE @PacienteItem TABLE(
			IdRelacion        int,
			Tipo              varchar(50)
		)
		DECLARE @ExpertoItem TABLE(
			IdConocimiento          int,
			Tipo                    varchar(50),
			Contador                int
		)
		DECLARE @ConocimientoResultado TABLE(
			IdConocimiento          int
		)
		DECLARE @MedicamentoResultado TABLE(
			IdMedicamento           int,
			Efectividad             int
		)

		DECLARE @X AS INT
		SET @X = 2

		-- Obtengo los conocimientos con caracteristicas
similares
		INSERT INTO @PacienteItem
		SELECT IdCaracteristica, 'CARACTERISTICA' FROM
Telemedicina.PacienteCaracteristica
		WHERE IdEmpresa = @IdEmpresa
			AND IdPaciente = @IdPaciente
			AND EstadoRegistro = 'A'

		INSERT INTO @ExpertoItem
		SELECT CItem.IdConocimiento, CItem.Tipo, Count(*)
		FROM Experto.ConocimientoItem CItem
			INNER JOIN @PacienteItem PItem ON CItem.IdRelacion
= PItem.IdRelacion AND CItem.Tipo = PItem.Tipo
		WHERE  CItem.Tipo = 'CARACTERISTICA'
			AND CItem.EstadoRegistro = 'A'
			AND CITem.Resultado = 1
		GROUP BY CItem.IdConocimiento,CItem.Tipo

		-- Obtengo los conocimientos con enfermedades similares
		INSERT INTO @PacienteItem
		SELECT IdEnfermedad, 'ENFERMEDAD' FROM
Telemedicina.PacienteEnfermedad
		WHERE IdEmpresa = @IdEmpresa
			AND IdPaciente = @IdPaciente
			AND EstadoRegistro = 'A'

		INSERT INTO @ExpertoItem
		SELECT CItem.IdConocimiento, CItem.Tipo, Count(*)
		FROM Experto.ConocimientoItem CItem
```

```
                  INNER JOIN @PacienteItem PItem ON CItem.IdRelacion
= PItem.IdRelacion AND CItem.Tipo = PItem.Tipo
            WHERE  CItem.Tipo = 'ENFERMEDAD'
                  AND CItem.EstadoRegistro = 'A'
                  AND CITem.Resultado = 1
            GROUP BY CItem.IdConocimiento,CItem.Tipo

            -- Obtengo los conocimientos con sintomas similares
            INSERT INTO @PacienteItem
            SELECT IdSintoma, 'SINTOMA' FROM
Telemedicina.PacienteSintoma
            WHERE IdEmpresa = @IdEmpresa
                  AND IdPaciente = @IdPaciente
                  AND EstadoRegistro = 'A'

            INSERT INTO @ExpertoItem
            SELECT CItem.IdConocimiento, CItem.Tipo, Count(*)
            FROM Experto.ConocimientoItem CItem
                  INNER JOIN @PacienteItem PItem ON CItem.IdRelacion
= PItem.IdRelacion AND CItem.Tipo = PItem.Tipo
            WHERE  CItem.Tipo = 'SINTOMA'
                  AND CItem.EstadoRegistro = 'A'
                  AND CITem.Resultado = 1
            GROUP BY CItem.IdConocimiento,CItem.Tipo

            -- Obtenemos los conocimiento que aplican en esta
inferencia
            INSERT INTO @ConocimientoResultado
            SELECT DISTINCT IdConocimiento
            FROM @ExpertoItem
            WHERE Contador >= @X

            -- Obtenemos los medicamentos
            INSERT @MedicamentoResultado
            SELECT CI.IdRelacion, AVG(CI.Resultado)
            FROM @ConocimientoResultado CR
                  INNER JOIN Experto.ConocimientoItem CI ON
CR.IdConocimiento = CI.IdConocimiento
            WHERE CI.Tipo = 'MEDICAMENTO'
            GROUP BY CI.IdRelacion

            Declare @Total int
            SELECT @Total = SUM(Efectividad) FROM
@MedicamentoResultado

            SELECT M.Id, M.Descripcion, MR.Efectividad,
Round((MR.Efectividad*cast(100 as float))/@Total,2) AS Porcentaje
            FROM Experto.Medicamento M
                  INNER JOIN @MedicamentoResultado MR ON M.Id =
MR.IdMedicamento
            ORDER BY Efectividad DESC

            SELECT COUNT(*) AS Conocimientos FROM
@ConocimientoResultado

      END
END
```

3.5.3.2. Inferencia de Picos de Presión

Este proceso consulta la base de conocimiento para obtener la secuencia de presión arterial en un periodo de tiempo amplio, con el cual permite inferir sobre los picos de presión que puede tener el paciente en un determinado tiempo.

Esquema del procedimiento:

Figura 3.72: Esquema de SP de inferencia de picos de presión.

Fuente: AUTORES.

Código del procedimiento:

```
ALTER PROCEDURE [Telemedicina].[ReporPicosPresion]
      @Orden                              CHAR(1),
      @IdEmpresa                    TINYINT = NULL,
      @IdPaciente                   INT = NULL
AS
BEGIN
      IF @Orden = 'C'
      BEGIN
            DECLARE @Mediciones TABLE(
                  Id                          int identity,
                  Sistolica             int,
                  Diastolica            int,
                  FechaServidor         datetime,
                  Cadena                      varchar(200)
            )
            DECLARE @MedicionesInferencia TABLE(
                  Valor                 int,
                  Hora                  datetime,
                  Tipo                  char(1)
            )
            Declare @ValorPresionSistolicaAlta int,
                        @ValorPresionSistolicaBaja int,
                        @ValorPresionDiastolicaAlta int,
                        @ValorPresionDiastolicaBaja int,
                        @ContadorMedicionesPaciente int,
                        @ContadorMedicionesInferencia int,
                        @ContadorConocimiento int

            Set @ValorPresionSistolicaAlta = 135
            Set @ValorPresionSistolicaBaja = 105
            Set @ValorPresionDiastolicaAlta = 95
            Set @ValorPresionDiastolicaBaja = 65
```

```
            -- Obtenemos las mediciones mas altas o mas bajas del
paciente
            INSERT INTO
@Mediciones(Sistolica,Diastolica,FechaServidor)
            SELECT
L.PresionSistolica,L.PresionDiastolica,L.FechaServidor
            FROM Telemedicina.Lectura L
            WHERE L.IdEmpresa = @IdEmpresa
                  and L.IdPaciente = @IdPaciente
                  and ((L.PresionSistolica <
@ValorPresionSistolicaBaja or L.PresionSistolica >
@ValorPresionSistolicaAlta)
                  Or (L.PresionDiastolica <
@ValorPresionDiastolicaBaja or L.PresionDiastolica >
@ValorPresionDiastolicaAlta))

            -- Obtenemos la descripcion de la escala de sus
mediciones
            UPDATE @Mediciones SET
            Cadena = 'Sistólica: ' + PS.Descripcion
            FROM @Mediciones L
                  INNER JOIN Experto.NivelPresion PS ON L.Sistolica
BETWEEN PS.ValorDesde AND PS.ValorHasta

            UPDATE @Mediciones SET
            Cadena = Cadena + ', Diastólica: ' + PD.Descripcion
            FROM @Mediciones L
                  INNER JOIN Experto.NivelPresion PD ON L.Diastolica
BETWEEN PD.ValorDesde AND PD.ValorHasta

            -- Realizamos inferencia en la base de conocimientos,
            INSERT INTO @MedicionesInferencia(Valor, Hora, Tipo)
            SELECT AVG(((N.ValorDesde + N.ValorHasta)/2)) AS Valor,
CAST((CONVERT(VARCHAR, GETDATE(), 112) + ' ' + H.ValorEntre) AS
DATETIME) AS Fecha,  'S'
            FROM Experto.ConocimientoItem I
                  INNER JOIN Experto.NivelPresion N ON I.Resultado =
N.Id
                  INNER JOIN Experto.HoraMedicionPresion H ON
I.IdRelacion = H.Id
            WHERE I.Tipo = 'H.SISTOLICA'
            GROUP BY H.ValorEntre

            INSERT INTO @MedicionesInferencia(Valor, Hora, Tipo)
            SELECT AVG(((N.ValorDesde + N.ValorHasta)/2)) AS Valor,
CAST((CONVERT(VARCHAR, GETDATE(), 112) + ' ' + H.ValorEntre) AS
DATETIME) AS Fecha,  'D'
            FROM Experto.ConocimientoItem I
                  INNER JOIN Experto.NivelPresion N ON I.Resultado =
N.Id
                  INNER JOIN Experto.HoraMedicionPresion H ON
I.IdRelacion = H.Id
            WHERE I.Tipo = 'H.DIASTOLICA'
            GROUP BY H.ValorEntre

            -- Obtenemos informacion referente a la inferencia
            SELECT @ContadorMedicionesPaciente = COUNT(L.Id)
            FROM Telemedicina.Lectura L
            WHERE L.IdEmpresa = @IdEmpresa
                  and L.IdPaciente = @IdPaciente
```

```
                  and (L.PresionSistolica <
@ValorPresionSistolicaBaja or L.PresionSistolica >
@ValorPresionSistolicaAlta)
                  Or (L.PresionDiastolica <
@ValorPresionDiastolicaBaja or L.PresionDiastolica >
@ValorPresionDiastolicaAlta)

            SELECT @ContadorConocimiento = COUNT(I.Id)
            FROM Experto.Conocimiento I

            SELECT @ContadorMedicionesInferencia = COUNT(I.Id)
            FROM Experto.ConocimientoItem I
            WHERE I.Tipo = 'H.SISTOLICA'

            -- Mostramos los datos del paciente
            SELECT * FROM @Mediciones
            ORDER BY FechaServidor desc

            SELECT * FROM @MedicionesInferencia
            WHERE Tipo = 'S'
            ORDER BY Hora

            SELECT * FROM @MedicionesInferencia
            WHERE Tipo = 'D'
            ORDER BY Hora

            SELECT
                  ISNULL(@ContadorMedicionesPaciente, 0) AS
MedicionesPaciente,
                  ISNULL(@ContadorMedicionesInferencia, 0) AS
MedicionesInferencia,
                  ISNULL(@ContadorConocimiento, 0) AS
NumeroConocimiento
      END
END
```

3.5.4. Job de Alerta por Medicación

Este tarea se ejecuta automáticamente cada 10 minutos, y permite dar aviso al paciente o familiar según sea configurado en el sistema, sobre la fecha, hora y medicamento que tiene q tomarse. Este y otros procedimientos están asociados con la dinámica del sistema referente a comunicación.

Esquema del procedimiento:

Figura 3.73: Esquema de SP de job de alerta por medicación.

Fuente: AUTORES.

Código del procedimiento:

```
USE [Telemedicina]
GO
/****** Object:  StoredProcedure [Telemedicina].[RecordatorioReceta]
Script Date: 12/26/2010 15:16:12 ******/
SET ANSI_NULLS ON
GO
SET QUOTED_IDENTIFIER ON
GO


ALTER PROCEDURE [Telemedicina].[RecordatorioReceta]
AS
BEGIN
      DECLARE @IdEmpresa AS TINYINT, @IdPaciente AS INT, @IdReceta
AS SMALLINT

      DECLARE CURSOREMPRESA CURSOR FOR
      SELECT IdEmpresa, IdPaciente, Id
      FROM Telemedicina.Receta
      WHERE FechaRecordatorio <= CAST(GETDATE() AS SMALLDATETIME)
                  AND DATEADD(DAY,7,FechaFin) >= CAST(GETDATE() AS
SMALLDATETIME)    --Filtra recetas no tomadas hasta 1 semana despues
de su fecha final
                  AND Activo = 1
                  AND EstadoRegistro='A'

      BEGIN TRAN

      OPEN CURSOREMPRESA
      FETCH NEXT FROM CURSOREMPRESA
      INTO @IdEmpresa, @IdPaciente, @IdReceta
      WHILE @@fetch_status = 0
      BEGIN
            DECLARE @Id INT
            SELECT @Id = MAX(Id) FROM Telemedicina.Mensaje WHERE
IdEmpresa = @IdEmpresa
            SET @Id = ISNULL(@Id, 0) + 1

            /*1.- Ingreso el mensaje*/
            INSERT INTO Telemedicina.Mensaje
                  (
                  IdEmpresa,
                  Id,
                  IdPaciente,
                  IdTipoMensaje,
                  Mensaje,
                  Estado,
                  EstadoRegistro)
            SELECT
                  R.IdEmpresa,
                  @Id,
                  R.IdPaciente,
                  2,                  --Recordatorio
                  ('Saludos, le recordamos que el Sr(a). ' +
P.Nombres + ' ' + P.Apellidos + ' debe tomarse el medicamento ' +
M.Descripcion +
                  ' a las ' +
```

```
                  SUBSTRING(CONVERT(VARCHAR,
R.FechaRecordatorio,108),1,5) +
                  '. Gracias.'),
                  'S',
                  'A'
            FROM Telemedicina.Receta R
                  INNER JOIN Experto.Medicamento M ON
R.IdMedicamento=M.Id
                  INNER JOIN Telemedicina.Paciente P ON R.IdEmpresa
= P.IdEmpresa AND R.IdPaciente = P.Id
            WHERE R.IdEmpresa = @IdEmpresa
                  AND R.IdPaciente = @IdPaciente
                  AND R.Id = @IdReceta

            IF (@@ERROR <> 0) GOTO PROBLEM

            /*2.- Ingreso los destinatarios del mensaje*/
            DECLARE @IdDestinatario SMALLINT
            SELECT @IdDestinatario = MAX(Id) FROM
Telemedicina.MensajeDestinatario WHERE IdEmpresa = @IdEmpresa AND
IdMensaje = @Id
            SET @IdDestinatario = ISNULL(@IdDestinatario, 0) + 1

            INSERT INTO Telemedicina.MensajeDestinatario
                  (
                  IdEmpresa,
                  IdMensaje,
                  Id,
                  TipoPersona,
                  IdPaciente,
                  IdFamiliar,
                  IdMedico,
                  Estado,
                  EstadoRegistro)
            VALUES(
                  @IdEmpresa,
                  @Id,
                  @IdDestinatario,
                  'P',              --Paciente
                  @IdPaciente,
                  NULL,
                  NULL,
                  'S',
                  'A')

            IF (@@ERROR <> 0) GOTO PROBLEM

            DECLARE @IdFamiliar AS TINYINT
            DECLARE CURSORFAMILIAR CURSOR FOR
            SELECT Id
            FROM Telemedicina.Familiar
            WHERE IdEmpresa=@IdEmpresa
                  AND IdPaciente=@IdPaciente
                  AND RecibeNotificacion=1
                  AND EstadoRegistro='A'

            OPEN CURSORFAMILIAR
            FETCH NEXT FROM CURSORFAMILIAR
            INTO @IdFamiliar
            WHILE @@fetch_status = 0
            BEGIN
```

```
                  SELECT @IdDestinatario = MAX(Id) FROM
Telemedicina.MensajeDestinatario WHERE IdEmpresa = @IdEmpresa AND
IdMensaje = @Id
                  SET @IdDestinatario = ISNULL(@IdDestinatario, 0) +
1

                  INSERT INTO Telemedicina.MensajeDestinatario
                        (
                        IdEmpresa,
                        IdMensaje,
                        Id,
                        TipoPersona,
                        IdPaciente,
                        IdFamiliar,
                        IdMedico,
                        Estado,
                        EstadoRegistro)
                  VALUES(
                        @IdEmpresa,
                        @Id,
                        @IdDestinatario,
                        'F',              --Familiar
                        @IdPaciente,
                        @IdFamiliar,
                        NULL,
                        'S',
                        'A')

                        IF (@@ERROR <> 0) GOTO PROBLEM

            FETCH NEXT FROM CURSORFAMILIAR
            INTO @IdFamiliar
            END
            CLOSE CURSORFAMILIAR
            DEALLOCATE CURSORFAMILIAR

            /*3.- Reviso si ya ha culminado su periodo para
desactivarlo*/
            UPDATE Telemedicina.Receta SET
            Activo=0
            WHERE IdEmpresa = @IdEmpresa
                  AND IdPaciente = @IdPaciente
                  AND Id= @IdReceta
                  AND FechaRecordatorio >= FechaFin

            IF (@@ERROR <> 0)GOTO PROBLEM

            /*Actualizo a la nueva fecha de recordatorio si aun esta
activo*/
            UPDATE Telemedicina.Receta SET
            FechaRecordatorio = DATEADD(hh, Frecuencia,
FechaRecordatorio)
            WHERE IdEmpresa = @IdEmpresa
                  AND IdPaciente = @IdPaciente
                  AND Id = @IdReceta
                  AND Activo = 1

            IF (@@ERROR <> 0) GOTO PROBLEM

      FETCH NEXT FROM CURSOREMPRESA
```

```
        INTO @IdEmpresa, @IdPaciente, @IdReceta
        END
        CLOSE CURSOREMPRESA
        DEALLOCATE CURSOREMPRESA

        COMMIT TRAN
        RETURN 0

        PROBLEM:
        ROLLBACK TRAN
        DECLARE @MENSAJEERROR VARCHAR(50)
        SET @MENSAJEERROR = ERROR_MESSAGE()
        RAISERROR (@MENSAJEERROR,10,1)
        RETURN 1

END
```

CONCLUSIONES

El proyecto implementó una solución integrada que une dos ciencias, la medicina por su parte que proporciona a los seres humanos la oportunidad de solución a afección en la salud y la tecnología que se ha convertido en un pilar fundamental en el desarrollo y la evolución humana.

Nuestro proyecto ha usado la tecnología para desarrollar el sistema de telemedicina que proporciona ayuda a todas las personas que lo requieran dándole control sobre una afección de gran consecuencia para la salud humana como son los trastorno de presión arterial.

A lo largo de nuestra investigación se pudo concluir que el problema principal de esta afección es sin duda alguna el desconocimiento que una persona tiene acerca del padecimiento de la afección, el control y el monitoreo de forma adecuada y precisa es una medida eficiente de evitar consecuencias irreparables para nuestro organismo.

Nuestro sistema es la solución para el problema que describimos, proporciona el control y monitoreo de forma remota y en línea de la presión arterial de tal manera que se pueda contar con datos necesarios para la evaluación y solución de la afección del paciente.

No solo proporciona datos al médico, sino que también constituye una herramienta que ayuda en el diagnóstico de la afección y la adecuada medicación, también es una herramienta muy útil para los familiares ya que ayuda al monitoreo en línea a través de internet, proporciona alertas y recordatorios a familiares y pacientes por medio de sms.

Es una herramienta que usa las tecnologías de comunicación para proveer servicios útiles y de gran apoyo para familiares, médicos y pacientes.

RECOMENDACIONES

El proyecto contempla el uso de internet, bluetooth y sms como medios de comunicación de información por lo que se recomienda siempre la disponibilidad de los mismo, internet en los consultorios médicos, donde los familiares o pacientes, además de un teléfono celular con capacidad de soportar aplicaciones java y con servicio de mensajería disponible.

El sistema depende estrechamente de la alimentación de información ya que esta formará parte de la base de conocimiento por lo que es recomendado que toda información ingresada sea estrictamente real, cabe recalcar que toda la información estará salvaguardada y goza del derecho de confidencialidad que merece.

Se recomienda también a los familiares el monitoreo constante del paciente de manera presencial, la herramienta es de gran ayuda pero hay que recordar que se basa en el adecuado uso por parte del paciente por lo que existe el margen de error humano.

BIBLIOGRAFIA

Textos Guías:

- Castillo Luis, Manejo de Hipertensión arterial en poblaciones de alto riesgo, Universidad de Magdalena, 2007.

- Caudales Egllery, "Prevalencia de hipertensión: raza y nivel educacional", Rev. Cubana Cardiovascular.

- Dr. José F. Guadalajara, Cardiología.

- J. Preston, Telemedicina (1992).

- Lemos Katherine, "Hipertensión Arterial esencial en niños y adolescentes: Factores de riesgo y características", Revista de Postgrado de la Vía Cátedra de Medicina, Nº 164 – Diciembre 2006.

- Messerli FH, Williams B,Ritz E, Essential hypertension, (2007).

- Pressman Roger, Ingeniería de Software un enfoque practico, 6ta edición, Editorial McGraw-hill, México, 2005.

- Prieto J. Manuel, Manual de Programación Java.

- Stevens, Sistemas Expertos, (1984).

- Tortora GJ y Grabowski SR, Principios de anatomía y fisiología, (1998).

Enlaces en Internet:

- Arquitectura J2ME.
  Disponible en:
  http://grasia.fdi.ucm.es/j2me/_J2METech/index.html

- Estadísticas INEC.
  Disponible en:
  Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), Anuario de Estadísticas vitales: Nacimientos y Defunciones 2008.

- Estandarizaciones de Internet.
  Disponible en:
  W3C, organismo de estandarización de internet.

- Hipertensión
  Disponible en:
  - http://www.tuvozentuvida.com/2010/11/01/causas-tratamientos-hipertension/
  - http://www.portalesmedicos.com/noticias/dia_mundial_hipertension_arterial_ 080530.htm
  - http://www.portalesmedicos.com/noticias/dia_mundial_hipertension_arterial_ 080530.htm
  - http://es.wikipedia.org/wiki/

- Introducción a la tecnología bluetooth.
  Disponible en:
  http://es.kioskea.net/contents/bluetooth/bluetooth-intro.php3

- Sistemas Probabilísticos.
  Disponible en:
  http://www.monografias.com/trabajos57/sistema-probabilistico/sistema-probabilistico.shtml

- Tecnologías Microsoft.

  Disponible en:

  - Microsoft Corporation, “La arquitectura orientada a servicios de Microsoft aplicada al mundo real”, Diciembre 2006.
  - MSDN, Microsoft.
  - Libros de TechNet, Microsoft.

- Tecnologías web.

  Disponible en:

  http://tecnologiasweb-manuel.blogspot.com/

- Telemedicina.

  Disponible en:

  - http://carolinabcdc.blogspot.com/
  - http://es.wikipedia.org/wiki/

A N E X O S

1. Manual de usuario del sistema experto de telemedicina.

MANUAL DE USUARIO

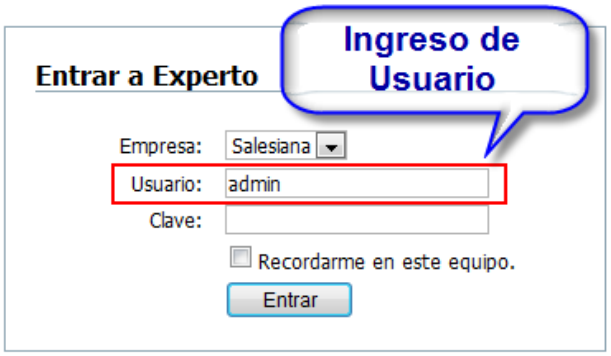
A continuacion en este manual se describira todos los campos y acciones que tiene el sistema experto.

VENTANA PRINCIPAL DE BIENVENIDA DEL SISTEMA EXPERTO.

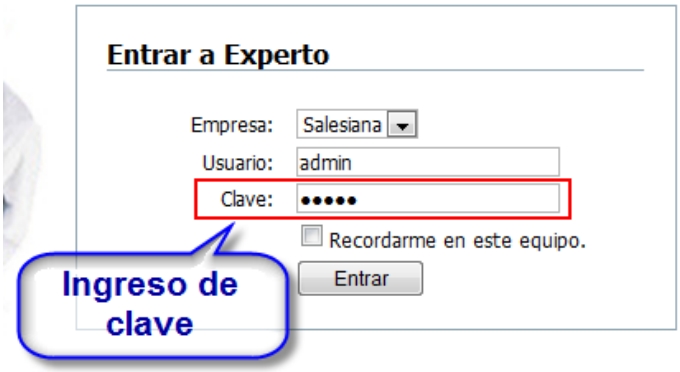
Antes del ingreso al sistema llenar los siguientes campos

SELECCIÓN DE EMPRESA.- Seleccionar la empresa para la cual el usuario labora (médicos) o lugar de atención del paciente (familiares).

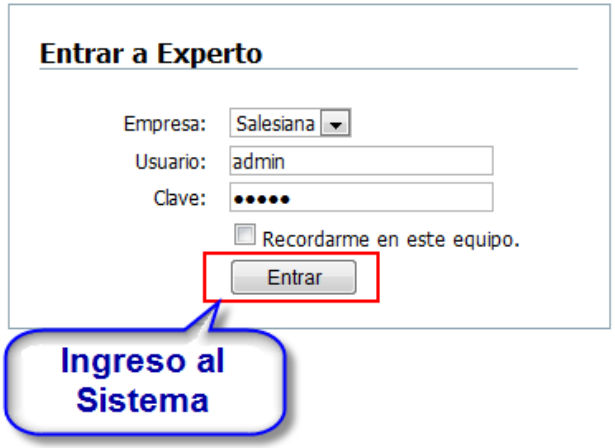
INGRESO DE USUARIO.- Ingresar en cuadro de texto el nombre del usuario que se le fue creado o designado.



INGRESO DE CLAVE.- Ingresar en el cuadro de texto la clave de dicho nombre de usuario asignado.



INGRESO AL SISTEMA.- Una vez introducido el nombre de usuario con su respectiva clave en el campo clave se ingresa al sistema dando clic al botón Entrar.



VISTA DEL SISTEMA EXPERTO COMO USUARIO TIPO ADMIN.

Una vez ingresado al Sistema Experto estará compuesto por distintas áreas:

AREA DE EXPLORACIÓN.- El administrador tendrá acceso a todos los grupos del área de exploración para poder editar, crear, modificar o actualizar cualquier campo.

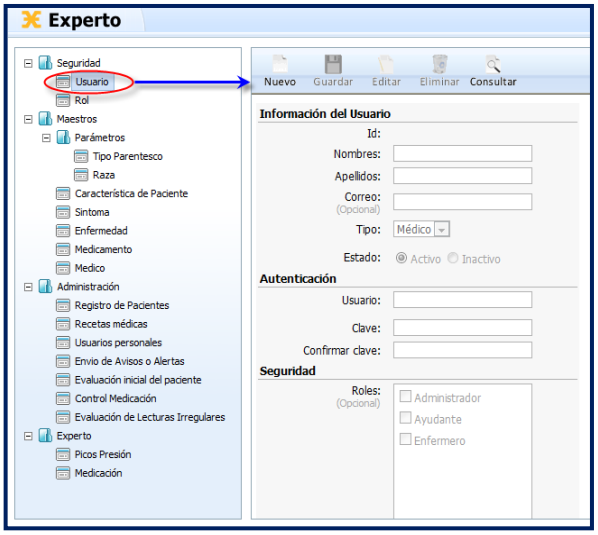
AREA DE TRABAJO.- En el área de trabajo se visualizara el formulario de cualquier campo seleccionado, en él se podrá editar, crear, modificar o actualizar.

SALIR DEL SISTEMA.- Permitirá salir del sistema o cerrar sesión del usuario.

GRUPO SEGURIDAD

CAMPO USUARIO

USUARIO.- El campo usuario permitirá crear un usuario y guardarlo. Se podrá también editar, eliminar y consultar cualquier usuario ingresado al sistema.



NUEVO.- Permite crear un nuevo usuario. Estará dividida en 3 grupos:

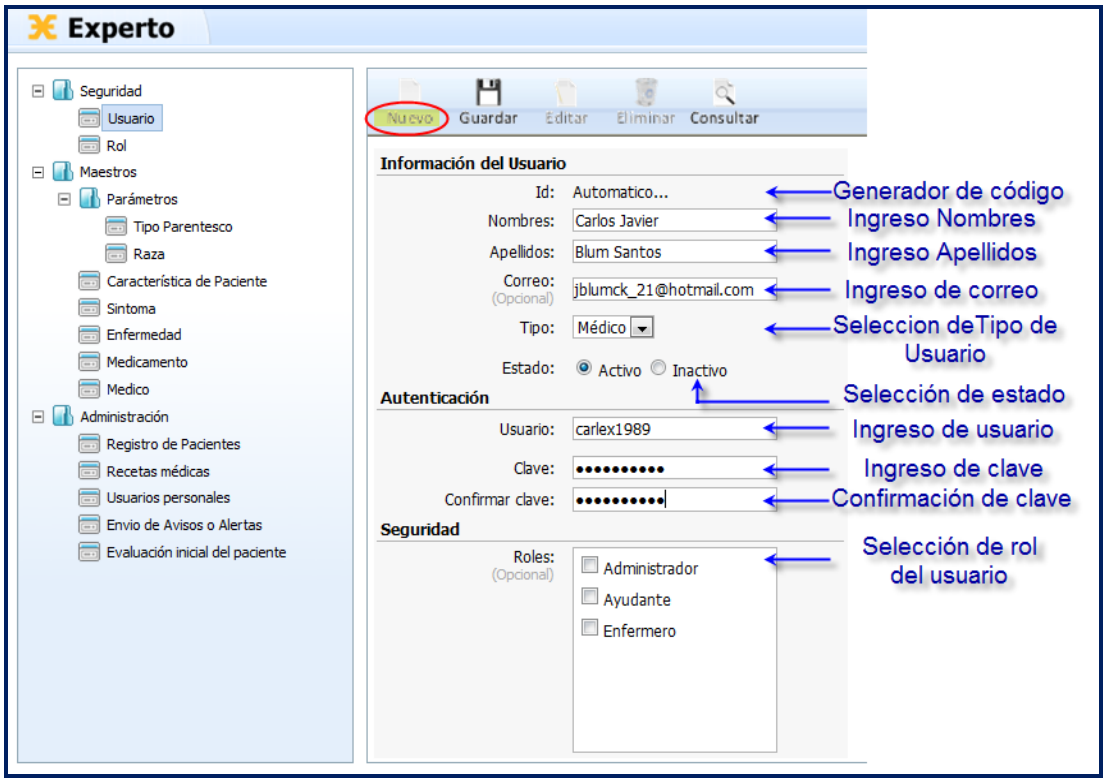
Información del usuario.- Ingreso de datos personales (*)

Autenticación.- Ingreso de nombre de usuario y clave otorgado por el administrador. (*)

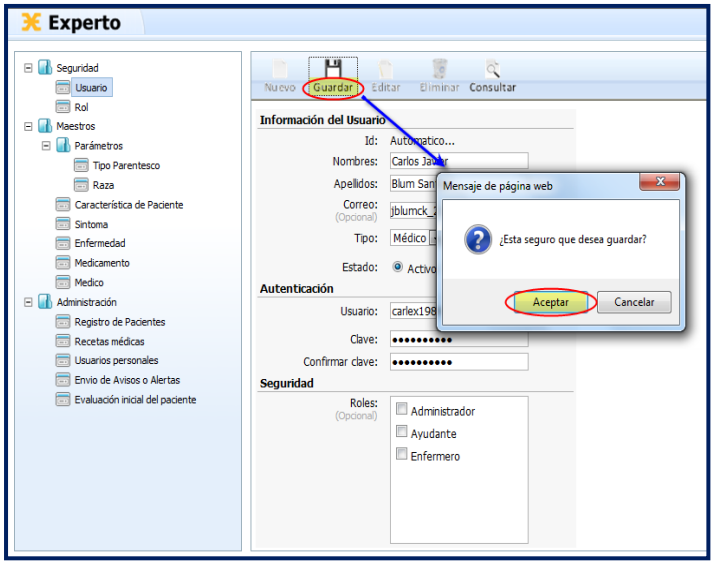
Seguridad.- Selección del rol de dicho usuario (opcional).

(*) Estos grupos deben ser ingresados obligatoriamente.

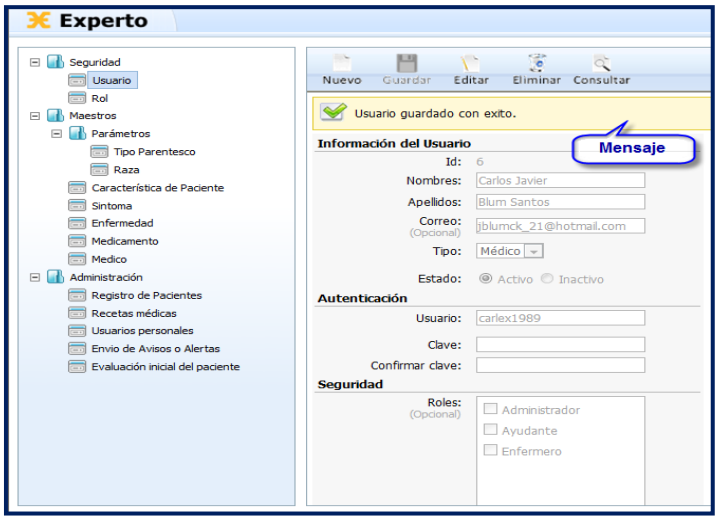
Nota: Existirán 3 tipos de usuarios: usuario administrador, usuario familiar y usuario médico.



GUARDAR.- Permite guardar el usuario creado en la base de datos del sistema. También guarda cuando se edita un usuario existente.



MENSAJE.- Mensaje de confirmación de usuario guardado con éxito.

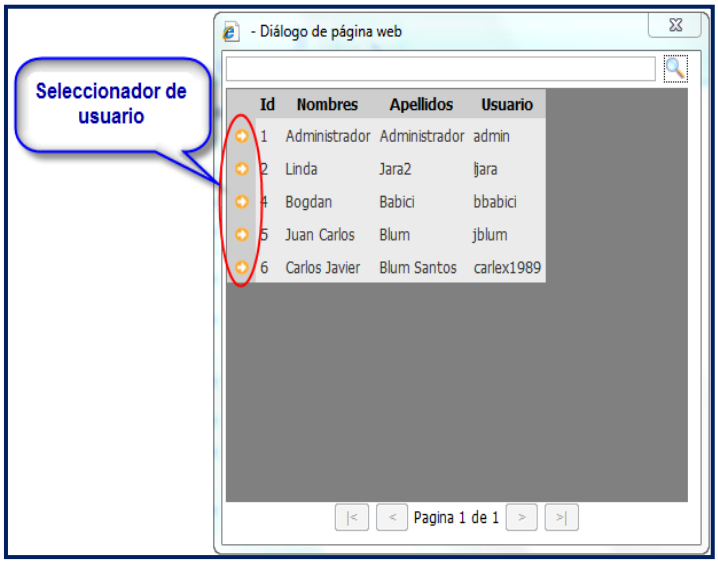


CONSULTAR.- Enlaza a una nueva ventana llamada cuadro de búsqueda. Esta ventana está compuesta por búsqueda por nombre, búsqueda general y el área de usuarios encontrados.

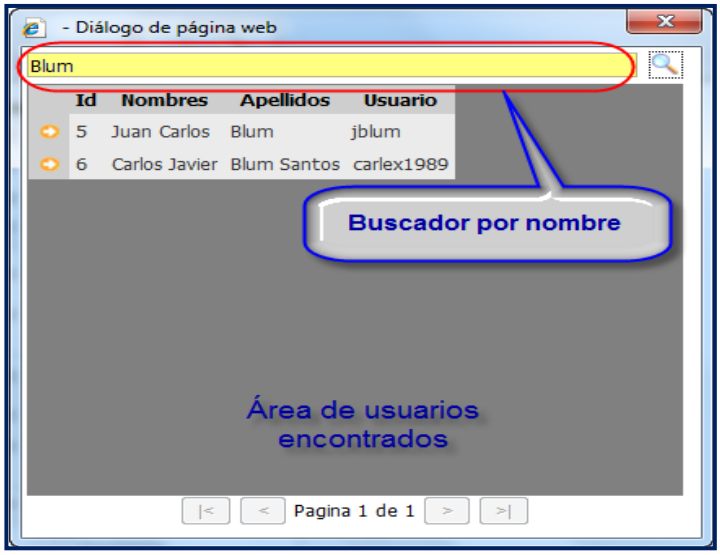
TIPOS DE CONSULTAS:

BÚSQUEDA GENERAL.- Consulta o busca usuarios existentes en el sistema Experto.

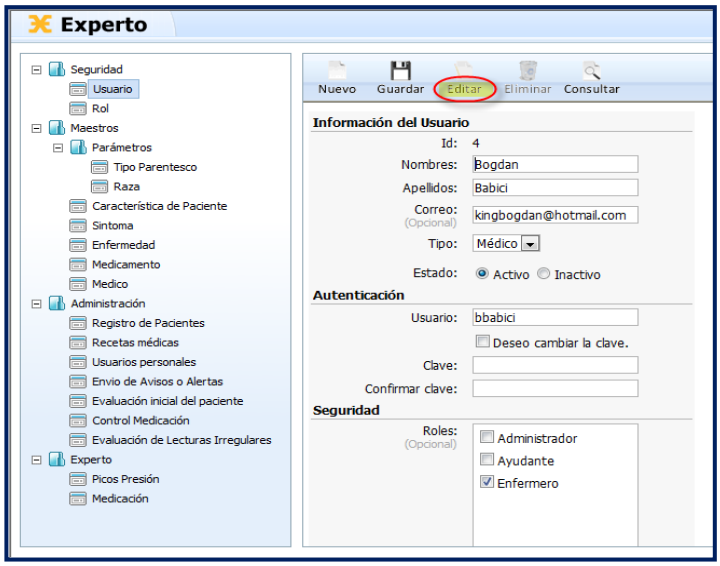
SELECCIONADOR DE USUARIO.- Permite ingresar a dicho usuario para modificarlo o eliminarlo.



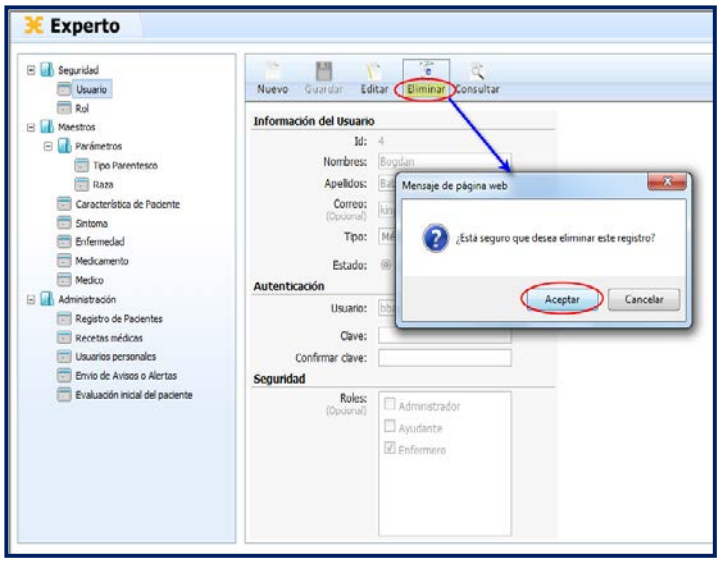
BUSCADOR POR NOMBRE.- Ingreso del nombre del usuario y búsqueda del mismo.



EDITAR.- Modifica un usuario encontrado en la búsqueda.

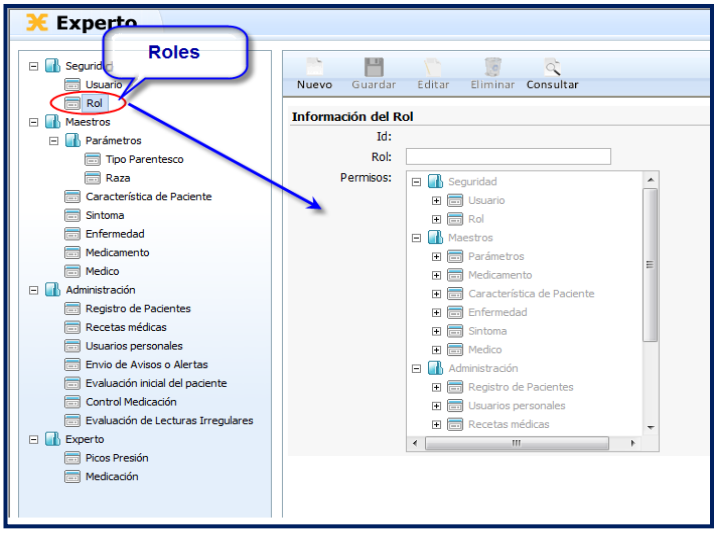


ELIMINAR.- Permite eliminar un registro o usuario existente.



CAMPO ROL

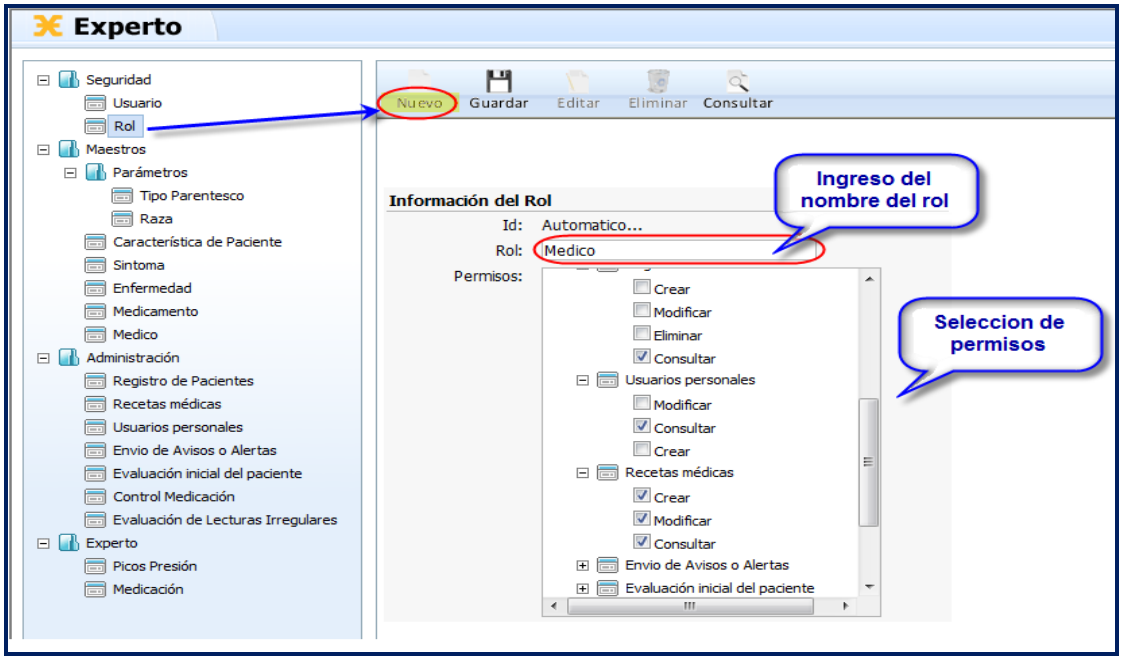
ROL.- Es el perfil o rol del usuario dentro del sistema, es el conjunto de permisos que tiene un usuario dentro de esta aplicación



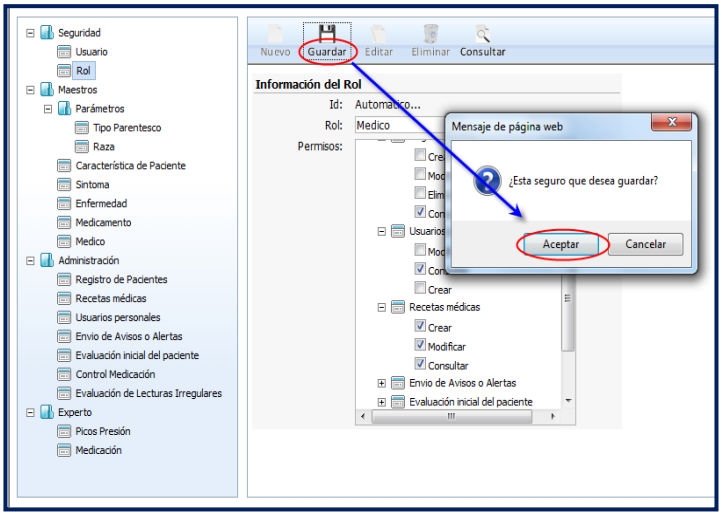
NUEVO.- Permite crear un nuevo Rol, este nuevo rol se añadirá a la lista de roles para especificar qué clase de usuario es, con que permisos se le otorgará.

Ingreso del nombre del rol.- Permite ingresar o escribir el nombre del nuevo Rol que se va a crear.

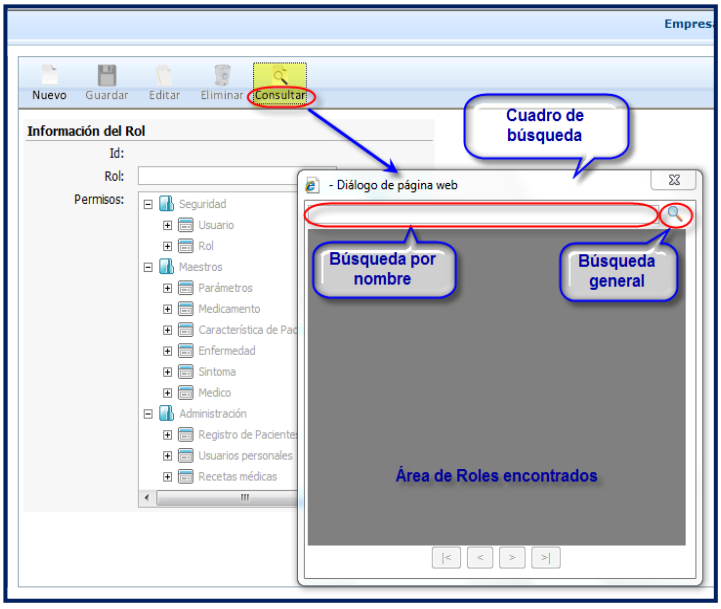
Selección de permisos.- Esta ventana permite la selección de diferentes tipos de permisos que se le otorgara al nuevo rol a crear para los diferentes campos del sistema Experto, aquí se podrá seleccionar permisos como de CREAR, MODIFICAR, ELIMINAR y CONSULTAR.



GUARDAR.- Permite al administrador guardar el ROL creado en la base de datos del sistema añadiéndolo a la lista de roles de los usuarios a crear. También guarda cuando se edita o modifica un ROL existente.



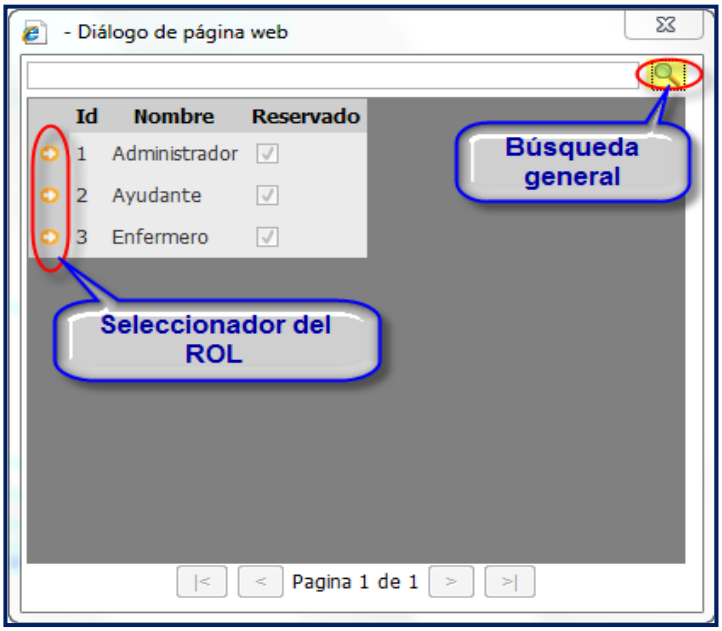
CONSULTAR.- Enlaza a una nueva ventana llamada cuadro de búsqueda. Esta ventana está compuesta por búsqueda por nombre, búsqueda general y el área de Roles encontrados.



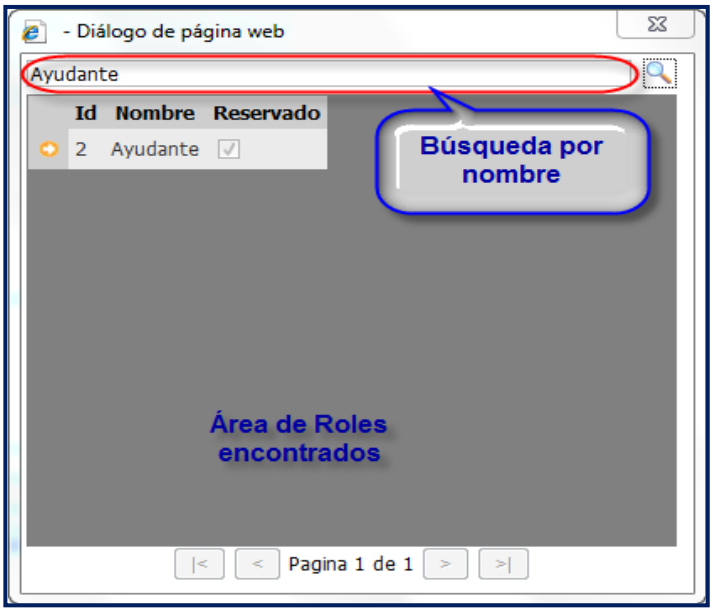
***TIPOS DE CONSULTA*:**

BÚSQUEDA GENERAL.- Consulta o busca Roles existentes en el sistema Experto.

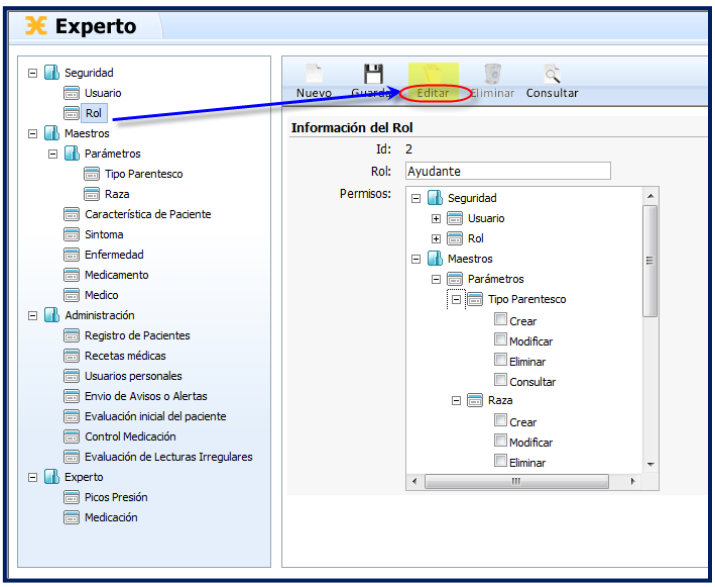
SELECCIONADOR DEL ROL.- Permite ingresar a dicho Rol para modificarlo o eliminarlo.



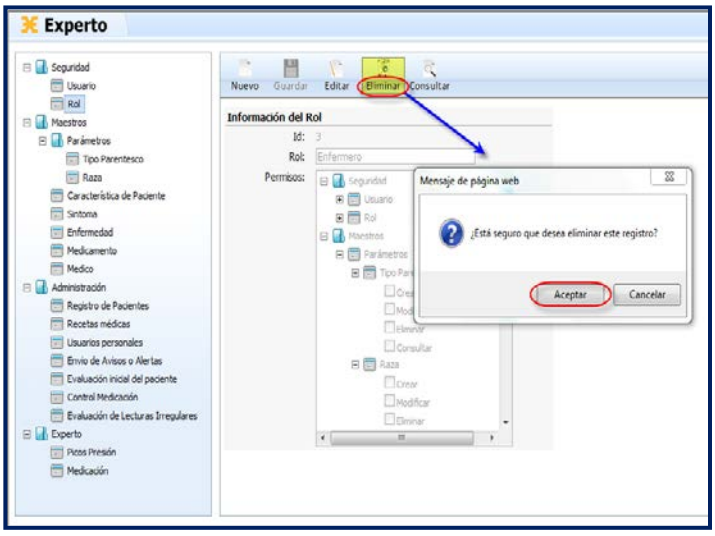
BUSCADOR POR NOMBRE.- Ingreso del nombre del rol y búsqueda del mismo.



EDITAR.- Modifica un ROL encontrado en la búsqueda.

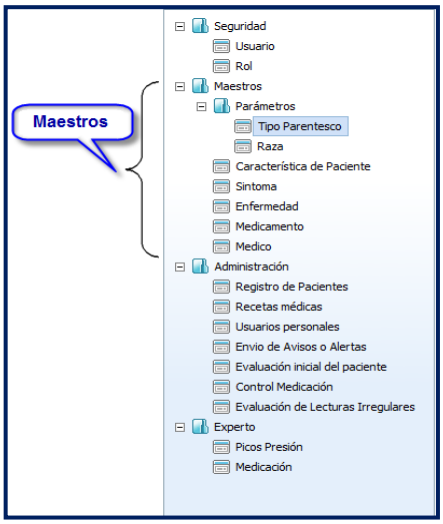


ELIMINAR.- Permite eliminar un registro o ROL existente en la base del Sistema Experto.



GRUPO MAESTROS

Son todos los catálogos de parámetros del sistema. Estos se visualizaran en el grupo administración a la hora de registrar un paciente.



CAMPO TIPO DE PARENTESCO

TIPO PARENTESCO.- Permitirá ver, crear, editar o eliminar el tipo de parentesco que un familiar tiene con un paciente.

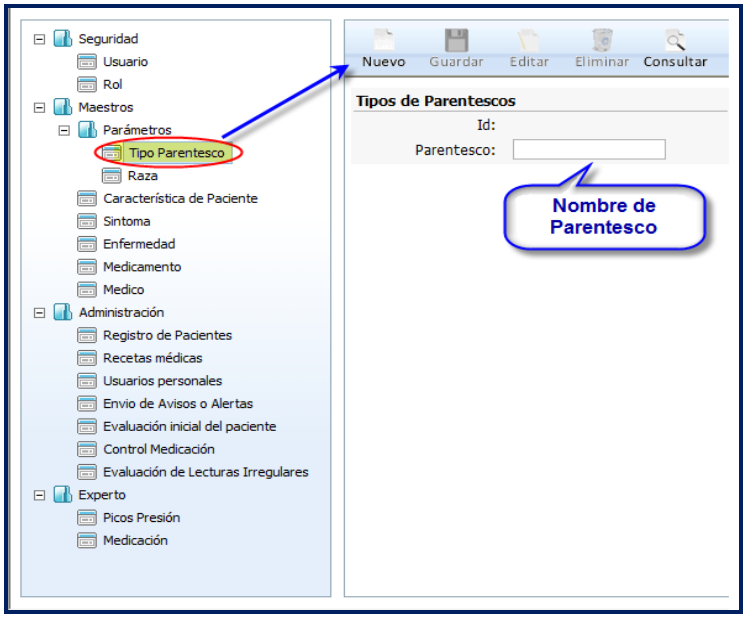
NUEVO.- Permite ingresar al sistema un nuevo tipo de parentesco.

GUARDAR.- Guarda en el sistema el nuevo tipo creado o editado de uno existente.

CONSULTAR.- Permite buscar en el sistema un tipo de parentesco existente.

EDITAR.- Permite modificar un tipo de parentesco existente en la búsqueda.

ELIMINAR.- Permite eliminar un registro existente en la base del Sistema Experto.



CAMPO RAZA

RAZA.- Permitirá ver, crear, editar o eliminar la raza que podrá tener un paciente.

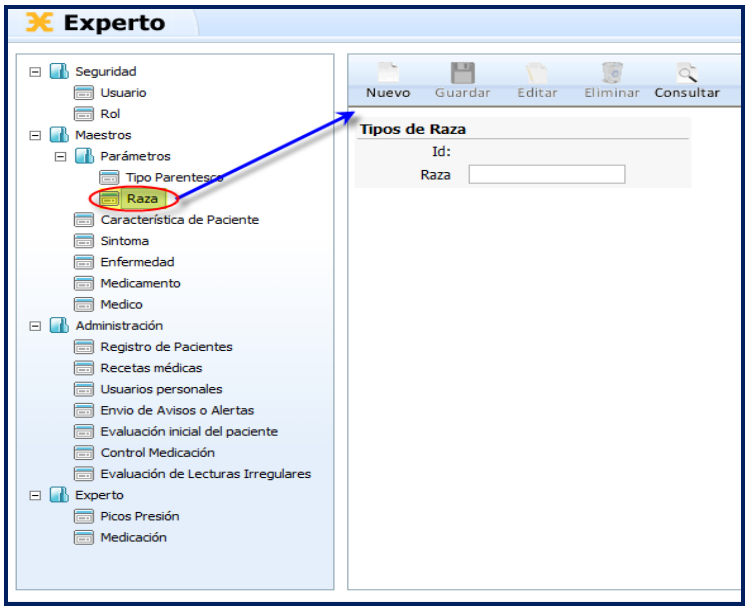
NUEVO.- Permite ingresar al sistema un nuevo tipo de raza.

GUARDAR.- Guarda en el sistema el nuevo tipo de raza creado o editado de uno existente.

CONSULTAR.- Permite buscar en el sistema un tipo de raza existente.

EDITAR.- Permite modificar un tipo de raza existente en la búsqueda.

ELIMINAR.- Permite eliminar un registro existente en la base del Sistema Experto.



CAMPO CARACTERISTICAS DEL PACIENTE

CARACTERISTICAS DEL PACIENTE.- Permitirá ver, crear, editar o eliminar la característica que podrá tener un paciente.

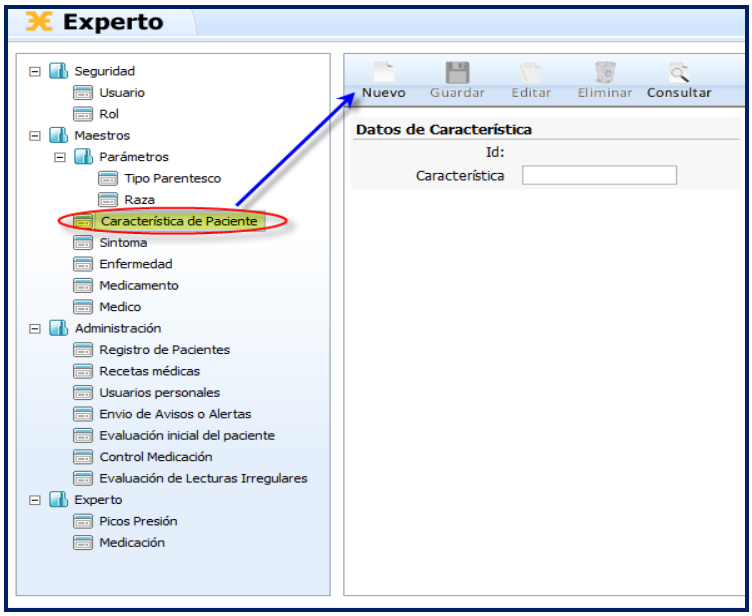
NUEVO.- Permite ingresar al sistema una nueva característica de un paciente.

GUARDAR.- Guarda en el sistema la nueva característica creada o editada de uno existente.

CONSULTAR.- Permite buscar en el sistema una característica de un paciente existente.

EDITAR.- Permite modificar una característica existente en la búsqueda.

ELIMINAR.- Permite eliminar un registro existente en la base del Sistema Experto.



CAMPO SÍNTOMA

SÍNTOMA.- Permitirá ver, crear, editar o eliminar algún síntoma que podrá tener un paciente.

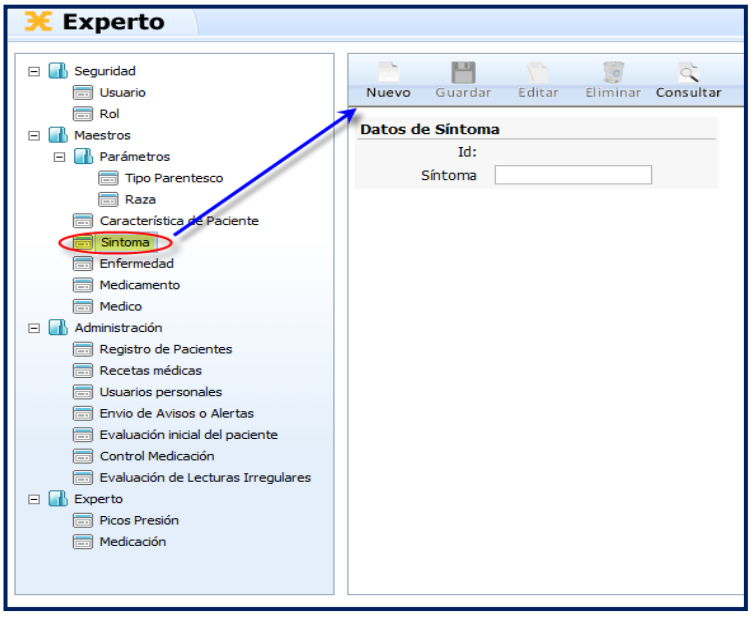
NUEVO.- Permite ingresar al sistema un nuevo síntoma de un paciente.

GUARDAR.- Guarda en el sistema el nuevo síntoma creado o editado de uno existente.

CONSULTAR.- Permite buscar en el sistema una característica de un paciente existente.

EDITAR.- Permite modificar un síntoma existente en la búsqueda.

ELIMINAR.- Permite eliminar un registro existente en la base del Sistema Experto.



CAMPO ENFERMEDAD

ENFERMEDAD.- Permitirá ver, crear, editar o eliminar una enfermedad que podrá tener un paciente.

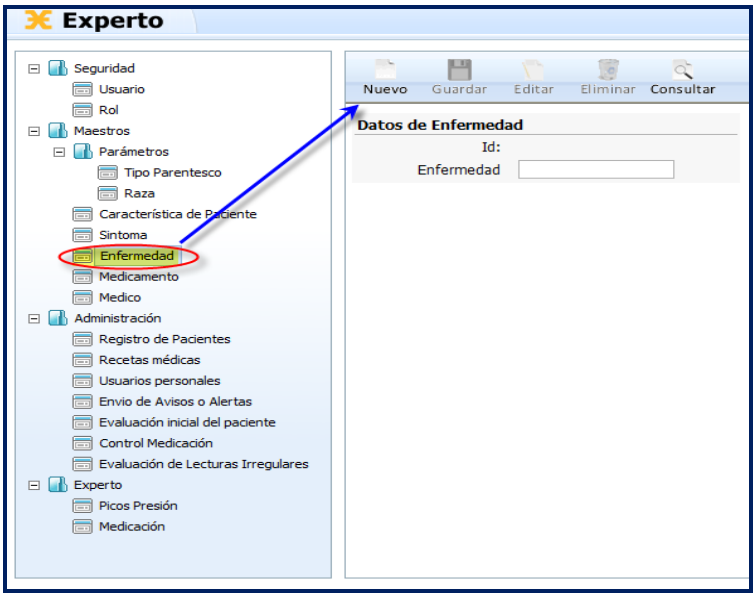
NUEVO.- Permite ingresar al sistema una nueva enfermedad.

GUARDAR.- Guarda en el sistema la nueva enfermedad creada o editada de uno existente.

CONSULTAR.- Permite buscar en el sistema una enfermedad existente.

EDITAR.- Permite modificar una enfermedad existente en la búsqueda.

ELIMINAR.- Permite eliminar un registro existente en la base del Sistema Experto.



CAMPO MEDICAMENTO

MEDICAMENTO.- Permitirá ver, crear, editar o eliminar un medicamento de la lista.

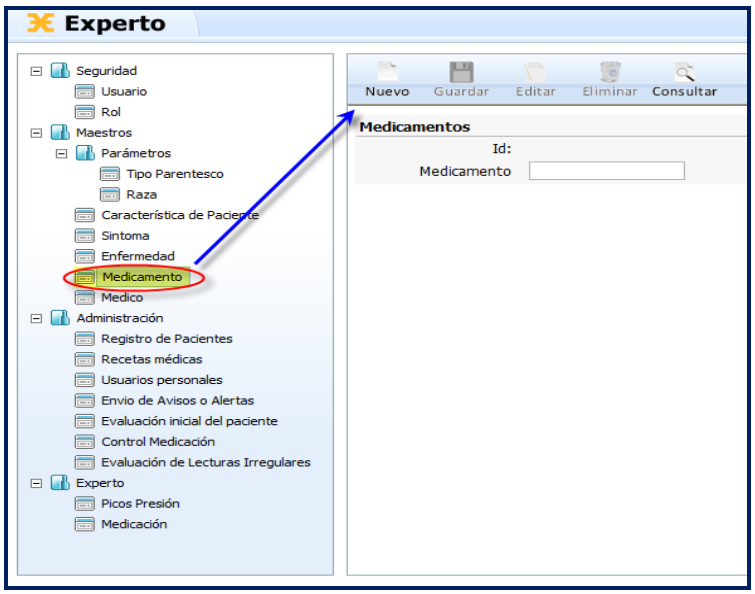
NUEVO.- Permite ingresar al sistema un nuevo medicamento para ser suministrado.

GUARDAR.- Guarda en el sistema el nuevo medicamento creado o editado de uno existente.

CONSULTAR.- Permite buscar en el sistema un medicamento existente.

EDITAR.- Permite modificar un medicamento existente en la búsqueda.

ELIMINAR.- Permite eliminar un registro existente en la base del Sistema Experto.



CAMPO MÉDICO

MÉDICO.- Permitirá ver, crear, editar o eliminar los datos de un medico de la lista.

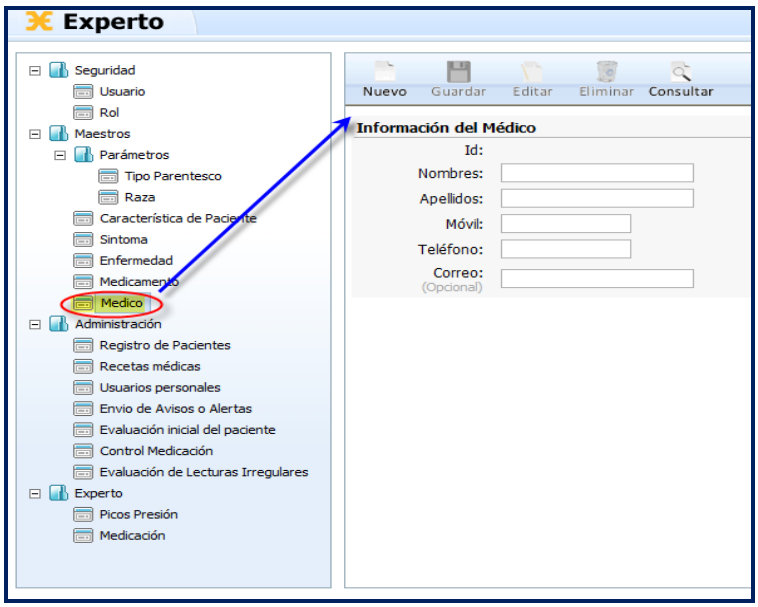
NUEVO.- Permite ingresar al sistema datos de un nuevo médico.

GUARDAR.- Guarda en el sistema los datos del nuevo médico creado o editado de uno existente.

CONSULTAR.- Permite buscar en el sistema los datos de un médico.

EDITAR.- Permite modificar los datos de un médico existente en la búsqueda.

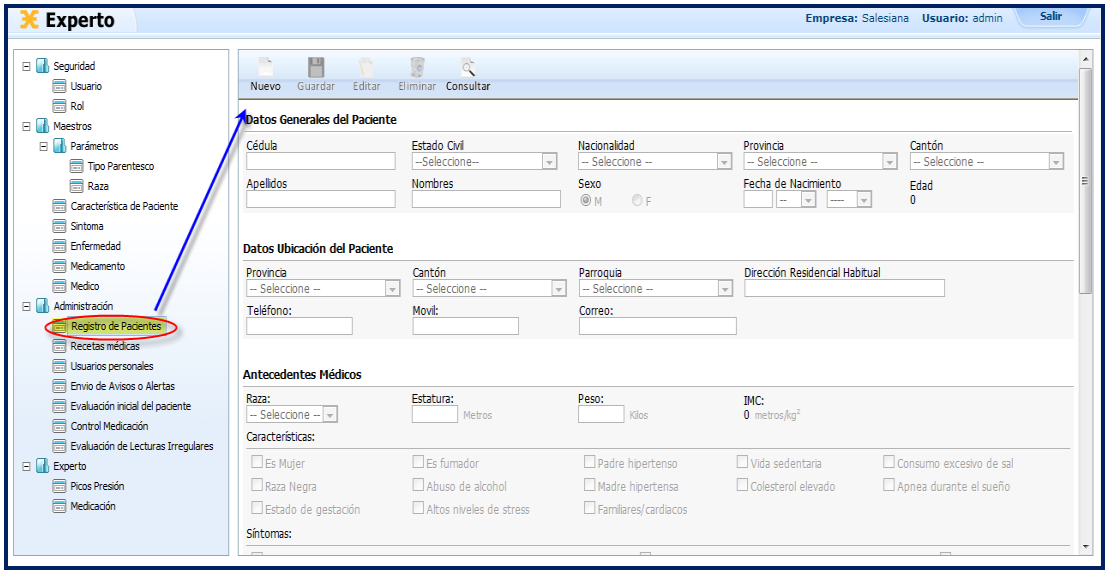
ELIMINAR.- Permite eliminar un registro existente en la base del Sistema Experto



GRUPO ADMINISTRACION

CAMPO REGISTRO DE PACIENTE

REGISTRO DE PACIENTE.- Este campo permite ingresar al sistema información y datos del paciente y guardarlo a la base de datos. Se podrá también editar, eliminar y consultar cualquier registro de un paciente ingresado al sistema.



NUEVO.- Permite crear un nuevo registro de un paciente.

Esta ventana está dividida en 5 grupos:

Datos generales del Paciente.- Ingreso de datos personales del paciente como número de cédula, nombres, estado civil, nacionalidad, sexo, fecha de nacimiento, etc.

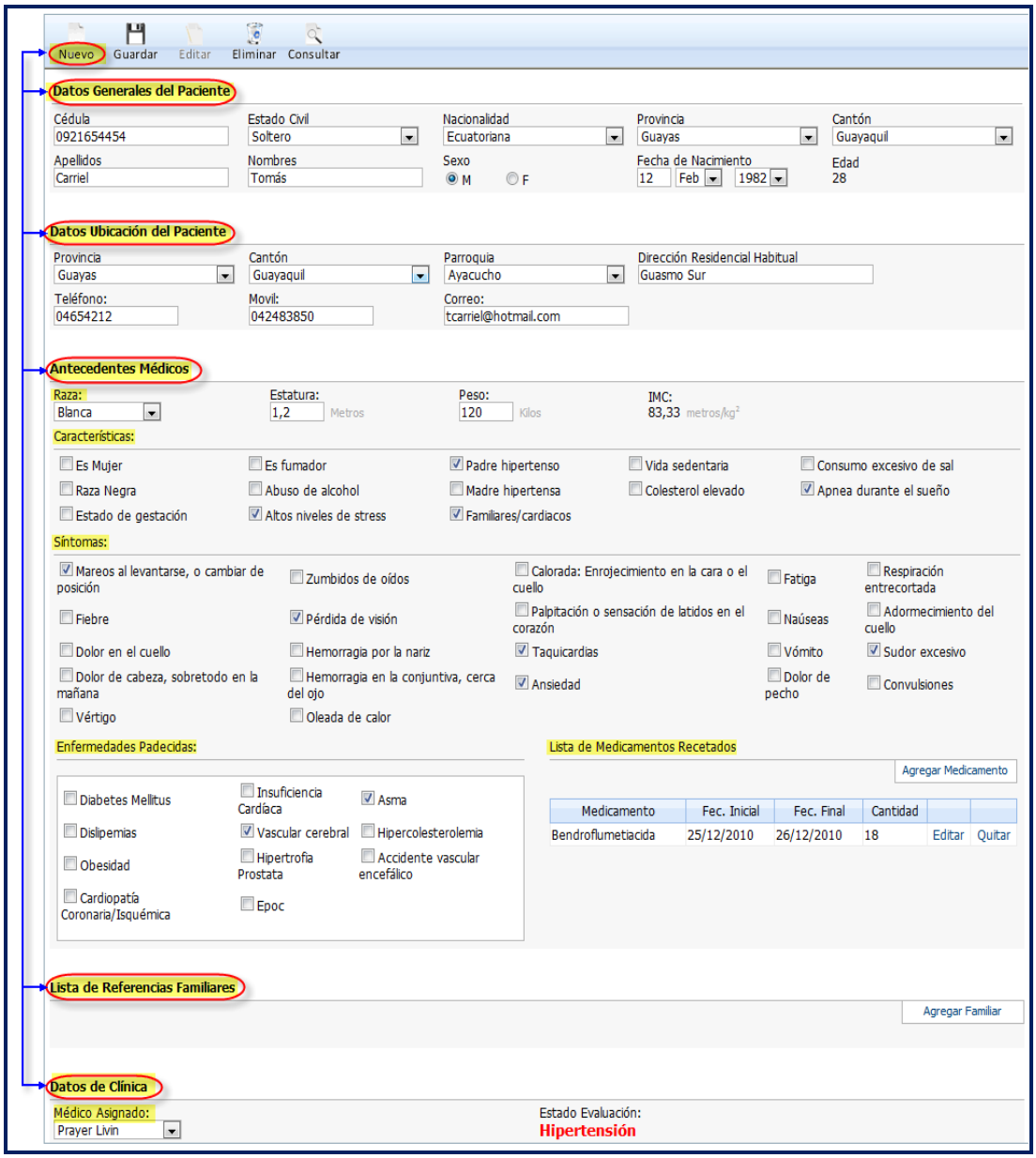
Datos de Ubicación del Paciente.- Ingreso de datos de ubicación y localización del paciente como lugar y dirección de donde reside, números de teléfono convencional y/o celular.

Antecedentes médicos.- Ingreso o selección de los antecedentes médicos del paciente o historial clínico como: síntomas del paciente, características del paciente, las enfermedades que padece, lista de medicamentos recetados y su raza. (*)

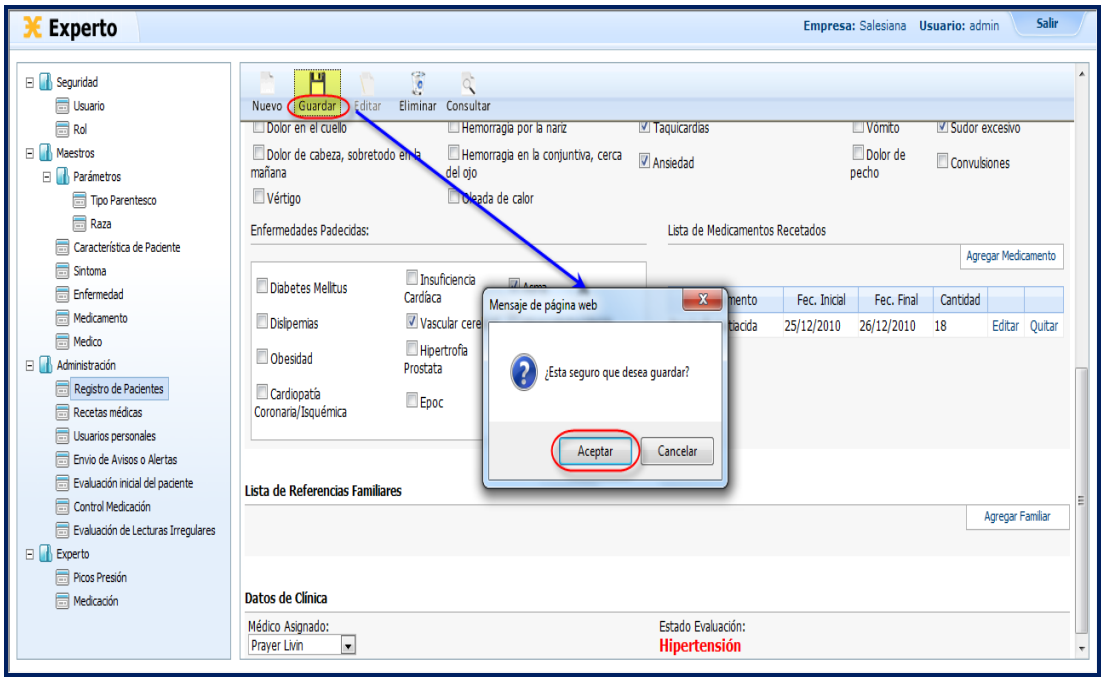
Lista de Referencia Familiares.- Selección de tipo de parentesco del familiar del paciente como también de datos personales de dicho familiar. (*)

Datos de clínica.- Selección del médico tratante del paciente. (*)

Nota: Los campos con (*) son otorgados por el grupo maestros, cada vez que se crea un nuevo campo de dicho grupo se visualizará en este formulario.



GUARDAR.- Permite guardar el registro del paciente creado en la base de datos del Sistema Experto. También guarda cuando se edita o se modifica un registro de un paciente existente en el Sistema Experto.

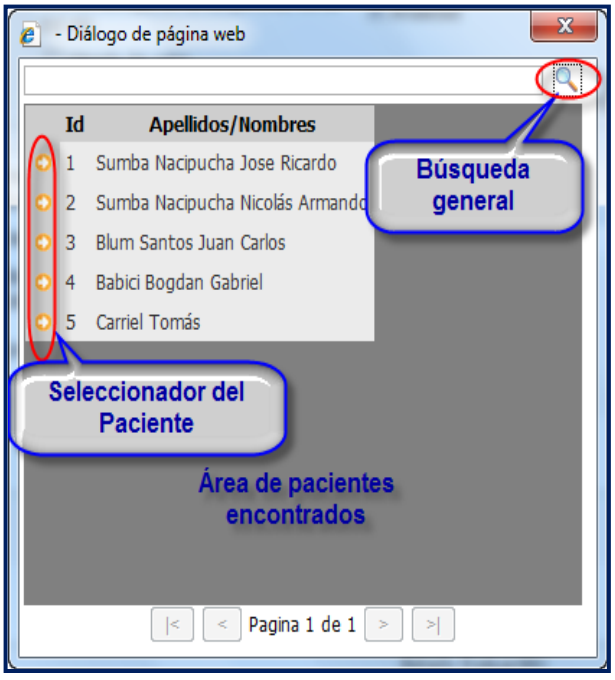


CONSULTAR.- Enlaza a una nueva ventana llamada cuadro de búsqueda. Esta ventana está compuesta por búsqueda por nombre, búsqueda general y el área de registros de pacientes encontrados.

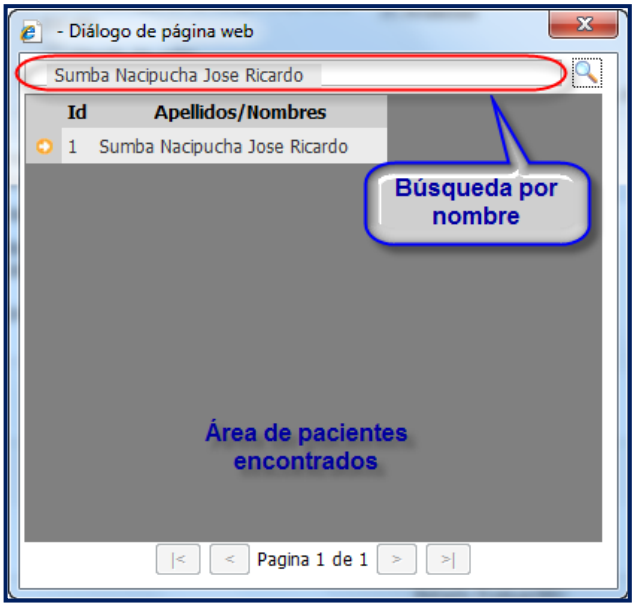
***TIPOS DE CONSULTA*:**

BÚSQUEDA GENERAL.- Consulta o busca registros de pacientes existentes en el sistema Experto.

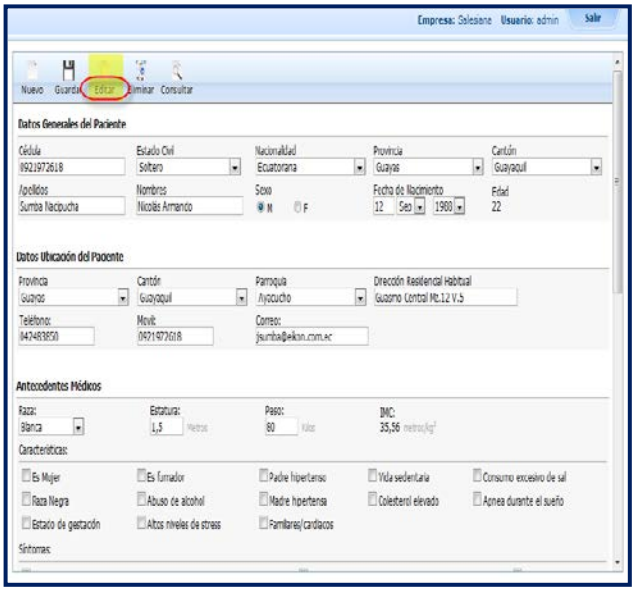
SELECCIONADOR DE PACIENTE.- Permite ingresar al formulario de un paciente para modificarlo o eliminarlo.



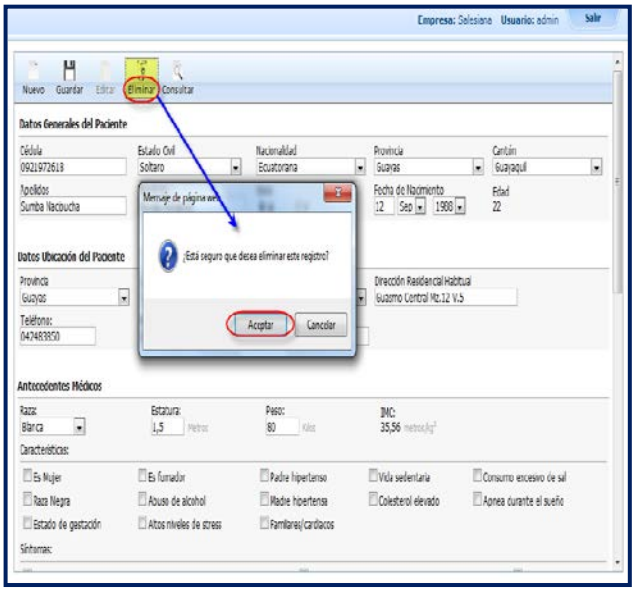
BUSCADOR POR NOMBRE.- Ingreso del nombre del paciente y búsqueda del mismo.



EDITAR.- Modifica un registro de un paciente encontrado en la búsqueda.

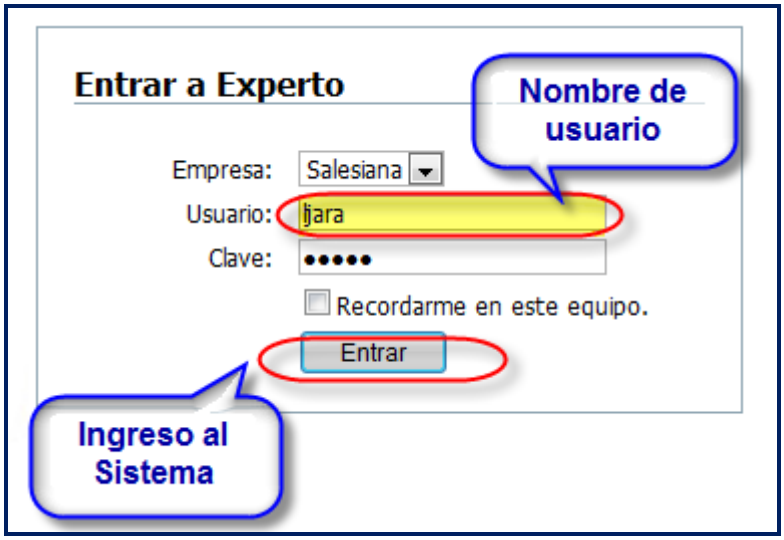


ELIMINAR.- Permite eliminar un registro o formulario de un paciente existente en la base del Sistema Experto.



VISTA DEL SISTEMA EXPERTO PARA USUARIO TIPO FAMILIAR

Ingreso al Sistema Experto por medio de un usuario tipo familiar del paciente en donde le llevara el control de su salud.



El sistema consta de algunas etiquetas con la que el usuario podrá realizar lo siguiente:

1.- Editar perfil.

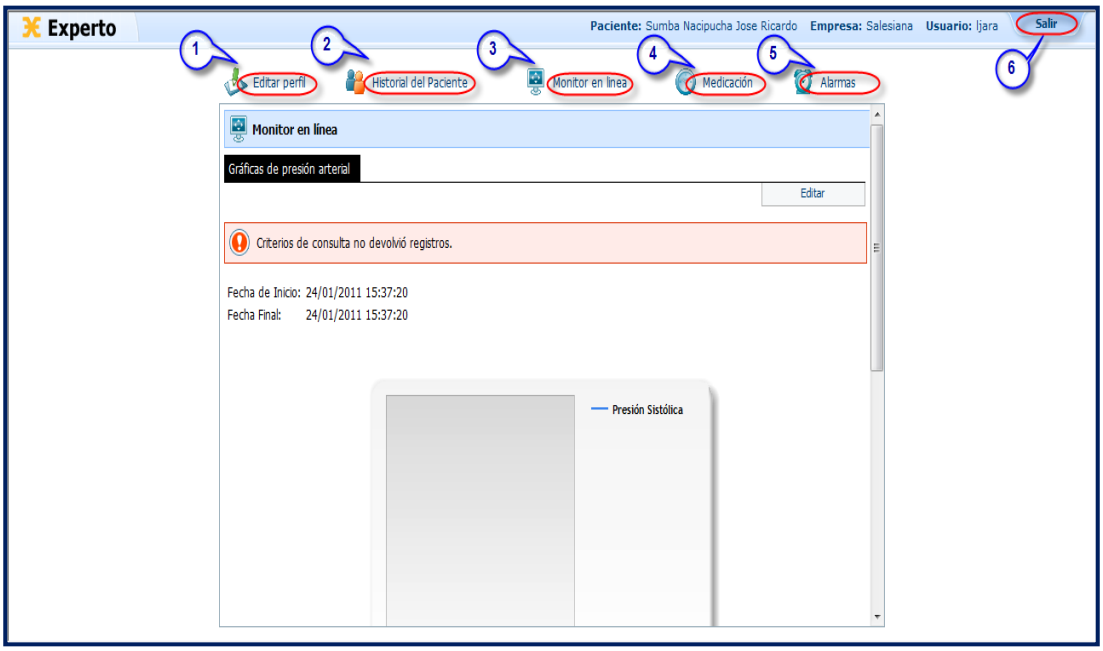
2.- Historial del Paciente.

3.- Monitor en línea.

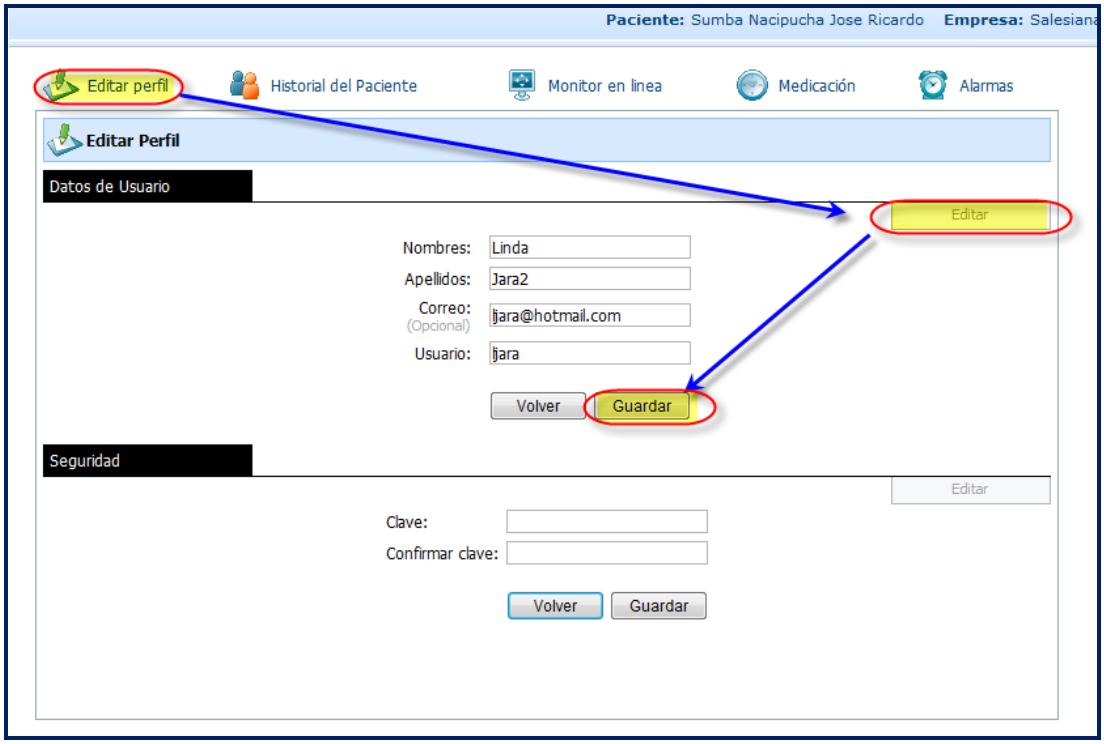
4.- Medicación.

5.- Alarmas.

6.- Salir.



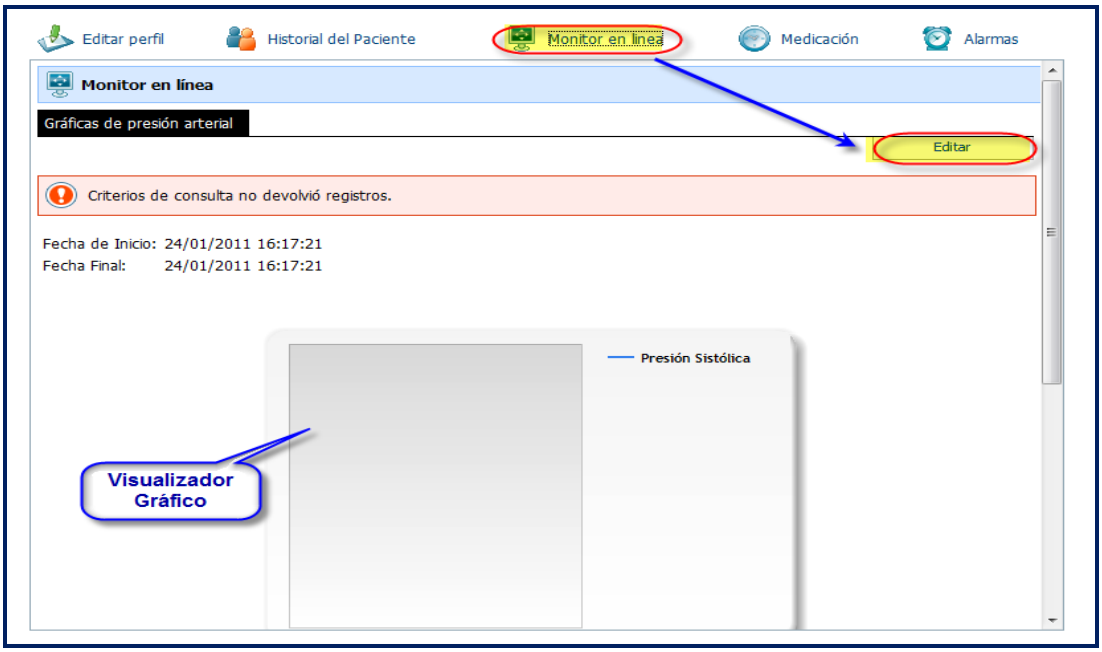
1.- EDITAR PERFIL: Permite al usuario cambiar sus datos, como también el nombre de usuario y contraseña.



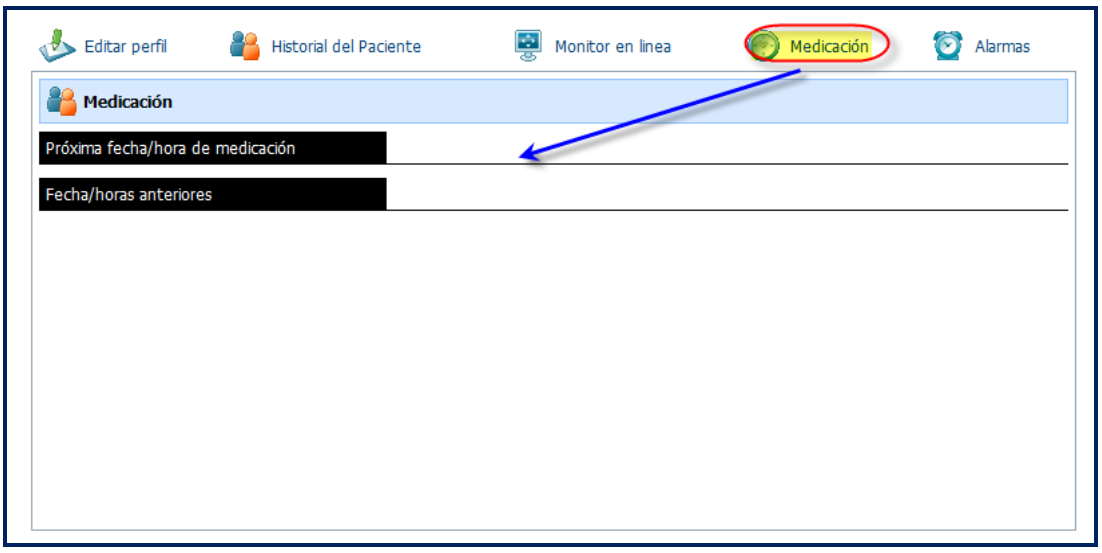
2.- HISTORIAL DEL PACIENTE: Permite al usuario estar al tanto de todo el historial clínico de su familiar, de sus enfermedades como también de los medicamentos recetados.

3.- MONITOR EN LINEA.- Permite monitorear la presión arterial del paciente visualizándolo en el visualizador gráfico. Así llevar control de cómo está la presión del paciente.

EDITAR.- Visualiza las presiones arteriales en un rango de fechas introducidas.



4.- MEDICACIÓN: Permite llevar un control estricto o un reporte de la medicación que se le suministrara al paciente. En él se reportara la fecha y hora de las medicaciones futuras y también de las medicaciones anteriores.

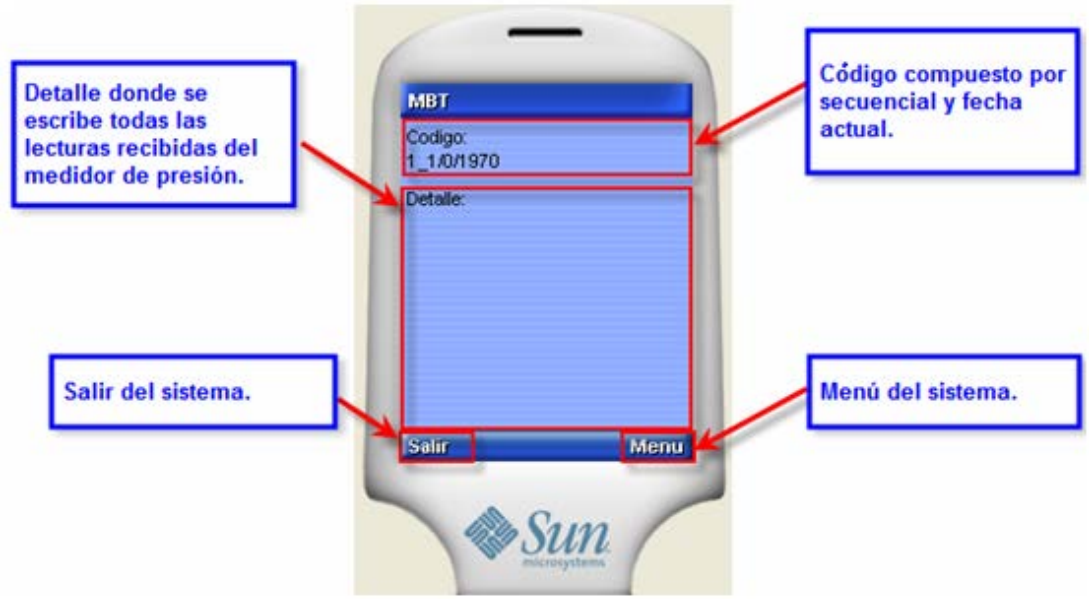


5.- ALARMAS: Generación de alarmas cuando la presión del paciente sea la incorrecta para la debida medicación inmediata.

6.- SALIR: Permite al usuario salir del sistema o cerrar sesión.

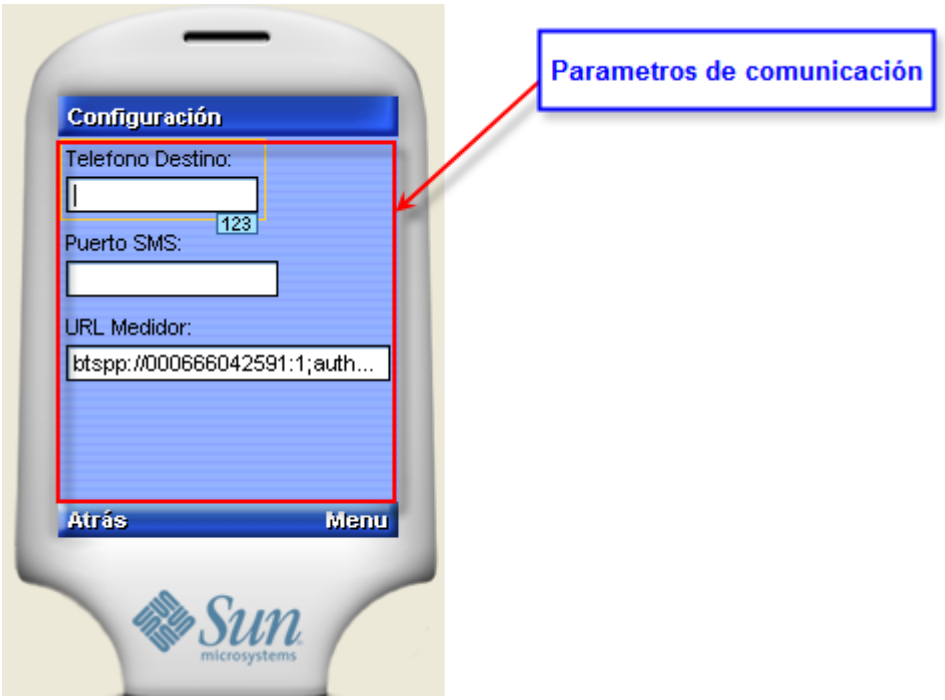
2. Manual de usuario del modulo MBT.

- Pantalla principal: Por defecto aparece la pantalla en “Nuevo”, y realiza la conexión con el medidor de presión para luego quedar a la espera de lecturas.



- Menú del Sistema: Operaciones que permite realizar la aplicación con las mediciones de presión.

- Configurar - Parámetros de comunicación: Indicar la cadena de conexión para el bluetooth, así como numero del chip q utiliza el servidor para recibir la trama por SMS.



- Listar - Almacenamiento de lecturas: Las lecturas son guardadas automáticamente en el celular, para usos posteriores.

- Limpiar: Borra todas las lecturas en la pantalla actual.

- Eliminar: Borra todas las lecturas en la pantalla actual.

- Conectar: Establece conexión con el medidor de presión

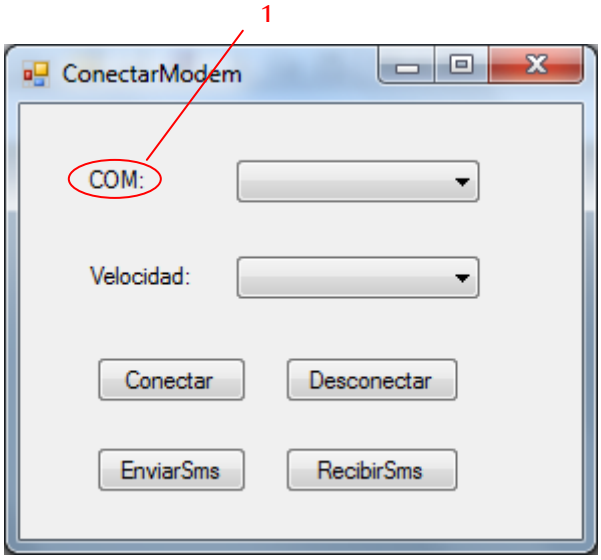
- Enviar: Envía un SMS con la trama hacia el servidor.

3. Manual de usuario del modulo MER-SMS.

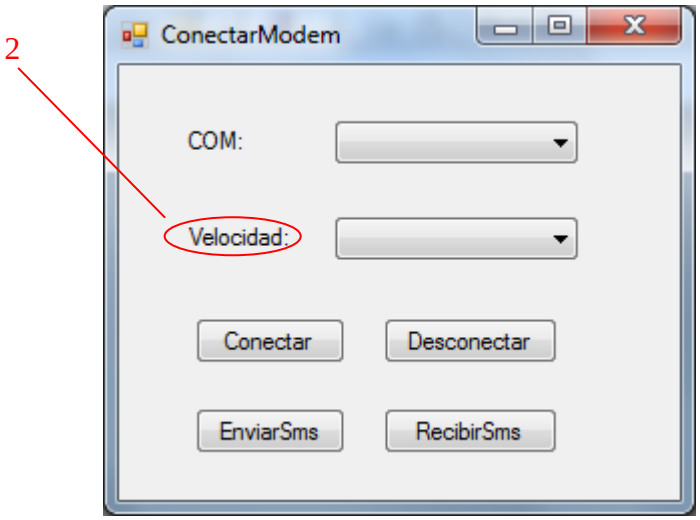
- CONECTAR MODEM

Es la opción de configuración inicial del modem GSM para la configuración y puesta en línea del mismo.

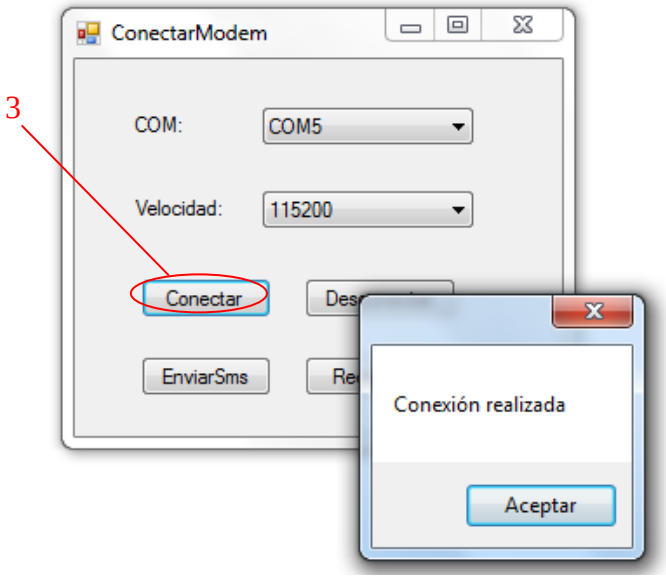
1. COM: Puerto de comunicación serial, se elije el COM que el sistema operativo asignó al modem GSM. Ver anexo 1.



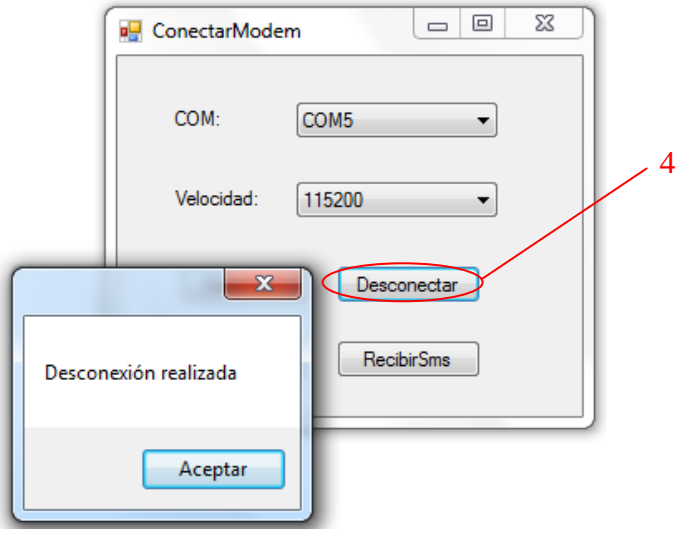
2. Velocidad: Velocidad de funcionamiento del modem GSM, esta velocidad depende del modem que se use, el modem que usaremos Teltonika funciona a una velocidad de 115200 baudios.



3. Conectar: Al proceder a dar click sobre este botón el modem estará en línea y preparado para enviar y recibir mensajes.



4. Desconectar: al dar click sobre este botón se procederá a la desconexión del modem.

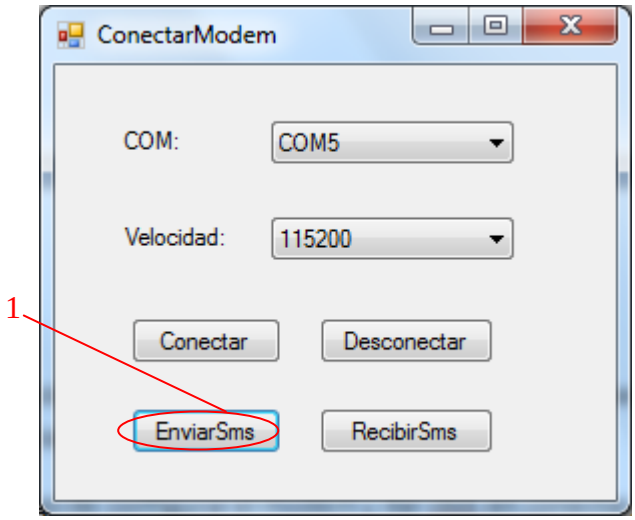


- ENVIAR SMS

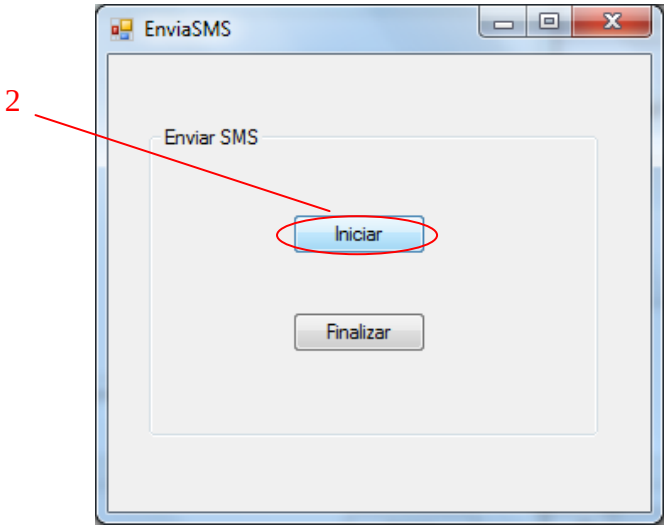
Previa conexión, configuración y puesta en línea del modem esta opción permite al Sistema de Telemedicina enviar mensajes, alertas y recordatorio a los pacientes, familiares o usuario del sistema.

Esta opción toma los mensajes generados automáticamente del sistema y los envía periódicamente a través del modem.

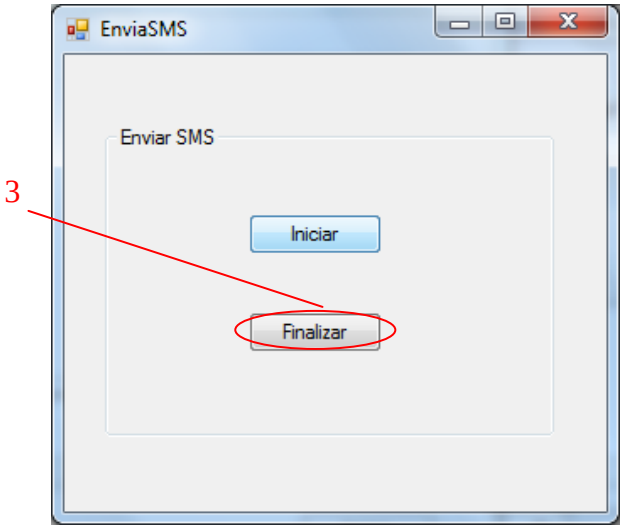
1. Luego de configurar el modem y dar click en conectar, procedemos a dar click en el botón EnviarSms.



2. Al dar click en Iniciar, se inicia el proceso de búsqueda de mensajes, alertas y recordatorios del Sistema de Telemedicina en la base de datos y que se enviarán a los diferentes destinatarios, este proceso se realizará automáticamente mientras la opción esté activada.



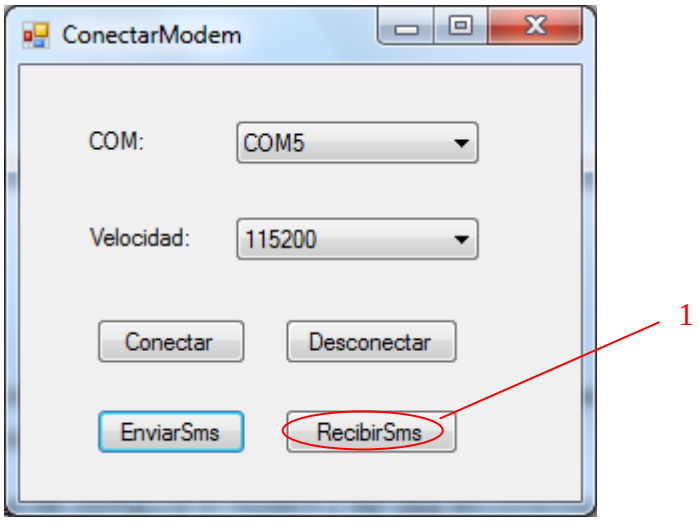
3. Para detener el proceso de envío proceder a dar click en el botón Finalizar.



- RECEPCIÓN SMS

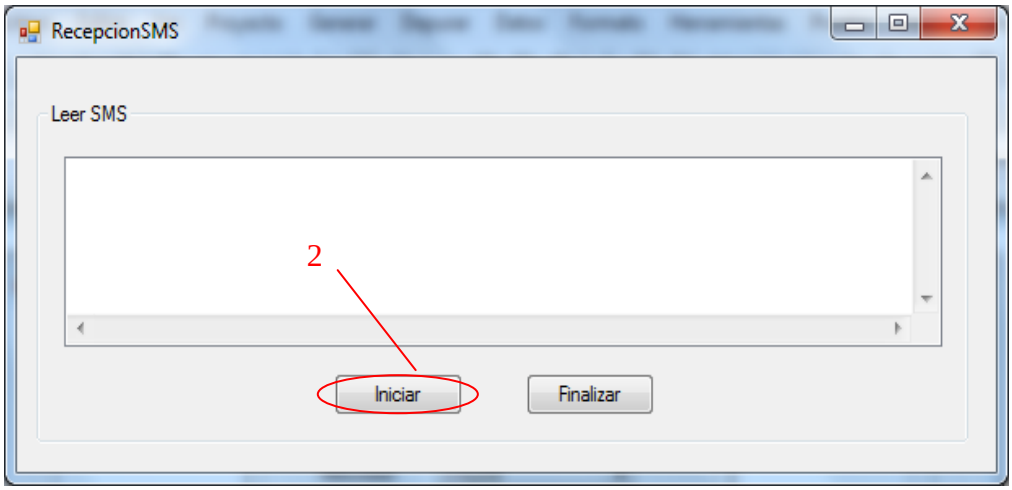
Previa conexión, configuración y puesta en línea del modem esta opción permite al Sistema de Telemedicina recibir y almacenar los mensajes enviados desde el módulo electrónico de toma de presión a través del modem GSM.

1. Luego de configurar el modem y dar click en conectar, procedemos a dar click en el botón RecibirSms.

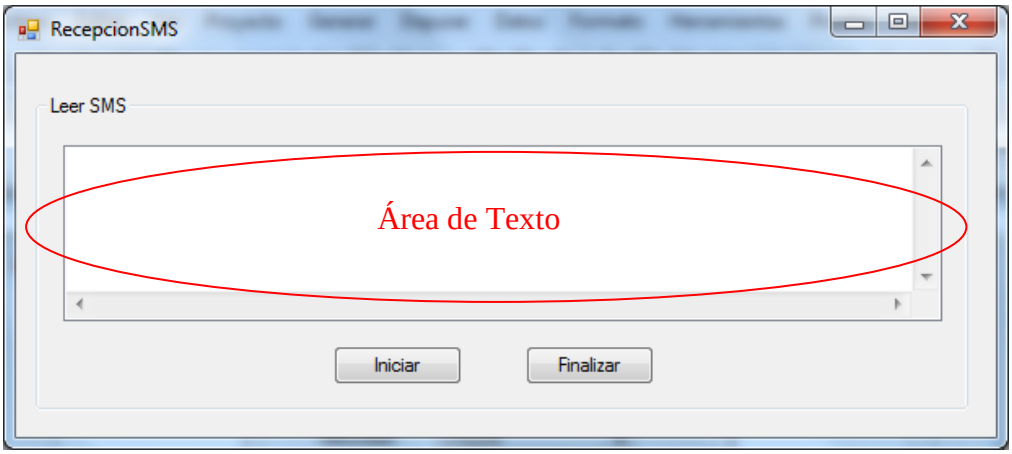


2. Al dar click en Iniciar, se inicia el proceso de recepción de mensajes que recibe y almacena las lecturas de presión arterial para ser usadas por el

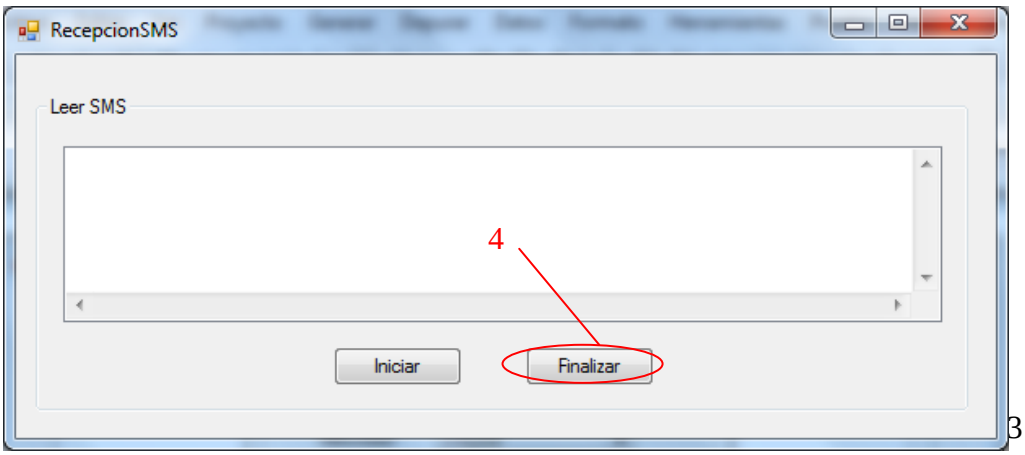
Sistema de Telemedicina, este proceso se realizará automáticamente mientras la opción esté activada.



3. Al iniciar el proceso de recepción de mensajes se visualizarán lo mensajes recibidos en el área de texto y se almacenarán en la base de datos del Sistema de Telemedicina.



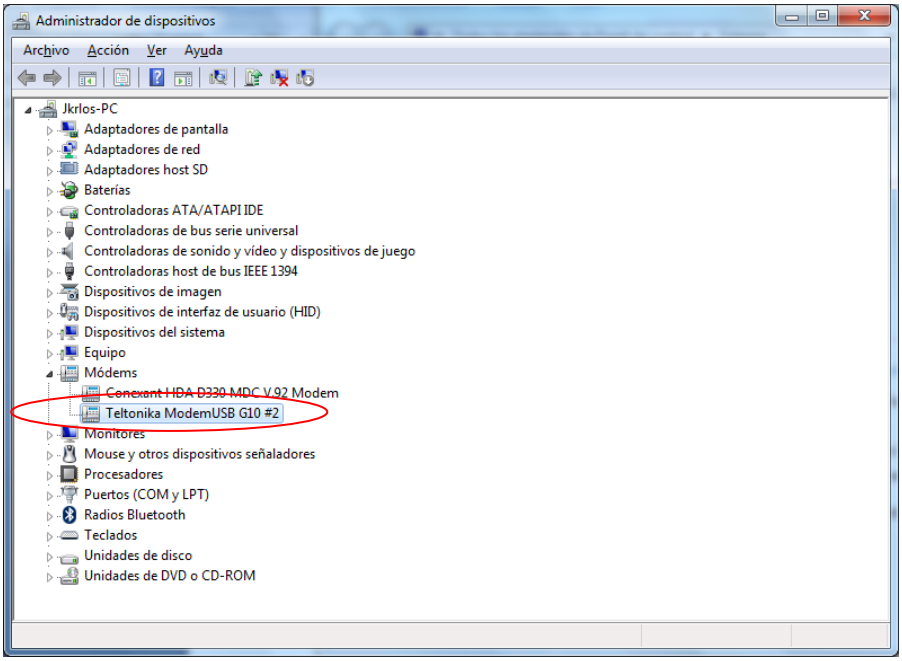
4. Para detener el proceso de recepción proceder a dar click en el botón Finalizar.



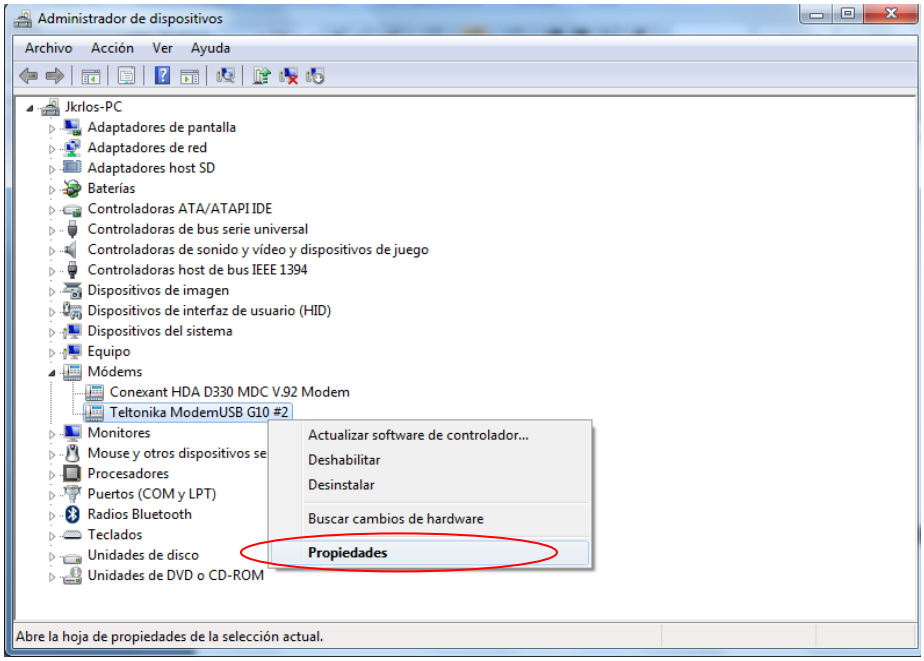
4. Identificación de COM asignado a modem GSM.

Para determinar el puerto COM que el sistema operativo asignó al modem GSM realizar los siguientes pasos:

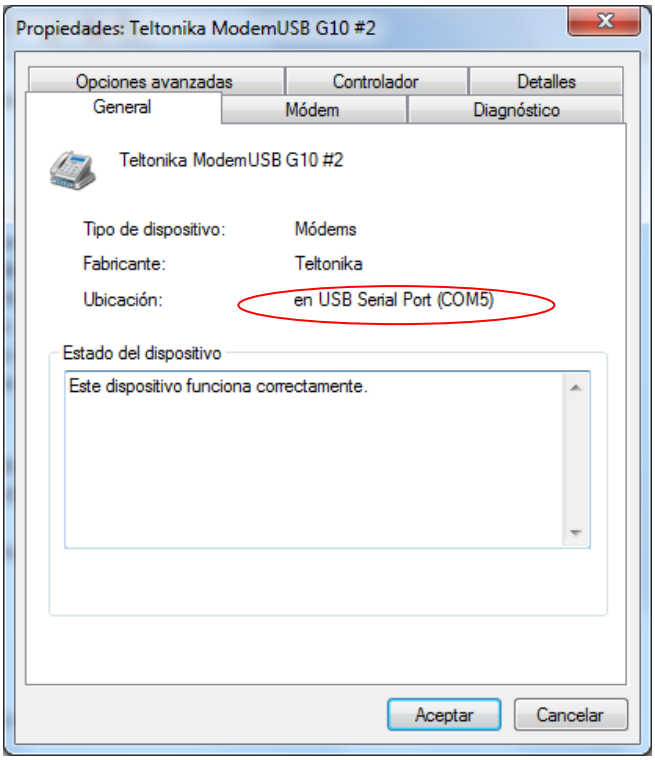
1. Abrir el “Administrador de dispositivos” de Windows, desplegar el ítem “Módems” e identificar el modem “Teltonika MódemUSB G10 #2”.



2. Proceder a dar click derecho y seleccionar la opción “Propiedades”.



3. En la ficha general se podrá identificar el Puerto COM asignado al modem GSM



5. Entrevistas a médicos.

Entrevista #1

Nombre: Dra. Luisa Sinche.

Especialidad: General.

Fecha: 15/Junio/2010

1. De la siguiente lista cuales son las características más comunes que usted ha encontrado en pacientes que sufren de hipertensión, o que usted cree que son más comunes.

Sexo	M ■ F □
Edad	Avanzada ■ Adulto □ Jóven □
Familiares del paciente sufren hipertensión	Sí ■ No □
Fumador	Sí ■ No □
Consumir Alcohol	Sí ■ No □
Trabajo Estresante	Sí ■ No □
Estar embarazada	Sí ■ No □
Apnea durante el sueño	Sí ■ No □
Colesterol Elevado	Sí ■ No □

2. De la siguiente lista de enfermedades, indique cuales son los factores de riesgo que usted cree más importantes en la hipertensión.

Diabético	Sí ■ No □
Colesterol	Sí ■ No □
Obesidad	Sí ■ No □

Insuficiencia Renal	Sí ■ No ☐
Dislipemias	Sí ■ No ☐
Arteriopatía periférica	Sí ■ No ☐
Cardiopatía coronaria	Sí ■ No ☐
Cardiopatía isquémica	Sí ■ No ☐
Insuficiencia Cardiaca (IC)	Sí ■ No ☐
Enfermedad Vascular Cerebral (ECV)	Sí ■ No ☐
Accidente Vascular cerebral (AVC)	Sí ■ No ☐
Enfermedad pulmonía obstructiva crónica (EPOC)	Sí ■ No ☐
Hipertrofia Benigna de próstata	Sí ■ No ☐

3. ¿A qué hora usted cree que es más común que una persona sufra desvaríos en su nivel de presión?

6:00 – 9:00	Sí ☐ No ☐
9:00 – 12:00	Sí ☐ No ☐
12:00 – 15:00	Sí ■ No ☐
15:00 – 18:00	Sí ☐ No ☐
18:00 – 21:00	Sí ☐ No ☐
21:00 – 24:00	Sí ☐ No ☐
24:00 – 6:00	Sí ☐ No ☐

4. ¿Qué otros factores determinan la presión normal de una persona?

Hábitos alimenticios, actividad deportiva, no fumar ni consumir bebidas alcohólicas en exceso.

5. ¿A partir de qué valor usted considera la presión arterial elevada o muy baja?

A la presión que sobrepase los valores de 130/90 mmHg.

6. ¿A qué hora es recomendado tomar la presión?

6:00 – 9:00	Sí ■ No ☐
9:00 – 12:00	Sí ☐ No ☐
12:00 – 15:00	Sí ■ No ☐
15:00 – 18:00	Sí ☐ No ☐
18:00 – 21:00	Sí ■ No ☐
21:00 – 24:00	Sí ☐ No ☐
24:00 – 6:00	Sí ☐ No ☐

7. ¿Qué medicamentos o tratamientos recomienda?

Depende del padecimiento se recomienda tomar Enalapril o Amlodipino, además de descanso, alimentación adecuada, evitar estrés y emociones fuertes en caso de hipertensión.

8. ¿Cómo se determina cual es el rango normal de presión para una persona y que factores lo determinan?

Se determinan mediantes el estudia diario de la presión arterial a través de las lecturas de las mismas en horarios específicos, además de la evaluación del cuadro clínico y las repercusiones de las enfermedades que pueda padecer.

9. ¿A qué se debe el alto índice de mortalidad de persona que sufren de hipertensión?

Principalmente se debe al desconocimiento del padecimiento de esta enfermedad que desemboca en muchas ocasiones en desenlaces mortales.

10. ¿Cómo incide el embarazo en la presión arterial de la mujer?

El primer embarazo de una mujer puede desarrollar preeclampsia que es el aumento de la presión arterial en ella. El tratamiento lo determina el médico en base a los exámenes que te tomarán y tus antecedentes, y se suele recomendar reposo, medicamentos, control adicional del bebé, y en ciertos casos se puede llegar a inducir el parto, si se considera que el bebé pueda estar en riesgo

Entrevista #2

Nombre: Dr. Andrés Pereira.

Especialidad: General.

Fecha: 17/Junio/2010

1) De la siguiente lista cuales son las características más comunes que usted ha encontrado en pacientes que sufren de hipertensión, o que usted cree que son más comunes.

Sexo	M ■ F □
Edad	Avanzada ■ Adulto □ Jóven □
Familiares del paciente sufren hipertensión	Sí ■ No □
Fumador	Sí ■ No □
Consumir Alcohol	Sí ■ No □
Trabajo Estresante	Sí ■ No □
Estar embarazada	Sí ■ No □
Apnea durante el sueño	Sí ■ No □
Colesterol Elevado	Sí ■ No □

2) De la siguiente lista de enfermedades, indique cuales son los factores de riesgo que usted cree más importantes en la hipertensión.

Diabético	Sí ■ No □
Colesterol	Sí ■ No □
Obesidad	Sí ■ No □

Insuficiencia Renal	Sí ■ No ☐
Dislipemias	Sí ■ No ☐
Arteriopatía periférica	Sí ■ No ☐
Cardiopatía coronaria	Sí ■ No ☐
Cardiopatía isquémica	Sí ■ No ☐
Insuficiencia Cardiaca (IC)	Sí ■ No ☐
Enfermedad Vascular Cerebral (ECV)	Sí ■ No ☐
Accidente Vascular cerebral (AVC)	Sí ■ No ☐
Enfermedad pulmonía obstructiva crónica (EPOC)	Sí ■ No ☐
Hipertrofia Benigna de próstata	Sí ■ No ☐

3) ¿A qué hora usted cree que es más común que una persona sufra desvaríos en su nivel de presión?

6:00 – 9:00	Sí ☐ No ☐
9:00 – 12:00	Sí ■ No ☐
12:00 – 15:00	Sí ■ No ☐
15:00 – 18:00	Sí ☐ No ☐
18:00 – 21:00	Sí ☐ No ☐
21:00 – 24:00	Sí ■ No ☐
24:00 – 6:00	Sí ☐ No ☐

4) ¿Qué otros factores determinan la presión normal de una persona?

Mala alimentación exceso de grasas, vida sedentaria, consumo de alcohol y de tabaco en exceso, antecedentes familiares, y enfermedades que generan HA.

5) ¿A partir de qué valor usted considera la presión arterial elevada o muy baja?

A la presión que sobrepase los valores de 120/80 mmHg.

6) ¿A qué hora es recomendado tomar la presión?

6:00 – 9:00	Sí ■ No ☐
9:00 – 12:00	Sí ☐ No ☐
12:00 – 15:00	Sí ■ No ☐
15:00 – 18:00	Sí ☐ No ☐
18:00 – 21:00	Sí ■ No ☐
21:00 – 24:00	Sí ☐ No ☐
24:00 – 6:00	Sí ☐ No ☐

7) ¿Qué medicamentos o tratamientos recomienda?

Depende del padecimiento se recomienda tomar Losartan, Captopril o Amlodipino, además de descanso, mejora la alimentación controlando el consumo de grasas.

8) ¿Cómo se determina cual es el rango normal de presión para una persona y que factores lo determinan?

La recopilación de las lecturas diarias determinan los valores normales de presión de la persona tomando en cuenta los antecedentes del paciente y posibles enfermedades sufridas.

9) ¿A qué se debe el alto índice de mortalidad de persona que sufren de hipertensión?

Esencialmente al desconocimiento y falta de control.

10) ¿Cómo incide el embarazo en la presión arterial de la mujer?

El embarazo puede influir en la presión arterial de la mujer por eso es recomendable el debido cuidado y la realización de estudios que evitarán complicaciones a la madre o al feto.

6. Datasheet del PIC 16F877.

En este proyecto se utilizó el PIC 16F877. Este microcontrolador es fabricado por MicroChip familia a la cual se le denomina PIC. El modelo 16F877 posee varias características que hacen a este microcontrolador un dispositivo muy versátil, eficiente y práctico para ser empleado en la aplicación que posteriormente será detallada.

Algunas de estas características se muestran a continuación:

- Soporta modo de comunicación serial, posee dos pines para ello.
- Amplia memoria para datos y programa.
- Memoria reprogramable: La memoria en este PIC es la que se denomina FLASH; este tipo de memoria se puede borrar electrónicamente (esto corresponde a la "F" en el modelo).
- Set de instrucciones reducidas (tipo RISC), pero con las instrucciones necesarias para facilitar su manejo.

Características

En siguiente tabla de pueden observar las características más relevantes del dispositivo:

CARACTERÍSTICAS	16F877
Frecuencia máxima	**DX-20MHz**
Memoria de programa flash palabra de 14 bits	**8KB**
Posiciones RAM de datos	**368**
Posiciones EEPROM de datos	**256**
Puertos E/S	**A,B,C,D,E**
Número de pines	**40**
Interrupciones	**14**
Timers	**3**
Módulos CCP	**2**
Comunicaciones Serie	**MSSP, USART**
Comunicaciones paralelo	**PSP**
Líneas de entrada de CAD de 10 bits	**8**
Juego de instrucciones	**35 Instrucciones**
Longitud de la instrucción	**14 bits**
Arquitectura	**Harvard**

CPU	Risc
Canales Pwm	**2**
Pila Harware	**-**
Ejecución En 1 Ciclo Máquina	**-**

Descripción de los puertos:

Puerto A:

- Puerto de e/s de 6 pines
- RA0 è RA0 y AN0
- RA1 è RA1 y AN1
- RA2 è RA2, AN2 y Vref-
- RA3 è RA3, AN3 y Vref+
- RA4 è RA4 (Salida en colector abierto) y T0CKI(Entrada de reloj del modulo Timer0)
- RA5 è RA5, AN4 y SS (Selección esclavo para el puerto serie síncrono)

Puerto B:

- Puerto e/s 8 pines
- Resistencias pull-up programables
- RB0 è Interrupción externa
- RB4-7 èInterrupcion por cambio de flanco
- RB5-RB7 y RB3 è programacion y debugger in circuit

Puerto C:

- Puerto e/s de 8 pines
- RC0 è RC0, T1OSO (Timer1 salida oscilador) y T1CKI (Entrada de reloj del modulo Timer1).
- RC1-RC2 è PWM/COMP/CAPT
- RC1 è T1OSI (entrada osc timer1)
- RC3-4 è IIC
- RC3-5 è SPI
- RC6-7 è USART

Puerto D:

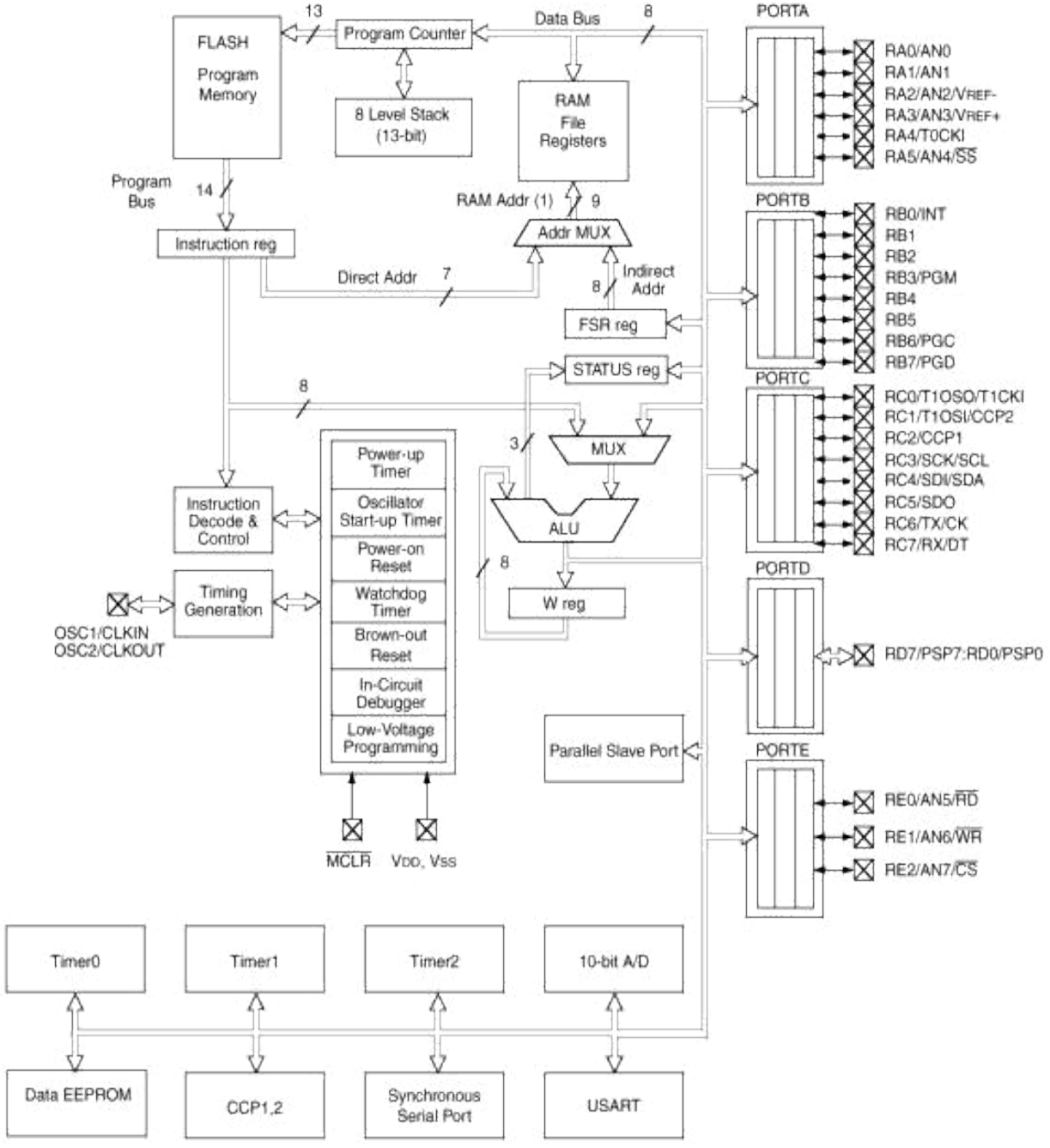
- Puerto e/s de 8 pines
- Bus de datos en PPS (Puerto paralelo esclavo)
- Puerto E:
- Puerto de e/s de 3 pines
- RE0 è RE0 y AN5 y Read de PPS
- RE1 è RE1 y AN6 y Write de PPS
- RE2 è RE2 y AN7 y CS de PPS

Dispositivos periféricos del microcontrolador:

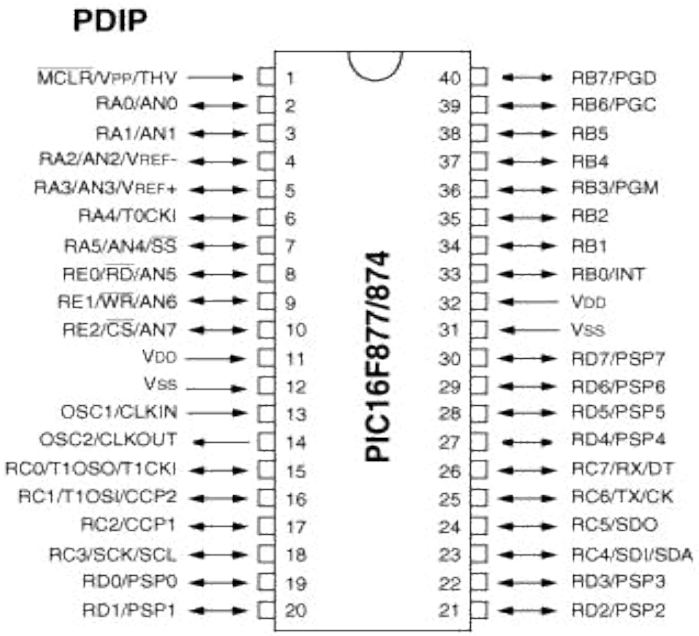
- Timer0: Temporizador-contador de 8 bits con preescaler de 8 bits.
- Timer1: Temporizador-contador de 16 bits con preescaler que puede incrementarse en modo sleep de forma externa por un cristal/clock.
- Timer2: Temporizador-contador de 8 bits con preescaler y postescaler.
- Dos módulos de Captura, Comparación, PWM (Modulación de Anchura de Impulsos).
- Conversor A/D de 1 0 bits.
- Puerto Serie Síncrono Master (MSSP) con SPI e I2C (Master/Slave).
- USART/SCI (Universal Syncheronus Asynchronous Receiver Transmitter) con 9 bit.
- Puerta Paralela Esclava (PSP) solo en encapsulados con 40 pines

Diagrama de bloques del microcontrolador.

Device	Program FLASH	Data Memory	Data EEPROM
PIC16F874	4K	192 Bytes	128 Bytes
PIC16F877	8K	368 Bytes	256 Bytes



Descripción de pines del microcontrolador



NOMBRE DEL PIN	PIN	TIPO	TIPO DE BUFFER	DESCRIPCIÓN
OSC1/CLKIN	13	I	ST/MOS	**Entrada del oscilador de cristal / Entrada de señal de reloj externa**
OSC2/CLKOUT	14	O	-	**Salida del oscilador de cristal**
MCLR/Vpp/THV	1	I/P	ST	**Entrada del Master clear (Reset) o entrada de voltaje de programación o modo de control high voltaje test**
				PORTA es un puerto I/O bidireccional
RA0/AN0	2	I/O	TTL	**RAO: puede ser salida analógica 0**
RA1/AN1	3	I/O	TTL	**RA1: puede ser salida analógica 1**
RA2/AN2/ Vref-	4	I/O	TTL	**RA2: puede ser salida analógica 2 o referencia negativa de voltaje**
RA3/AN3/Vref+	5	I/O	TTL	**RA3: puede ser salida analógica 3 o referencia positiva de voltaje**
RA4/T0CKI	6	I/O	ST	**RA4: puede ser entrada de reloj el timer0.**
RA5/SS/AN4	7	I/O	TTL	**RA5: puede ser salida analógica 4 o el esclavo seleccionado por el puerto serial síncrono.**
				PORTB es un puerto I/O bidireccional. Puede ser programado todo como entradas
RBO/INT	33	I/O	TTL/ST	**RB0 pude ser pin de interrupción externo.**
RB1	34	I/O	TTL	
RB2	35	I/O	TTL	
RB3/PGM	36	I/O	TTL	**RB3: puede ser la entada de programación de bajo voltaje**

RB4 **RB5** **RB6/PGC** **RB7/PGD**	37 38 39 40	I/O I/O I/O I/O	TTL TTL TTL/ST TTL/ST	**Pin de interrupción** **Pin de interrupción** **Pin de interrupción. Reloj de programación serial**
				PORTC es un puerto I/O bidireccional
RCO/T1OSO/T1CKI	15	I/O	ST	**RCO puede ser la salida del oscilador timer1 o la entrada de reloj del timer1**
RC1/T1OS1/CCP2	16	I/O	ST	**RC1 puede ser la entrada del oscilador timer1 o salida PMW 2**
RC2/CCP1	17	I/O	ST	**RC2 puede ser una entrada de captura y comparación o salida PWN**
RC3/SCK/SCL	18	I/O	ST	**RC3 puede ser la entrada o salida serial de reloj síncrono para modos SPI e I2C**
RC4/SD1/SDA	23	I/O	ST	**RC4 puede ser la entrada de datos SPI y modo I2C**
RC5/SD0	24	I/O	ST	**RC5 puede ser la salida de datos SPI**
RC6/Tx/CK	25	I/O	ST	**RC6 puede ser el transmisor asíncrono USART o el reloj síncrono.**
RC7/RX/DT	26	I/O	ST	**RC7 puede ser el receptor asíncrono USART o datos síncronos**
RD0/PSP0 **RD1/PSP1** **RD2/PSP2** **RD3/PSP3** **RD4/PSP4** **RD5/PSP5** **RD6/PSP6** **RD7/PSP7**	19 20 21 22 27 28 29 30	I/O I/O I/O I/O I/O I/O I/O I/O	ST/TTL ST/TTL ST/TTL ST/TTL ST/TTL ST/TTL ST/TTL ST/TTL	**PORTD es un puerto bidireccional paralelo**
				PORTE es un puerto I/O bidireccional
REO/RD/AN5	8	I/O	ST/TTL	**REO: puede ser control de lectura para el puerto esclavo paralelo o entrada analógica 5**
RE1/WR/AN	9	I/O	ST/TTL	**RE1: puede ser escritura de control para el puerto paralelo esclavo o entrada analógica 6**
RE2/CS/AN7	10	I/O	ST/TTL	**RE2: puede ser el selector de control para el puerto paralelo esclavo o la entrada analógica 7.**
Vss	12.31	P	-	**Referencia de tierra para los pines lógicos y de I/O**
Vdd	11.32	P	-	**Fuente positiva para los pines lógicos y de I/O**
NC	-	-	-	**No está conectado internamente**