

---

**UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRONICA**



***Título: Propuesta de Arquitectura de Referencia de Sistemas  
de e-Salud y e-Inclusión***

TESIS DOCTORAL

Presentada por: D. Vicente Traver Salcedo

Dirigida por: Dr. D. Sergio Gustavo Guillén Barrionuevo

Dr. D. Antonio Mocholí Salcedo

---



## AGRADECIMIENTOS

En estos momentos, me gustaría recapitular, echar la vista atrás y plasmar por escrito mi agradecimiento a todas aquellas personas que de una manera u otra, han participado en esta tesis, donde se recoge el fruto de mi trabajo de estos últimos años. Unas han participado aportando su propio trabajo, otras su supervisión y sus ideas y otras, su amistad, su esperanza y su fe en una tesis que ha tardado mucho en ver la luz. Todas estas personas y sus aportaciones no sólo han hecho posible esta tesis sino que también me han enriquecido como persona, mostrándome otros puntos de vista y otras maneras de entender la vida. A todos ellos, muchas, muchísimas gracias. Además, y siempre corriendo el riesgo de dejarme a alguien, me gustaría en particular dirigirme ...

A Sergio, director de tesis y amigo, que ha encendido en mí la pasión por la aplicación de las TIC a la salud, siendo ejemplo de esfuerzo, entrega y pragmatismo.

A Antonio, director de tesis y principal responsable, primero de mi vocación de ingeniero de Telecomunicación y posteriormente de mi adhesión al grupo de Bioingeniería, Electrónica y Telemedicina cuando aún estaba en sus inicios.

A Salva, Carlos, Amalia, Eduardo, Juan Carlos, Teresa, Pilar, Juanma, David, Nacho, Pepe, Montse,... y a toda la gran familia del BET, en especial a la sección de Telemedicina, los que estuvieron y los que están, porque han sido la gasolina de esta tesis y siempre han estado ahí para echar una mano en lo que hiciera falta, compartiendo penas y alegrías, trabajo y fiesta, proyectos y realidades,...

A los amigos del LST/GBT, especialmente a Teresa, Miguel Angel, Chiqui y Alejandro, con quienes tantos esfuerzos hemos compartido, fuente de inspiración y ejemplo en el trabajo que conlleva una tesis.

A todo el personal médico que ha participado de nuestras inquietudes y ha sufrido con nosotros la irrupción de las TIC en su práctica médica, especialmente a la Dra. Juana Portaceli y todo el equipo del Gabinete Médico, al Dr. Vicente Espinosa, Dr. Paco Valls, Dr. Juan Viñoles, Dr. Bernardo Valdivieso y el Dr. Sergio García.

A todos los que me habéis apoyado de cualquiera de las formas imaginables, a todos los que alguna vez me habéis preguntado ... ¿ cuándo lees la tesis?

A Manolo, Mari Carmen y la pequeña Sonia, a Miguel T., Ana y Miguel D., a todos ellos y al resto de la familia que han entendido mi entrega a la tesis, a los que les he robado 'sus horas' para dedicárselos a esta tesis.

A mis padres, por toda la educación y los valores que me han inculcado, base de mi carácter, sin el cual esta tesis no hubiera sido posible.

A Ana, por estar siempre a mi lado, entregándose a la tesis y darme con sonrisas el empujón definitivo ...



*A Ana*

*A mi abuelo Vicente*

*Sólo hay buen viento para quien sabe a dónde va - Séneca*







## ÍNDICE

<b>1. PRESENTACIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1 RESUMEN DE LA TESIS.....	1
1.2 RESUM DE LA TESI.....	2
1.3 THESIS SUMMARY .....	3
1.4 ORGANIZACIÓN DE LA TESIS .....	4
<b>2. ANTECEDENTES .....</b>	<b>9</b>
2.1 TIC Y SALUD.....	9
2.1.1 Telemedicina y <i>e-salud</i> .....	9
2.1.2 Estándares de e-salud.....	12
2.1.3 e-Inclusión .....	15
2.2 CONCEPTO DE ARQUITECTURAS .....	16
2.2.1 Definiciones .....	16
2.2.2 Necesidad de arquitecturas software .....	17
2.2.3 Arquitecturas genéricas .....	18
2.2.4 Arquitecturas específicas de telemedicina .....	21
2.2.5 Lenguajes de descripción de arquitecturas .....	22
<b>3. HIPÓTESIS: JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS.....</b>	<b>27</b>
3.1 PLANTEAMIENTO INICIAL.....	27
3.2 HIPÓTESIS DE PARTIDA.....	29
3.3 OBJETIVOS .....	30
<b>4. MÉTODOS Y MATERIALES.....</b>	<b>35</b>
4.1 MÉTODOS.....	36
4.1.1 Arquitecturas.....	36
4.1.2 Notación y representación .....	43
4.1.3 Evaluación .....	45

4.1.4	Otras consideraciones .....	54
4.2	MATERIALES .....	58
4.2.1	Recursos humanos .....	58
4.2.2	Recursos materiales .....	62
4.2.3	Proyectos .....	64
<b>5.</b>	<b>MARCO ARQUITECTURAL DE REFERENCIA.....</b>	<b>73</b>
5.1	INTRODUCCIÓN .....	73
5.2	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA METODOLOGÍA.....	74
5.2.1	Descripción de las fases.....	74
5.3	I. VISIÓN DE LA ARQUITECTURA.....	77
5.3.1	I.1 Resumen .....	77
5.3.2	I.3 Base previa.....	84
5.3.3	I.4 Escenarios .....	84
5.4	II. ARQUITECTURA DE NEGOCIO .....	85
5.4.1	II.1 Vista de organigrama.....	86
5.4.2	II.2 Vista de procesos .....	87
5.4.3	II.3 Vista de funciones .....	88
5.4.4	II.4 Vista ética .....	88
5.4.5	II.5 Vista de usabilidad.....	90
5.4.6	II.6 Vista de rendimiento del negocio.....	91
5.5	III. ARQUITECTURA DE DATOS .....	93
5.5.1	III.1 Vista del Modelo conceptual de datos .....	94
5.5.2	III.2 Vista relacion negocio-entidad.....	96
5.5.3	III.3 Vista de flujo de datos .....	96
5.6	IV. ARQUITECTURA DE APLICACIONES .....	97
5.6.1	IV.1 Vista de ingeniería software .....	98

## Índice

5.6.2	IV.2 Vista de estándares e interoperabilidad de aplicaciones .....	99
5.7	V. VISTA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS .....	100
5.8	VI. ARQUITECTURA TECNOLÓGICA .....	102
5.8.1	VI.1 Vista Hardware .....	102
5.8.2	VI.2 Vista de Ingeniería de comunicaciones y estándares .....	103
5.8.3	VI.3 Vista de costes .....	104
5.9	VII.1 VISTA DE SEGURIDAD .....	104
<b>6.</b>	<b>DESARROLLO EXPERIMENTAL ARQUITECTURA .....</b>	<b>111</b>
6.1	INTRODUCCIÓN .....	111
6.2	HEALTHMATE: SISTEMA DE TELEMONITORIZACIÓN EN EL HOGAR.....	113
6.2.2	I.2 Visión básica.....	115
6.2.3	I.3 Base previa.....	116
6.2.4	I.4 Escenarios .....	117
6.2.5	II.1 Visión del organigrama .....	118
6.2.6	II.2 Vista de procesos .....	119
6.2.7	II.3 Vista de funciones .....	121
6.2.8	II.4 Vista ética .....	122
6.2.9	II.5 Vista de usabilidad.....	123
6.2.10	II.6 Vista de rendimiento del negocio .....	124
6.2.11	III.1 Vista del modelo conceptual de datos .....	125
6.2.12	III.2 Vista relación negocio-entidad .....	126
6.2.13	III.3 Vista del flujo de datos .....	126
6.2.14	IV.1 Vista de ingeniería software .....	127
6.2.15	IV.2 Vista de estándares e interoperabilidad .....	128
6.2.16	V.1 Vista de ingeniería de sistemas.....	129
6.2.17	VI.1 Vista hardware .....	130

6.2.18	VI.2 Vista de ingeniería de comunicaciones .....	131
6.2.19	VI.3 Vista de costes .....	131
6.2.20	VII.1 Vista de seguridad .....	132
6.2.21	Justificación arquitectura seleccionada.....	132
6.2.22	Registro de inconsistencias .....	132
6.2.23	Glosario y referencias de la arquitectura .....	133
6.3	CONFIDENT: SISTEMA DE SERVICIOS PARA PERSONAS CON DISCAPACIDADES SEVERAS.....	134
6.3.1	I.1 Resumen .....	134
6.3.2	I.2 Visión básica.....	136
6.3.3	I.3 Base previa.....	137
6.3.4	I.4 Escenarios .....	138
6.3.5	II.1 Vista del organigrama.....	139
6.3.6	II.2 Vista de procesos .....	140
6.3.7	II.3 Vista de funciones .....	142
6.3.8	II.4 Vista ética .....	143
6.3.9	II.5 Vista de usabilidad.....	144
6.3.10	II. 6 Vista de rendimiento del negocio .....	145
6.3.11	III.1 Vista del modelo conceptual de datos .....	146
6.3.12	III.2 Vista relación negocio-entidad .....	147
6.3.13	III.3 Vista del flujo de datos .....	148
6.3.14	IV.1 Vista de ingeniería software .....	149
6.3.15	IV.2 Vista de estándares e interoperabilidad .....	150
6.3.16	V.1 Vista de ingeniería de sistemas.....	151
6.3.17	VI.1 Vista hardware.....	151
6.3.18	VI.2 Vista de ingeniería de comunicaciones .....	152
6.3.19	VI.3 Vista de costes .....	152

## Índice

6.3.20	VII.1 Vista de seguridad .....	153
6.3.21	Justificación arquitectura seleccionada.....	153
6.3.22	Registro de inconsistencias .....	153
6.3.23	Glosario y referencias de la arquitectura .....	154
<b>7.</b>	<b>EVALUACIÓN DE LAS DESCRIPCIONES DE LAS ARQUITECTURAS .....</b>	<b>157</b>
7.1	INTRODUCCIÓN .....	157
7.2	EVALUACIÓN HEALTHMATE .....	158
7.2.1	Estructura descripción arquitectural .....	158
7.2.2	Descripción arquitectural .....	160
7.2.3	Conformidad de la implantación .....	166
7.2.4	Resumen de la Evaluación .....	166
7.3	EVALUACIÓN CONFIDENT .....	167
7.3.1	Estructura descripción arquitectural .....	167
7.3.2	Descripción arquitectural .....	168
7.3.3	Conformidad de la implantación .....	174
7.3.4	Resumen de la Evaluación .....	174
7.4	RESUMEN .....	175
<b>8.</b>	<b>DISCUSIÓN.....</b>	<b>177</b>
8.1	INTRODUCCIÓN .....	177
8.2	RESUMEN DEL TRABAJO REALIZADO.....	178
8.3	DISCUSIÓN.....	179
8.3.1	Momento de definición y de evaluación de la arquitectura .....	179
8.3.2	Necesidad.....	180
8.3.3	Utilidad.....	180
8.3.4	Fondo y forma.....	181
8.3.5	Efectividad o eficiencia -> integración .....	182

8.3.6	Especificidad.....	182
8.3.7	Ventajas frente a otros marcos arquitecturales .....	183
8.3.8	Aportaciones del autor .....	186
8.4	CONCLUSIONES .....	186
<b>9.</b>	<b>CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO.....</b>	<b>191</b>
9.1	INTRODUCCIÓN .....	191
9.2	CONCLUSIONES .....	191
9.3	TRABAJO FUTURO.....	193
9.3.1	Línea de I+D+I.....	193
9.3.2	Línea de difusión .....	194
	<b>ANEXO I. GLOSARIO.....</b>	<b>197</b>
	<b>ANEXO II. ACRÓNIMOS.....</b>	<b>203</b>
	<b>ANEXO III. LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>209</b>
	<b>ANEXO IV. LISTA DE TABLAS.....</b>	<b>215</b>





# 1. PRESENTACIÓN

## 1.1 RESUMEN DE LA TESIS

Las organizaciones necesitan adaptarse cada vez más de una manera más flexible a un entorno en el que cambian permanentemente los requisitos del usuario y los objetivos de negocio y especialmente, en un ámbito como el sociosanitario. Esto requiere capacidad de influir en todas las actividades del ciclo de vida de un sistema TIC (Tecnologías de la Información y Comunicación), desde la organización estructural hasta la infraestructura de redes [DOE03]. Para ello, es esencial la existencia de una metodología y una arquitectura que permita la descripción y visualización del sistema desde diferentes dominios y sus relaciones con los actores en los ámbitos de la e-salud y la e-inclusión<sup>1</sup>. Actualmente, grandes y medianas organizaciones son ya conscientes del problema que supone carecer de un marco arquitectural de referencia para sus sistemas.

La tesis pretende resolver este problema con la propuesta de una metodología, una arquitectura marco de referencia y una serie de herramientas para uso de los diferentes actores en las diversas fases por las que pasa un sistema durante su ciclo de vida. Para ello, se presentan los resultados de esta tesis, plasmados en:

- un **estudio del estado del arte** alrededor de la e-salud y la e-inclusión, sus sistemas software y sus arquitecturas;

---

<sup>1</sup> E-salud: uso de Internet y otras tecnologías relacionadas en la industria sanitaria para mejorar el acceso, eficiencia, efectividad y calidad de los procesos clínicos y comerciales utilizados por las organizaciones sanitarias, personal médico, pacientes y consumidores en un esfuerzo para mejorar el estado de salud de los pacientes [MAR03].

E-inclusión: utilización de nuevas oportunidades digitales para la inclusión social de personas o áreas desfavorecidas [EUR05].

- una propuesta de **marco de referencia arquitectural** en el ámbito de los sistemas sociosanitarios, que incluye las **plantillas** para documentar dicha arquitectura;
- una **descripción** de dos sistemas, **HEALTHMATE y CONFIDENT** haciendo uso de la metodología propuesta;
- y una **evaluación del marco de referencia y de las descripciones arquitecturales**

La existencia de la arquitectura software de un sistema de e-salud o de e-inclusión plasmada en las diferentes vistas permite también: una documentación del sistema que facilita la comunicación entre los diferentes actores, la detección de fallos en la arquitectura en sus etapas iniciales y la respuesta ante cambios en cualquier módulo del sistema, con la consiguiente reducción de costes de todo tipo.

Se demuestra utilizando los ejemplos de HEALTHMATE y CONFIDENT que el uso de una arquitectura de referencia nos facilita su documentación sin dejarnos ningún punto de vista por considerar y que la evaluación de la descripción arquitectural nos proporciona una serie de indicadores o recomendaciones a tener en cuenta para continuar o no con el sistema, evitando futuros errores.

## 1.2 RESUM DE LA TESI

Les organitzacions necessiten adaptar-se cada vegada d'una mena més flexible a un entorn on canvien permanentment els requisits d'usuari i els objectius de negoci i especialment, a un àmbit com el sociosanitari. Açò requereix capacitat per a influenciar en totes les activitats del cicle de vida d'un sistema de Tecnologies de la Informació i les Comunicacions (TIC), des de l'organització estructural fins la infraestructura de xarxes [DOE03]. Per aconseguir-ho, és essencial l'existència d'una metodologia i una arquitectura que permeteix la descripció i visualització del sistema des de diferents dominis i les relacions amb els actors en els àmbits de la e-salut i la e-inclusió<sup>2</sup>. Actualment, grans i mitjanes organitzacions són ja conscients del problema que suposa mancar d'un marc arquitectural de referència per als seus sistemes.

La tesi pretén resoldre aquest problema amb la proposta d'una metodologia, una arquitectura marc de referència i una sèrie de ferramentes per als diferents actors en les diverses fases per les quals passa un sistema durant el seu cicle de vida. Per això, es presenten els resultats d'esta tesi, reflectits en:

- un **estudi de l'estat de l'art** sobre la salut i la e-inclusió, els seus sistemes software i les seues arquitectures;

---

<sup>2</sup> E-salut: ús d'Internet i altres tecnologies relacionades amb la indústria sanitària per a millorar l'accés, eficiència, efectivitat i qualitat dels processos clínics i comercials utilitzats per les organitzacions sanitàries, personal mèdic, pacients i consumidors en un esforç per millorar l'estat de salut dels pacients [MAR03].

E-inclusió: utilització de noves oportunitats digitals per a l'inclusió social de persones o àrees desfavorides [EUR05].

- una **proposta de marc de referència arquitectural** en l'àmbit dels sistemes socio-sanitaris, que incloïx plantilles per a documentar dita arquitectura;
- una **descripció** de dos sistemes, **HEALTHMATE** i **CONFIDENT** fent ús de la metodologia proposada;
- i una **avaluació del marc de referència i les descripcions arquitecturals**

La existència de l'arquitectura software d' un sistema d'e-salut o d' e-inclusió reflectida en les diferents vistes també permeteix: una documentació del sistema que facilita la comunicació entre els diferents actors, la detecció d'errades en l'arquitectura en les etapes inicials i la resposta front a canvis en qualsevol mòdul del sistema, amb la conseqüent reducció de costos de tot tipus.

Es demostra utilitzant els exemples de HEALTHMATE i CONFIDENT que l'ús d'arquitectura de referència ens facilita la seua documentació sense oblidar-nos cap punt de vista per considerar i que l'avaluació de la descripció arquitectural ens proporciona una sèrie d'indicadors o recomanacions a tindre en compte per continuar o no amb el sistema, prevenint-lo de futurs errors.

### 1.3 THESIS SUMMARY

Enterprises need to be adapted each time more in a flexible way towards an environment where user requirements and business goals are changing permanently, especially in the social & healthcare environment. That requires the capacity to influence in every activity of the software lifecycle IT (Information Technology) system, from structural organization to network infrastructure [DOE03]. In order to get it, it is essential the existence of a methodology and an architecture that allows the description and visualization of the system from different domains and relationships with the stakeholders in the e-health and e-inclusion fields<sup>3</sup>. Nowadays, large and medium organizations are aware of the already existing need of an architectural reference framework for their systems.

The thesis intends to solve this problem with the proposal of a methodology and a set of tools for the use of the different stakeholders in each different phase of the life cycle system. Therefore, thesis results are presented:

- a **study of the state-of-the-art** about e-health, e-inclusion, their software systems and their architectures;
- a proposal for an **architectural reference framework** within the socio-sanitary system, including the **templates** to document this architecture;

---

<sup>3</sup> E-health: use of Internet and other technologies dealing with the health industry in order to improve access, efficacy, efectivity and quality in the clinical and comercial processes used by health organisations, medical staff, patients and consumers in an effort for the improvement of patient's healthcare status [MAR03].

E-inclusion: use of new digital opportunities for the social inclusion of underprivileged people or areas [EUR05].

- a **description** of two systems, **HEALTHMATE** and **CONFIDENT**, making use of the proposed methodology;
- and **an evaluation of the reference framework and the architectural descriptions**

The existence of a software architecture for a e-health or e-inclusion system, shaped in different views, allows also: a system documentation that makes easier the communication among the different stakeholders, the failure detection in early stages and the answer to any change in any system module and consequently, the reduction of costs of any type.

It is shown, making use of HEALTHMATE and CONFIDENT examples, that the use of a reference architecture makes easier to document it without forgetting any point of view to consider and that the evaluation of an architectural description give us a set of indicators and advices to take into account in order to keep on or not with the project, preventing future errors.

## 1.4 ORGANIZACIÓN DE LA TESIS

Esta tesis sigue el esquema clásico de introducción, hipótesis y objetivos, materiales y métodos, resultados, evaluación, discusión, conclusiones y trabajos futuros, organizado de la siguiente manera:

El capítulo 2 introduce las bases sobre las que se apoya la tesis, presentando los conceptos que relacionan las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) con la sanidad, así como las arquitecturas software y la necesidad de su aplicación al ámbito sociosanitario.

La hipótesis, el objetivo principal y los objetivos parciales de esta tesis se recogen en el capítulo 3. El capítulo 4 describe los materiales y métodos utilizados durante la tesis para la consecución de los objetivos descritos en el capítulo anterior. Así, se presentan en primer lugar las bases genéricas para trabajar con la arquitectura software y las metodologías existentes en su entorno para, posteriormente, concentrar la atención en dos de los fundamentos esenciales de la tesis: la práctica recomendada para la descripción arquitectural de sistemas software IEEE-1471 y el entorno arquitectural TOGAF, desarrollado por el Open Group. En la sección de Métodos se detallan las herramientas de modelado y representación gráfica de la arquitectura, y los métodos de evaluación que comprenden metodología, descripción arquitectural y conformidad de implantación con la descripción arquitectural. Por otra parte, en la sección de materiales, se detallan los recursos utilizados durante el proyecto, tanto humanos, como materiales y económicos.

Los resultados de esta tesis se desglosan en los capítulos 5, 6 y 7. Así, en el capítulo 5 se presenta el marco de referencia para arquitecturas software en el ámbito de la e-salud y la e-inclusión, nutrida del análisis de las experiencias previas de arquitecturas software, tanto genéricas como específicas en el ámbito de la e-salud, teniendo como bases

TOGAF<sup>4</sup> del Open Group [TOGA03], el IEEE 1471-2000 [IEEE00] y la experiencia adquirida en la gestión de proyectos en el área de la e-salud. Durante todo el capítulo se separa la arquitectura de referencia en dos partes claves: la información y la presentación, haciendo que las estructuras de información y las relaciones que se establecen entre las diferentes vistas no dependan de ninguna herramienta de visualización o presentación de esta información, diferenciando claramente el qué (información) se propone hacer del cómo (forma) se sugiere hacerlo [JONK03].

El objetivo de este capítulo 6 es certificar que mediante la utilización de la arquitectura de referencia propuesta en el capítulo anterior es posible describir todas las vistas necesarias que cubren las competencias de todos los actores involucrados en un proyecto. Así, este capítulo desarrolla de forma experimental la arquitectura propuesta sobre dos proyectos tecnológicos, HEALTHMATE y CONFIDENT<sup>5</sup> mientras que en el capítulo 7 se evalúa la descripción de la arquitectura siguiendo las técnicas ya descritas en el capítulo 4: ATAM, INTELLECT, TOGAF,...

El capítulo 8 está dedicado a la discusión de la tesis. En primer lugar, recoge un resumen del trabajo realizado por el autor de la tesis. Tras ello, se procede a la discusión sobre los resultados obtenidos. El debate se centrará en diferentes aspectos, tales como los momentos de definición y evaluación de una arquitectura, la necesidad de una arquitectura software, su utilidad, su eficiencia, las ventajas que aporta frente a otras arquitecturas de referencia y las principales aportaciones del autor con esta tesis.

Finalmente, en el capítulo 9 se presentan las conclusiones de la tesis, revisando la hipótesis y el grado de cumplimiento de los objetivos fijados en el capítulo 3 para, tras ello, sugerir nuevas líneas de trabajo futuro a raíz de los resultados y necesidades detectadas durante la ejecución de la tesis.

Se han incluido también los siguientes anexos en la tesis:

- Anexo I – Acrónimos. Recoge los diferentes acrónimos utilizados en la tesis y su nombre completo.
- Anexo II – Glosario. Describe diferentes conceptos utilizados durante la tesis y que sirve tanto para tener una definición ajustada de un término como también para saber el sentido en el que se han usado diferentes palabras que pueden ser interpretadas de manera ambigua en el ámbito de la tesis.
- Anexo III – Listado de las figuras de la tesis.
- Anexo IV – Listado de tablas de la tesis.

Las referencias se han anexoado al final de cada capítulo, dado lo específico de muchas referencias que sólo se han utilizado en un capítulo, a la vez que se facilita la lectura independiente de cada capítulo.

---

<sup>4</sup> Durante la tesis se ha utilizado la versión 8 de TOGAF. Ya en la recta final de esta tesis, el Open Group ha hecho pública la versión 8.1, aunque los cambios son mínimos, como queda reflejado en <http://www.opengroup.org/architecture/togaf/#whatsnew81>

<sup>5</sup> Un resumen de dichos proyectos se puede encontrar en el Capítulo 4. Materiales y Métodos

#### Referencias Capítulo 1

- [DOE03] Doest H, Van der Torre L (editores). Visualisation of Enterprise Architectures. Archimate Deliverable D3.4.1; 2003. Disponible en [https://doc.telin.nl/dscgi/ds.py/Get/File-31616/Visualisation\\_of\\_Enterprise\\_Architectures.pdf](https://doc.telin.nl/dscgi/ds.py/Get/File-31616/Visualisation_of_Enterprise_Architectures.pdf) Último acceso 13 Enero 2005.
- [EUR05] Europe. Employment and Social Affairs. Knowledge Society website. Disponible en [http://europa.eu.int/comm/employment\\_social/knowledge\\_society/society\\_en.htm](http://europa.eu.int/comm/employment_social/knowledge_society/society_en.htm) Último acceso 13 Enero 2005.
- [IEEE00] IEEE 1471-2000 - IEEE Recommended Practice for Architectural Description of Software-Intensive Systems. IEEE, 2000.
- [JONK03] Jonkers H (editor). Concepts for architectural description. Archimate deliverable 2.2.1 v2.0; 2003. Disponible en <https://doc.telin.nl/dscgi/ds.py/Get/File-29421> Último acceso 13 Enero 2005.
- [MAR03] Marconi J. E-Health: Navigating the Internet for Health Information Healthcare. Advocacy White Paper. Healthcare Information and Management Systems Society; 2002.
- [TOGA03] The Guide to TOGAF 7 Certification website. Open Group; 2003 Disponible en <http://www.opengroup.org/certification/togaf7/guide.html> Último acceso 13 Enero 2005.





## **2. ANTECEDENTES**

Este capítulo introduce las bases sobre las que se apoya la tesis, presentando los conceptos que relacionan las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) con la sanidad así como las arquitecturas software y la necesidad de su aplicación al ámbito sociosanitario.

### **2.1 TIC Y SALUD**

#### **2.1.1 TELEMEDICINA Y *E-SALUD***

Hoy en día, nadie discute la necesidad de la aplicación de las TIC en el ámbito sanitario, hasta el punto de haber dado origen a nuevos términos y conceptos, aunque en ocasiones, se dan equívocos al no existir un entendimiento común sobre determinados conceptos, como pueden ser los de telemedicina y e-salud.

La telemedicina no es un concepto nuevo como tal. Ya en 1924, la portada de la revista Radio News presenta al radio doctor, atendiendo a un niño que se encuentra en la cama a través de una radio y haciendo uso de diferentes aparatos de monitorización. Nótese que la televisión aún no existe y es por ello que se utiliza el prefijo radio en vez de tele porque era el utilizado en aquellos días para referirse a cualquier proceso a distancia.

Desde entonces hasta la actualidad, la tecnología ha ido evolucionando exponencialmente, no habiendo sido hasta los años 60 cuando se acuña el término de telemedicina. Aunque son muchas las definiciones sobre el concepto de telemedicina, todas tienen tres factores comunes: la prestación de servicios sanitarios, la distancia entre las partes y el uso de las TIC.



Figura 2.1 Imagen de la Revista Radio News, Abril 1924

Según el Glosario de Telemedicina de la Unión Europea [EC02], se entiende telemedicina como el uso **remoto** de la **experiencia médica** en el punto de cuidado, cubriendo dos grandes áreas: el **cuidado domiciliario**, entendido como el cuidado en el punto donde se requiere haciendo uso de sensores conectados al paciente, *hubs*, *middleware* y centros de referencia por una parte y por otra, el **trabajo cooperativo**, como una red de conocimiento médico

Por su parte, la Organización Mundial de la Salud (OMS) en una reunión de expertos celebrada en Ginebra en 1997 acuñó el término de telemedicina como la **provisión de servicios de atención sanitaria**, en los que la **distancia** constituye un factor crítico, por profesionales que utilizan las **tecnologías de la información y de la comunicación** con objeto de intercambiar datos para hacer diagnósticos, realizar tratamientos y prevenir enfermedades y lesiones, así como para la formación permanente de los profesionales de la salud y en actividades de investigación y evaluación, con el fin de mejorar la salud de las personas y de las comunidades en que viven.

Por otra parte, el concepto de e-salud surge tras la avalancha de *e-commerce* y *sucesivos e-business*, *e-learning* y otros en un intento de conducir las promesas, expectativas y excitación del *e-commerce* hacia el mundo de la salud. El término e-salud parece más prometedor que telemedicina; de manera inconsciente, la telemedicina se asocia al hardware y a los médicos mientras que la e-salud se relaciona con la provisión de servicios y los pacientes, lo cual se traduce en unos nuevos horizontes de mercado. Esto hace que en un principio, el término de e-salud no sea bien visto por los científicos, que lo consideran muy comercial y abstracto [DEL01]. Poco a poco, la situación ha ido variando y el término de e-salud se ha consolidado entre los científicos hasta el punto de que algunas revistas como 'Telemedicine Journal and eHealth' han incluido el término en su título.

¿Pero qué es e-salud? Desde una aproximación científica, Eysenbach identifica la e-salud como un campo emergente en la intersección de la informática médica, la salud pública y el comercio, referente a la información y servicios sanitarios suministrados o mejorados a través de Internet y tecnologías relacionadas [EYS01]. Esta definición es

suficientemente amplia como para ser aplicable a un entorno tan dinámico y reconoce que e-salud abarca algo más que Internet y Medicina.

Tanto a nivel europeo como internacional, cada vez son más los países con planes estratégicos de e-salud, que asume cada vez un papel más importante para cubrir la demanda de servicios sanitarios.

Así, por ejemplo a nivel europeo, la iniciativa “e-Europe” emanada del Consejo Europeo de FERIA, en Junio de 2000 identificó once áreas de actuación, siendo una de las más destacadas la “e-Salud”, cuyo objetivo principal es “desarrollar una infraestructura de sistemas validados, interoperables y de fácil uso para la educación sanitaria, la prevención de las enfermedades y la asistencia médica” y esto “a fin de avanzar hacia la creación de infraestructuras de una manera coherente que permitan utilizar la tecnología para alcanzar sus objetivos”. Buscando la consecución de dichos objetivos, numerosas iniciativas se han puesto en marcha en el marco de programas Europeos o nacionales haciendo especial hincapié en la Telemedicina. Ésta pretende ser el soporte fundamental para responder al compromiso de una atención sanitaria de calidad basada en los principios de cobertura universal, equidad en el acceso, eficacia en la producción de salud y eficiencia en la utilización de los recursos. Así, mediante el uso apropiado de las Tecnologías de la Información y las Telecomunicaciones, la Telemedicina propicia nuevas formas de relación entre los ciudadanos y el sistema sanitario, así como las relaciones entre los profesionales y las organizaciones en la atención sanitaria, modificando cualitativamente factores de distancia y simultaneidad, y cuantitativamente factores de velocidad y seguridad, todo sobre un trasfondo económico de clara relevancia [EC00].

De manera similar, en los EEUU, el Instituto de Medicina propone seis objetivos a mejorar para abordar las dimensiones clave de los sistemas sociosanitarios cara al siglo XXI [COM01]:

- **Seguro:** mejorando las lesiones a los pacientes derivadas del cuidado que se le intenta dar para ayudarles.
- **Efectivo:** dando servicios basados en el conocimiento científico a todos aquellos que pudieran beneficiarse, evitando proveerlos a aquellos que no se van a beneficiar.
- **Centrado en el paciente:** proveyendo una atención respetuosa y consecuente con las necesidades, valores y referencias del paciente asegurándose de que los valores del paciente guían todas las decisiones clínicas.
- **A tiempo:** reduciendo esperas y en ocasiones retrasos dañinos, tanto para los que dan como para los que reciben atención médica.
- **Eficiente:** evitando pérdidas, incluyendo gastos de equipamiento, suministros, ideas y energía.
- **Equitativo:** sin diferencias de ningún tipo.

## 2.1.2 ESTÁNDARES DE E-SALUD

La demanda creciente de conectividad entre las organizaciones sanitarias, con el fin de dar soporte a la compartición de datos y servicios, ha tenido como consecuencia diversas iniciativas de estandarización durante la última década [CEN05] [ASTM05]. En un sector tradicionalmente caracterizado por la proliferación de servicios incompatibles, los desarrollos de soluciones propietarias y las barreras de integración que esto ocasiona, numerosas organizaciones, tanto a nivel internacional como nacional, han estado trabajando conjuntamente para armonizar el sector mediante la adopción de normas comunes y obtener así soluciones más económicas y estables. Normas en relación a aspectos fundamentales como la historia clínica electrónica, la terminología, las imágenes médicas, la seguridad de las comunicaciones, la codificación de datos y los interfaces de usuario se han ido adoptando en el campo de los servicios de la salud con la intención de sacar provecho de las ventajas que la adhesión a estándares proporciona:

- Facilitar el acceso y aceptabilidad en los mercados.
- Fomentar la interoperabilidad y la compatibilidad entre distintos fabricantes.
- Conocimiento público y universal con la posibilidad de acceso a mercados externos.
- Competencia leal, evitando que el cliente necesite ligarse a un único proveedor.
- Fiabilidad en la calidad de funcionamiento y la ampliación y globalización del mercado.
- Pese al posible mayor coste de los desarrollos iniciales, los costes de adquisición de componentes son más reducidos. También se acorta el tiempo de desarrollo, obteniéndose ventajas competitivas al reducir el tiempo de salida del producto al mercado.
- Posibilidad de realizar fuertes inversiones sin temor a la obsolescencia de los sistemas.

Por otra parte, no debemos dejar de tener en cuenta que un escenario distribuido de compartición de datos y recursos también facilitaría de manera espectacular la provisión de servicios médicos y educativos en países en vías de desarrollo. Así, la compartición de bases de datos de manera distribuida, además de reducir costes, también puede ser muy útil, por ejemplo, en la detección temprana de epidemias [KLE02].

Como consideraciones previas, cabe diferenciar también los términos norma, estándar y recomendación que en ocasiones se usan indistintamente y pueden generar confusión. Mientras que las dos primeras implican el cumplimiento de criterios rígidos y bien definidos de manera obligatoria, las recomendaciones se asocian al seguimiento de prácticas más flexibles y, como su propio nombre indica, de una manera voluntaria.

También conviene diferenciar entre estándares oficiales y estándares “de facto”. Los estándares oficiales son documentos públicos, elaborados por un organismo reconocido de acuerdo a un procedimiento establecido. Por el contrario, los estándares de facto surgen cuando un grupo de especificaciones, promovidas por determinados fabricantes con la intención de alcanzar un dominio global del mercado, acaban siendo ampliamente

aceptadas y aplicadas. Esta situación se produce normalmente por la lentitud y la complejidad que acompaña el proceso de normalización oficial.

**Organismos involucrados en tareas de estandarización:**

Se puede establecer una primera división entre éstos en relación al nivel en que actúan.

En el ámbito internacional:

*Tabla 2.1 Organismos de estandarización internacionales*

ISO	ISO es una red de institutos nacionales de estandarización de 148 países. Desde 1947 se han publicado más de 13700 estándares en campos como la construcción, la agricultura, la ingeniería mecánica, los dispositivos médicos, la calidad de productos, la seguridad o la codificación digital de señales audiovisuales para aplicaciones multimedia
ITU	La ITU es una organización internacional desde la que gobiernos y el sector privado coordinan redes y servicios globales de telecomunicaciones. También se la considera líder en publicación de estándares de telecomunicaciones. La ITU trabaja principalmente en tres sectores diferentes: Radiocomunicaciones (ITU-R), Estandarización de Telecomunicaciones (ITU-T), y Desarrollo de Telecomunicaciones (ITU-D).
ECMA	<i>Ecma International</i> se encarga del desarrollo de estándares en el campo de las TIC. Abarcando desde lenguajes de programación, a tecnologías de comunicación, seguridad de productos, compatibilidad acústica y electromagnética, consideraciones medioambientales, almacenamiento óptico y magnético e interconexiones de banda ancha.
IEC	IEC es la organización internacional líder en el desarrollo y publicación de estándares eléctricos y electrónicos.
IEEE	IEEE con más de 360.000 miembros colaboradores en 175 países es una autoridad en áreas técnicas como la ingeniería de computadores, la tecnología biomédica, las telecomunicaciones, la energía eléctrica y la ciencia aeroespacial.

En Estados Unidos es donde la Informática Médica tiene una tradición más amplia en actividades de estandarización:

*Tabla 2.2 Organismos de estandarización en los EEUU*

ANSI	El ANSI, aparte de promover el uso de los estándares estadounidenses en el resto del mundo y de establecer la conformidad a los mismos, dio lugar al <i>Healthcare Informatics Standards Planning Panel</i> con el fin de coordinar el resto de organizaciones, que por todo el país desarrollaban estándares de manera individual.
HL7 Health Level 7	El HL 7 es un organismo acreditado por el ANSI cuya misión es proveer estándares para el intercambio, gestión e integración de datos para dar soporte a la atención clínica de pacientes y de servicios de salud.

NEMA	NEMA es una federación de empresas americanas, cuyos productos abarcan máquinas de rayos X, motores y generadores, hasta más de 50 secciones de productos. Provee también un foro para la estandarización de equipos electrónicos y eléctricos.
ASTM	ASTM International tiene sobre todo un gran peso en el desarrollo de estándares sobre todo tipo materiales de construcción: plástico, acero, textiles, petróleo, etc.
DICOM	DICOM se encarga de mantener el estándar de facto de comunicación de imágenes biomédicas e información asociada más expandido. Su principal objetivo es alcanzar la compatibilidad de todos los sistemas de generación, visualización y modificación de imágenes médicas.

En el ámbito europeo:

*Tabla 2.3 Organismos de estandarización europeos*

CEN- CENELEC	El CEN fue fundado en 1961 por los organismos de estandarización de la CEE y la EFTA. Contribuye a los objetivos de la UE con recomendaciones para promover el libre comercio, la seguridad de trabajadores y consumidores, la interoperabilidad de redes y la protección medioambiental. CENELEC es la referencia en estandarización electrónica.
CEN TC215	Este grupo del CEN se encarga de la estandarización de la aplicación de las TIC a la salud. Esto incluye todos los requerimientos de calidad y seguridad para dar soporte a procedimientos clínicos y administrativos.
ETSI	La ETSI es una organización independiente que aúna fabricantes, operadores de red, proveedores de servicios, administraciones, grupos de investigación y usuarios en el desarrollo de estándares para las telecomunicaciones

Tanto el CEN como la ETSI se encargan de coordinar las actividades de todos los organismos nacionales de normalización. En España, este organismo es AENOR. Entre sus comités técnicos, el AEN-CTN 139 es el encargado de las TIC y las comunicaciones para la salud.

**Estándares de uso más extendido:**

Dado el gran número de estándares que tienen aplicación en sistemas de telemedicina, es necesario exponer aquí únicamente los que tienen un uso más extendido:

*Tabla 2.4 Estándares más extendidos en telemedicina*

VITAL	Cubre las definiciones de las estructuras de datos para la información de medidas fisiológicas. El objetivo de VITAL es definir un método independiente para la representación de las constantes vitales como un primer paso hacia la interoperabilidad en anestesia, UCI, etc.
DICOM	Aborda la transmisión de imágenes médicas en formato no traducido e información asociada a la imagen. Se aplica en prácticamente todas las especialidades médicas que hacen uso de imágenes. Como métodos de compresión, DICOM adopta JPEG y JPEG2000; y como protocolos de

	seguridad, TLS o ISCL.
ENV 1064 Computer-assisted electrocardiography	El objetivo de este estándar es asegurar la interoperabilidad en la transmisión de datos e informes de electrocardiografía. El estándar cubre la adquisición de datos, la codificación, el almacenamiento y la transmisión digital bidireccional de solicitudes y resultados entre clientes y aparatos de ECGs.
HL7	HL7 aborda el intercambio de datos electrónicos en el ambiente de la atención de la salud, con especial énfasis en las comunicaciones intrahospitalarias. En su estado actual, el HL7 se ocupa de las interfaces entre sistemas que emiten o reciben mensajes de registro, admisión, transferencia y alta de pacientes, pedidos de información al sistema, órdenes, resultados, observaciones clínicas, facturación, y actualización de información de archivos maestros.
ENV 1068 Registro de esquemas de codificación	Reconoce los sistemas de codificación existentes y trata de normalizar su uso en el intercambio de datos médicos. El objetivo es reducir la ambigüedad de la información codificada y facilitar su representación.
H.323	Aunque no se trata de una norma de aplicación exclusiva para telemedicina, ya que tiene validez en cualquier sistema de transmisión de video y audio en tiempo real. H.323 es de gran importancia para los nuevos servicios del sector por soportar la realización de videoconferencias sobre redes de paquetes.
CCOW V1.5 Clinical Context Object Workgroup Version 1.5	El comité de CCOW pasó a formar parte recientemente del HL7. Ambos persiguen el objetivo de intercambio de datos en un ambiente intrahospitalario. CCOW sincroniza y coordina las distintas aplicaciones, de manera que puedan tener acceso garantizado, seguro y fiable a la información de paciente de fuentes heterogéneas.

### 2.1.3 E-INCLUSIÓN

El concepto de e-inclusión fue acuñado por la Unión Europea y define la utilización de nuevas oportunidades digitales para la inclusión social de gente o áreas desfavorecidas [ESD05]. La crisis de los sistemas sanitarios y sociales de buena parte de los países occidentales está promoviendo un cambio de paradigma en la asistencia sociosanitaria, desde la provisión centralizada de servicios en instalaciones (hospitales o residencias) hacia una atención personalizada centrada en el ciudadano [LYM03].

El desarrollo tecnológico, relacionado sobre todo con las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), está ayudando a cambiar estos conceptos fundamentales, proporcionando plataformas tecnológicas para el hogar o servicios de e-salud y telecuidado. Las plataformas domóticas del hogar constituyen, además, un instrumento de accesibilidad que permite evitar, compensar, mitigar o neutralizar la deficiencia,

discapacidad o minusvalía, contribuyendo a una mayor autonomía personal y calidad de vida al facilitar el acceso a dispositivos domésticos y a recursos asistenciales externos [ICT00].

A modo de ejemplo, según la Oficina de Estadística de la Unión Europea, alrededor de un 10-15% de la población europea supera los 60 años y se prevé que esta tasa aumente hasta un 20-30% en los próximos años gracias a las mejoras en la sanidad y la calidad de vida de los ciudadanos. De acuerdo con las predicciones de Naciones Unidas, en el año 2050 un 40% de la población europea será mayor de 65 años [ONU02]. A nivel europeo, España ocupa hoy en día el quinto lugar en cuanto a la proporción de personas mayores, y a mediados del siglo XXI será uno de los países más envejecidos del mundo. En este sentido, existe una estrecha relación entre envejecimiento y discapacidad: según el Instituto Nacional de Estadística, el 32,2% de los españoles mayores de 64 años presenta algún tipo de discapacidad [INE99]. Esta misma fuente revela que el conjunto de las personas con discapacidad alcanza el 10% de la población nacional, proporción que se mantiene a nivel mundial. Estos cambios demográficos implican un aumento de la población dependiente, cuyos integrantes encuentran graves problemas para participar activamente en la sociedad como miembros de pleno derecho.

Recientes informes publicados sobre protección social y dependencia reafirman el beneficio objetivo, tanto físico como emocional, que supone para la persona mayor o con discapacidad continuar residiendo en el propio hogar, realzando el papel de la familia en el proceso de asistencia. Actualmente en España, ocho de cada diez personas mayores permanecen en el hogar, haciéndose cargo los familiares directos del 76% de las situaciones en que se necesita cierto apoyo para realizar las tareas cotidianas de la vida diaria [CER02]. Sin embargo, las asociaciones de personas con discapacidad denuncian tanto la escasez de servicios asistenciales adecuados como un insuficiente apoyo a la familia-asistente. Este escenario agrava a medio plazo las condiciones de las personas con discapacidad: mayor número de deficiencias, dependencias psíquicas, escasas cotas de autodeterminación, deterioro de las relaciones familiares, etc. Es necesaria, por tanto, la evolución de los sistemas de provisión de servicios sociales y sanitarios para favorecer el equilibrio presupuestario y permitir a las personas mayores o con discapacidad contar con recursos suficientes para decidir acerca de su propio futuro [GAR03].

## **2.2 CONCEPTO DE ARQUITECTURAS**

### **2.2.1 DEFINICIONES**

El IEEE 1471-2000 define la arquitectura como la organización fundamental de un sistema reflejado en sus componentes, las relaciones de cada uno de esos componentes con el resto y con el exterior y los principios que guían su diseño y evolución [IEEE00] [MAI01] donde entendemos que

- organización fundamental significa esencial, unificando conceptos y principios
- la palabra sistema engloba aplicación, sistema, plataforma, sistema de sistemas, línea de producto, empresa,...
- entorno es el contexto de desarrollo, operacional, lógico,... del sistema

En la línea de la definición de arquitectura recogida en el estándar IEEE1471-2000, el Open Group [TOGA02] plantea los conceptos de descripción y entorno arquitectural, que van a ser utilizados con cierta frecuencia durante la presente tesis doctoral.

Así, una **descripción arquitectural** es una descripción formal de un sistema de información, organizada de tal forma que facilita el razonamiento sobre las propiedades estructurales del sistema. Define los componentes que constituyen el completo sistema de información, proveyendo un plan con los recursos (productos, sistemas y otros) para la implementación del sistema. Es una colección de productos para documentar una arquitectura.

Por su parte, se define **entorno arquitectural** como la herramienta que puede ser utilizada para desarrollar un amplio rango de diferentes arquitecturas, describiendo un método para diseñar un sistema de información en términos de bloques y mostrando cómo dichos bloques se ajustan entre ellos. Contiene un conjunto de herramientas y un vocabulario común así como una lista de estándares recomendados y productos conformes que pueden ser utilizados para el desarrollo de los bloques.

## 2.2.2 NECESIDAD DE ARQUITECTURAS SOFTWARE

Hay una completa carencia para la orientación (independientemente del lenguaje) sobre cómo documentar por escrito una arquitectura para que pueda cumplir su propósito como vehículo de comunicación mostrando una visión unificada del diseño para todos las personas que intervienen en el desarrollo de un proyecto [BAC00].

Actualmente, no existe esa visión que permita:

- compartir una especificación de un sistema entre todos los actores involucrados
- habilitar la interoperabilidad de los productos
- definir el contexto para la especificación de las interfaces locales y externas
- proporcionar criterios para validar su conformidad

Es patente la necesidad de una arquitectura similar a la utilizada en la construcción de edificios, que nos garantice un entendimiento común, ofreciendo la posibilidad de sistemas interoperables con los ahorros de tiempo y esfuerzo que ello conlleva. Esta necesidad ha provocado la aparición de diferentes arquitecturas software como las propuestas por diferentes organizaciones como se recoge en la Tabla 2.5 [TOGA02].

Cualquier modelo de arquitectura software debe considerar las competencias de todos los actores involucrados en el sistema, reflejando toda la información que se necesita, ni más ni menos y usando un lenguaje que cumpla nuestras expectativas, es decir, que sea entendible y nos dé capacidad para analizarlo.

Finalmente, aunque trabajemos con estándares y con arquitecturas software tenemos que pensar, no seguir los estándares ciegamente sino considerarlos como una herramienta y utilizar la imaginación [FLO01].

Tabla 2.5 Arquitecturas software

Organismo	Arquitectura software propuesta
IEEE	IEEE 1471-2000
Zachman	Zachman Framework
Dpto. Defensa EEUU	TAFIM
ISO/IEC 14252	IEEE Std 1003.0 POSIX
The Open Group	SPIRIT Platform Blueprint
The Open Group	TOGAF
ISO	ISO RM-ODP 10746-4

## 2.2.3 ARQUITECTURAS GENÉRICAS

### 2.2.3.1 IEEE 1471-2000

El IEEE 1471-2000 es una práctica recomendada para la descripción arquitectural de sistemas software intensivos<sup>1</sup>, que pretende poner orden en el caos formado por los intentos de universidades e industria en armonizar la descripción de arquitecturas basándose en vistas [HIL01]. Así, es el primer intento formal de recoger qué debe incluir una descripción arquitectural y cómo ese contenido debe ser organizado. Para ello y previamente al desarrollo del concepto de vista, introduce el concepto de punto de vista arquitectural, que recoge las características que deben ser documentadas sobre cualquier vista.

El marco conceptual del estándar se muestra en la Figura 2.2. Un sistema tiene una arquitectura, que es descrita por 1 ó más descripciones arquitecturales; estas descripciones de arquitectura se componen por 1 o más actores, competencias, puntos de vista, vistas y modelos.

Tal y como se establece en el IEEE-1471, un punto de vista recoge un conjunto de competencias del sistema y los recursos necesarios como técnicas, notaciones y guías para abordarlos, que se plasman en las vistas. Se puede establecer que el punto de vista es una plantilla con las correspondientes instrucciones para rellenarla, mientras que la

---

<sup>1</sup> Un sistema de software intensivo es todo aquel sistema donde la contribución software influye de manera esencial en el diseño, construcción, despliegue y evolución del sistema como un todo [IEEE00]

vista es el documento que resulta de haber rellenado esa plantilla. Es por ello que los puntos de vista no son específicos del sistema, mientras que tanto los actores como las vistas pueden variar con el sistema.

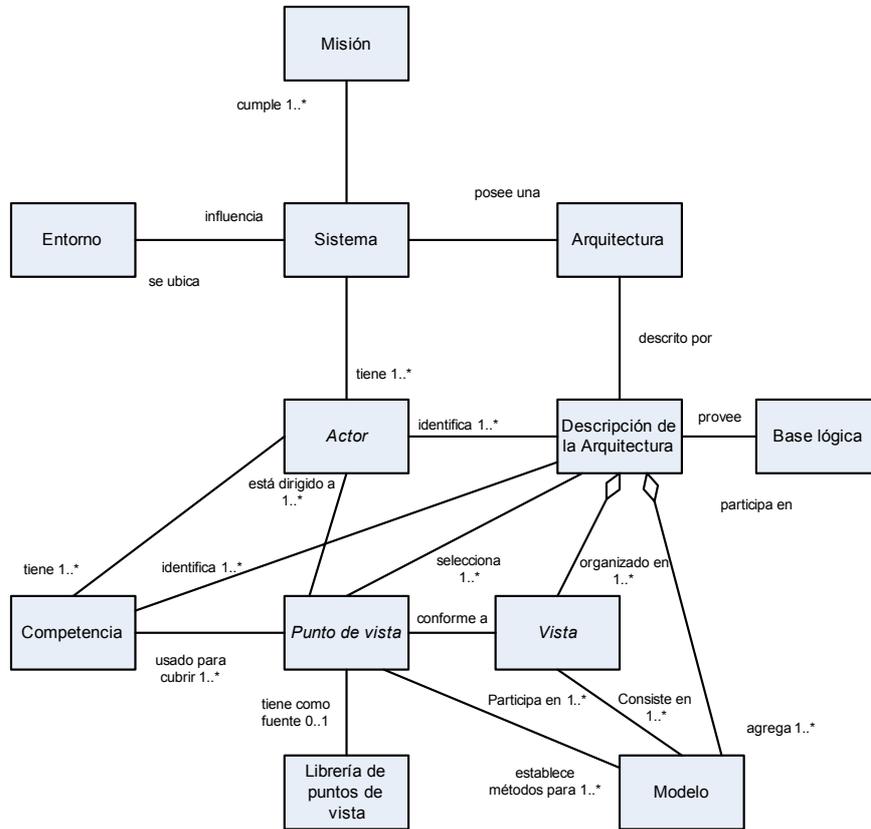


Figura 2.2 Esquema-resumen del IEEE 1471-2000

Uno de los objetivos de esta práctica recomendada es el impulsar la creación de puntos de vistas que puedan ser reutilizados, con todas las ventajas que ello conlleva (ahorros de tiempo, incremento de la calidad, mejoras en interoperabilidad, flexibilidad, fiabilidad, legibilidad,...), aspecto en el que el IEEE incide, sugiriendo trabajar en su estandarización en los diferentes ámbitos de uso.

El IEEE 1471-2000 recomienda que la descripción de una arquitectura contenga:

- un identificador de descripción arquitectural, control de versiones e información genérica
- todos los actores que intervienen en el sistema, recogiendo todos aquellos requisitos que sean relevantes para el diseño de la arquitectura
- las especificaciones de cada punto de vista seleccionado para organizar la representación de esa arquitectura y el motivo de esas selecciones

- una o más vistas de la arquitectura
- un registro de todas las inconsistencias conocidas de la descripción
- una justificación de la selección de la arquitectura

dejando a la elección del arquitecto software el uso de las notaciones y las herramientas necesarias para hacer la descripción. Describe el qué pero no dice el cómo.

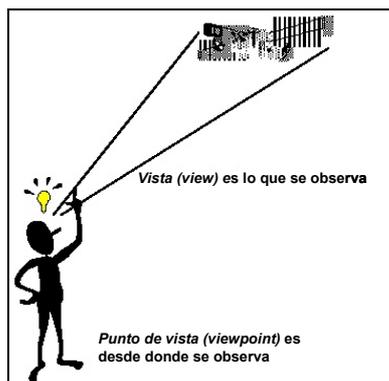


Figura 2.3 Vista y punto de vista. Adaptado de Maier [MAI01]

### 2.2.3.2 TOGAF

The *Open Group Architectural Framework* (TOGAF) es un marco genérico para el desarrollo de arquitecturas empresariales. Hasta su versión 7, sólo abordaba la arquitectura tecnológica mientras que a partir de su versión 8, publicada en Diciembre de 2002, ya cubre cualquier faceta [TOGA02]. Este marco arquitectural permite el diseño, construcción y evaluación de la arquitectura apropiada a las necesidades específicas de cada organización, basado en el concepto de vistas de la arquitectura, también recogido por el IEEE 1471:2000. Desarrollada y aceptada por los miembros del Open Group [OPE05], incluye métodos y procesos, modelos de referencia y estándares, herramientas y técnicas.

El diseño de arquitecturas es un proceso complejo técnicamente y el diseño de arquitecturas heterogéneas dirigidas a múltiples clientes es particularmente complejo TOGAF juega un rol clave a la hora de hacer más sencillo el proceso de desarrollo de arquitecturas, permitiendo a los usuarios TIC construir soluciones abiertas basadas en sistemas y que se ajustan a sus necesidades, haciendo uso del concepto de vistas.

### 2.2.3.3 RM/ODP

El Modelo de Referencia para Procesado Abierto Distribuido (*Reference Model for Open Distributed Processing*, RM-ODP en inglés) es un estándar ISO/ITU que define un marco para la especificación de arquitecturas de grandes sistemas distribuidos. El estándar pretende dar soporte a la interoperabilidad, portabilidad y distribución y así permitir la construcción de sistemas abiertos, integrados, flexibles, modulares, heterogéneos, seguros y transparentes. Utiliza 5 vistas: de empresa, de información, computacional, de ingeniería y de tecnología [JONK02].

## 2.2.4 ARQUITECTURAS ESPECÍFICAS DE TELEMEDICINA

Ya ha habido previamente otros esfuerzos en esta dirección: crear arquitecturas específicas para sistemas de información hospitalaria o sistemas de servicios sanitarios. El objetivo de la arquitectura de referencia que se propone en esta tesis va más allá, permitiendo cubrir tipo de servicio sociosanitario, no sólo sanitario. Todas estas arquitecturas que se detallan a continuación han sido analizadas y posteriormente comparadas con la arquitectura sujeto de esta tesis en la discusión de la tesis (ver capítulo 8).

### 2.2.4.1 SCTA

La SCTA (*Secure Collaborative Telemedicine Architecture*) fue desarrollada por la West Virginia University en 1997. Basado en CORBA y otros estándares ya existentes, es una arquitectura orientada a la transmisión segura de datos en cualquier entorno cooperativa donde se proveen servicios sanitarios, no considerando otras partes que no tengan que ver con la seguridad.

### 2.2.4.2 HISA

HISA – (*Health Information System Architecture*) es un estándar creado por el Comité Europeo de Normalización- Comité Técnico 251 (comúnmente conocido como CEN-TC 251) que tiene como objetivo dar un modelo de referencia para la provisión de servicios sanitarios mediante las TIC, facilitando la construcción y conexión de sistemas interoperables en una infraestructura de información sanitaria [HISA97]. Se hizo una fuerte revisión en el 2002 [KLE02], incorporando el concepto de vistas y extendiendo la S del acrónimo de Sistema a Servicio. La arquitectura la especifica en dos dimensiones: capas y vistas/ niveles de abstracción, muy basado en RM-ODP [CEN97]. Es independiente de la notación, estando muy bien definido y enfocado sobretodo a procesos de comunicación dentro hospitales, no considerando por ejemplo competencias como la de seguridad. Usará RM-ODP [HISA02] con las tres capas: aplicación, *middleware* y física. El estándar HISA sólo trata el *middleware* ya que las otras son comunes a escenarios más genéricos que el sanitario. Está muy orientado a sistemas de información y diferencia tres tipos de actividades: asistencia al paciente, administración y facturación y gestión.

### 2.2.4.3 SAMTA

SAMTA (*Open Scaleable Architecture for Multimedia Telemedicine Application*) fue fruto de un proyecto europeo con el mismo nombre en el año 2000. Basado en HISA y recomendando el uso de vistas, su objetivo es dar unas guías maestras a los desarrolladores de aplicaciones de telemedicina en uso de servicios, transmisión estructurada de datos, estándar y técnicas de compresión especialmente sobre grandes anchos de banda. Presenta dos dimensiones: una de vistas (médica, técnica, física) y otra de abstracción (modelo de referencia, arquitectura e implantación). Sólo fue utilizado en dos demostraciones dentro del proyecto en Hungría y Lituania.

#### 2.2.4.4 HIF

HIF (*Healthcare Information Framework*) es un estándar para estándares hecho por CEN/TC 251 en 1996 [HIF96], o mejor para desarrolladores de estándares. Bajo proceso de fuerte revisión [KLE02], utiliza tres vistas: atención sanitaria, tecnología y realización de requisitos. Su grado de definición es elevado pero ha sido poco utilizado. No va dirigido a usuarios que implementan sistemas de atención sanitaria [FRE 99] sino para los desarrolladores de estándares. HIF es consciente de la heterogeneidad de estándares en el sector sanitario y prescribe pero no obliga, dando criterios de conformidad y no prestando excesiva atención a la interoperabilidad.

#### 2.2.4.5 HL7/CDA

HL7 o Health Level 7 sigue los 7 niveles ISO y conjuntamente con su *Clinical Documentation Architecture* (CDA), tiene como objetivo la interoperabilidad, tanto funcional como semántica<sup>2</sup>. Definido por una organización con el mismo nombre, HL7, no usa vistas y es utilizado sobre todo en América y también en Europa para intercambio de mensajes y datos. Su versión 3, recientemente desarrollada, supone una ruptura con las versiones anteriores al utilizar XML para el intercambio de mensajes. Según HL7, los estándares para la interoperabilidad deben ser de comunicaciones, intercambio de datos, modelos de información, vocabulario y seguridad [HL705].

#### 2.2.4.6 TSIA

La *Telemedicine System Interoperability Architecture* (TSIA) está siendo desarrollada por Rick Craft, Sandia Laboratories y el Departamento de Defensa (DoD) de los EEUU. Su objetivo es garantizar la interoperabilidad entre sistemas de telemedicina. No utiliza vistas, está en estado de definición y existe poca información sobre ella desde 2003. Con una visión pragmática y mucho apoyo de la industria, plantean tres tipos de interfaces en los cuales hay que asegurar la interoperabilidad: estación-dispositivo, estación-interna y estación-estación [TSIA03].

### 2.2.5 LENGUAJES DE DESCRIPCIÓN DE ARQUITECTURAS

Para dar soporte a los desarrollos basados en arquitecturas, se necesitan notaciones de modelado y análisis formal así como herramientas de desarrollo que trabajen sobre especificaciones arquitecturales. El término Lenguaje de Descripción de Arquitecturas (LDA)<sup>3</sup> se usa para referirnos a un lenguaje (generalmente formal) para describir una arquitectura software en términos generales, normalmente usando componentes y conectores [JONK02].

---

<sup>2</sup> Existe interoperabilidad funcional entre dos entidades cuando intercambian información mientras que se da la interoperabilidad semántica cuando usan la información intercambiada.

<sup>3</sup> En inglés, ADL- Architectural Description Language.

Los lenguajes de descripción arquitecturales (LDA) y sus herramientas asociadas son la respuesta a la necesidad expresada anteriormente. Un LDA para aplicaciones software se centra en la estructura a alto nivel de la aplicación más que en los detalles específicos de la implantación.

Han sido varios los LDAs propuestos para el modelado de arquitecturas software, bien en un dominio específico bien como lenguajes de modelado arquitectural de propósito general. Sin embargo, hay grandes discrepancias entre la comunidad científica sobre qué es un LDA, qué aspectos de una arquitectura deben ser modelados con este lenguaje y qué apoyo debe dar un LDA a los desarrolladores [MED00].

El objetivo de un LDA es facilitar el entendimiento y la comunicación sobre sistemas software. Ello implica que un LDA debe tener una sintaxis simple, comprensible y si es posible, gráfica; además, debe soportar herramientas que permitan su visualización y un análisis simple de la descripción arquitectural. Finalmente, los LDAs deberían tener una sintaxis y una semántica formal, poderosas herramientas de análisis, codificación y apoyo en tiempo real, etc.

#### Referencias Capítulo 2

- [ASTM05] Active Standards of E31 Committee (ASTM) on Healthcare Informatics Disponible en <http://www.astm.org> Último acceso 13 Enero 2005.
- [BAC00] Bachmann E, Bass L, Carriere J, Clements P, Garlan D, Ivers J et al. Software Architecture Documentation in Practice: Documenting Architectural Layers. Carnegie Mellon Software Engineering Institute CMU/SEI 2000-SR-004; 2000.
- [BAS98] Bass L, Clements P, Kazman R. Software architecture in practice. Reading, MA: Addison-Wesley Longman; 1998.
- [CEN97] CEN/TC251. Healthcare Information System Architecture Part 1 (HISA) Healthcare Middleware Layer. CEN/TC251/N97-024 prENV 12967-1; 1997.
- [CEN05] Pre-normas ENV del TC251. European Standards in Health Informatics. Disponible en <http://www.centc251.org> Último acceso 13 Enero 2005.
- [CER02] CERMI “Discapacidad severa y vida autónoma” Centro Español de Representantes de personas con discapacidad (CERMI) 2002.
- [COM01] Committee on Quality of Health Care in America, Crossing the Quality Chasm: A New Health System for the 21st Century. Institute of Medicine 2001.
- [DEL01] Della Mea V. What is e-health(2): The death of telemedicine? (editorial) Journal of Medical Internet Research 2001; 3(2):e22 Disponible en <http://www.jmir.org/2001/2/e22/> Último acceso 13 Enero 2005.
- [EC00] European Commission. eEurope- An Information Society for all – Action Plan. Council of the European Union; 2000.
- [EC02] European Commission, Unit B1, Applications relating to Health.Telemedicine Glossary v4.26. European Commission; 2002.

- [ESD05] ESDIS Group. Empleo y Asuntos Sociales.Unión Europea. Disponible en [http://europa.eu.int/comm/employment\\_social/knowledge\\_society/society\\_en.htm](http://europa.eu.int/comm/employment_social/knowledge_society/society_en.htm) Último acceso 13 Enero 2005.
- [EYS01] Eysenbach G. What is e-health? Journal of Medical Internet Research 2001; 3(2):e20 URL: <http://www.jmir.org/2001/2/e20/> Último acceso 13 Enero 2005.
- [FLO01] Florijn G. Describing Software Architectures Disponible en <http://www.cs.uu.nl/docs/vakken/swa/20012002/Slides/SA-3-Description.pdf>. 2001 Último acceso 13 Enero 2005.
- [FRE99] Freriks G., Reynolds M.' Suggested Strategy for harmonisation and future progress building upon CEN/TC 251 EHCR activities and ENV 12967 (HISA)' CEN/TC 251, 1999.
- [GAR03] García Alonso J. V. (coordinador). "El movimiento de vida independiente. Experiencias internacionales. Fundación Luis Vives, Madrid, 2003.
- [HIL01] Hilliard R. Viewpoint Modelling. 1st ICSE Workshop on Describing Software Architecture with UML; 2001.
- [HL705] Health Level 7 website. Disponible en <http://www.hl7.org/> Último acceso 13 Enero 2005.
- [ICT00] ICTSB. Informe acerca del Diseño para Todos. ICTSB, 2000.
- [IEEE00] IEEE 1471-2000 - IEEE Recommended Practice for Architectural Description of Software-Intensive Systems. IEEE; 2000.
- [INE99] Encuesta sobre Discapacidades, Deficiencias y Estado de Salud. Instituto Nacional de Estadística. 1999.
- [INS00] INSALUD. Plan de Telemedicina del Insalud. Ministerio de Sanidad y Consumo; 2000.
- [KLE02] Klein G.O. Review Paper ' Standardization of health informatics – results and challenges'. Yearbook of Medical Informatics 2002:103-114, 2002.
- [HIF96] European prestandard ENV-12443. ' Medical Informatics-Healthcare Information Framework'. CEN/TC 251, 1996.
- [HISA97] CEN/TC251. Healthcare Information System Architecture Part 1 (HISA) Healthcare Middleware Layer FINAL DRAFT 2.CEN/TC251 N97-024 prENV 12967-1, 1997.
- [HISA02] CEN/TC251. Revised work item description of prEN 12967 Health informatics – Service architecture. CEN/TC 251/N02-035rev2, 2002.
- [JONK02] Jonkers H (editor). State of the art in Architecture Concepts and Description. Archimate deliverable 2.1 v1.0; 2002. Disponible en <https://doc.telin.nl/dscgi/ds.py/Get/File-27883> Último acceso 13 Enero 2005.
- [LYM03] Lymberis A, Olsson S. Intelligent biomedical clothing for personal health and disease management: state of the art and future vision. Telemedicine Journal and e-Health, 2003 Winter;9(4):379-86. 2003.

- [MAI01] Maier MW, Emery DE, Hilliard RF. The IEEE 1471-2000 Standard – Architecture Views and Viewpoints. INCOSE 2001 Tutorial; 2001.
- [MED00] Medvidovic N, Taylor RN. A Classification and Comparison Framework for Software Architecture Description Languages. IEEE Transactions on Software Engineering, 2000,26(1):70-93.
- [ONU02] ONU World Population Ageing: 1950-2050. 2002.
- [OPE05] The Open Group website. Disponible en <http://www.opengroup.org/> Último acceso 13 Enero 2005.
- [THO01] Thomas R. The eHealth Landscape: A Terrain Map of Emerging Information and Communication Technologies in Health and Health Care. Robert Wood Johnson Foundation; 2001. Disponible en <http://www.rwjf.org/publications/publicationsPdfs/eHealth.pdf> Último acceso 13 Enero 2005.
- [TOGA02] The Open Group.TOGAF. The Open Group Architectural Framework;2002. Disponible en <http://www.opengroup.org/architecture/togaf/> Último acceso 13 Enero 2005.
- [TSIA03] TSIA group. TSIA Introduction. 2003. Disponible en <http://telemedicine.sandia.gov/> . Último acceso 13 Enero 2005.



## 3. HIPÓTESIS: JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

### 3.1 PLANTEAMIENTO INICIAL

De la mano de Internet, la Sociedad de la Información se ha ido introduciendo en nuestro entorno paulatinamente en todos los sectores, siendo el sector sanitario uno de los que más ha visto alterados sus procedimientos, organigramas y la forma de gestionar sus recursos. Los cambios en las organizaciones proveedoras de servicios sanitarios están demandando, de manera creciente, la interconectividad e interoperabilidad de los sistemas de información para facilitar la comunicación y transferencia de datos en el lugar donde éstos se necesiten con el fin de garantizar la operatividad de los servicios y la continuidad asistencial [MON97].

En los últimos años, el área de servicios sociosanitarios ha recibido un impulso muy importante gracias al desarrollo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Resulta evidente el interés creciente de los sectores público y privado por explotar las capacidades de los sistemas de telecomunicación avanzados para su uso en la **mejora de los servicios de salud**. En Estados Unidos en primer lugar, y posteriormente en Australia, Canadá y Europa, existen ya numerosos programas y redes de Telemedicina en funcionamiento estable, que se han visto multiplicados con el desarrollo de Internet, la telefonía móvil y las nuevas redes de telecomunicaciones de banda ancha [TATR03] [KYRI01] [RODR01] [TRA04] [CLAR97].

A modo de ejemplo, un área importante de desarrollo tecnológico es la telemonitorización, que permite el diagnóstico y el seguimiento de la evolución de estados patológicos en pacientes agudos y crónicos. Debido a la introducción de nuevos tipos de sensores y de los sistemas de comunicaciones fijos y móviles, el desarrollo experimental e industrial de dispositivos de monitorización remota se ha visto acelerado en los últimos años. No obstante, en la mayoría de los casos, se ofrecen soluciones cerradas con protocolos propietarios, lo que imposibilita o hace complicada y costosa la interoperabilidad y la integración de sistemas y el acceso desde otras aplicaciones y

entornos<sup>1</sup> [CENT04]. Esta situación se da a pesar de que diversos organismos de normalización como el CEN-TC251 y HL7 están desarrollando nuevos estándares más flexibles que facilitarán esa integración e interoperabilidad, no sólo para telemonitorización sino también para cualquier proceso relacionado con telemedicina y e-salud [CENT03] [HL703]. Muestra de ello son los diferentes grupos recién creados que pretenden unir las sinergias de las diferentes organizaciones de estandarización, como el e-Health Standardization Coordination Group (eHSCG) o el CEN/ISSS e-Health Standardization Focus Group.

Además, no se dispone de ninguna metodología que recoja todas las competencias y objetivos de los actores que intervienen en cualquiera de las fases de un sistema de e-salud o e-inclusión: diseño, desarrollo, implantación, evaluación, etc. Aunque sí se dispone de herramientas y metodologías para su descripción, son únicamente utilizadas por ingenieros para cubrir alguna de las fases y además, estas descripciones son poco comprensibles e incompletas, no cubriendo plenamente todos los requisitos y necesidades de los usuarios del sistema.

Ante este problema surge el concepto de arquitectura software. Su denominación proviene de la arquitectura tradicional donde antes de construir un edificio, éste era diseñado por un arquitecto a través de las vistas de planta, alzado y perfil. Dada la complejidad cada vez mayor de los sistemas de información y comunicaciones, es patente la necesidad de una arquitectura software, que cubra todos los requisitos de todos los actores involucrados, y que ofrezca a cada grupo de actores las vistas necesarias para detectar que sus necesidades han sido cubiertas y representadas de tal manera que sean fácilmente entendibles.

Estas arquitecturas han ido tomando fuerza en los años 80 y 90 [ARCH02] y son diversos los intentos que se han venido realizando hasta la fecha para su implantación, tal y como ha aparecido reflejado en el capítulo 2. Sin embargo y a modo de resumen, diferentes obstáculos han impedido que tomaran forma y fueran aceptadas por el público en general<sup>2</sup>:

- se ha entendido la arquitectura como un fin en lugar de como un medio o una herramienta para abordar un desarrollo.
- no se ha producido una estandarización ni en los contenidos ni en las formas para representar esas arquitecturas.
- no existe actualmente un lenguaje común y herramientas interoperables que permitan una descripción arquitectural. No existe ese lenguaje que nos permita la interoperabilidad total entre las diferentes vistas [TOGA02].
- existen modelos generales válidos pero no llegan a un nivel de concreción suficiente para garantizar la interoperabilidad y al aplicarse para cada caso, se derivan en soluciones que posteriormente no son compatibles entre sí.

---

<sup>1</sup> Hay contadas excepciones, como es el caso del IEEE 1073 (MIB- Medical Information Bus)

<sup>2</sup> Si exceptuamos UML, aunque UML como tal tampoco debería ser entendido como una arquitectura, ya que es una notación o manera de representar las cosas.

- e incluso, no hay un entendimiento común acerca de qué es una descripción arquitectural, qué debe incluirse en ella y qué propiedades debe tener un lenguaje de descripción de arquitecturas [MED00] [JONK03].

## 3.2 HIPÓTESIS DE PARTIDA

**La hipótesis a demostrar es que es posible la elaboración de una metodología y una arquitectura de referencia de Sistemas de Telemedicina distribuidos sobre redes de comunicación que nos permita tener un conjunto de vistas para la especificación, diseño, seguimiento, desarrollo y posterior evaluación de los sistemas de telemedicina atendiendo los requisitos y cubriendo los objetivos de todos los actores involucrados en el sistema.**

Esta metodología facilitará la reingeniería de procesos y la interoperabilidad entre sistemas, incorporando además unos criterios para la validación de la conformidad.

Esta metodología y la arquitectura de referencia estará apoyada en TOGAF, IEEE 1471-2000 y UML, haciendo propias las lecciones aprendidas de otras experiencias de arquitecturas que fracasaron, sin intentar reinventar la rueda y gozando del apoyo de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, reflejado en las actividades del tesinando como rapporteur de la Q.28<sup>3</sup> 'Multimedia Framework on e-health' de la UIT-SG16 o de secretario del e-Health Standardization Coordination Group [EHS04] [IEEE00] [UIT03a] [UIT03b].

Son muchos los beneficios asociados a la utilización de una metodología y una arquitectura [TOGA02] [LEEM03]: menores costes de desarrollo software, soporte y mantenimiento, aumento en la portabilidad de aplicaciones, mejoras en la interoperabilidad y en la gestión de sistemas y redes, más fácil actualización e intercambio de componentes del sistema, menor complejidad en estructuras de sistemas de la información, mayor modularidad y flexibilidad, reducción de tiempos de desarrollo, etc.

En cualquier caso y ante el reto de proponer un marco arquitectural de referencia y modelos a aplicar en el campo de la e-salud, es preciso recordar la frase de George E.P. Box 'Todos los modelos son falsos, pero algunos son útiles' [BOX76]. El modelo, el marco, la arquitectura, ... nunca serán el fin sino el medio; el intentar reproducir en un modelo lo más fielmente posible la realidad y no pensar en términos de utilidad han sido razones clave para que algunas iniciativas previas no hayan tenido éxito.

---

<sup>3</sup> Inicialmente fue Q J/16 pero tras la reestructuración del grupo de estudio 16 pasó a ser denominada Q.28.

### 3.3 OBJETIVOS

El objetivo principal de esta tesis es

**Proponer un marco arquitectural de referencia para sistemas de telemedicina sobre redes de comunicación de todo tipo y un conjunto de herramientas y utilidades que permitan crear un entorno común válido para todos los actores durante el ciclo de vida de un sistema de e-salud y/o e-inclusión, proporcionando además criterios para su evaluación y para la validación de la conformidad de la descripción arquitectural y su implantación.**

Para ello, se definen los siguientes **objetivos parciales**:

Elaboración de un estudio de las arquitecturas software, tanto genéricas como específicas en el área de e-salud.

Este estudio nos dará a conocer el estado del arte de las arquitecturas software: su necesidad, las diferentes aproximaciones, herramientas y lenguajes disponibles, el estándar IEEE 1471-2000 y el concepto de vistas, su uso actual y otras características de interés. Se estudiarán tanto arquitecturas genéricas como específicas en el ámbito de la salud, con el fin de ver si es necesario un marco arquitectural específico o basta con uno genérico y cuáles son tanto sus puntos fuertes como sus puntos débiles.

Creación de una metodología y una arquitectura marco de referencia, definiendo los puntos de vista a ser considerados y generando los componentes que serán utilizados para la descripción arquitectural en cada una de las vistas e identificando las funcionalidades, características, terminología y componentes.

Uno de los objetivos claves de esta tesis es la creación de esta metodología y de la arquitectura marco de referencia, que permita su uso por los diferentes actores del sistema y que en función de sus competencias, sólo vea las vistas que realmente le aportan información. Para ello, se establecerán un conjunto de puntos de vistas con sus plantillas para facilitar la descripción arquitectural.

Definición de unos criterios de validación de conformidad para la arquitectura marco de referencia propuesta.

Tras la creación de la arquitectura marco de referencia, se establecerán unos criterios para validar si la posterior implementación es válida y está hecha de acorde a la metodología propuesta.

Verificación y validación de la metodología y de la arquitectura marco de referencia en entornos reales.

Durante la tesis, la arquitectura marco de referencia será verificada y validada en entornos reales, siendo testeada su utilidad y eficacia en proyectos donde el tesinando ha participado en todas sus fases.

### Referencias Capítulo 3

- [ARCH02] Archimate consortium. State of the Art in Architecture Frameworks and Tools. ArchiMate phase 0/D2 Disponible en <https://doc.telin.nl/dscgi/ds.py/Get/File-22327> Último acceso 13 Enero 2005.
- [BOX76] Box GEP. Science and Statistics. Journal American Statistical Association, 1976,71:791-799.
- [CENT03] CEN/TC 251 European Standardization of Health Informatics portal web. Disponible en <http://www.centc251.org/> Último acceso 13 Enero 2005.
- [CENT04] CEN/TC 251. CEN/ISSS eHealth Focus Group Draft Report v8.2. Disponible en [http://www.cenorm.be/cenorm/businessdomains/businessdomains/iss/activity/ehealth\\_pc.asp](http://www.cenorm.be/cenorm/businessdomains/businessdomains/iss/activity/ehealth_pc.asp) Último acceso 13 Enero 2005.
- [CLAR97] Clarke PH. A referrer and patient evaluation of a telepsychiatry consultation liaison service in South Australia. Journal of Telemedicine and Telecare, 1997,3(1):12-14.
- [EHS04] Medetel website. Creación del e-Health Standardization Coordination Group. Disponible en <http://www.medetel.lu/satellite/conference/2004/ehscg.html> Último acceso 13 Enero 2005.
- [HL703] Health Level 7 portal web. Disponible en <http://www.hl7.org/> Último acceso 6 Noviembre 2003.
- [IEEE00] IEEE 1471-2000 - IEEE Recommended Practice for Architectural Description of Software-Intensive Systems. IEEE, 2000.
- [JONK03] Jonkers H (editor). Concepts for architectural description. Archimate deliverable 2.2.1 v2.0; 2003. Disponible en <https://doc.telin.nl/dscgi/ds.py/Get/File-29421> Último acceso 13 Enero 2005.
- [KYRI01] Kyriacou E, Pavlopoulos S, Koutsoris D, Andreou AS, Pattichis C, Schizas C. Multipurpose health care delivery system. Proceedings 23rd Annual International IEEE/EMBS Conference, 2001:3540-3553.
- [LEEM03] Leeming N. Software architecture. Libro electrónico disponible en <http://www.softwarearchitect.biz/arch.htm> Último acceso 13 Enero 2005.
- [MED00] Medvidovic N, Taylor RN. A Classification and Comparison Framework for Software Architecture Description Languages. IEEE Transactions on Software Engineering, 2000,26(1):70-93.
- [MON97] Monteagudo JL. La estandarización en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones para Sanidad. Instituto Salud Carlos III, 1997. Disponible en [http://api.isciii.es/ctn\\_139/estandarizacion\\_en\\_tecnologias\\_de\\_la\\_informacion\\_y\\_comunicaciones.htm](http://api.isciii.es/ctn_139/estandarizacion_en_tecnologias_de_la_informacion_y_comunicaciones.htm) Último visita: 20 Junio 2003.
- [RODR01] Rodriguez A, Villalar JL, Arredondo MT, Cabrera MF, Del Pozo F. Transmission trials with a support system for the treatment of cardiac arrest outside hospital. Journal of Telemedicine and Telecare, 2001,7(1):60-62.

- [TATR03] Telemedicine Advanced Technology Research Center portal web. Disponible en <http://www.tatrc.org/> Último acceso 13 Enero 2005.
- [TOGA02] The Open Group.TOGAF. The Open Group Architectural Framework.2002. Disponible en <http://www.opengroup.org/architecture/togaf/> Último acceso 13 Enero 2005.
- [TRA04] Traver V, Fernández C, Montón E, Naranjo JC, Guillén S, Valdivieso B. Sistemas m-health: la solución para las necesidades de una Unidad de Hospitalización a Domicilio Ed. SEIS, nº 44, 2004.
- [UIT03a] Unión Internacional de Telecomunicaciones. Q J/16 Multimedia framework for E-health applications. UIT, 2003.
- [UIT03b] Unión Internacional de Telecomunicaciones. Workshop on Standardization in E-Health - Final Report, 2003. Disponible en <http://www.itu.int/ITU-T/worksem/e-health/index.html> Último acceso 13 Enero 2005.





## 4. MÉTODOS Y MATERIALES

Este capítulo describe la metodología y los materiales utilizados para la consecución de los objetivos descritos en el capítulo anterior. Se presentan en primer lugar las bases genéricas de la arquitectura software y las metodologías existentes en su entorno para, posteriormente, concentrar la atención en dos de los fundamentos esenciales de la tesis: la práctica recomendada para la descripción arquitectural de sistemas intensivos de software IEEE-1471 y el entorno arquitectural TOGAF, desarrollado por el Open Group [IEEE00] [TOGA02] [OPEN03]. En ningún caso se pretende hacer un resumen o tutorial de éstos, aspecto ya cubierto en el capítulo de Antecedentes y en las referencias al final de cada capítulo sino dejar sentadas claramente las bases en las que se sustenta la tesis.

En la sección de Métodos también se presentan las herramientas de modelado y representación gráfica de la arquitectura, y los métodos de evaluación de la metodología, la descripción arquitectural y la conformidad de implantación con la descripción arquitectural. También se han considerado e incluido en esta sección otros aspectos como la usabilidad de las herramientas de representación o de modelado, la solidez de la documentación y el enfoque práctico y orientado que debe tener una arquitectura.

Por su parte, en la sección de materiales, se detallan los recursos utilizados durante el proyecto, tanto humanos, como materiales y económicos.

## 4.1 MÉTODOS

### 4.1.1 ARQUITECTURAS

Dado que en el capítulo 2 de Antecedentes ya se ha hecho una introducción teórica sobre las arquitecturas software, esta sección está centrada exclusivamente en aquellos conceptos y bases de las arquitecturas software que son el soporte fundamental de la tesis y requieren un mayor nivel de definición.

#### 4.1.1.1 INTRODUCCIÓN

Las organizaciones necesitan adaptarse cada vez más de una manera más flexible a un entorno en el que cambian permanentemente los requisitos del usuario y los objetivos de negocio. Esto requiere capacidad de influir en todas las actividades del ciclo de vida de un sistema, desde la organización estructural hasta la infraestructura de redes. Para ello, es esencial la existencia de una arquitectura que permita la descripción y visualización del sistema desde diferentes dominios y sus relaciones con los actores.

El uso de estas arquitecturas facilita a los actores el análisis del impacto de los cambios en el sistema. Sin embargo, los dominios abordados por las arquitecturas no son tratados de una forma integrada, haciendo muy difícil el juzgar los efectos de los cambios propuestos. Cada dominio, cada vista tiene su propio lenguaje, dibuja sus propios modelos y usa sus propias técnicas y herramientas, siendo muy complicado la comunicación entre dominios [JONK02].

Gracias a la arquitectura software, el desarrollo software ha pasado de basarse en líneas de código a elementos arquitecturales más consistentes (componentes software y sus conectores) y la relación estructural de todo el sistema. Para dar soporte a estos desarrollos basados en la arquitectura, son necesarios marcos arquitecturales, lenguajes de descripción de arquitecturas y herramientas de análisis y desarrollo que trabajen sobre las especificaciones arquitecturales necesitadas [MED00] [CLE01].

Por otra parte, una de las ventajas que ofrecen los marcos arquitecturales es el concepto de vista, de tal forma que al actor del sistema sólo se le ofrece lo que le interesa y de la manera más legible posible. Anteriormente, todos accedían al mismo documento donde había una gran cantidad de información de la cual poca era realmente útil para cada actor y estaba representada en un lenguaje poco legible [KON03] [NUS94].

Para entender más claramente los conceptos de arquitectura, vistas y lenguajes de cada una de las vistas es útil recurrir al ejemplo del piloto y el controlador aéreo descrito en TOGAF [TOG02]:

*Imaginemos para ilustrar estos conceptos un aeropuerto muy sencillo con dos actores: el piloto y el controlador de tráfico aéreo. El piloto tiene una visión del sistema y el controlador aéreo otra. Ninguna de ellas representa todo el sistema porque la perspectiva de cada uno de ellos constriñe (reduce) cómo ve el sistema global.*

*La vista del piloto incluye algunos elementos que no son visualizados por el controlador como los pasajeros o el nivel de gasolina mientras que la vista del controlador aéreo incluye otros elementos no apreciados por el piloto como otros aviones mientras que hay elementos compartidos entre las vistas, como el modelo de comunicación entre el piloto y el controlador y la información básica sobre el estado del avión.*

**Un punto de vista es un modelo (o descripción) de la información contenida en una vista.** En nuestro ejemplo, un punto de vista es la descripción de cómo el piloto ve el sistema y la otra sería como lo ve el controlador.

Los pilotos describen el sistema desde su perspectiva, usando un modelo de posición y vector acercándose o alejándose de la pista de aterrizaje. Todos los pilotos usan el mismo modelo y el modelo tiene un lenguaje específico que es usado para capturar la información y difundir el modelo.

Por su parte, los controladores describen el sistema diferentemente, usando un modelo del espacio aéreo y las localizaciones y vectores de las naves dentro de dicho espacio aéreo. De nuevo, todos los controladores usan un lenguaje común derivado de un modelo común para capturar y comunicar información pertinente al punto de vista.

Afortunadamente, cuando los controladores hablan con pilotos, ellos usan un lenguaje de comunicación común (dicho de otra manera, los modelos que representan estos puntos de vista individuales interseccionan parcialmente). Parte de este lenguaje común es acerca de localización y vectores de las naves, resultando esencial para la seguridad.

Así, en esencia, cada punto de vista es un modelo abstracto de cómo cada actor de un tipo particular – todos los pilotos o todos los controladores – ve el sistema del aeropuerto.

Existen herramientas para ayudar a los actores, especialmente cuando están interactuando con modelos complejos, como puede ser el modelo del espacio aéreo o el de un vuelo. El interfaz para el usuario humano de una herramienta es generalmente cercano al modelo y lenguaje asociado a dicho punto de vista. Las únicas herramientas del piloto son la gasolina, la altitud, la velocidad y los indicadores de localización. La principal herramienta del controlador es el radar mientras que la herramienta común es una radio.

A modo de resumen, nosotros podemos ver que una vista puede mostrar parte del sistema a través de la perspectiva de un actor, tanto el piloto como el controlador. Esta parte del sistema puede ser descrito por un modelo abstracto llamado punto de vista, como el vuelo aéreo o el de espacio aéreo. La descripción de la vista se documenta en un lenguaje 'especializado', como pueden ser la jerga del piloto o la del controlador. Además, se utilizan diferentes herramientas de apoyo para los actores y ellos interactúan utilizando el lenguaje especificado en el punto de vista (jerga del piloto versus jerga del controlador). Cuando los actores usan herramientas comunes, como el contacto vía radio entre el piloto y el controlador aéreo, un lenguaje común es esencial.

Las vistas son el elemento clave de una descripción arquitectural, permitiendo acceder a la información que nos sea necesaria gracias a las vistas de los diferentes actores involucrados en el sistema.

Por otra parte, siguiendo la nomenclatura del IEEE 1471-2000, es necesario incidir en la diferencia entre punto de vista y vista aunque en algunos momentos durante la tesis, el concepto de vista será el más utilizado e incluso abarcará el punto de vista. Los puntos de vista son las definiciones, las reglas de cómo documentar una vista; un punto de vista ofrece una plantilla que una vez rellena para un caso concreto, se convierte en una vista. El punto de vista es la plantilla o la clase, mientras que la vista es la instancia, la personalización para un sistema determinado.

Estas vistas son de manera similar a las vistas de planta, alzado y perfil de un edificio lo que caracterizará la arquitectura software de un sistema. De una manera muy simplista, la arquitectura software puede entenderse como la pieza que permite pasar de los requisitos de usuario a código. Si no existe esa arquitectura, se podrá llegar al código pero no seremos capaces de reproducirlo...no podremos garantizar la condición de

repetible. Esta metáfora<sup>1</sup> queda recogida en la siguiente figura adaptada de Garlan [GARL02], reforzando la necesidad de la arquitectura.

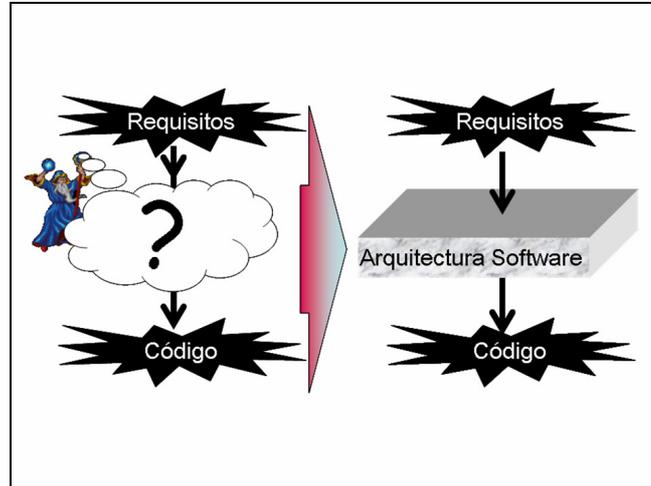


Figura 4.1. Necesidad de la arquitectura software

#### 4.1.1.2 IEEE 1471-2000

En el complejo ámbito de las arquitecturas software surge desde el IEEE una práctica recomendada que tiene como objetivo facilitar la expresión y comunicación de las arquitecturas y así, sentar las bases para la obtención de unos sistemas de calidad mediante la estandarización de elementos y prácticas para las descripciones arquitecturales [IEEE00].

El IEEE 1471-2000 no pretende estandarizar el proceso de desarrollo de arquitecturas y tampoco recomienda ningún lenguaje de modelado, metodología o estándar. Esta práctica recomienda y aporta un conjunto muy valioso de conceptos y términos de referencia, que refleja las tendencias usuales para la descripción arquitectural, codificando aquellos elementos sobre los que hay consenso. La contribución del IEEE 1471-2000 se divide en 3 partes:

1. Un conjunto de definiciones de términos clave como arquitectura, descripción arquitectural, vista, punto de vista, actor, competencia, modelo,<sup>2</sup>...
2. Un marco conceptual, donde se relacionan todos los términos clave en un modelo conceptual y se define el rol de los actores durante la creación y uso de una descripción arquitectural, reflejado en la Figura 4.2

<sup>1</sup> Habrá sido 'magia' porque no está documentado en ninguna parte.

<sup>2</sup> Estas palabras y otras aparecen reflejadas en el glosario de la tesis para facilitar la comprensión del lector y hacer más homogéneo el uso de dichas palabras a lo largo de la tesis.

3. Seis prácticas de descripción arquitectural, donde cada una de ellas contiene:
  - a. Documentación arquitectural referente a identificación, versiones e información genérica.
  - b. Identificación de los actores del sistema y sus competencias relacionadas con la arquitectura del sistema.
  - c. Selección de los puntos de vista arquitecturales, conteniendo su especificación y la justificación de la elección.
  - d. Vistas arquitecturales correspondientes a los puntos de vista seleccionados.
  - e. Consistencia entre las vistas arquitecturales incluyendo registros de cualquier inconsistencia detectada.
  - f. Justificación de la arquitectura seleccionada entre las alternativas consideradas.

En la norma IEEE 1471:2000 se consolida el concepto de competencia, que es un aspecto sobre el cual un actor tiene una responsabilidad. Competencias que todo ingeniero de arquitectura software debiera considerar son [LEEM03]: distribución e instalación automática, disponibilidad, copias de seguridad y restauración, elegancia, coste, interfaces comunes, compatibilidad, modularidad, concurrencia, consistencia, dependencia, nivel de detalle,...

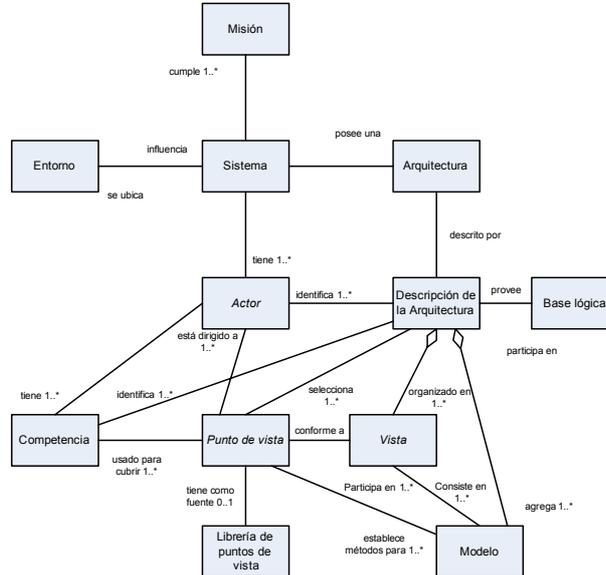


Figura 4.2 Modelo conceptual utilizado por el IEEE-1471-2000

A modo de resumen y tal y como decíamos en el capítulo 2, el modelo conceptual de la práctica recomendada IEEE1471-2000 gira en torno a los *puntos de vista* y las *vistas*, que

pueden contener un *modelo*, textos, tablas, análisis, resultados,... prácticamente cualquier material que ayude a cubrir una *competencia* siguiendo una plantilla o punto de vista [DOE03]. Así, en unas cuantas vistas básicas se puede contener la mayor parte de la información que le interesa o compete a cualquiera de los actores [KON03], evitando el tener que gestionar cantidades ingentes de información, que provocan pérdidas de productividad y errores.

#### 4.1.1.3 TOGAF

The *Open Group Architectural Framework* (TOGAF) es un marco genérico para el desarrollo de arquitecturas empresariales. Hasta su versión 7, sólo abordaba la arquitectura tecnológica mientras que a partir de su versión 8, publicada en Diciembre de 2002, ya cubre cualquier faceta.

La versión inicial de TOGAF se desarrolló en 1995, basándose en TAFIM-*Technical Architecture Framework for Information Management*, resultado de proyectos y mucho esfuerzo financiados por el Departamento de Defensa (DoD) de los Estados Unidos.

TOGAF se puede dividir en cuatro grandes bloques:

- Un entorno de alto nivel, basado en algunos de los conceptos clave. El entorno gira en torno a la arquitectura empresarial, que está compuesta por cuatro arquitecturas fuertemente relacionadas: arquitectura de negocio, arquitectura de datos, arquitectura de aplicación y arquitectura tecnológica.
- *Architecture Development Method* (ADM), metodología para el desarrollo de la arquitectura, que es el núcleo de TOGAF y describe paso a paso el desarrollo de una arquitectura empresarial para sistemas relacionados con Tecnologías de la Información.
- La Arquitectura Base TOGAF, compuesta por un Modelo de Referencia Técnico (TRM), el *Open Group Standards Information Base* (SIB) y el *Building Blocks Information Base* (BBIB).
- El repositorio de recursos de TOGAF, conjunto de herramientas y técnicas disponibles para su uso cuando la implantación de TOGAF o de su metodología-ADM lo requiera (vistas de arquitecturas, escenarios de negocio, ADML, casos de estudio, etc.).

TOGAF no describe, sino prescribe y en su última versión, ya se adhiere al IEEE 1471-2000 con su taxonomía de vistas. El uso de un marco arquitectural como TOGAF aumenta la velocidad y simplifica el proceso de desarrollo de una arquitectura software, asegurando una mejor cobertura de la solución diseñada y facilitando que la arquitectura seleccionada permita un futuro crecimiento en respuesta a las necesidades del entorno.

Por lo que se refiere a la metodología de desarrollo de arquitecturas, ADM, está enfocada para el desarrollo de arquitecturas empresariales y cubre diferentes vistas arquitecturales. Su estructura básica se recoge en la Figura 4.3 , con un modelo de ciclo de vida que trata el desarrollo del proceso desde el inicio hasta la implantación o el mantenimiento. Esta estructura es iterativa y adaptable en función de la madurez del sistema pero marca unas pautas muy concretas dentro de la generalidad de una metodología a este nivel,

indicando los resultados que se deben obtener en cada fase y siendo independiente de lenguajes y herramientas de modelado.

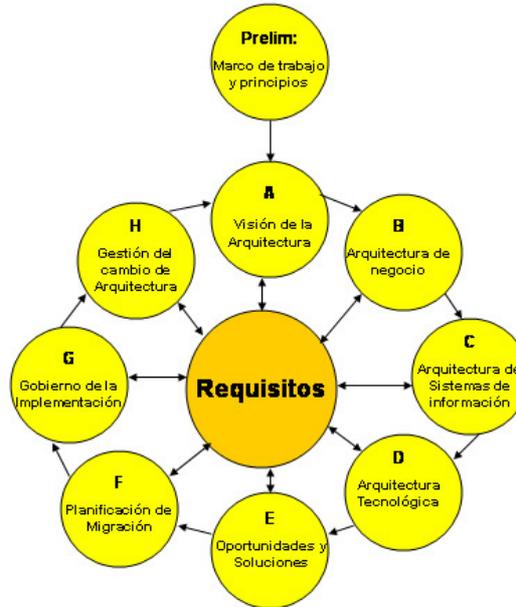


Figura 4.3 ADM

El núcleo de esta metodología está en las fases que van de la A a la D; así se recoge la visión de la arquitectura en la fase A y se define cómo recoger las competencias de todos los actores del sistema en las fases B, C y D. Es en estas fases donde se toman las primeras decisiones significativas de diseño [COO03] y se identifican un conjunto de vistas asociadas a los actores que son las que posteriormente se modelarán en el proceso de desarrollo del sistema:

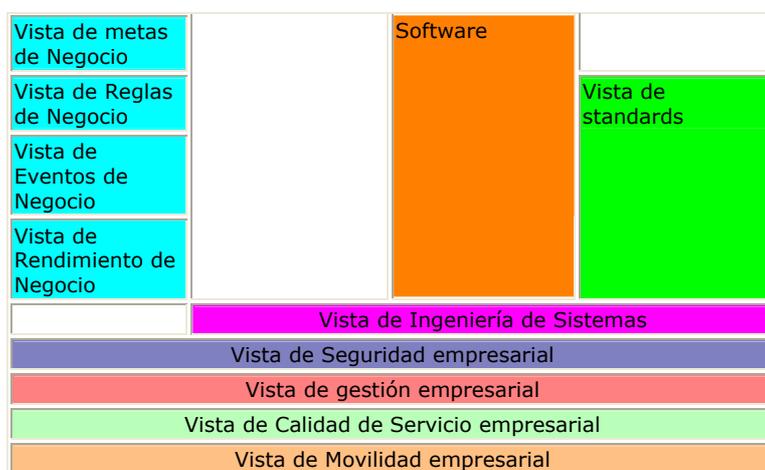
- Vistas de la arquitectura de negocio, que abordan las competencias de los usuarios y gestores
- Vistas de la arquitectura de datos, que cubren los objetivos fijados por los diseñadores y administradores de las bases de datos y los ingenieros de sistemas responsables del desarrollo e integración de los componentes de datos del sistema
- Vistas de la arquitectura de aplicaciones, utilizadas por los ingenieros de software y sistemas responsables del desarrollo e integración de los diversos componentes software del sistema

- Vistas de la arquitectura tecnológica, que abordan los objetivos de los encargados de compras, personal de operaciones y administradores y gestores del sistema.

En la Tabla 4.1, se muestran ejemplos de las posibles vistas para cada una de las arquitecturas sugeridas en TOGAF [TOGA02]. Además de las vistas para cada una de ellas, se observa cómo hay algunas vistas que son comunes a dos o más grupos de actores del sistema.

Tabla 4.1 Ejemplo de taxonomías de vistas arquitecturales

Para cubrir las competencias de los siguientes actores...			
Usuarios, planificadores, gestores de negocios	Diseñadores y Administradores de Bases de Datos, Ingenieros de sistemas	Ingenieros de sistemas y software	Compradores, operadores, gestores y administradores
... las siguientes vistas pueden ser desarrolladas:			
Vistas de Arquitectura de Negocio	Vistas de Arquitectura de Datos	Vistas de Arquitectura de Aplicación	Vistas de Arquitectura Tecnológica
Vista de Funciones de Negocio	Vista de Entidades de Datos	Vista de Ingeniería Software	Vista de Hardware y Computación en Red
Vista de Servicios de Negocio			
Vista de Procesos de Negocio			
Vistas de Información de Negocio			
Vistas de Localización de Negocio			
Vistas de Logística de Negocio	Vista de Flujo de Datos	Vista de Interoperabilidad de Aplicaciones	Vista de Ingeniería de Comunicaciones
Vista de Personal (diagrama de organización)			Vista de Procesado
Vista de Procesos de Trabajo ( <i>workflow</i> )			
Vista de Usabilidad			
Vista de Objetivos y Estrategia de Negocio	Vista de Datos Lógicos	Vista de Distribución	Vista de Costes



## 4.1.2 NOTACIÓN Y REPRESENTACIÓN

Se recogen en este capítulo herramientas utilizadas para la representación y análisis de arquitecturas. IEEE 1471-2000 y TOGAF no exigen el uso de ningún lenguaje, dado que son independientes de lenguajes de modelado y herramientas de análisis. Sin embargo, lenguajes como el UML o herramientas como el Visio son muy apropiadas para trabajar con estas metodologías [ARCH02].

### 4.1.2.1 UML

El *Unified Modelling Language* (UML) es un lenguaje que se ha convertido en un estándar de facto para la especificación, visualización, construcción y documentación de los componentes de un sistema software, gestionado por el *Object Management Group* (OMG).

UML es independiente de la metodología adoptada y dado que fue pensado para su uso por ingenieros software, no cubre todas las vistas que forman una arquitectura empresarial en su versión actual, la UML 1.4 [UML03]. Pensado inicialmente para el diseño de software orientado a objetos, su uso se ha extendido a otras áreas y en la versión UML2.0 incluirá modelado de arquitecturas, aunque se desconoce hasta qué nivel. No obstante, hay ingenieros de arquitecturas software que piensan que carecerá de algunas características importantes para abordar dichas funciones [JONK02] [DOD03].

UML es un lenguaje muy gráfico, con diferentes lenguajes visuales que cubren diferentes áreas dentro de UML, llegando a solaparse. Con muchos bloques visuales desarrollados como plantillas, permite una gran expresividad y ofrece muchas herramientas de apoyo, aunque tiene como desventaja la inaccesibilidad o dificultad de lectura del lenguaje para los no expertos.

Los nueve tipos de diagramas en UML versión 1.4 pueden ser agrupados de la siguiente manera:

- estructurales: diagramas de clase, diagramas de objetos;

- comportamiento: diagramas de casos de uso, diagramas de estado, diagramas de secuencia, diagramas de colaboración, diagramas de actividad;
- implantación: diagramas de componentes, diagramas de despliegue.

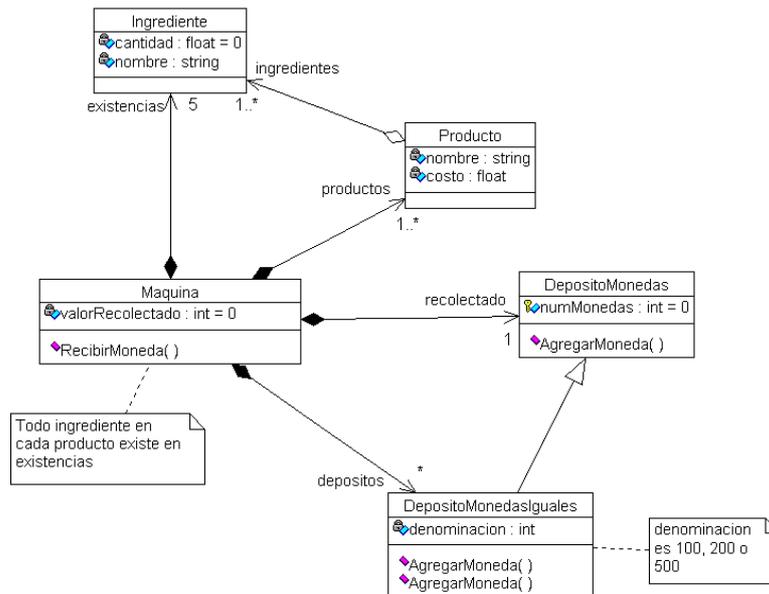


Figura 4.4. Ejemplo de diagrama de clases UML

#### 4.1.2.2 VISIO

Microsoft Visio es una herramienta de diagramas muy potente, originalmente concebida para el dibujo de organigramas y diagramas de estado. Visio fue comprada por Microsoft en 1999 y desde entonces la ha dotado de un completo conjunto de herramientas y galerías de símbolos para la elaboración de diagramas y modelos de cualquier tipo [MIC01] [WAL03].

Microsoft Visio 2003 tiene plantillas para diagramas de software, bases de datos, redes, procesos de ingeniería y también soporta UML. Es una herramienta universalmente extendida, de uso intuitivo y que gracias a XML garantiza la interoperabilidad con otras herramientas, diagramas o lenguajes de descripción arquitectural.

Microsoft Visio 2003 permite la generación de nuevas plantillas y galerías de símbolos, que pueden ser compartidas por los usuarios; por otra parte, entre sus plantillas ya dispone de galerías de símbolos para elaborar diagramas con UML y soporta la ejecución de complicadas macros programadas en VBA (*Visual Basic for Applications*) [FED99].

#### 4.1.2.3 ARQUITEL

Ante la falta de herramientas que permitan una adecuada documentación de la arquitectura de un sistema y basado en Microsoft Visio 2003, el tesinando ha creado

ARQUITEL. ARQUITEL es un conjunto de herramientas y utilidades que complementando las ya disponibles en Microsoft Visio permite una descripción integral de cualquier sistema de e-salud o de e-inclusión.

Así, se han desarrollado un conjunto de galerías de símbolos para documentar determinadas vistas y arquitecturas. Estos símbolos disponen de propiedades que han sido definidas específicamente para cubrir las necesidades de un ingeniero de arquitectura software que lleve a cabo su trabajo en el ámbito de la e-salud y la e-inclusión, permitiendo su ampliación con nuevas características, nuevos elementos y nuevas vistas.

### **4.1.3 EVALUACIÓN**

#### **4.1.3.1 INTRODUCCIÓN**

Aunque la arquitectura software se ha convertido en un foco de investigación importante en los últimos años, muy poca atención se le ha mostrado a los métodos para la evaluación de estas arquitecturas. Kazman, ya en 1994, avisaba de ello y apuntaba dos razones [KAZ94]:

- la carencia de un vocabulario común. Cada una de las arquitecturas utiliza un lenguaje diferente. Cuando se desarrollan nuevas arquitecturas, se generan nuevos términos para describirlas o se hace uso de antiguos términos de una forma diferente. Así, hay una tremenda dificultad para comparar nuevas arquitecturas con las ya existentes porque no se da un área común sobre la cual establecer dichas comparaciones.
- la dificultad de enlazar conceptos abstractos con las competencias asociadas a cada actor involucrado en el desarrollo del sistema. No existe una manera clara de entender y/o medir en una arquitectura algunas de dichas competencias como por ejemplo, portabilidad o modularidad; así, es complicado realizar abstracciones arquitecturales con aspectos relacionados con el desarrollo del sistema.

La evaluación de arquitecturas es un proceso muy complicado y el hecho de que cada vista de la arquitectura es generalmente expresada en un lenguaje diferente aumenta la complejidad y provoca que sea muy difícil su análisis, por ejemplo, cuando se determina la influencia del cambio de un módulo en el sistema.

Hay muchas maneras de categorizar las técnicas de análisis de arquitecturas. Una sencilla y efectiva es la sugerida por Van der Torre y Doest [TOR03] que se refleja en la Figura 4.5. Por una parte, distinguimos entre:

- tipos del resultado del análisis: cuantitativos (i.e. rendimiento, coste, fiabilidad) o funcionales (i.e. propiedades estructurales, modularidad).
- técnicas de análisis: analíticos o por la simulación de un modelo.

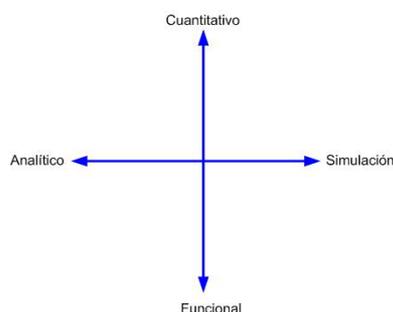


Figura 4.5. Clasificación de técnicas de análisis

En la evaluación analítica de una arquitectura, tres técnicas principalmente aparecen referenciadas en la bibliografía [ABO97] [CLE03]:

- **Escenarios.** El hecho de la evaluación de atributos de calidad en un determinado contexto ha conducido a la selección de los escenarios como medio descriptivo de especificación y evaluación de atributos en dicho contexto. Así, un escenario es una secuencia especificada de acciones que usan o modifican el sistema; mediante un escenario, se ofrece un medio para caracterizar cómo una arquitectura particular responde a las demandas de diferentes escenarios. Dos ejemplos de escenarios de testeo serían para análisis de seguridad (proponiendo diferentes acciones peligrosas que pueden ocurrir sobre el sistema) o rendimiento (definiendo diferentes perfiles de uso de los recursos del sistema).
- **Cuestionarios.** Un cuestionario es una lista de preguntas generales y relativamente abiertas que se pueden aplicar a todas las arquitecturas. Algunas de esas cuestiones pueden ser referentes a la forma en que la arquitectura es generada y documentada y otras sobre los detalles de la descripción de la arquitectura en sí misma [TOGA03].
- **Listas.** Una lista es un conjunto mucho más detallado de preguntas desarrollado después de mucha experiencia evaluando unos conjuntos comunes de sistemas generalmente en un dominio mucho más específico.

Hay una clara relación natural entre las tres técnicas. Los escenarios están orientados a preguntas específicas relacionadas con el sistema; es por ello que la experiencia evaluando una familia de escenarios relacionados puede acabar generando un conjunto de escenarios comunes y si están relacionados con un dominio específico, dan origen a una lista de preguntas específicas o un cuestionario con aspectos más genéricos. Las listas y los cuestionarios reflejan unas prácticas de evaluación más maduras que los escenarios; otra diferencia es que los escenarios son específicos al sistema y son creados dentro del proceso de evaluación mientras que las listas y los cuestionarios son creados antes de que el proyecto comience.

Dada la proliferación de lenguajes y metodologías para el desarrollo de arquitecturas son muchas las metodologías y técnicas desarrolladas para la evaluación de estas arquitecturas [KAZ94] [KAZ00] [MED00] [INT03] [TOGA03c]. Además, los conceptos de análisis o de evaluación son ambiguos: hay muchos tipos de análisis y evaluación, pudiendo ser usados de diferentes maneras. Como ejemplo de los diferentes niveles de complejidad o análisis para una arquitectura, Wim Schut utilizó el símil de una tarta de bodas [TOR03] recogido en la Figura 4.6.

Esta tarta de bodas presenta diferentes niveles para la evaluación de una arquitectura: sintaxis, semántica, funcionalidad, pragmatismo y elegancia. Los niveles más bajos de la tarta son los más claramente definidos y es más fácil el establecer técnicas de análisis, aunque en ningún caso es trivial. Esta tarta de bodas puede ser evaluada siguiendo dos aproximaciones: la *top-down* o la *bottom-up*. En la *top-down* se evalúa directamente sobre la capa superior, asumiendo que si el resultado es positivo, las capas inferiores están bien construidas; esto es un asunción bastante peligrosa, pues no tiene porqué ser necesariamente así. La otra aproximación, la *bottom-up* es la que aportaría un mayor rigor científico, desarrollando herramientas de evaluación y análisis para cada capa, comenzando desde la base y a medida que van siendo analizadas, evaluando la capa superior.

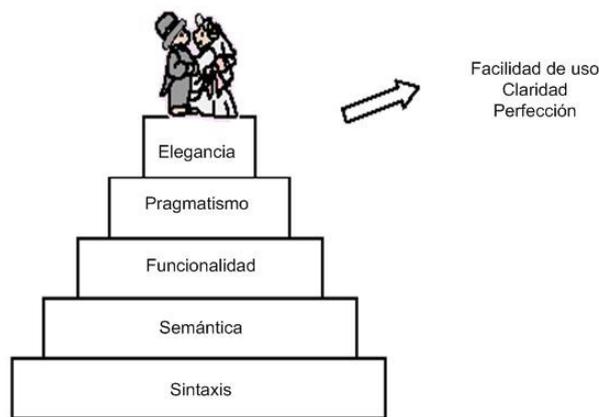


Figura 4.6. Tarta de boda – ejemplo de evaluación de arquitecturas

Por otra parte, para una adecuada evaluación de la arquitectura, la metodología de análisis debe tener:

- análisis de propiedades arquitecturales
- análisis del impacto ante cambios

e interesa que tenga:

- comparación entre alternativas
- análisis de migraciones
- simulaciones

Siempre los actores clave han de ser conscientes de que la evaluación de una arquitectura nunca nos dirá sí o no, sino que nos presentará sus amenazas, sus oportunidades, sus fortalezas y sus debilidades. Será tras la evaluación de la arquitectura cuando los actores clave involucrados en el sistema decidirán si éste se implementa o no [ICE03].

Así y siguiendo una aproximación de capas, proponemos para el análisis y la evaluación de la metodología presentada en la tesis cuatro niveles aplicables a cualquier sistema:

- Evaluación de la descripción arquitectural en cuanto a estructura, para dirimir si la metodología, el marco que facilita la descripción arquitectural está bien estructurado desde el punto de vista sintáctico y semántico, siguiendo la práctica recomendada IEEE 1471-2000.
- Evaluación de la descripción arquitectural en cuanto a contenido. El análisis de la descripción arquitectural, considerando aspectos como rendimiento, flexibilidad, utilidad,... sirve de base para optar por la posterior implantación o no del sistema.
- Evaluación de la conformidad del sistema, que nos dice si la implantación realizada es conforme a lo descrito en la descripción arquitectural.
- Evaluación del sistema para analizar el sistema sin tener en cuenta la arquitectura de diseño sino su relación con el entorno real en el que el sistema ha sido implementado. No es el objeto de esta tesis y ya se dispone de muchas metodologías específicas para este tipo de evaluación<sup>3</sup>.

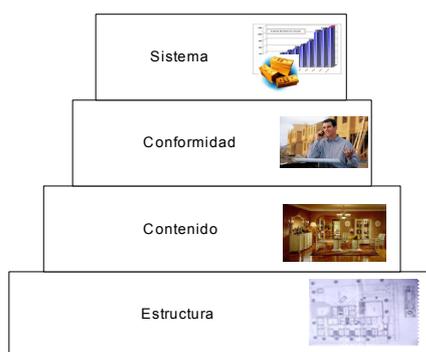


Figura 4.7. Niveles de análisis de un sistema

#### 4.1.3.2 EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA DESCRIPCIÓN ARQUITECTURAL

La evaluación del marco arquitectural se corresponde con los niveles inferiores de la tarta de bodas descrita anteriormente. Para que la estructura de una descripción arquitectural sea conforme a la práctica recomendada IEEE 1471:2000 es necesario que incluya [IEEE00]:

- una identificación de la descripción arquitectural, un control de versiones y un resumen.

---

<sup>3</sup> En cualquier caso, se puede afirmar sin lugar a dudas que prácticamente todos los sistemas que den resultados negativos en las tres evaluaciones previas fracasarán cuando se lleve a cabo su implantación en un entorno real de manera continuada.

- una identificación de los actores del sistema así como de sus competencias relevantes para la arquitectura.
- las especificaciones de cada punto de vista seleccionado para organizar la representación de la arquitectura y una justificación de la selección de esos puntos de vista.
- una o más vistas arquitecturales.
- un registro de todas las inconsistencias conocidas entre los elementos que constituyen la descripción arquitectural.
- una justificación para la selección de la arquitectura.

### 4.1.3.3 EVALUACIÓN DE LA DESCRIPCIÓN ARQUITECTURAL

La fase de la evaluación de la Descripción Arquitectural (no ya de la estructura, sino de su contenido) es la fase en la que se toma la decisión de continuar adelante o no con la implantación de la arquitectura descrita en base a los resultados obtenidos, resultados que no son un sí ni un no, sino un conjunto de debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades (DAFO) que presenta el sistema. Será alguno de los actores clave involucrados en el sistema quien tomará la decisión de continuar adelante o no y en el caso de continuar con la implantación, ver de qué manera corregir, afrontar, mantener y explotar (CAME) el sistema [POR98].

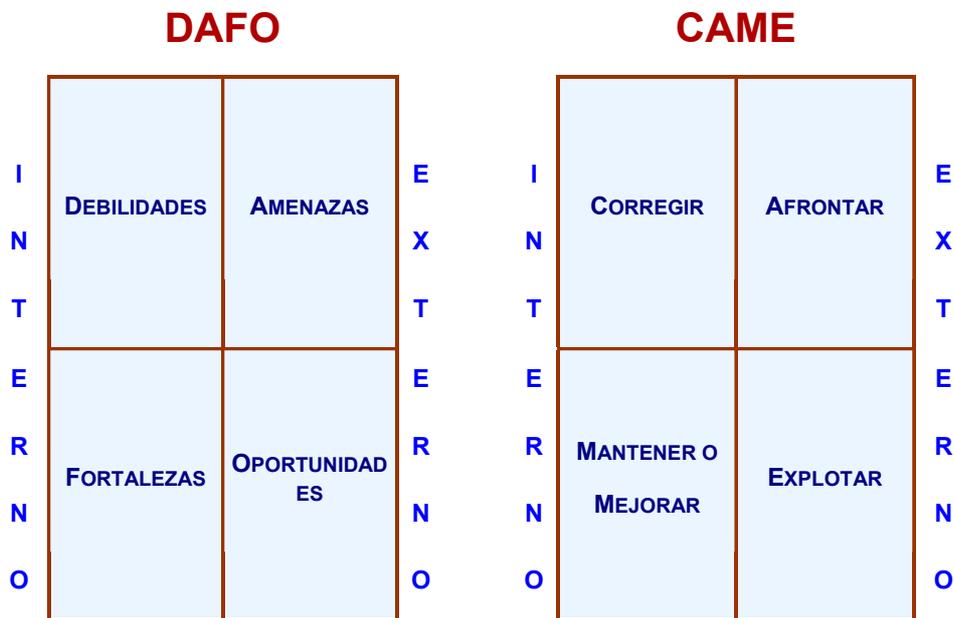


Figura 4.8. Esquema DAFO-CAME

Dado el elevado número de técnicas y lenguajes de descripción arquitectural, son muchas las técnicas de análisis de arquitecturas, i.e.: SAAM (*Software Architecture*

*Analysis Method*), ATAM (*Architecture Tradeoff Analysis Method*),....En prácticamente todas ellas se hace hincapié en el hecho de que es complicado la realización de un análisis formal y cuantitativo de la descripción arquitectural, especialmente con parámetros de calidad como rendimiento, disponibilidad, seguridad o modificabilidad, eficiencia, eficacia, efectividad tiempos de definición, reingeniería de procesos,... [KAZ94][KAZ00] recurriéndose a escenarios, listas y cuestionarios diseñados desde diferentes perspectivas para abordar esta compleja tarea.

Tras el análisis de diversas opciones descritas en [ABO97] [BAR03] [CLE03] [COO03] [DOD03] [KAZ00] [TOR03], el autor propone y describe para su uso en la tesis tres técnicas complementarias:

- SMART-TOGAF- Escenarios de negocio
- ATAM
- Lista de factores de éxito y fracaso de Intellect

que mediante el uso de escenarios, listas y cuestionarios (ver apartado anterior) facilitan un análisis formal que queda reflejado en una matriz DAFO-CAME. Estas tres técnicas serán combinadas y personalizadas para ser adoptadas en la metodología objetivo de esta tesis descrita en el capítulo 5 y aplicadas de manera práctica en el capítulo 6.

El cómo obtener las respuestas a estos escenarios, listas o cuestionarios no queda recogido en esta tesis, dado que no es el objetivo de la misma y no se dispone actualmente de herramientas que faciliten la labor de un análisis cuantitativo con relaciones entre las diferentes vistas del sistema. Así pues, esta tarea es una de las que se proponen como línea de investigación o trabajo futuro tras esta tesis, como se recoge en el Capítulo 9.

#### 4.1.3.3.1 ESCENARIOS DE NEGOCIO. OBJETIVOS SMART.

Tal y como queda recogido en la metodología TOGAF, en la fase inicial del diseño de la arquitectura, justo cuando se procede a la visión general de la arquitectura, se describen unos escenarios de negocio y unos objetivos asociados que serán evaluados tras la implantación de la arquitectura. Sin embargo, durante la definición de objetivos y la posterior evaluación de la descripción arquitectural sí debemos asegurarnos que estos objetivos sean SMART (*Specific, Measurable, Actionable, Realistic, Time-bound*)<sup>4</sup> [TOGA03c].

#### 4.1.3.3.2 ATAM

ATAM, *Architecture Tradeoff Analysis Method*, es un método para el análisis de arquitecturas desarrollado por Kazman, también autor de SAAM [KAZ94]. El objetivo de ATAM es articular el asesoramiento sobre las consecuencias de decisiones arquitecturales ante los requisitos de atributos de calidad. De esta forma, ATAM, viene a ser un método de identificación de riesgos, una manera de detectar áreas de riesgo potencial dentro de la arquitectura software de sistemas muy complejos.

---

<sup>4</sup> En español, objetivos SMART son específicos, cuantificables, con un plan de acción, realistas y acotados en el tiempo.

Realizable de una manera relativamente barata y rápida, ATAM no produce análisis en detalle de ningún atributo de calidad del sistema, como puede ser la latencia o el tiempo medio entre fallos; ATAM no intenta predecir el comportamiento de diferentes atributos del sistema sino que analiza cómo algunos atributos de calidad (i.e. rendimiento, disponibilidad, seguridad, interoperabilidad, capacidad de integración) pueden verse afectados por decisiones de diseño de la arquitectura, documentando cualquier:

- **Riesgo** – alternativa que podría derivar en futuros problema en alguno de los atributos.
- **Punto especialmente sensible** – alternativa para la cual un pequeño cambio puede provocar diferencias significativas en los atributos.
- **Situación de compromiso** – decisión que afecta a más de un atributo de calidad.

Para probar el diseño arquitectural desde diferentes ángulos, optimizando las posibilidades para la detección de riesgos, puntos sensibles y situaciones de compromiso, ATAM recomienda la utilización de tres tipos de escenarios [KAZ00] [COO03]:

- escenarios de caso de uso, en los que se recogen los típicos usos del sistema y se utilizan para la documentación,
- escenarios de crecimiento, en los que se prevén por anticipado cambios en el sistema, y
- escenarios exploratorios, que cubren casos extremos y se utilizan para estresar el sistema.

#### 4.1.3.3.3 LISTA DE FACTORES DE ÉXITO Y FRACASO DE INTELLECT

La antigua CSSA, Computing Services and Software Association (CSSA), que aglutina más de 600 organizaciones en el Reino Unido, y que ahora recibe el nombre de Intellect, compiló una lista de factores de éxito y fracaso basada en la información recibida sobre casos reales en sus empresas [INT03].

Independientemente del nombre que les demos, esos factores son las competencias (IEEE 1471-2000 y TOGAF) o atributos de calidad (ATAM) que hay que cubrir y documentar de manera satisfactoria a través de las vistas y posteriormente cubrir en la implantación y explotación del sistema.

*Tabla 4.2 Factores que influyen en el éxito y fracaso de proyectos en las TIC*

<b>Factores de éxito</b>	<b>Elemento</b>	<b>Factores de fallo</b>
Corto y realista Dividido en fases Flexible	Escala temporal	Largo Irrealmente corto
Proceso ajustado Compromiso mutuo Decisiones rápidas	Aprobación y aceptación	Procesos no formales Dilación Carencia de autoridad delegada
Bien especificados Claros criterios de aceptación Controlado por los gestores	Requisitos	Alto nivel Ambiguos Abiertos a la interpretación

Flexible Planes de contingencia Pagos por entregas	Presupuesto	Poco a poco Escaso Sin planes de contingencias
Habilidades del staff disponibles Entrenado y experimentado Estructuras efectivas	Gestión del proyecto	Habilidades no disponibles Grupo sin experiencia o con mucha carga de trabajo Estructura con demasiados niveles
Compromiso total Cuantitativo Atención a los detalles Orientado hacia el éxito	Actitud hacia los negocios	Falta de interés y delegación Hostil a malas noticias Presión para ganar a cualquier precio
Completos Bien definidos Métrica relevante	Objetivos	Incompletos Vagos Sin métrica
Considerados desde el inicio Análisis periódico Planes de contingencia	Gestión de riesgos	Ignorados Espasmódico Sin planes de contingencia
Firmemente establecidos Documentado	Control de cambios	Relajado No documentado
Estrecha relación Buena comunicación	Relaciones con proveedores	Contrarios Pobres comunicaciones
Compensado Orientado al éxito Estable Experimentado y cualificado	Equipo de proyecto	No compensado Orientado a procesos Volátil Gestión difusa del proyecto
Minucioso Criterios totalmente documentados Pre y post integración Implicación del usuario	Testeo	Incompleto Sin puntos de referencia Sin implicación del usuario
Integrado en el equipo Marca los requisitos Involucrado durante el ciclo de vida del proyecto	Implicación del usuario	No integrado en el equipo Sólo involucrado en la fase final
Planificado al inicio Involucra usuarios Seguimiento	Entrenamiento	Al final del desarrollo Hecho sólo por los proveedores Incompleto
Soluciones establecidas Expectativas realistas Sin complejidades innecesarias	Tecnología	Conductora del proyecto Señuelo de uso de tecnología punta
Modular Basada en software	Diseño	Monolítico Hecho a la medida

standard Primero el núcleo y luego las funcionalidades		Implantación 'Big Bang'
---	--	-------------------------

#### 4.1.3.4 EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD DE LA IMPLEMENTACIÓN

El análisis de la conformidad de la implantación<sup>5</sup> viene dado por la verificación y la comparación de las funcionalidades reseñadas en la descripción arquitectural y las existentes en la implantación real.

Los resultados del análisis de conformidad de la implantación no implican que el sistema vaya a funcionar mejor o peor, es decir, no tiene una incidencia directa en la evaluación del sistema como tal pero cuando un sistema implantado no cubre al menos todas las funcionalidades requeridas en la descripción arquitectural, podemos afirmar sin lugar a dudas que el proceso conducente a la implantación del sistema no se ha desarrollado de la manera apropiada, existiendo una gran probabilidad de que el sistema fracase ante el más mínimo suceso no previsto.

Siguiendo la nomenclatura propuesta por el Open Group en TOGAF, nos encontramos con los siguientes casos de conformidad de la implementación [TOGA03b]:

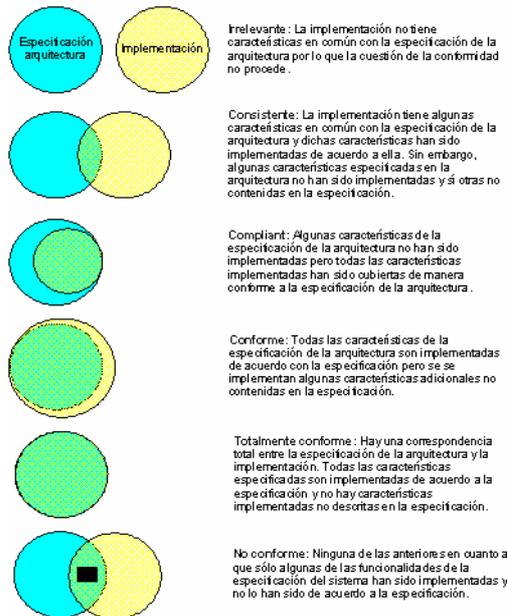


Figura 4.9. Posibles casos de conformidad de la implantación

<sup>5</sup> Durante toda la tesis se utilizará indistintamente implantación e implementación para el mismo concepto.

Como ayuda, el propio Open Group sugiere unas listas de preguntas sobre determinados ámbitos para determinar el grado de conformidad o cumplimiento de la implantación. Aunque se pueden añadir nuevos o personalizar los ya existentes, se recomienda la inclusión de preguntas en los ámbitos de hardware y sistema operativo, servicios software, aplicaciones, gestión de la información, seguridad, gestión de sistemas, ingeniería de sistemas,...

#### **4.1.4 OTRAS CONSIDERACIONES**

En esta sección del capítulo 4, se fija la atención sobre diferentes aspectos o conceptos que aún no siendo estrictamente teóricos, sí deben considerarse durante las descripciones de las arquitecturas para conseguir una eficiencia máxima y una optimización de los recursos humanos utilizados durante el ciclo de vida del sistema tratado con la metodología objeto de la tesis.

##### **4.1.4.1 USABILIDAD**

Aunque la metodología propuesta diferencia entre el contenido y la forma en que se presenta dicho contenido, nuestra atención no debe centrarse únicamente en el contenido porque la presentación de los datos influye de manera notable; así, ésta debe realizarse de manera tal que se facilite la transición de diseñador a lector.

Diferentes guías han sido elaboradas para ayudar a los ingenieros de arquitecturas software a preparar sus diagramas para transmitirlos a los diferentes actores involucrados [KON01] [LEEM03] [IAC02].

Las guías de usabilidad que se han usado a lo largo de la tesis para facilitar la lectura de las vistas son las presentadas por Koning en *'Practical Guidelines for the readability of IT-Architecture Diagrams'* [KON02] que abordan las jerarquías, formas de objetos, tamaños y anchuras, fondos, colores, conectores, textos en diagramas, gráficos e iconos, diseño de conjuntos de diagramas, y diagramas en los informes de arquitecturas. Estas directrices se recogen en las dos próximas páginas.

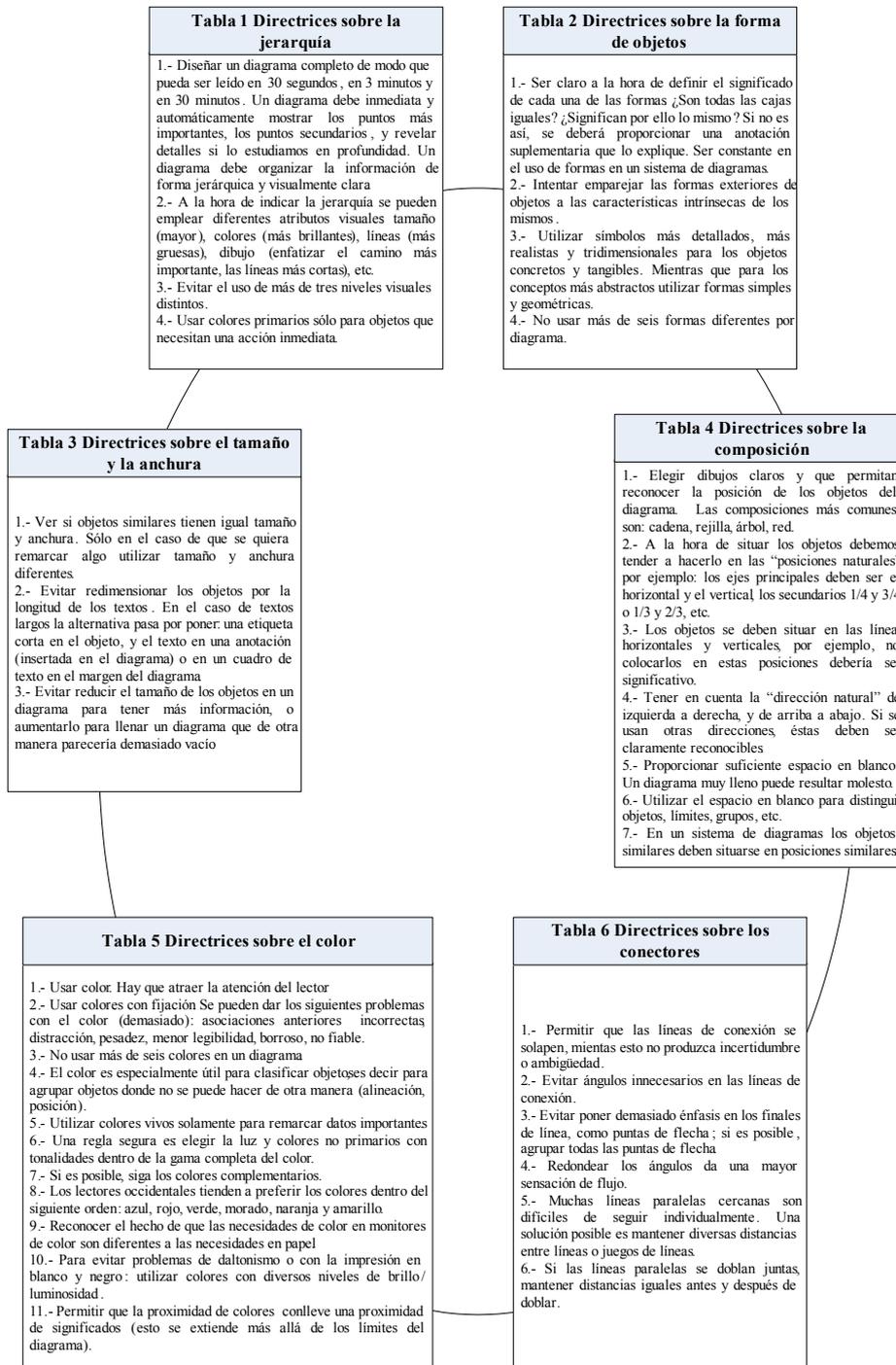


Figura 4.10. Directrices de Koning (I)

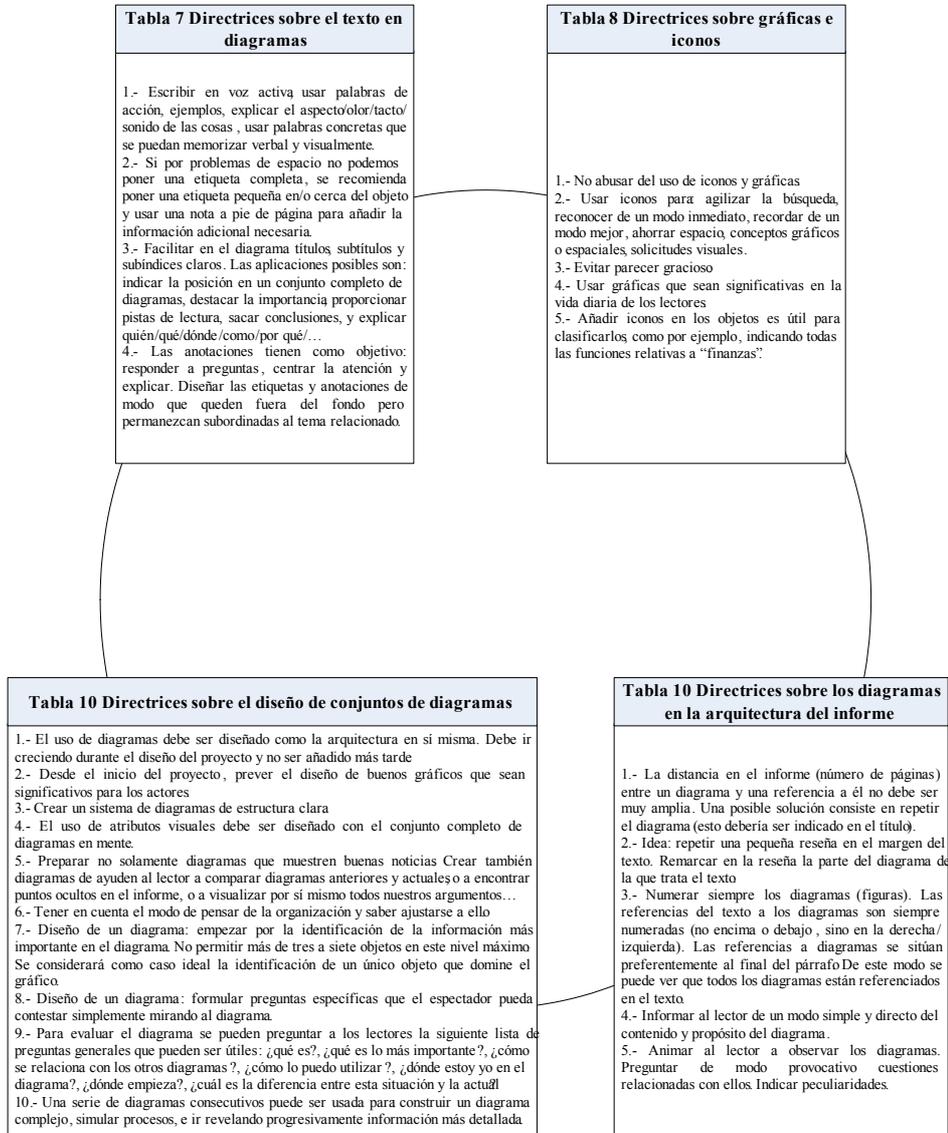


Figura 4.11. Directrices de Koning (II)

#### 4.1.4.2 DOCUMENTACIÓN SÓLIDA

Ante el reto de implantar una arquitectura propuesta, el diseñador se encuentra con el problema de documentar esa arquitectura de una manera sólida para facilitar el uso y mantenimiento de la misma. La arquitectura debe describirse con suficiente detalle, sin ambigüedades no intencionadas y de manera que facilite el acceso a cualquier parte de la información.

El Software Engineering Institute (SEI) de la Universidad Carnegie Mellon (CMU), hace una serie de recomendaciones al respecto [BAC00]:

1. La documentación debe estar escrita desde el punto de vista del lector, no del escritor:
  - a. La documentación debe estar organizada por facilidad de referencia, no por facilidad de lectura, dado que las arquitecturas nunca se leen enteras de un tirón de inicio a fin.
  - b. Se recomienda marcar áreas que aún no se sepan con 'a decidir' en lugar de dejarlas en blanco.
2. Evitar repeticiones.
3. Evitar ambigüedades no intencionadas, que se dan por ejemplo con los tipos de componentes y conectores en los diagramas, i.e. ¿las cajas se supone que son módulos, objetos, clases, procesos, funciones, procedimientos, u otra cosa más? ¿Y las flechas?
4. Seguir un estándar de documentación.
5. Documentar la justificación de las decisiones tomadas.
6. Mantener el documento actualizado.
7. Revisar la documentación para que se ajuste a los refinamientos de la arquitectura.

#### 4.1.4.3 PRACTICIDAD

En cualquier caso, nunca se debe perder el punto de vista pragmático señalado por Florjn, Abowd, Clements y otros, pues no se puede pasar más tiempo personalizando el marco arquitectural o haciendo la descripción arquitectural que el tiempo destinado a su desarrollo o a su evaluación. Hay que ser prácticos: se tiene que pensar en las competencias de los actores involucrados y generar la documentación necesaria pero no más; tenemos que usar un lenguaje que se ajuste a nuestros objetivos y tenemos que pensar, no usar los estándares ciegamente, utilizar la imaginación,... [FLO01] [ABO97] [CLE03].

Al final, no debemos olvidar que la arquitectura es un medio, no un fin<sup>6</sup>. Debemos evitar la parálisis por análisis, ser prácticos y centrarnos en el lector o en el usuario de la arquitectura. Esta manera de enfocar el diseño arquitectural software está siendo asumido por todas las organizaciones que buscan el pragmatismo a la par que el rigor científico como la Carnegie Mellon [CLE01] [CLE03] en su aproximación '*Views and Beyond*', buscando la optimización de recursos cuando se modela una arquitectura pues como ya dijo Box [BOX76] 'Todos los modelos son falsos, algunos son útiles'. Así, una

---

<sup>6</sup> Error que también se lleva a cabo al considerar UML como una metodología cuando únicamente es un lenguaje que puede permitirnos la descripción de algunas partes de la arquitectura.

mayoría de ingenieros arquitectos software abogan por documentar únicamente las vistas relevantes y que son útiles para los usuarios, no generando papel y más papel pues se tiene bastante asumido que gran parte de la información sobre la arquitectura de un sistema está centrado mayoritariamente en unas cuantas vistas. Hasta Microsoft está haciendo uso de estas tendencias y metodologías como TOGAF para abordar sus desarrollos [MIC03].

Como decía Lemus, tal vez la razón del lento progreso en el desarrollo y evolución de los sistemas software se deba a que empleamos carpinteros y constructores en vez de arquitectos...

## **4.2 MATERIALES**

Se presentan los materiales que han hecho posible esta tesis, divididos en tres tipos de recursos: recursos humanos, recursos materiales y recursos económicos.

### **4.2.1 RECURSOS HUMANOS**

#### **4.2.1.1 GRUPO DE BIOINGENIERÍA, ELECTRÓNICA Y TELEMEDICINA**

El grupo de Bioingeniería, Electrónica y Telemedicina se crea en 1997 a partir de un conjunto de profesores de la Universidad Politécnica de Valencia que vienen colaborando en diversos proyectos de investigación en el área de la ingeniería biomédica [BET04] [ITA04].

Desde el momento de su creación cada uno de sus miembros aporta al grupo los distintos medios humanos y materiales que han permitido abordar proyectos y contratos más ambiciosos, con entidades públicas y privadas, en las áreas de interés del grupo. Dentro del grupo han encontrado cabida gran cantidad de áreas procurando en todo momento la máxima colaboración entre ellas y potenciando la realización de investigaciones multidisciplinares.

Actualmente el grupo cuenta con más de 85 investigadores entre doctores, ingenieros superiores y técnicos. Ha participado en diversos proyectos nacionales y europeos del IV, V y VI Programa Marco de las diferentes líneas de investigación, desarrollo e innovación que componen el grupo:

- Bioingeniería:
- Electrónica:
- Telemedicina
- Informática médica

El autor de la presente tesis forma parte del grupo desde 1998 y actualmente coordina el área de Telemedicina, habiendo participado en los proyectos ATTRACT, TEN-CARE, BABEL, HEALTHMATE, CONFIDENT, PISTA-CABLE, IDEAS in e-HEALTH, OPTIMA, TME-UMTS, ARGO, PIPS, MY HEART, SENSATION, CAREPATHS, Alcoy Ciudad Digital, @HEALTH en el área de los servicios tanto médicos como sociales haciendo uso

de diversas redes de comunicaciones, tanto de banda ancha (xDSL, HFC) como móviles (GPRS, UMTS).



*Figura 4.12. Investigadores del BET de la línea de Telemedicina*

## **4.2.1.2 HOSPITALES**

### **4.2.1.2.1 HOSPITAL 9 D'OCTUBRE**

Hospital privado, es el buque insignia del grupo de hospitales NISA, que también posee el Virgen del Consuelo, Valencia al Mar, Aguas Vivas y Rey Don Jaime.

La arquitectura y distribución interna de este hospital recoge la experiencia desarrollada por el Hospital Virgen del Consuelo. Siguiendo con la filosofía de la empresa de prestar una atención integral y de calidad, sus servicios médicos y quirúrgicos se han situado entre los más prestigiosos de España.

El Hospital 9 de Octubre abarca todas las especialidades médicas y quirúrgicas y dispone de tecnología de vanguardia para atender las necesidades de cada una de ellas. La reciente adquisición de un equipo de Tomografía por Emisión de Positrones (PET), ha convertido a su Unidad de Medicina Nuclear en una de las mejores equipadas del país.

El Hospital 9 de Octubre ha participado en uno de los proyectos sobre los que evalúa la metodología objeto de la tesis: Healthmate mientras que también ha participado junto al tesinando en otros proyectos como PISTACABLE e IDEAS in e-Health.

Se adjunta tabla con datos informativos sobre el hospital:

*Tabla 4.3 Camas y equipamiento del Hospital 9 de Octubre*

Nº total de camas	310
Camas de Hospitalización	276
Nº de camas UCI de adultos	12
Nº de camas UCI Pediátrica	10
Nº de camas Neonatología	12
Puestos de Hemodiálisis	2
Quirófanos	21
Salas de parto	5
Consultas externas	50
Cubículos de Urgencias	8
Equipamiento tecnológico:	1 TAC Helicoidal
	2 RMN
	1 Sala de Hemodinámica
	1 Angiografía por Sustracción Digital
	2 Gammacamara
	1 PET
	1 Neuronavegador

#### 4.2.1.2.2 HOSPITAL LA FE

El Hospital Universitario "La Fe" es un hospital público integrado en la red de hospitales de la Generalidad Valenciana. Es el hospital de referencia de la Comunidad Valenciana, atendiendo las necesidades sanitarias de su área de salud asignada y estando abierto a las demandas de otras Comunidades Autónomas.

Presta asistencia sanitaria especializada, universal, integral y personalizada en régimen de urgencia, ambulatorio, hospitalización y domiciliario. Aplica medios preventivos, diagnósticos, curativos y rehabilitadores con el fin de alcanzar el máximo índice de salud de su población. Como Hospital Universitario desarrolla investigación y docencia pre y postgrado, en el ámbito de las ciencias de la salud. Coopera con la Atención Primaria, otras Instituciones y Centros implicados con la salud, fomentando acuerdos con ellos para garantizar la continuidad asistencial y la mejora global del sistema.

Todas sus actividades se orientan a satisfacer las necesidades y expectativas de la población, con criterios de equidad y máxima eficiencia, apoyándose para ello en el compromiso activo e implicación de todo su equipo de personas, que en el año 2001 era formado por 6.504 personas.

El Hospital Universitario La Fe aloja los siguientes centros: Hospital General, Hospital de Rehabilitación, Hospital Maternal, Hospital Infantil, Centro de Investigación, Escuela de Enfermería y Centro de Especialidades R. Trénor con más de 1500 camas y más de 60.000 ingresos anuales ( entre programados, urgentes y entre servicios) [LAFE02].

El Hospital Universitario La Fe ha participado conjuntamente con el BET en los proyectos PISTACABLE, Ideas in e-Health y CAREPATHS.

### 4.2.1.3 OTRAS ORGANIZACIONES

Aunque son muchas las organizaciones que han colaborado con el tesinando a lo largo de su trabajo, por su nivel de compromiso y relación en los proyectos, el Grupo de Bioingeniería y Telemedicina de la Universidad Politécnica de Madrid y la Fundación Vodafone son someramente descritos y contemplados en este apartado dado su apoyo durante toda la tesis.

Por otra parte, otras organizaciones españolas como Cruz Roja, Cocemfe, Hospital La Ribera y el grupo Telefónica también han facilitado que esta tesis sea realidad.

#### 4.2.1.3.1 GRUPO DE BIOINGENIERÍA Y TELEMEDICINA (GBT) (ACTUALMENTE LIFESTECH)

El Grupo de Bioingeniería y Telemedicina de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación de la Universidad Politécnica de Madrid es un grupo de investigación y desarrollo que trabaja en las aplicaciones de las tecnologías de la información y la telecomunicación al mundo sanitario. El grupo lo componen cinco profesores, dos doctores ingenieros de telecomunicación, dieciocho ingenieros, además de estudiantes de la escuela que colaboran con el grupo en sus últimos años de carrera y profesores visitantes de otras universidades.

Las líneas de investigación del Grupo se dividen en dos grandes áreas: Telemedicina e Imágenes Médicas. En el campo de la Telemedicina se trabaja en Telemedicina domiciliaria (Home Care), Teleconferencia multimedia para trabajo cooperativo, Aplicaciones multimedia en medicina, Sistemas distribuidos en atención primaria, Sistemas multimedia multimodales de control de entorno para personas con necesidades especiales (discapacitados y ancianos) y Telemedicina en países en vías de desarrollo. En el área de Imágenes Médicas las líneas de investigación son Imagen Funcional, Imagen de Microscopía, Imágenes médicas multimodalidad, Radioterapia y Visualización, Procesado y Adquisición de Imágenes Médicas.

El Grupo de Bioingeniería y Telemedicina trabaja en diversos proyectos de investigación financiados por organismos como la unión europea (programas ACTS, TAP, RACE, AIM, TIDE, TEN-TELECOM, BRITE, COST, BIOMED, ESPRIT...), la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CCICYT), la Comunidad de Madrid (Plan Regional de Investigación) y la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI). El GBT también ha suscrito diversos acuerdos de colaboración con empresas privadas.

El trabajo de este grupo en el campo de la aplicación de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) en el hogar, puede denominarse genéricamente "Provisión integrada de servicios para personas con necesidades especiales en los entornos domiciliario y laboral". Los entornos domiciliario y laboral deben proporcionar a las personas con necesidades especiales un acceso adaptado y seguro a un completo conjunto de servicios. Este objetivo implica varias líneas de investigación:

- Control de servicios del hogar. El grupo ha participado en el diseño y desarrollo de interfaces multimodales y ubicuas y su integración con protocolos domóticos existentes (2 proyectos de la Unión Europea y 2 de la Administración Española);
- Telecuidados en el hogar. El grupo posee una dilatada experiencia en aplicaciones sociales de las TIC en el hogar. La experiencia se basa en tecnologías relacionadas:

multimedia, videoconferencia y redes residenciales de banda ancha, integración de dispositivos biomédicos en el entorno del hogar (2 proyectos de la Unión Europea);

- Servicios para la Vida Independiente. Desarrollo de tecnologías de apoyo a la Vida Independiente, incluyendo implantación de telecuidado en el hogar y de servicios de tipo personal, doméstico y social (1 proyecto de la Unión Europea);

El grupo ha participado en el Comité Técnico CTN 139 de AENOR (Asociación Española para la Normalización) y ha participado en la elaboración de estándares nacionales (Informática de la salud: aplicaciones para personas con discapacidad. Requisitos de accesibilidad: Accesibilidad Software y Hardware para personas con discapacidad. UNE 139801 EX y UNE 139802 EX). Participa asimismo en la red de excelencia europea EDEAN (Excellence in DEsign for All Network), que va a articular la participación de más de 100 instituciones dedicadas al Diseño Para Todos en el VI Programa Marco de la Unión Europea.

#### 4.2.1.3.2 FUNDACIÓN VODAFONE

La Fundación Vodafone fue creada por Airtel Móvil, S.A., como una Institución de investigación, sin ánimo de lucro. Inscrita en el Registro de Fundaciones Docentes Privadas con el número MAD-1-1-3-479, quedando adscrita bajo el Protectorado del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Sus grandes áreas de actuación son INNOVACIÓN, FORMACIÓN, INTEGRACIÓN, MECENAZGOS, DIFUSIÓN y CALIDAD Y MEDIO AMBIENTE [FUN04].

La Fundación en su tarea de alentar experiencias para dar a conocer los últimos avances en comunicaciones móviles, articula por medio del área de Formación todo un paquete de programas formativos dirigidos tanto a futuros especialistas como a personas interesadas en conocer, desde un punto de vista práctico, el sistema GSM. Para conseguir sus objetivos la Fundación Vodafone ha establecido programas de cooperación con Universidades y Organismos que demandan esta formación especializada en comunicaciones móviles.

El objetivo principal del área de Integración es acercar las comunicaciones móviles a aquellos grupos especiales de población para facilitar sus condiciones de vida y su integración en la sociedad. Para conseguir este fin la Fundación Vodafone ha puesto en marcha acuerdos de colaboración con diferentes empresas y organismos, tanto de España como de Europa, con el propósito de poner a punto proyectos piloto que permitan desarrollar nuevos productos y servicios para ayudar a personas con discapacidad en la mejora de sus condiciones sociales.

Fundación Vodafone ha participado en los proyectos Healthmate y Confident.

## 4.2.2 RECURSOS MATERIALES

Por lo que se refiere a recursos materiales, estos han sido clasificados en software y hardware y bibliografía.

#### 4.2.2.1 SOFTWARE Y HARDWARE

Para la escritura de la tesis se han utilizado las siguientes aplicaciones: Microsoft Visio, Microsoft Word, Microsoft Excel, Microsoft Power Point, Internet Explorer, Mind Manager y como herramienta principal para la búsqueda de información por Internet, Google. Por otra parte, los proyectos en los que se ha validado la tesis han sido desarrollados con el software requerido y especificado en cada caso: .NET, Java, Linux,... siendo detallado en capítulos posteriores.

El material hardware usado en los sistemas descritos para evaluar la metodología objeto de la tesis ha sido de todo tipo: desde ordenadores personales a portátiles, PDAs, móviles, sensores, detectores,... especificándose con mayor grado de detalle en el capítulo 6.

#### 4.2.2.2 BIBLIOGRAFÍA

Además de las referencias que se citan al final de cada uno de los capítulos de esta tesis, varios son los libros o recursos electrónicos que pueden considerarse material de referencia o de partida para el conjunto de la tesis.

- Albin ST. The Art of Software Architecture: Design Methods and Techniques. John Wiley; 2003.
- Bass L, Clements P, Kazman R. Software Architecture in Practice, Second Edition. Addison Wesley; 2003.
- Clements P, Bachman F, Bass L, Garlan D, Ivers J, Little R et al. Documenting Software Architectures; CMU-SEI 2002.
- Documentación del proyecto Archimate. Disponible en <http://www.telin.nl/projecthome.cfm?language=en&id=48>
- IEEE 1471-2000 - IEEE Recommended Practice for Architectural Description of Software-Intensive Systems. IEEE, 2000.
- Malvey R, Mowbray TJ. Software Architect Bootcamp. Prentice Hall, 2000.
- McConnell S. Professional Software Development: Shorter Schedules, Higher Quality Products, More Successful Projects, Enhanced Careers. Addison Wesley; 2003.
- The Open Group. TOGAF. The Open Group Architectural Framework.2002. Disponible en <http://www.opengroup.org/architecture/togaf/>.
- Walker MH, Eaton N. Microsoft Office Visio 2003 Inside Out. Microsoft Press; 2003.

## 4.2.3 PROYECTOS

Los siguientes proyectos europeos han servido de fundamento económico y teórico – práctico para la realización de la tesis. Estos proyectos son brevemente descritos en las siguientes subsecciones aunque se verán detalladamente siguiendo la metodología objeto de la tesis en capítulos posteriores.

### 4.2.3.1 HEALTHMATE - PERSONAL INTELLIGENT HEALTH MOBILE SYSTEMS FOR TELECARE AND TELE-CONSULTATION

Tipo de proyecto: Financiado por la UE, área de salud, IST-2000-26154

Duración: 30 meses, comenzando el 1 de enero de 2000

Objetivos: El proyecto HEALTHMATE tiene como principal objetivo contribuir a la definición de sistemas portátiles y personales orientados al sector de la salud, basados en las nuevas generaciones de tecnologías de comunicación móvil, aprovechando la posición predominante de la Unión Europea en este campo [HEA01].

Resumen: HEALTHMATE es un proyecto concebido para dar soluciones a un conjunto de problemas de salud (cuidado de pacientes crónicos, apoyo a enfermos agudos, incluyendo los de grupos llamados de alto riesgo y aplicaciones de tele-asistencia) enfocando dichas soluciones desde el punto de vista del mercado de las comunicaciones móviles e inalámbricas.

El trabajo desarrollado en el proyecto HEALTHMATE se centra en el desarrollo de sistemas de telecuidado y alarma portátiles, que servirán de apoyo a ciudadanos en ciertos escenarios definidos, estudiados y seleccionados con anterioridad, y que conciernen al cuidado de su salud en cualquier momento desde cualquier lugar.

Definiendo el proyecto de forma más específica, los sistemas personales para el Telecuidado y la Teleconsulta que se desarrollan en HEALTHMATE, integrarán herramientas avanzadas y tecnologías de comunicación inalámbrica para configurar un intercambio seguro de información entre los sistemas personales y el entorno de información sobre salud al que estén conectados, además de proveer de una conectividad robusta que asegure la continuidad de los servicios.

El proyecto se centra en varios tipos de escenarios diferentes demostrando la validez de los sistemas seleccionados para cada uno de ellos. Estos escenarios son:

- El cuidado de pacientes crónicos, que durará periodos de tiempo bastante largos, incluso de por vida.
- Apoyo a pacientes agudos, incluyendo los de grupos llamados de alto riesgo.
- Aplicaciones de tele-asistencia, sobretodo centrándose en servicios de apoyo diario para personas mayores.

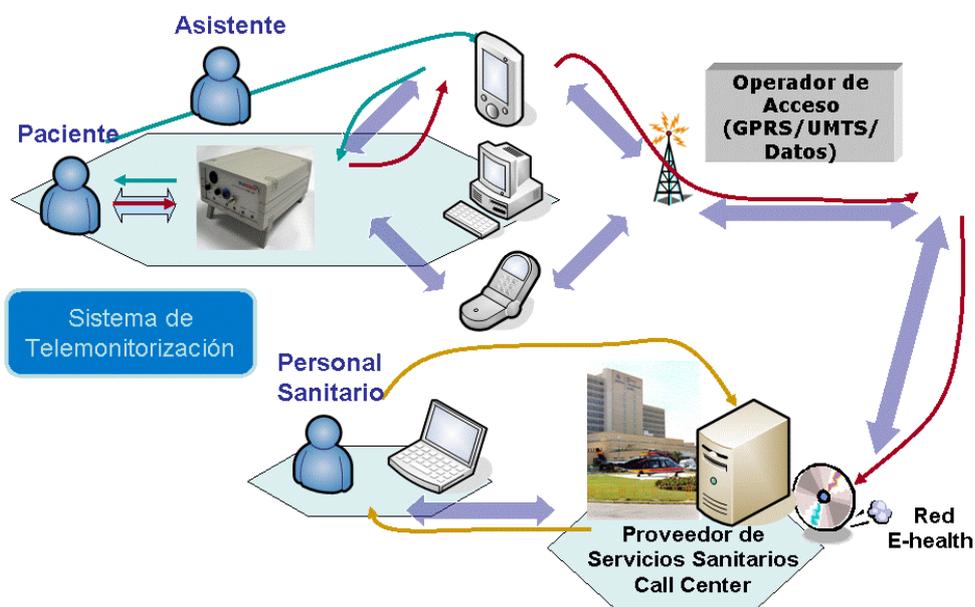


Figura 4.13. Esquema del Sistema de Telemonitorización del proyecto HEALTHMATE

Participantes: Fundación Vodafone, GBT-UPM, BULL, SIEMENS, TELEHEALTH, KNOSOS, UPVLC.

#### 4.2.3.2 CONFIDENT - CONFIDENT INFORMATION ENVIRONMENT FOR THE INDEPENDENT LIVING OF PEOPLE WITH SEVERE DISABILITIES

Tipo de proyecto: Financiado por la UE, área de salud, IST-2000-27600.

Duración: 30 meses, comenzando el 1 de enero de 2000.

Objetivos: El objetivo principal del proyecto es el desarrollo de un entorno que ayude a la persona con discapacidades severas (PDS) a mantener un modo de vida independiente, proveyéndole a él, a sus asistentes y a las organizaciones a las que pertenecen, de un acceso adaptado al entorno y ubicuo a los servicios personales, sociales y de asistencia que requieran [CONF01].

Resumen: El proyecto CONFIDENT tiene como objetivo diseñar sistemas y servicios que sirvan de apoyo a las personas con discapacidades físicas severas para llevar un modo de vida independiente. Para ello se analizaron tres necesidades principalmente:

1. Necesidades personales. Levantarse y acostarse en la cama, lavarse, comer, etc.

2. Necesidades domésticas. Ir a la compra, a la lavandería, control del medio, cuidado de los niños, tareas de la casa en general, etc.
3. Necesidades sociales. Comunicación, trabajo, estudio, diversión, ir a reuniones, etc.

La forma de asistencia personal más común es la del cuidado de la familia. Pero la familia puede no estar disponible, o la persona discapacitada puede preferir vivir por sí misma. Así pues, estas personas suelen acudir a agencias especializadas para contratar a asistentes profesionales. En el caso de que no encuentren o no puedan pagar la ayuda apropiada, se ven forzados a ingresar en una institución. Incluso cuando los usuarios tienen acceso a los servicios de asistencia personal, en muchos casos se sienten como actores secundarios cuando tienen que decidir sobre sus necesidades.

Los asistentes y las organizaciones a las que pertenecen también tienen sus necesidades en sus actividades laborales tales como:

1. Necesidades de comunicación. Ubicación, acceso a información, etc.
2. Necesidades de organización. Recursos compartidos, control de asistencia, etc.

El entorno de información consiste en:

- Sistemas Técnicos de Asistencia Personal para las personas con discapacidades severas que requieran asistencia para la realización de sus actividades diarias, comunicarse con otras personas permitiendo el intercambio mutuo de experiencias, acceso a los servicios de información, alertar a los profesionales en casos de emergencia o situaciones imprevistas y control del entorno. Los parientes del discapacitado también pueden acceder a estos servicios.
- Sistemas para que los Asistentes organicen sus actividades, se coordinen con otros profesionales, reciban las notificaciones de emergencias y accedan a información y recursos multidisciplinares.
- Sistemas para las agencias de enfermería, redes de asistencia personal, y otras organizaciones que ofrezcan servicios a las PDS, para gestionar sus recursos, introducir y modificar perfiles o disponibilidad de los asistentes, consultar o pedir los servicios de otras agencias (ej. en situaciones de emergencia o prescripción médica), etc.

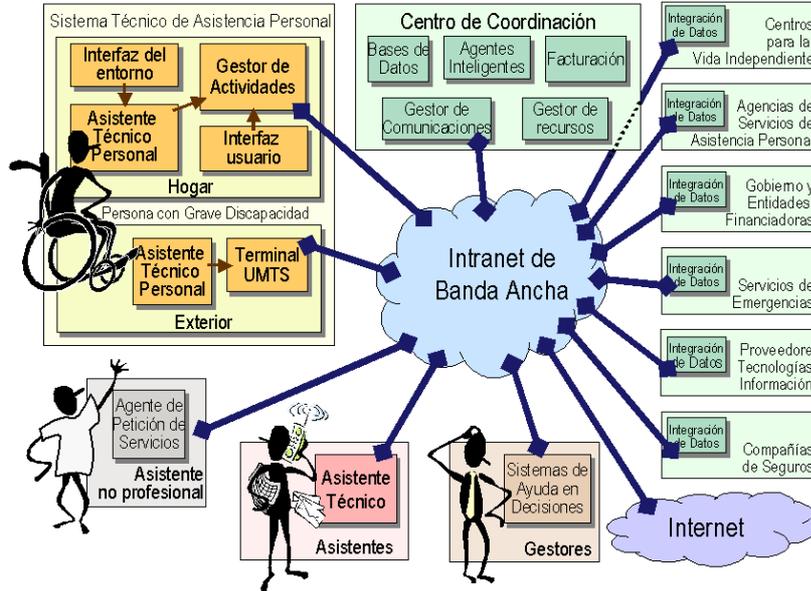


Figura 4.14. Esquema conceptual del proyecto CONFIDENT

Participantes: Fundación Vodafone, COCEMFE, Cruz Roja, Borderzone, ADESLAS, Telehealth, UPVLC, UID, NTUA, ThXPA, SEBT y Atlas.

#### Referencias Capítulo 4

- [ABO97] Abowd G, Bass L, Clements P, Kazman R, Northrop L, Zaremski A. Recommended Best Industrial Practice for Software Architecture Evaluation. Carnegie Mellon University, Software Engineering Institute Technical Report CMU/SEI-96-TR-025; 1997.
- [ARCH02] Archimate consortium. State of the Art in Architecture Frameworks and Tools. ArchiMate phase 0/D2 Disponible en <https://doc.telin.nl/dscgi/ds.py/Get/File-22327> Último acceso 13 Enero 2005.
- [BAC00] Bachman F, Bass L, Carriere J, Clements P, Garlan D, Ivers J et al. Software Architecture Documentation in Practice: Documenting Architectural Layers. CMU/SEI-2000-SR-004; 2000.
- [BAR03] Barbacci M, Clements P, Lattanze A, Northrop L, Wood L. Using the Architecture Tradeoff Analysis Method (ATAM) to Evaluate the Software Architecture for a Product Line of Avionics Systems: A Case Study. CMU/SEI-2003-TN-012; 2003.

- [BET04] Portal del Grupo de Bioingeniería, Electrónica y Telemedicina. Disponible en <http://www.bet.upv.es>, 2003 Último acceso 13 Enero 2005.
- [BOX76] Box GEP. Science and Statistics. Journal American Statistical Association, 1976,71:791-799.
- [CLE01] Clements P, Bachman F, Bass L, Garlan D, Ivers J, Little R et al. Documenting Software Architecture, 2nd edition. Addison Wesley, 2001.
- [CLE03] Clements P, Ivers J, Little R, Nord R, Standford J. Documenting Software Architectures in an Agile World. CMU/SEI-2003-TN-023; 2003.
- [CON01] Confident consortium. Confident Deliverable 1. EC Project IST-2000-27600; 2001.
- [COO03] Cooper K. Architecture Tradeoff Analysis Method. Presentación disponible en <http://www.utdallas.edu/~kcooper/teaching/6354/ATAM.ppt> ;2003. Último acceso 13 Enero 2005.
- [DOD03] Wood WG, Barbacci M, Clements P, Palmquist S, Ang H, Bernhardt et al. DoD Architecture Framework and Software Architecture Workshop Report; CMU/SEI-2003-TN-006 2003.
- [DOE03] Doest H, Van der Torre L (editores). Visualisation of Enterprise Architectures. Archimate Deliverable D3.4.1; 2003. Disponible en [https://doc.telin.nl/dscgi/ds.py/Get/File-31616/Visualisation\\_of\\_Enterprise\\_Architectures.pdf](https://doc.telin.nl/dscgi/ds.py/Get/File-31616/Visualisation_of_Enterprise_Architectures.pdf) Último acceso 13 Enero 2005.
- [FED99] McFedries P. Programación en Office 2000 con VBA. Anaya Multimedia;1999.
- [FLO01] Florijn G. Describing Software Architectures Disponible en <http://www.cs.uu.nl/docs/vakken/swa/20012002/Slides/SA-3-Description.pdf> ; 2001 Último acceso 13 Enero 2005.
- [FUN04] Fundación Vodafone portal web – sección ¿ Quiénes somos? Disponible en <http://www.fundacion.vodafone.es/> Último acceso 13 Enero 2005.
- [GAR02] Garlan D, Schmerl B. Advances in Effective Languages for Architecture Definition. Open Group Washington Regional Meeting. Charla invitada. Disponible en <http://www-2.cs.cmu.edu/~able/presentations/OG-Talk.pdf> Último acceso 13 Enero 2005.
- [HEA01] Healthmate consortium. Healthmate Deliverable 1. EC Project IST-2000-26154; 2001.
- [IAC02] Iacob ME (editor). State of the Art in Architecture Support. Archimate Deliverable D3.1;2002. Disponible en <https://doc.telin.nl/dscgi/ds.py/Get/File-27882/> Último acceso 13 Enero 2005.
- [ICE03] Icedo V, Trejo JM. Software Architecture Assessment. CIMAT, Mayo 2003. Disponible en <http://www.cimat.mx/~trejov/Lemus2/SoftwareArchitectureAssesment.pdf> Último acceso 13 Enero 2005.

- [IEEE00] IEEE 1471-2000 - IEEE Recommended Practice for Architectural Description of Software-Intensive Systems. IEEE, 2000.
- [INT03] Intellect. Getting IT Right for Government. A review of public sector IT projects. Intellect; 2003. Disponible en [http://www.intellectuk.org/publications/reports/Get\\_IT\\_Right\\_for\\_Govt.pdf](http://www.intellectuk.org/publications/reports/Get_IT_Right_for_Govt.pdf) Último acceso 13 Enero 2005.
- [ITA04] Portal web de ITACA, Instituto de Aplicaciones de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones Avanzadas. Disponible en <http://www.itaca.upv.es/index2.htm> ;2004. Último acceso 13 Enero 2005.
- [JONK02] Jonkers H (editor). State of the art in Architecture Concepts and Description. Archimate deliverable 2.1 v1.0; 2002. Disponible en <https://doc.telin.nl/dscgi/ds.py/Get/File-27883> Último acceso 13 Enero 2005.
- [KAZ94] Kazman R, Abowd G, Webb M. SAAM: A Method for Analyzing the Properties of Software Architectures. Proceedings of the 16th International Conference on Software Engineering, 1994, pp. 81-90; 1994.
- [KAZ00] Kazman, R., Klein, M., Clements, P., 2000. ATAM: Method for Architecture Evaluation, CMU-SEI Technical Report CMU/SEI-2000-TR-004.
- [KON01] Koning G. Guidelines readability: example diagrams from internet. Disponible en <http://www.cs.vu.nl/~henk>, 2001 Último acceso 11 Noviembre 2003.
- [KON02] Koning H, Dormann C, van Kliet H. Practical Guidelines for the Readability of IT-architecture. Proceedings of the 20th Annual International Conference on Documentation (SIGDOC 2002), ACM, 20-23 October 2002, pp 90-99.
- [KON03] Koning H, van Kliet H. Real-life IT architecture design reports and their relation to IEEE Std 1471 stakeholders and concerns. Draft paper; 2003. Disponible en <http://www.cs.vu.nl/~henk/research/via/paper-stake-draft09.doc> Último acceso 13 Enero 2005.
- [LAFE02] La Fe. Memoria Anual del Hospital Universitario la Fe – Año 2001; 2002. Disponible en <http://www2.san.gva.es/hlafe/infoGeneral/memoria2001.htm> Último acceso 13 Enero 2005.
- [LEEM03] Leeming N. Software architecture. Libro electrónico disponible en <http://www.softwarearchitect.biz/arch.htm> Último acceso 13 Enero 2005.
- [MED00] Medvidovic N, Taylor RN. A Classification and Comparison Framework for Software Architecture Description Languages. IEEE Transactions on Software Engineering, 2000,26(1):70-93.
- [MIC01] Microsoft. Microsoft Visio versión 2002 paso a paso. McGraw-Hill/Interamericana de España; 2001.
- [MIC03] Información general sobre la arquitectura de Microsoft. Disponible en <http://www.microsoft.com/spanish/msdn/articulos/archivo/130902/voices/eaarchover.asp> Último acceso 1 Diciembre 2003.

- [NIS04] Hospital 9 d'Octubre. Portal web grupo NISA. Disponible en <http://www.hospitales.nisa.es/WEB/9octubre.nsf?openDatabase> ;2004. Último acceso 13 Enero 2005.
- [NUS94] Nuseibeh B, Kramer J, Finkelstein A. A Framework for expressing relationships between multiple views in Requirements specification. IEEE Transactions on Software Engineering, 20(10), Oct 1994, pp. 760-773.
- [OPEN03] The Open Group portal web; 2003. Disponible en <http://www.opengroup.org/> Último acceso 13 Enero 2005.
- [POR98] M.E. Porter, Competitive Advantages: Creating and Sustaining Superior Performance, New York: The Free Press, 1998.
- [TOGA02] The Open Group. TOGAF. The Open Group Architectural Framework.2002. Disponible en <http://www.opengroup.org/architecture/togaf/> Último acceso 13 Enero 2005.
- [TOGA03] The Guide to TOGAF 7 Certification website. Open Group; 2003 Disponible en <http://www.opengroup.org/certification/togaf7/guide.html> Último acceso 13 Enero 2005.
- [TOGA03b] IT Architecture Compliance website. Open Group; 2003 Disponible en <http://www.opengroup.org/togaf/p4/comp/comp.htm#Reviews> Último acceso 13 Enero 2005.
- [TOGA03c] The Open Group.TOGAF. Business scenarios. Disponible en [http://www.opengroup.org/togaf/p4/bus\\_scen/bus\\_scen.htm](http://www.opengroup.org/togaf/p4/bus_scen/bus_scen.htm) Último acceso 13 Enero 2005.
- [TOR03] van der Torre L, Doest H (editores). Analysis of Enterprise Architectures. Archimate deliverable D3.5.1 v1.0; 2003. Disponible en <https://doc.telin.nl/dscgi/ds.py/Get/File-31618> Último acceso 13 Enero 2005.
- [UML03] UML Home Page portal web; 2003. Disponible <http://www.uml.org/> Último acceso 13 Enero 2005.
- [WAL03] Walker MH, Eaton N. Microsoft Office Visio 2003 Inside Out. Microsoft Press; 2003.





## **5. MARCO ARQUITECTURAL DE REFERENCIA**

### **5.1 INTRODUCCIÓN**

En los capítulos previos se ha mostrado la necesidad de una metodología de referencia que permita cubrir todas las fases del ciclo de vida de un proyecto de sistema de telemedicina, con todas las ventajas asociadas. Por otra parte, el éxito de una metodología estriba en que sea suficientemente flexible para ser utilizada en diferentes ámbitos a la par que sea suficientemente específica como no para caer en generalidades que no aportan nada a los actores involucrados en un sistema de e-salud [KLE02] [DIT03].

Hay mucha literatura sobre la importancia de las arquitecturas y de las herramientas para crear una arquitectura usando estilos y patrones; igualmente, hay un exceso de material sobre el uso de notaciones específicas para el diseño como UML. Sin embargo, se da aún una carencia de metodologías de referencia independientes del lenguaje para plasmar una arquitectura software por escrito, una arquitectura que facilite una visión de diseño unificada y coherente para todos los actores en un proyecto de desarrollo [BAC01].

En este momento, puede surgir la pregunta: ¿Por qué una tesis sobre una arquitectura de referencia específica en el sector sociosanitario? ¿No son aplicables otras genéricas? En primer lugar, cabe decir que sí se parte de experiencias en otros sectores y arquitecturas genéricas que aportan un importante conocimiento básico y marcan las reglas para hacer esa descripción arquitectural. Sin embargo, ese carácter genérico por un lado y las especiales características de e-salud por otro fuerzan el desarrollo de una arquitectura específica para ser utilizada por todos los actores involucrados en e-salud. Esa necesidad de arquitecturas específicas ya ha sido documentada por comités europeos e internacionales de estandarización como el CEN-TC 251 o el ISO 215 [HISA02] [HIF 96].

La metodología de referencia presentada en este capítulo se ha nutrido del análisis de las experiencias previas de arquitecturas software, tanto genéricas como específicas en el ámbito de la e-salud. Así, la metodología tiene como bases principales TOGAF<sup>1</sup> del Open Group, el IEEE 1471-2000 y la experiencia adquirida en la gestión de proyectos en el área de la e-salud. Como en los casos mencionados anteriormente, esta metodología de referencia que se propone **recomienda pero no obliga** a seguir los pasos indicados, buscando siempre la practicidad y considerando la arquitectura el medio y no el fin.

Durante todo el capítulo se ha separado la arquitectura de referencia en dos partes claves: la información y la presentación, haciendo que las estructuras de información y las relaciones que se establecen entre las diferentes vistas no dependan de ninguna herramienta de visualización o presentación de esta información, diferenciando claramente el **qué** (información) se propone hacer del **cómo** (forma) se sugiere hacerlo [CLE01] [JONK03]. La herramienta de representación de las vistas que se ha utilizado durante la tesis es el Microsoft Visio 2003 por las siguientes ventajas, algunas de ellas ya mencionadas en el capítulo previo:

- facilidad para la representación de cualquier idea o concepto de múltiples formas, disponiendo incluso de herramientas para la ingeniería inversa.
- disponibilidad de una serie de plantillas y galerías de símbolos UML, componentes software, elementos hardware, etc.
- universalidad de la aplicación, disponible y accesible en cualquier parte del mundo al ser desarrollada por Microsoft.
- utilización de XML y potencial uso de librerías de ADML cuando se consensúen entre la comunidad de ingenieros software.

## 5.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA METODOLOGÍA

### 5.2.1 DESCRIPCIÓN DE LAS FASES

La metodología propugnada por TOGAF para el desarrollo de arquitecturas (ADM) ya se detalló en el capítulo previo y queda resumida en la Figura 5.1. En ella, para cada arquitectura se definen un conjunto de vistas siguiendo el estándar IEEE 1471-2000, cubriendo las competencias de determinados grupos de actores involucrados en las fases A-D mientras que la reingeniería de procesos se ve reflejada en las fases E-H, siendo éstas unas fases que pueden ser eliminadas o personalizadas de una manera muy diferente para cada caso. Es por ello que en la metodología de referencia que se propone en esta tesis, nos hemos centrado en las fases comunes, más sensibles y críticas, donde se dedica un mayor esfuerzo de recursos y donde la aportación del tesinando puede aportar mayor valor con el fin de estandarizar y recomendar unas vistas que deben ser

---

<sup>1</sup> Durante la tesis se ha utilizado la versión 8 de TOGAF. Ya en la recta final de esta tesis, el Open Group ha hecho pública la versión 8.1, aunque los cambios son mínimos, como queda reflejado en <http://www.opengroup.org/architecture/togaf/#whatsnew81>

contempladas antes de iniciar la fase de desarrollo de cualquier sistema de e-salud<sup>2</sup> y e-inclusión.

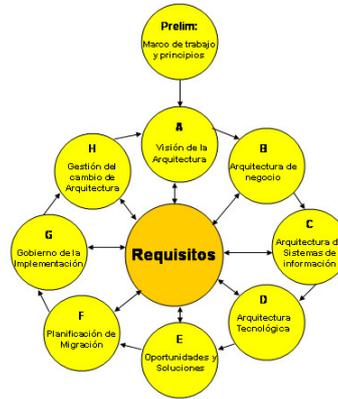


Figura 5.1 Método de Desarrollo de Arquitecturas (ADM) propuesto por el Open Group en TOGAF

Así y como primer resultado se presenta un marco de referencia arquitectural software de sistemas de e-salud y e-inclusión, que se representa en la Figura 5.2 , y que se divide en las siguientes fases:

- **I. Visión de la arquitectura.** En esta fase se identifican los actores, sus competencias, sus requisitos, y los escenarios del sistema de e-salud. Esta etapa es también la utilizada para compilar los requisitos de usuario, analizar la base previa ya existente, definir los objetivos del sistema y por otra parte, especificar qué dominios se van a documentar, con qué nivel de detalle y su horizonte temporal.
- **II. Arquitectura de negocio.** Dirigida para cubrir los requisitos y las competencias de los usuarios finales así como de los gestores hospitalarios; en esta fase se definen las vistas que nos permiten tener una clara idea del organigrama del personal involucrado, los procesos y las funciones existentes. Otras vistas incluidas en esta arquitectura de negocio tratan la usabilidad, el aspecto ético y los indicadores de éxito del sistema.
- **III. Arquitectura de datos.** Las vistas generadas en esta fase cubren las competencias de diseñadores, administradores de Bases de Datos y las de ingenieros de Sistemas, documentando los modelos conceptuales de datos, las relaciones entre las entidades y los flujos de datos.
- **IV. Arquitectura de aplicaciones.** Etapa en la que se documentan las competencias de los ingenieros software y de sistemas, prestando especial

<sup>2</sup> Así fue expresado por el tesinando y aceptado por los asistentes durante el *workshop* de Estandarización en e-salud organizado en Ginebra por la UIT en mayo de 2002.

atención a dos vistas: la de ingeniería software (modelos de capas, lenguajes de programación, entornos de desarrollo y ejecución,...) y la de estándares e interoperabilidad de aplicaciones.

- **V. Vista de ingeniería de sistemas.** Esta es una vista compuesta que afecta prácticamente a todos los actores involucrados y dada su importancia, se ha convertido en una etapa propia. En ella quedan patentes todos los elementos hardware y software del sistema y cómo se relacionan.
- **VI. Arquitectura tecnológica.** Fase en la que las vistas están asociadas con las competencias de compradores, operadores, gestores y administradores, describiéndose las características de los equipos hardware, cómo se comunican entre ellos, qué estándares utilizan y cuáles son los costes de la arquitectura del sistema.
- **VII. Vista de seguridad.** Vista compuesta que afecta a todos los actores del sistema y aborda las competencias y los objetivos en cuanto a seguridad definidos por cada uno de ellos, dando respuesta a una serie de preguntas sobre identificación y autenticación, control de entrada, repudio, gestión de seguridad, encriptación,...

Un mayor detalle de la arquitectura con las vistas propuestas para cada fase se presenta en el siguiente esquema.



Figura 5.2 Propuesta de arquitectura marco de referencia

### 5.3 I. VISIÓN DE LA ARQUITECTURA

La visión de la arquitectura es el paso inicial de cualquier arquitectura de un sistema; es la oportunidad clave del arquitecto para mostrar los beneficios del desarrollo propuesto a

los que toman las decisiones, de una manera similar a la técnica del ascensor [MIT00]. Su objetivo es articular una visión que recoja las competencias y los requisitos de todos los actores, marcando los objetivos y definiendo una arquitectura tecnológica inicial.

Para ello y durante esta fase, tal y como se muestra en las siguientes partes de este capítulo, el arquitecto software del sistema deberá:

- resumir la información inicial existente sobre el sistema y su arquitectura.
- identificar los actores del sistema y especificar claramente sus competencias, sus requisitos y sus objetivos.
- definir los ámbitos en los que se centrará el esfuerzo de la descripción arquitectural y el nivel de detalle con que se tratarán.
- documentar la base tecnológica previa sobre la que se asentará el nuevo sistema.
- mostrar los escenarios de uso del sistema a describir en la arquitectura.

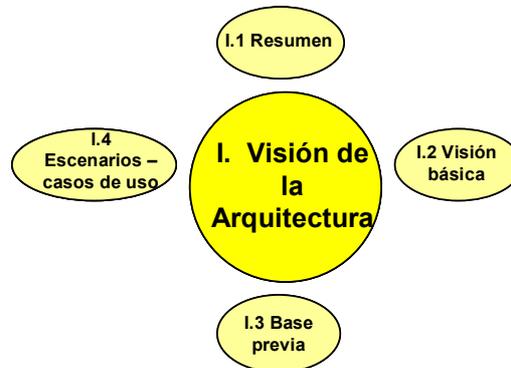


Figura 5.3 Visión de la arquitectura

### 5.3.1 I.1 RESUMEN

El resumen de la descripción arquitectural es crucial para saber qué nos podemos esperar de la descripción de la arquitectura del sistema. Por motivos de practicidad, viabilidad y legibilidad, el ámbito del diseño arquitectural tiene que estar definido y limitado. Es en esta sección donde además de ofrecer un **resumen descriptivo** del sistema, se definen esos límites en las diferentes dimensiones de la descripción arquitectural. Así, se tiene que especificar en **qué dominios de la arquitectura** se van a centrar los esfuerzos del arquitecto software, **qué vistas** van a ofrecerse para dar una imagen clara y unívoca del sistema a cada tipo de usuario, con **qué nivel de detalle** va a ser tratada cada vista y el **horizonte temporal** con el que se está planificando la arquitectura de dicho sistema.

#### 5.3.1.1 REPRESENTACIÓN

La representación de este resumen se hará en dos páginas, en las cuales constan todos los datos básicos del sistema de e-salud a desarrollar, incluyendo un resumen, enumerando los dominios que van a ser tratados, una matriz con todas las posibles vistas

y otros campos que permiten al arquitecto software añadir la información que estime oportuna. Se muestra el resumen de un proyecto a modo de ejemplo.

ITEM	TRATADA	NIVEL DE DETALLE	OTROS
I. Visión de la arquitectura	X		
I.1 Resumen	X	Medio-alto	
I.2 Visión básica	X	Bajo	Las relaciones de los usuarios pueden ser muy variadas
I.3 Base prima			
II. Características de uso	X	Medio-alto	
II.1 Arquitectura de negocio	X		
II.1.1 Visión de organización	X	Aplicación de relaciones jerárquicas y del conocimiento sobre las personas	La estructura del centro de servicios puede variar
II.1.2 Visión de procesos	X	Bajo	
II.1.3 Visión de funciones	X	Medio-bajo	Bajo se han descrito las más comunes
II.1.4 Visión de roles	X	Medio-alto	
II.1.5 Visión de unidades	X	Bajo	Aspecto clave para el éxito: Considerar dependencias
II.1.6 Visión de rendimiento del negocio	X	Medio-alto	
II.2 Arquitectura de datos	X		
II.2.1 Visión del modelo conceptual de datos	X	Medio-alto	
II.2.2 Visión relación-entidad	X	Bajo	
II.2.3 Visión de flujo de datos	X	Bajo	
II.3 Arquitectura de aplicaciones	X		
II.3.1 Visión de ingeniería software	X	Medio-alto	
II.3.2 Visión de estándares e interoperabilidad	X	Medio-bajo	
III. Ingeniería de sistemas	X		
III.1 Visión de ingeniería de sistemas	X	Medio-alto	
III.2 Arquitectura tecnológica	X		
III.2.1 Visión hardware	X	Medio-alto	
III.2.2 Visión de ingeniería de comunicaciones	X	Medio-alto	Se usa un nivel muy completo de W3C
III.2.3 Visión de costes	X	Bajo	Se ha trabajado con el modelo de costes de la industria de seguros
III.3 Visión de seguridad	X		
III.3.1 Visión de seguridad	X	Medio-bajo	

Si es necesario, a medida que se vaya avanzando a otro proyecto, pueden actualizarse las vistas y llegar a un mayor nivel de detalle.

ITEM	TRATADA	NIVEL DE DETALLE	OTROS
I.1	Resumen	Medio-alto	
I.2	Visión básica	Bajo	

Figura 5.4 Ejemplo de visión de una arquitectura

### 5.3.1.2 I.2 VISIÓN BÁSICA

La visión básica de la arquitectura nos permite una rápida identificación de todos los usuarios involucrados de alguna manera en el desarrollo del sistema de e-salud. Una vez identificados los usuarios, y haciendo uso de las técnicas que se consideren más oportunas para cada caso, se procede a la recolección de los requisitos de usuario, sus competencias y sus objetivos.

#### Actores

Entendemos como actor a toda persona, equipo u organización (o clases de ellos) con intereses o competencias sobre un sistema, es decir, cualquier ente que puede afectar o ser afectado por el sistema a desarrollar. Cada actor en función de sus competencias necesitará unas vistas arquitecturales del sistema para ver si han sido atendidos sus requerimientos o necesidades.

Los requisitos de usuario son prácticamente comunes a cada grupo de actores, por lo que para facilitar la tarea se han identificado los grupos de actores más comunes en el área de la e-salud y la e-inclusión. Nuevos actores pueden añadirse, bien partiendo de cero, bien basándose en alguno ya existente para su posterior particularización. Los grupos de actores que ya se han identificado son:

- Paciente: persona que padece física y/o corporalmente, hallándose bajo atención médica o social.
- Familiar del paciente: persona que está relacionada con el paciente y que en algún momento, puede actuar prestando cuidados al paciente.

- Ciudadano/a: cualquier persona que en algún momento es consciente de su corresponsabilidad a la hora de mantenerse sano.
- Enfermero/a: persona dedicada a la asistencia de los enfermos.
- Médico/a: persona legalmente autorizada para profesar y ejercer la medicina, ciencia y arte de prevenir y curar las enfermedades del cuerpo humano.
- Desarrollador: persona que realiza un programa software o parte de él con las funcionalidades que se le exigen.
- Responsable del mantenimiento del servicio técnico: persona que está a cargo de los programas y/o dispositivos para garantizar su correcto funcionamiento sin interrupción.
- Responsable del servicio médico: mando intermedio que tiene a médicos y enfermeras bajo su responsabilidad.
- Gerente de la empresa de servicios médicos o sociales: persona que controla los recursos médico-socio-asistenciales de una entidad.

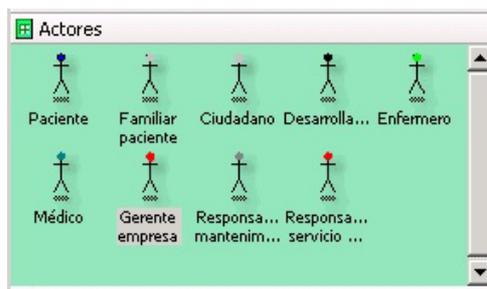


Figura 5.5 Galería de símbolos de actores

### Requisitos de usuario

Los requisitos de usuario varían sensiblemente en función del tipo de usuario o actor al que se asocian, aunque siempre se dan unos bloques comunes de datos:

- a) Datos personales: sexo, edad o intervalo de edades, profesión, estado civil, nivel de estudios, minusvalía, etc.
- b) Datos generales: habilidad para vivir autónomamente, nº de personas que viven en el mismo hogar, servicios sanitarios o sociales que utiliza y/o que demanda, etc.
- c) Comunicación con el sistema: experiencia previa con tecnologías, aceptación del usuario y facilidad de uso de diferentes modos para la introducción de datos, modos preferidos para la recepción de mensajes del sistema,...

La arquitectura de referencia, objeto de esta tesis no tiene como objetivo el desarrollar nuevas metodologías y técnicas para la elaboración de los requisitos de usuario aunque

sí el plasmar en una vista de manera rápida todo aquello necesario para el correcto desarrollo del sistema cubriendo todas las necesidades apuntadas por los usuarios<sup>3</sup>.

Estos requisitos de usuario pueden ser descritos con mayor o nivel de detalle en función de las necesidades de la arquitectura, quedando este aspecto recogido en la visión básica de la arquitectura. Por ejemplo, para una persona discapacitada, se le puede asignar una propiedad Tipo de minusvalía que puede tener cualquiera de los siguientes valores: ciego, parcialmente ciego, visión reducida, daltónico, sordo profundo, duro de oído, no habla, dificultades para hablar con claridad, habla con bajo volumen, dislexia, dificultades de comprensión de lenguaje, limitación en movimientos de la cabeza, no puede usar brazos, no puede usar dedos, no puede usar 1 brazo, dificultad en levantar y coger cosas con los brazos, silla de ruedas, camina con ayuda, dificultad para sentarse y levantarse, fuerza reducida, coordinación reducida de movimiento, dificultad de lectura, poca memoria a largo plazo, largos tiempos de reacción ante estímulos, dificultad en hacer varias cosas a la vez, ...

### Competencias

Las competencias son los intereses relativos al desarrollo del sistema, su funcionamiento u otros aspectos que son críticos o importantes de alguna manera para uno o más actores. Así pues, cada actor tendrá sus competencias [LEEM03] [TOGA02], que después se documentarán en vistas. Ejemplos de competencias son para cada tipo de usuario:

Tabla 5.1 Ejemplos de competencias para actores de sistemas de e-salud y e-inclusión

Tipo de Usuario	Ejemplos de competencias
Paciente	Funcionalidad, formación, ayuda...
Familiar del paciente	Acceso del usuario, funcionalidad, calidad del servicio, satisfacción del usuario, formación, ayuda,...
Ciudadano/a	Satisfacción del usuario, funcionalidad, ayuda ...
Enfermero/a	<i>Workflow</i> , satisfacción del paciente, formación, ayuda,...
Médico/a	<i>Workflow</i> , efectividad, eficiencia, eficacia, validación clínica, formación, ayuda...
Desarrollador	Modularidad, seguridad, funcionalidad, instalación, usabilidad, interoperabilidad, datos, sincronización, formación, localización, ...
Responsable del mantenimiento del servicio técnico	Mantenimiento, comunicaciones, escalabilidad, rendimiento, longevidad, uso energético, gestión de errores, instalación, ayuda...

<sup>3</sup> En cualquier caso, el autor recomienda( que no prescribe) el uso de metodologías como Userfit o las descritas en el proyecto RESPECT [KIR97] [POU98]

Responsable del servicio médico	RRHH, validación clínica, rendimiento, distribución de tareas, ética, realimentación...
Gerente de la empresa de servicios médicos o sociales	Satisfacción del usuario, costes, cumplimiento de las leyes, rendimiento, RRHH, ...

En la siguiente figura, se muestra a modo de ejemplo cómo se está caracterizando un usuario y se le está vinculando una nueva competencia.

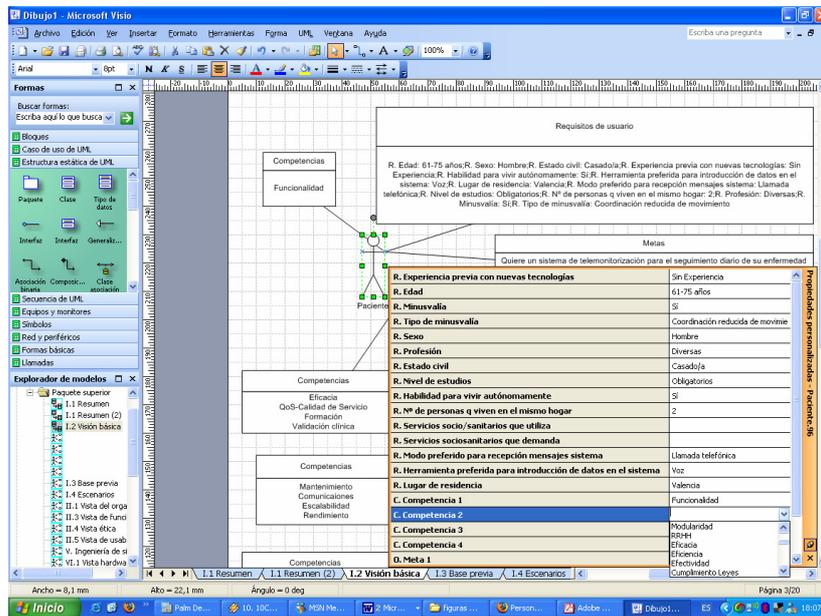


Figura 5.6 Ejemplo de selección de competencias

### Metas

Uno de los pasos más importantes en el desarrollo de una arquitectura es la definición de las metas de la arquitectura, que estarán alineadas con los objetivos marcados por los actores. Los objetivos, aunque expresados en términos generales, tienen que poder convertirse en metas SMART (*Specific, Measurable, Actionable, Realistic, Time-bound*<sup>4</sup>) para por una parte, servir de incentivo a los actores involucrados y por otra, garantizar una posterior evaluación rigurosa. Así, la utilización de metas SMART es útil para los diferentes actores del sistema así como para consultores y suministradores, al tener unas reglas muy claras para evaluar la consecución de los objetivos propuestos con la arquitectura. De este modo y si se ha hecho correctamente, la metodología puede ser utilizada para tomar decisiones basadas en unos criterios objetivos y cuantitativos.

<sup>4</sup> El acrónimo SMART significa en español Específico, Medible, Con un plan de acción, Realista y Acotado en el tiempo.

### **5.3.1.3 REPRESENTACIÓN**

La representación gráfica de esta visión básica se refleja en una página teniendo como elementos centrales a los actores. El conjunto de actores mencionados previamente conformará una galería de símbolos u objetos que tendrán unas propiedades asociadas determinadas en función del actor, entendiendo cada objeto como un actor.

Estas propiedades de cada objeto o actor se refieren tanto a requisitos de usuario como a competencias, objetivos y metas, pues todas ellas están vinculadas a los actores. Esto permitirá que posteriormente, las propiedades de cada actor sean mostradas claramente de una manera gráfica. Podrían establecerse relaciones entre los requisitos de usuario, las competencias y los objetivos o metas que se establezcan pero ello implicaría la utilización de una base de datos multidimensional, aportaría muy poca información y complicaría la legibilidad de la vista.

Lo que sí aporta información y debe realizarse si se considera oportuno para sistemas específicos de e-salud o e-inclusión es el añadir nuevas propiedades a los actores que faciliten datos necesarios para un diseño, y posterior desarrollo y evaluación correctos.

Es también en esta etapa donde el arquitecto software debe analizar los actores y sus competencias y requisitos asociados, chequeando que todas las competencias clave y los requisitos han sido tenidos en cuenta a la hora del posterior diseño arquitectural.

Se muestra en la siguiente gráfica un ejemplo de vista básica.

Capítulo 5. Marco arquitectural de referencia

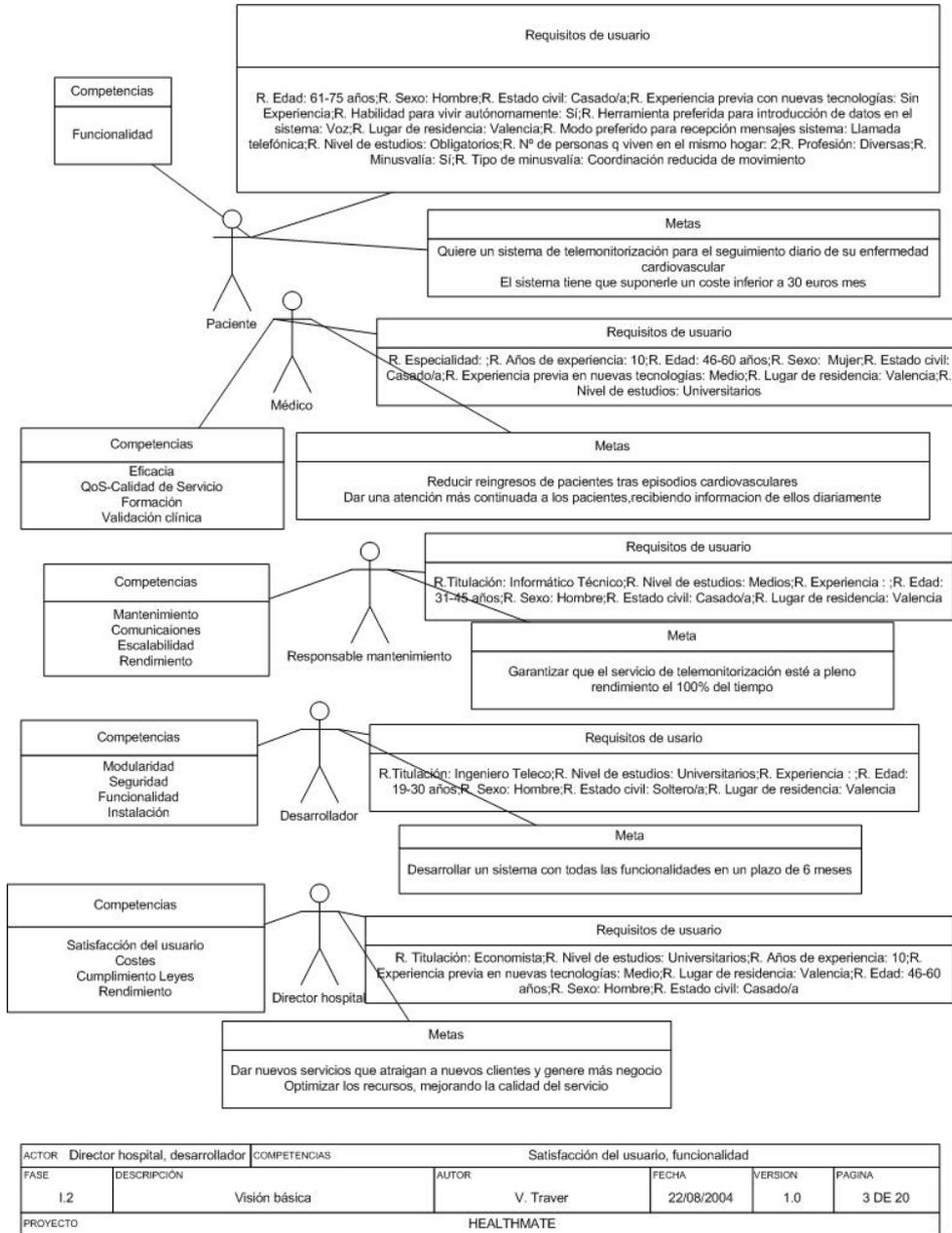


Figura 5.7 Ejemplo de vista básica

## **5.3.2 I.3 BASE PREVIA**

Dentro del dominio de la visión arquitectural, la vista de la base previa se utiliza para documentar la base tecnológica previa ya existente y también para definir el objetivo inicial desde el punto de vista de arquitectura tecnológica a nivel de bloques, entendida como la versión inicial de la vista de ingeniería de sistemas. Vista no obligatoria, es una descripción a alto nivel de lo ya existente ("*as-is*") y de la arquitectura tecnológica objetivo ("*to-be*"), que serán tratadas con mayor detalle en fases posteriores.

### **5.3.2.1 REPRESENTACIÓN**

Se sugiere su representación haciendo uso de las mismas galerías de símbolos utilizadas en la vista de ingeniería de sistemas. En los casos en que no haya una base previa en la cual se sustente el sistema, no será necesaria su inclusión.

## **5.3.3 I.4 ESCENARIOS**

Los escenarios<sup>5</sup> son una técnica importante que puede ser utilizada en diferentes fases de la metodología para una arquitectura software, aunque es utilizada básicamente en la fase de la visión arquitectural. Un escenario describe

- un proceso lógico, una aplicación o un conjunto de aplicaciones que son permitidos por la arquitectura
- el entorno lógico y tecnológico
- los actores y componentes que intervienen en el escenario
- la salida deseada tras una ejecución correcta

Un buen escenario de negocio es representativo de una necesidad de negocio significativa, permitiendo a los vendedores hacer entender a sus clientes el valor de un sistema desarrollado apropiado para ellos. Los escenarios facilitan un lenguaje que une a los vendedores software, los problemas del cliente y las soluciones técnicas de los desarrolladores.

### **5.3.3.1 REPRESENTACIÓN**

Los escenarios son representados mediante los casos de uso de UML, utilizando la galería de símbolos expresamente desarrollada para tal fin, compuesta por los elementos que aparecen representados en la siguiente figura además de la galería de símbolos de actores descrita en la sección 5.3.2. Haciendo uso de estos componentes y de sus relaciones, tendremos una adecuada representación de los escenarios lógicos del sistema.

---

<sup>5</sup> Los escenarios también pueden ser llamados escenarios lógicos o escenarios de negocio.



Figura 5.8 Galería de símbolos para casos de uso UML

Un ejemplo de caso de uso se muestra en la Figura 5.9

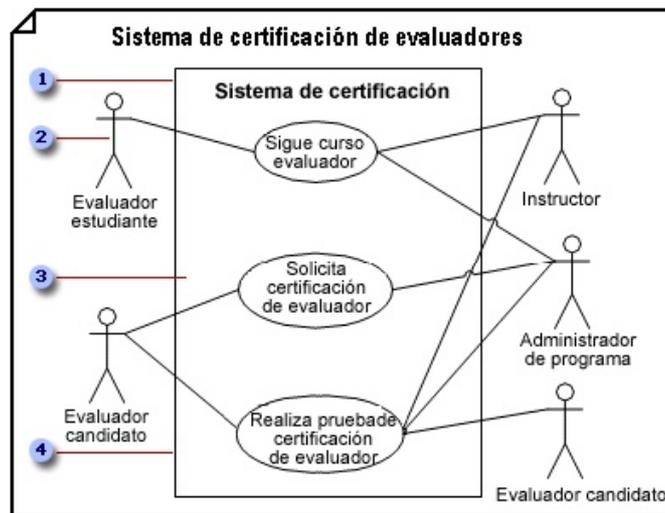


Figura 5.9 Ejemplo de caso de uso [MIC03]

## 5.4 II. ARQUITECTURA DE NEGOCIO

La arquitectura software de un sistema debe cubrir el dominio lógico o de negocio, siguiendo las recomendaciones de IEEE 1471-2000, TOGAF y otras arquitecturas globales. Esta arquitectura cubre los requisitos y las competencias de todos los actores involucrados en los procesos de atención socio-sanitaria: en esta fase, se definen las vistas que nos permitirán tener una clara idea del organigrama del personal involucrado, los procesos y las funciones existentes; otras vistas incluidas en esta arquitectura de negocio recogen la usabilidad, el aspecto ético y los indicadores de éxito del sistema.

A menudo, la arquitectura de negocio es un medio para demostrar a los inversores el valor del resto de dominios, más técnicos. Es por ello que algunos elementos que pueden incluirse dentro del dominio de la arquitectura de negocio, como los objetivos y los actores del sistema, generalmente se incluyen en etapas previas (visión de la arquitectura). La descripción arquitectural en el dominio de negocio puede conllevar mayor o menor carga de trabajo, en función del detalle con que se trate. Si hay nuevos procesos lógicos generará bastante trabajo mientras que si el sistema está muy orientado tecnológicamente, sólo se documentarán las vistas estrictamente necesarias.

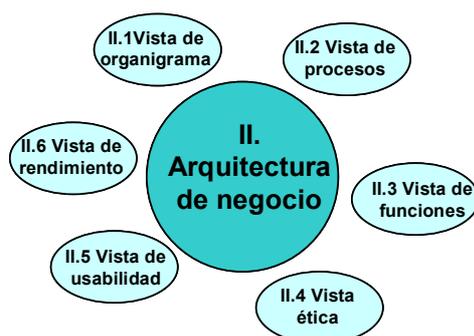


Figura 5.10 Vistas de la arquitectura de negocio

## 5.4.1 II.1 VISTA DE ORGANIGRAMA

La vista de organigrama facilita la documentación de las estructuras organizativas que proveen o reciben servicios sociosanitarios, los actores asociados a cada una de ellas, su jerarquía y las relaciones existentes entre ellas. Además, es útil el conocer la distribución física de los actores que están involucrados en el sistema, dado que ello puede servir para detectar problemas de eficiencia o distribuir de una manera más racional los recursos y/o las relaciones existentes entre los actores.

En esta vista aparecen los **actores** identificados en la fase previa, que pueden ser relacionados entre sí mediante bien **enlaces de jerarquía** bien mediante **enlaces de comunicación**. Además, los diferentes actores pueden ser agrupados con **cuadros organizativos**, cuando están trabajando en una misma empresa o departamento o por **ubicación física**, cuando actores de las mismas o diferentes organizaciones se encuentran en un mismo espacio físico.

### 5.4.1.1 REPRESENTACIÓN

Para la representación de este punto de vista, se usarán los actores identificados en las fases previas de la descripción de la arquitectura y una galería específica de símbolos para organigramas<sup>6</sup>. Así, los actores serán los componentes de esta vista mientras que los enlaces de comunicación y jerarquía serán las relaciones entre ellos. Por otra parte, la ubicación física o el cuadro organizativo nos marcarán algunas de las reglas de

<sup>6</sup> Galería donde se tienen los símbolos de enlace de comunicación, enlace de jerarquía, ubicación física, cuadro organizativo y título.

comportamiento (bien derivadas de la organización, bien derivadas del entorno físico que les rodea) en las que se sustentan los actores.



Figura 5.11 Símbolos específicos de la vista para organigramas

## 5.4.2 II.2 VISTA DE PROCESOS

La vista de procesos recoge todos los procesos de los actores involucrados, indicándonos **qué** se hace, **sobre qué** y **cuál** es el resultado de ello. De esta forma, se puede tener una visión muy clara de qué es lo que hace realmente el sistema. Como ocurre en otras vistas, esta descripción de los procesos que relacionan a los actores será realizada con un mayor o menor nivel de detalle en función de las necesidades. Así, se podrá ver la existencia, duración y características de cada uno de los procesos.

### 5.4.2.1 REPRESENTACIÓN

Siendo múltiples las maneras en que se pueden presentar estas interacciones entre los diferentes actores, se propone la utilización de los diagramas de secuencia (haciendo uso de un lenguaje ampliamente extendido y utilizado como UML) aunque otros diagramas de interacción, como los de colaboración también pudieran ser usados para la descripción de la vista.

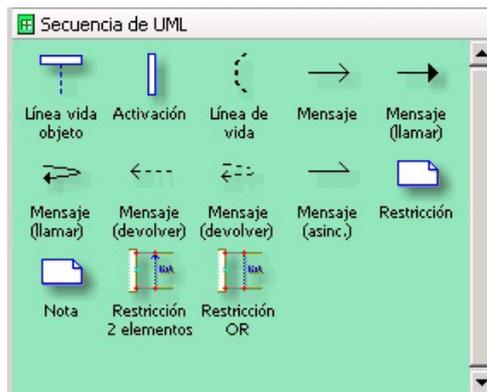


Figura 5.12 Galería de símbolos para la vista de procesos

### 5.4.3 II.3 VISTA DE FUNCIONES

Una función es una tarea que tiene un nombre determinado y que realiza una labor concreta. Estas funciones son modulares y pueden estar asociadas simultáneamente a diferentes procesos a los que dan soporte. La vista de funciones recoge todas las funciones de un sistema donde cada función tiene asociada unas entradas y unas salidas que no tenemos que considerar únicamente desde una visión matemática o de ingeniero ni confundir con el término de proceso, es decir, un proceso puede englobar diferentes funciones mientras que una función puede ser utilizada en diferentes procesos.

Ejemplos de funciones en el ámbito de la e-salud y la e-inclusión son la medición de la presión arterial, la llamada de control al anciano que vive solo, el traslado de un discapacitado de un lugar a otro,...

#### 5.4.3.1 REPRESENTACIÓN

Se ha creado una galería de símbolos para la vista de funciones, compuesta por los siguientes elementos:

- funciones sencillas y complejas, que disponen de espacios para indicar sus nombres, entradas, salidas y una descripción de las labores que se realizan en ella,
- procesos, identificados en la vista definida en la subsección previa y,
- conectores funciones-procesos, que relacionan las funciones con los procesos en que son utilizadas.

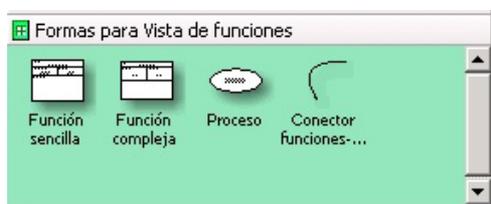


Figura 5.13 Galería de símbolos para la vista de funciones

### 5.4.4 II.4 VISTA ÉTICA

Hoy en día, el ciudadano está asumiendo un rol más activo y responsable en su salud, mostrando una mayor preocupación para que no se produzcan abusos de ningún tipo. Así, los aspectos éticos de cualquier sistema están siendo cada vez analizados con más detalle, suponiendo una ventaja competitiva para los sistemas el cumplimiento de los principios o códigos promulgados por diferentes organizaciones internacionalmente reconocidas en este ámbito, como son Health On the Net (HON) o la Asociación Médica Mundial (AMM) [HON04] [AMM99].

Tras un análisis de las consideraciones éticas que se están recomendando para su cumplimiento, se aprecia claramente que hay dos tipos de sistemas para los que se está exigiendo el cumplimiento de diferentes principios: por una parte, los sistemas de provisión de servicios socio-sanitarios y por otra, los sistemas de información o portales de salud y servicios sociales [HIE04] [FMA04] [IVE00] [UTU04] [AMM99] [HON04b].



## 5.4.5 II.5 VISTA DE USABILIDAD

La usabilidad es la facilidad con que un usuario puede aprender a operar, preparar entradas e interpretar salidas de un sistema o componente [IEEE90]. Usabilidad es un término asociado generalmente a software pero que puede ser relevante para cualquier producto, sistema o componente. Algunas de las maneras de mejorar la usabilidad son: reducción del tiempo para realizar unas tareas, reducción del número de errores cometidos, reducción del tiempo de aprendizaje y una mejora en la satisfacción de la gente con un sistema [USF04].

En una arquitectura software, esta vista recoge los aspectos de usabilidad del sistema y de su entorno, que afectan a todo tipo de actores del sistema, tanto humanos como no humanos (elementos hardware o software). Así, esta vista tiene que responder a las preguntas que pudieran surgir sobre las necesidades de *entrenamiento*, los diferentes *interfaces de usuarios*, los mecanismos de *clave y contraseña*, la facilidad de *administración*, la *reducción de la carga de memoria*, los *prototipos* previos, el *control* del usuario del sistema y la *libertad* que se le da, la *consistencia con estándares*, la *ayuda* y la *documentación*, la *seguridad* y el *tratamiento de errores*, la *eficiencia de uso*, la *simplicidad*, la *realimentación*, la *multi-lingualidad*, la *interoperabilidad*, los *criterios* de testeo de la usabilidad, ... [KIT04][NIE04].

### 5.4.5.1 REPRESENTACIÓN

Para la representación gráfica del punto de vista de usabilidad, se propone el uso de una matriz que presenta las siguientes columnas:

- ítem, indicando qué aspecto de la usabilidad se está tratando
- actores, recogiendo los usuarios y/o los elementos hardware o software que están involucrados
- procesos, dejando claro sobre qué procesos de los definidos en una vista previa se va a realizar la acción
- acción o medida que se realiza para mejorar la usabilidad en el ítem indicado
- recomendación o estándar utilizado, citando aquellos estándares o recomendaciones que son la referencia a utilizar para tratar el ítem indicado ...

ITEM	ACTORES	PROCESOS	HITO	RECOMENDACIONES O ESTANDARES
Entrenamiento	Pacientes	Todos	Entrenamiento grupal de 60' en el hospital e individual de 30' en su hogar	
Entrenamiento	Médicos	Todos	Entrenamiento de 90' en el hospital	
Interfaces de usuario	Todos	Acceso web	Cumplimiento normas accesibilidad WAI	WAI guidelines 1.0
Mecanismos de acceso	Todos	Todos	Por usuario y contraseña	Canal seguro mediante SSL y encriptado mediante Blowfish
Interoperabilidad	Todos	Todos	Uso de XML	XML
Facilidad de uso	Todos	Todos	Cualquier acción posible a menos de 4 clicks	
Ayuda y Documentación	Todos	Todos	Manuales para cada usuario, chuleta resumen, ayuda multimedia, teléfono de soporte técnico en horario laboral	Ficheros *.hlp y html
Control del sistema por parte del usuario	Todos	Telemonitorización Teleconsulta	El sistema sólo monitoriza tras petición, la Videoconferencia sólo se establece tras consentimiento de ambas partes	
Tratamiento de errores	Todos	Todos	Encapsulación de errores del sistema con indicaciones para el usuario. Facilidad para volver al punto previo al error	
Reducción carga memoria	Todos	Todos	Muestra pasos realizados, pasos pendientes y opciones disponibles. Permite recuperar clave x olvido	
Multilingüedad	Todos	Todos	Uso ficheros recursos para disponibilidad en varios idiomas	
Dispositivos	Todos	Telemonitorización Acceso web	El tamaño pantalla PDA ha de ser mayor de 8x4 cm y los botones pulsables con el dedo	

ACTOR	Director médico, médico, responsable mto, desarrollador	COMPETENCIAS	Funcionalidad, QoS, Mantenimiento, Satisfacción usuario, cumplimiento leyes, rendimiento			
FASE	DESCRIPCIÓN	AUTOR	FECHA	VERSION	PAGINA	
II.5	Vista de usabilidad	Vicente Traver	22/08/2004	1.0	1 DE 20	
PROYECTO	HEALTHMATE					

Figura 5.15 Ejemplo de vista de usabilidad

## 5.4.6 II.6 VISTA DE RENDIMIENTO DEL NEGOCIO

Usuarios, gestores y directores ejecutivos tienen como una de sus competencias el rendimiento. Así, esta vista recoge, bajo las ópticas de los diferentes actores, cualquier aspecto relativo al rendimiento del sistema y su entorno. Para ello, se definen una serie de unidades de evaluación en diferentes ámbitos: clínico, social, económico y tecnológico; a su vez, para cada unidad de evaluación se identifican unos indicadores, asociados a algún actor o conjunto de actores. Así, estos indicadores son los objetivos o

los hitos de éxito asociados al sistema, pudiendo ser revisados en cualquier etapa del ciclo de vida<sup>8</sup>.

Ejemplos de estos indicadores para cada ámbito son:

- Clínicos: reingresos, tiempos de hospitalización, continuidad del servicio, mejora en la calidad asistencial,...
- Sociales: ahorro de tiempos, aceptación por parte del usuario,...
- Económicos: coste de los equipos, coste del servicio,...
- Tecnológicos: tasa de transmisión, tiempo de funcionamiento entre fallos, tiempos de respuesta,...

En la vista no sólo se define el indicador sino también los valores esperados y si es posible, cómo el sistema reaccionará ante valores que estén fuera del rango esperado.

#### **5.4.6.1 REPRESENTACIÓN**

De entre las posibles opciones para la representación de la vista de rendimiento del negocio, se recomienda el uso de una matriz con las siguientes columnas<sup>9</sup>:

- Actor/es, que determinan o sobre los que se determina el indicador.
- Ámbito: clínicos, sociales, económicos o tecnológicos.
- Unidad de evaluación, entendiendo como tal el conjunto de indicadores que nos muestran el rendimiento en un aspecto concreto de un determinado ámbito, como por ejemplo, calidad de vida o usabilidad.
- Indicador, parámetro cuantificable de manera objetiva.
- Rango de valores esperados del indicador.
- Reacción ante valores fuera de rango, definiendo los mecanismos del sistema para corregir ante la obtención de valores no esperados.

---

<sup>8</sup> Por ejemplo, si las previsiones realizadas inicialmente fueron muy optimistas o pesimistas.

<sup>9</sup> Otras opciones de representación de la vista serían centrada en los actores o en los ámbitos de los indicadores

Capítulo 5. Marco arquitectural de referencia

ÁMBITO: CLÍNICO					ÁMBITO: SOCIAL				
ACTOR	Unidad de evaluación	Indicador	Rango valores	Reaccion valores fuera rango	ACTOR	Unidad de evaluación	Indicador	Rango valores	Reaccion valores fuera rango
Director Centro de Servicios	Mejora calidad asistencial	Percepción de la calidad del servicio por el paciente	<8 (questionario)	Redefinición de procesos	Paciente y cuidadores	Satisfacción del usuario	Indicador (questionario)	> 7 sobre 10	Análisis de causas y redefinición del servicio
Director Centro de Servicios	Continuidad servicio	Atención al paciente 24x7	99% intentos	Asignación de nuevos recursos	Paciente y cuidadores	Aceptación del usuario	Indicador ( cuestionario)	> 7 sobre 10	Análisis de causas y redefinición del servicio
Director Centro de Servicios	Usuarios del servicio	Pacientes que usan el servicio	6 pacientes/ semana	No resulta rentable con menos pacientes. Analizar causas e incorporar nuevos pacientes servicio.	Paciente	Catidad de Vida	EuroQOL		
					Paciente y cuidadores	Facilidad de uso	Tiempo necesario para llevar a cabo oq proceso	< 3 min	Mejorar usabilidad del servicio
					Paciente	Voluntad para pagar el servicio	Disposición y cantidad	70& dispuesto a pagar al menos 30 € mes	Mejora global del servicio
					Paciente y cuidadores	Facilidad de uso	Tiempo necesario para llevar a cabo oq proceso	< 3 min	Mejorar usabilidad del servicio
					Paciente	Facilidad de uso	Disposición a llevar el sensor medico en muñeca	<70%	Reduccion del tamaño y peso y análisis de otras causas sociales

ÁMBITO: ECONÓMICO				
ACTOR	Unidad de evaluación	Indicador	Rango valores	Reaccion valores fuera rango
Director Centro de Servicios	Coste inicial	Coste equipos informáticos	< 6.000 euros	Uso centrales de compra Planificación de compras
Director Centro de Servicios	Costes mensuales	Coste staff médico específico	< 4000 euros	
Responsable mantenimiento	Costes mensuales	Coste mantenimiento equipos	< 600 euros	Subcontratación por ese precio
Responsable mantenimiento	Costes mensuales	Coste líneas de comunicación	< 600 euros	Busqueda ofertas otros proveedores
Paciente	Coste inicial	Coste equipo usuario	< 2000 euros	Busqueda equipo similares características en el mercado
Paciente	Costes mensuales	Coste cuota mensual	< 40 euros	
Director Centro de Servicios	Tiempo de ROI	Tiempo de ROI	3 años	Incremento cuotas mensuales, reducción de gastos
Director Centro de Servicios	Costes mensuales	Reduccion de costes por paciente atendido	10% menos	Reduccion de gastos, optimización recursos
Cuidador formal	Eficiencia	Reduccion de cancelaciones	20% menos de cancelaciones	Estudio para mejora eficiencia

ÁMBITO: TECNOLÓGICO				
ACTOR	Unidad de evaluación	Indicador	Rango valores	Reaccion valores fuera rango
Director Centro de Servicios	Fiabilidad	Tiempo medio entre fallos	> 1000 horas	Redefinición control calidad Mejora sistema
Director Centro de Servicios	Fiabilidad	Tiempo de resolución de problemas	< 1 dia	Mejorar procesos atención al cliente Mejora formación personal asistencia
Responsable mantenimiento	Interfaz hombre-maquina	Facilidad de uso - acceso a cualquier funcionalidad	< 4 interacciones	Mejora del sistema de menus y accesos rapidos

ACTOR	Todos	COMPETENCIAS	Rendimiento, costes, satisfaccion del usuario, efectividad, eficacia			
FASE	DESCRIPCIÓN	AUTOR	FECHA	VERSION	PAGINA	
II.6	Vista de rendimiento del negocio	Vicente Traver	22/08/2004	1.0	14 DE 24	
PROYECTO		CONFIDENT				

Figura 5.16 Ejemplo de vista de rendimiento de negocio

## 5.5 III. ARQUITECTURA DE DATOS

Las vistas generadas en esta fase cubren las competencias de diseñadores, administradores de Bases de Datos e ingenieros de sistemas, documentando los modelos conceptuales de datos, las relaciones entre las entidades y los flujos de datos.

El objetivo de la arquitectura de datos es definir los principales tipos y fuentes de información para dar soporte al sistema, de una manera que sea completa, coherente, estable y entendible por los actores. En las vistas de la arquitectura de datos no se pretende llegar al nivel lógico o físico de los sistemas de almacenamiento sino definir las *entidades*, sus *atributos* y las *relaciones* claves entre ellos para el correcto funcionamiento.

*Gracias a las vistas de la arquitectura de datos, es mucho más fácil detectar errores de relación entre entidades, datos que se necesitan de los que no se dispone, datos que no estamos utilizando, estructuras de datos que no se crean, datos que necesitamos y no se encuentran o no están disponibles.*

Además de los puntos de vista propuestos, se pueden añadir nuevos si se detecta dicha necesidad. Por ejemplo, para relacionar los datos con organismos de regulación, usuarios, auditores, creadores de datos,... o cuando existen diferentes dimensiones temporales (en tiempo real, informes periódicos automáticas, acciones tras eventos) sobre los mismos datos. En cualquier caso, las vistas que se proponen aportan la información y el nivel de detalle necesario para la mayoría de los casos.

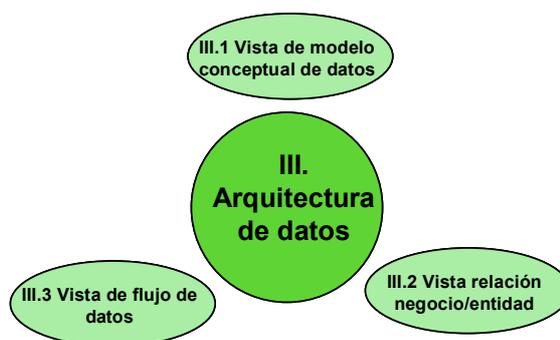


Figura 5.17 Vistas de la arquitectura de datos

## 5.5.1 III.1 VISTA DEL MODELO CONCEPTUAL DE DATOS

El modelo conceptual de datos recoge las diferentes entidades con sus atributos y las relaciones existentes entre ellas<sup>10</sup> donde entendemos como entidad a cualquier persona, concepto, suceso o evento (en definitiva, cualquier "cosa") con existencia independiente sobre la cual se desea almacenar información [CEL03] y como atributos a las propiedades específicas que definen una entidad [ELM99]. Este modelo conceptual permitirá la fácil creación de la/s base/s de datos que dará/n soporte al sistema.

### 5.5.1.1 REPRESENTACIÓN

Esta vista se representa haciendo uso de la galería de símbolos 'Relacional de Objetos' disponible en Microsoft Visio.

---

<sup>10</sup> Estas relaciones podrán establecerse durante el desarrollo directamente sobre la base de datos o vía software.



## 5.5.2 III.2 VISTA RELACION NEGOCIO-ENTIDAD

El objetivo de esta vista es relacionar las entidades definidas en la vista previa con el conjunto de procesos definidos en la arquitectura de negocio. De esta manera, aseguramos una mayor consistencia de la estructura de datos a crear durante el desarrollo, pues se facilita la comprobación de cualquier error en su diseño, eliminando entidades innecesarias o agrupándolas de una manera mucho más productiva.

### 5.5.2.1 REPRESENTACIÓN

Se sugiere el uso de una matriz con los procesos identificados y las entidades, indicando cuáles de las operaciones CRUD (*Create, Reference, Update & Delete*) son realizadas por cada uno de los procesos sobre las entidades.

PROCESOS	Telemonitorización	Acceso web	Teleconsulta
ENTIDADES			
Medico		CRUD	RU
Paciente		CRUD	CRUD
Presion sanguínea	CRU	R	
Pulsioximetría	CRU	R	
Temperatura	CRU	R	
Respiración	CRU	R	
ECG	CRU	R	
Derivaciones	CRU	R	

Figura 5.20 Ejemplo de matriz de relaciones entre procesos y entidades

## 5.5.3 III.3 VISTA DE FLUJO DE DATOS

Esta vista presenta cómo se proveen los datos a los usuarios y a las aplicaciones con el interfaz adecuado en el momento correcto. Principalmente, define cómo se llevará a cabo el almacenamiento, recuperación, procesado, archivado y seguridad de datos; además, documenta el modelo de datos utilizado (generalmente relacional aunque también puede ser jerárquico, en red, orientado a objetos o en texto plano) y el Sistema de Gestión de Base de Datos (SGBD).

### 5.5.3.1 REPRESENTACIÓN

La representación del punto de vista de flujo de datos se propone mediante fichas para cada una de las BBDD, donde para cada una de ellas se presentan los siguientes campos: Descripción, Modelo de Datos, Sistema de Gestión de Base de Datos Almacenamiento, Recuperación, Procesado, Archivado y Seguridad. Así, y tras el campo de SGBD, se describe cómo se procede para realizar las tareas de almacenado,

recuperación, procesado, archivo y seguridad de datos al nivel indicado en la vista resumen de la arquitectura.

BBDD	ARGO
Modelo de datos	Relacional
SGBD	SQL Server 6.0
Descripción	Contiene a los médicos del servicio, a sus pacientes y los datos de monitorizaciones
Almacenamiento	Se hace a través de servicios web, utilizando SOAP y XML
Recuperación	Se hace a través de servicios web, utilizando SOAP y XML
Procesado	Mediante servicios web
Archivado	En discos duros para su acceso en tiempo real y cintas para copias seguridad
Seguridad	Discos duros en espejo. Copia completa semanal e incremental diaria que se depositan en caja ignífuga a 20 km de origen. Logs de cualquier acción sobre BBDD

Figura 5.21 Ejemplo de vista de flujo de datos

## 5.6 IV. ARQUITECTURA DE APLICACIONES

Fase que documenta las competencias de los ingenieros software y de sistemas, prestando especial atención a dos vistas: la de ingeniería software (que recoge modelos de capas, lenguajes de programación, entornos de desarrollo y ejecución,...) y la de estándares e interoperabilidad de aplicaciones.

El objetivo de las vistas de la arquitectura de aplicaciones, una vez superadas las fases previas, es definir los principales tipos de aplicaciones de sistema necesarios para procesar los datos y dar soporte a la lógica de negocio. Estas vistas son las que deben dar respuesta a las competencias de software modular, reutilización de código, portabilidad, migración o interoperabilidad,... Esto no está relacionado con el diseño de aplicaciones de sistema como tal, sino con la definición y las características de estas aplicaciones de sistema, sin hacer mención explícita a tecnologías particulares, para minimizar la dependencia tecnológica y una rápida obsolescencia de la vista.



Figura 5.22 Vistas de la arquitectura de aplicaciones

### 5.6.1 IV.1 VISTA DE INGENIERÍA SOFTWARE

El punto de vista de ingeniería software se centra en aspectos de interés para los desarrolladores de software, estableciendo guías para minimizar los esfuerzos y reducir los riesgos. En él, se considera la realización del desarrollo, tanto en términos de tecnología como de recursos; dando una base para la selección de los componentes a incluir en el sistema.

Así, la vista de ingeniería software nos permite estructurar el software de una manera flexible. Siguiendo las guías marcadas en la vista, el software resultante puede ser casi directamente descompuesto en módulos, lo cual facilita su reutilización en otros entornos.

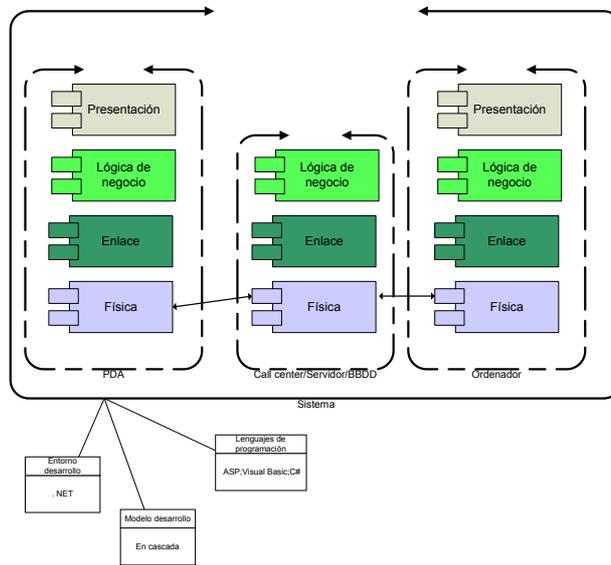


Figura 5.23 Ejemplo de vista de ingeniería software

### 5.6.1.1 REPRESENTACIÓN

La representación de la vista de ingeniería software se basa en la galería de símbolos 'Formas para ingeniería software' donde se dispone de modelos de ingeniería software personalizables de 2 a 7 capas, y relaciones uni y bidireccionales así como un símbolo de sistema que tiene como mínimo las siguientes propiedades:

- Lenguajes de programación: donde podremos seleccionar entre C.NET, Visual Basic, Java script, HTML, Flash, Visual C o nuevos lenguajes de programación a usar durante el desarrollo.
- Entornos de desarrollo, eligiendo entre .NET, Java u otros modelos de desarrollo, especificando cómo se llevará a cabo el desarrollo (en cascada, RUP u otros a definir por el ingeniero desarrollador de software).

### 5.6.2 IV.2 VISTA DE ESTÁNDARES E INTEROPERABILIDAD DE APLICACIONES

Para facilitar el despliegue de aplicaciones de e-salud es muy importante el conseguir la interoperabilidad entre sistemas y reducir el coste de los dispositivos a través de economías de escala. Así, el desarrollo de estándares globales internacionales con el compromiso de los principales actores (gobiernos, organizaciones intergubernamentales, instituciones médicas, doctores, etc.) es un factor clave para conseguirlo, como establece la pregunta Q J/16 del Grupo de Estudio SG16 de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, de la cual el tesinando es responsable [UIT03a].

Mediante la vista de estándares e interoperabilidad de aplicaciones, cualquier actor involucrado en el sistema o en futuras extensiones/conexiones del sistema verá a qué niveles de intercambio de datos el sistema es interoperable.

Tabla 5.2. Clases de estándares

Repositorio de datos de paciente	Open EHR, ENV 13606,...
Lenguajes para intercambio de datos	XML,...
Protocolos de intercambio de mensajes médicos	HL7, CEN TC 251, IEEE 1157,...
Terminologías de referencia	CIE-10, SNOMED, prEN 1068, ENV WD, ICMP,...
Entornos de colaboración	prEN 12967- HISA, EN 12443 – HIF,...
Servicios gestión datos	ISO/IEC 9075-SQL, ISAM, DRDA,...

### 5.6.2.1 REPRESENTACIÓN

La vista de estándares e interoperabilidad de aplicaciones hace uso de la galería de símbolos 'Formas para estándares e interoperabilidad de aplicaciones', indicando para cada uno de las clases de estándares mostradas en la Tabla 5.2 qué estándares se utilizan y sobre qué bases de datos, relacionando dicha clase de estándar con la base de datos correspondiente.

ITEM	ESTANDAR	BBDD
Repositorio de datos de paciente	Sistema propietario	BBDD Proyecto
Lenguajes para intercambio de datos	SOAP, XML,	BBDD Proyecto
Protocolos de intercambio de datos médicos	Propietario	BBDD Proyecto
Terminologías de referencia	CIE-10	BBDD Proyecto
Entornos de colaboración :		BBDD Proyecto
Servicios gestión de datos	SQL	BBDD Proyecto

Figura 5.24 Ejemplo de vista de estándares e interoperabilidad de aplicaciones

## 5.7 V. VISTA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

La vista de ingeniería de sistemas es compuesta, es decir, es transversal a todas las arquitecturas (negocio, datos, aplicaciones y tecnológica). Afecta prácticamente a todos los actores del sistema y por su importancia, se ha convertido en una fase propia. En ella quedan patentes todos los elementos hardware y software del sistema y cómo se relacionan.

Los elementos software, hardware y *firmware* que componen un sistema pueden ensamblarse y relacionarse de diferentes maneras. Esta vista presenta la forma en que se ensamblan todos estos elementos para un sistema dado, determinando algunas de las propiedades del sistema final. Gracias a esta vista, se aprecia qué elementos y tecnologías (y sus características asociadas) están disponibles y se utilizan en el sistema, facilitando su posterior sustitución por otro sin que se vea afectado el sistema, siempre que se hayan tenido en cuenta los requerimientos de éste.

Esta vista está estrechamente relacionada con la vista de ingeniería software y todas las vistas de la arquitectura tecnológica. Así, aunque se utilizan similares elementos en las

diferentes vistas mencionadas, la vista de ingeniería de sistemas está enfocada a las relaciones y ensamblajes entre dichos elementos o componentes.



Figura 5.25 Vista de la ingeniería de sistemas

### 5.7.1.1 REPRESENTACIÓN

Para la representación de esta y las subsiguientes vistas se ha creado una nueva galería de símbolos de Visio, llamada formas de arquitectura tecnológica que contiene símbolos de galerías de Visio ya creadas (diagrama detallado de red, equipos y monitores, red y periféricos, símbolos de red, ubicaciones de red y servidores) a los que se les ha añadido nuevas propiedades. Asimismo, también se incluyen en esta galería elementos como dispositivos de telemonitorización. A continuación, se muestra como ejemplo la vista de ingeniería de un sistema de telemonitorización.

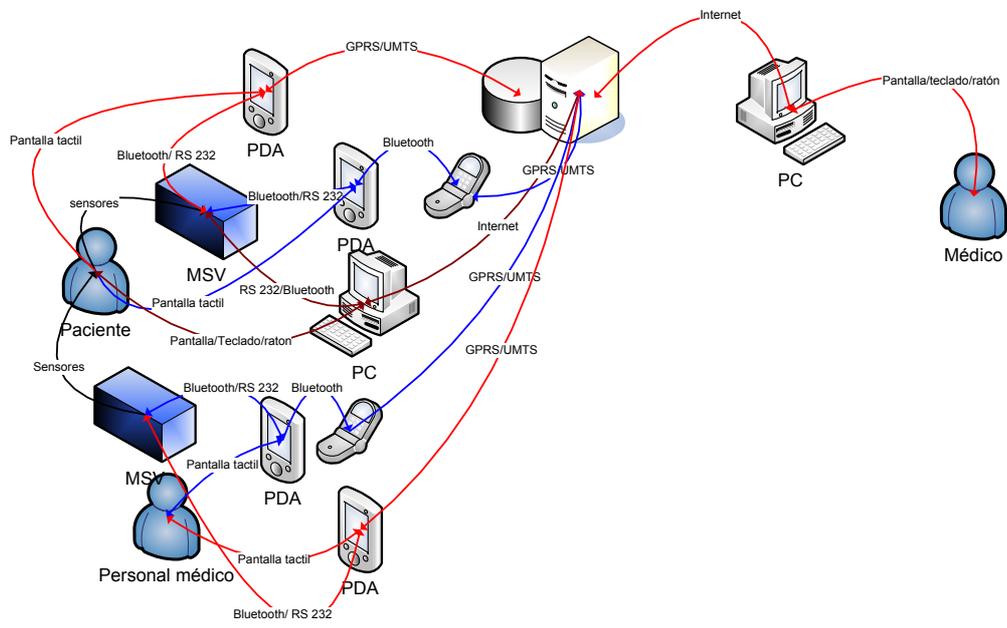


Figura 5.26 Ejemplo de vista de ingeniería de sistemas

## 5.8 VI. ARQUITECTURA TECNOLÓGICA

La tecnología del sistema se refleja en esta vista, donde se cubren competencias y preocupaciones de compradores, operadores, gestores y administradores, describiéndose las características de los equipos hardware, cómo se comunican entre ellos, qué estándares utilizan y cuáles son los costes de la arquitectura del sistema.

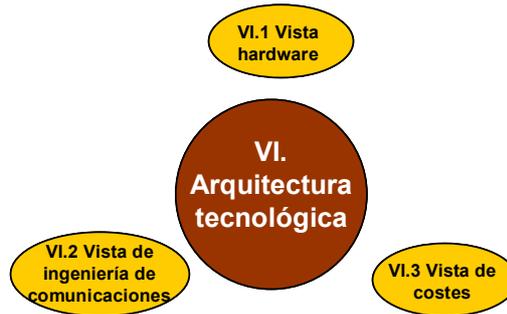


Figura 5.27 Vistas de la arquitectura tecnológica

### 5.8.1 VI.1 VISTA HARDWARE

La vista hardware presenta las características hardware de cada uno de los elementos que componen el sistema. Memoria estática y dinámica, capacidad de almacenamiento, interfaces de entrada/salida, velocidad del procesador, fabricante, sistema operativo, tamaño, alimentación, peso, ... son algunas de las propiedades de cada elemento que se definen en esta vista de la arquitectura tecnológica.

#### 5.8.1.1 REPRESENTACIÓN

La representación de esta vista no difiere mucho de la vista de ingeniería de sistemas, haciendo uso de las mismas galerías de símbolos pero mostrando de manera específica las características hardware de cada elemento. A continuación, se adjunta un ejemplo de una vista hardware.

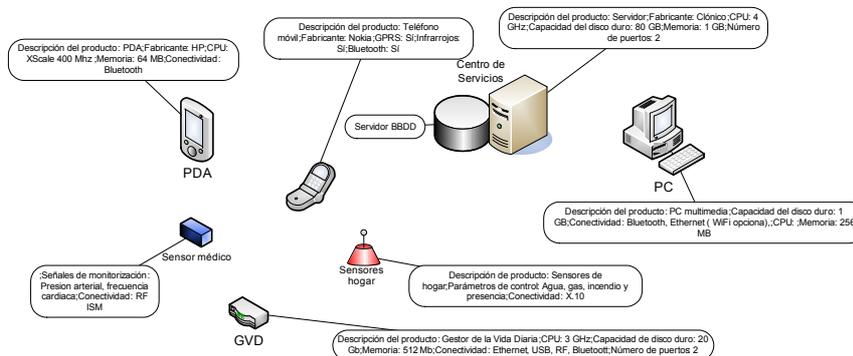


Figura 5.28 Ejemplo de vista hardware

## 5.8.2 VI.2 VISTA DE INGENIERÍA DE COMUNICACIONES Y ESTÁNDARES

Esta vista se centra en la descripción de la implantación del sistema desde la perspectiva de un ingeniero de comunicaciones, cubriendo sus competencias en cuanto a localización, estándares, capacidad de modificación, reutilización y disponibilidad de servicios de redes y comunicaciones. Así, el desarrollo de esta vista facilita la selección del mejor modelo de comunicaciones para el sistema.

La vista de ingeniería de comunicaciones describe la arquitectura de comunicaciones considerando su localización (redes de área corporal, personal, local, regional y global) mientras que, además, también aborda las comunicaciones siguiendo el modelo de referencia *Open Systems Interconnection* (OSI) de ISO.

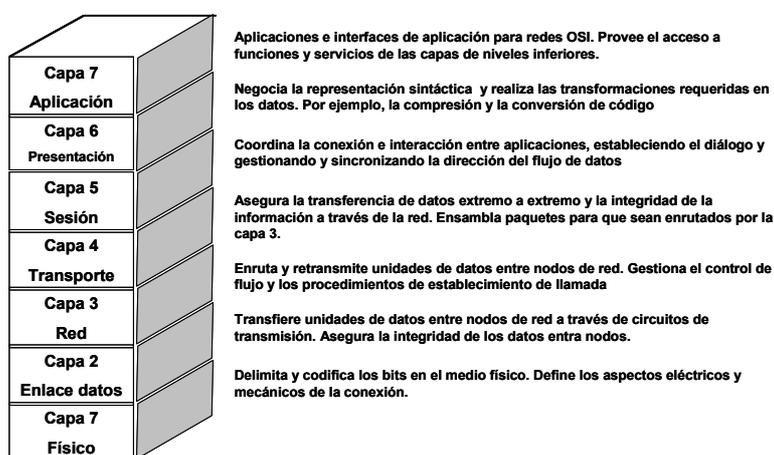


Figura 5.29 Modelo de referencia OSI de ISO

Los elementos son ubicados en la red correspondiente y se establecen las relaciones jerárquicas de comunicaciones, indicando aspectos tales como anchos de banda (tanto de subida como de bajada), máscaras de red, proxies o elementos similares. A su vez, se identifican si procede para cada uno de los elementos, los protocolos y estándares de comunicaciones seleccionados para cada una de las capas OSI o las capas de comunicaciones alternativas utilizadas.

### 5.8.2.1 REPRESENTACIÓN

La vista hace uso de las siguientes galerías de símbolos: formas de arquitectura tecnológica y formas de comunicaciones y estándares. En primer lugar y mediante una representación se ubica cada uno de los elementos en alguna de las diferentes redes de transporte (corporal, personal, local, regional y global), relacionándolos e indicando cualquier propiedad relacionada con las comunicaciones (ancho de banda, frecuencia/banda de transmisión, potencia de transmisión, máscara de subred,...)

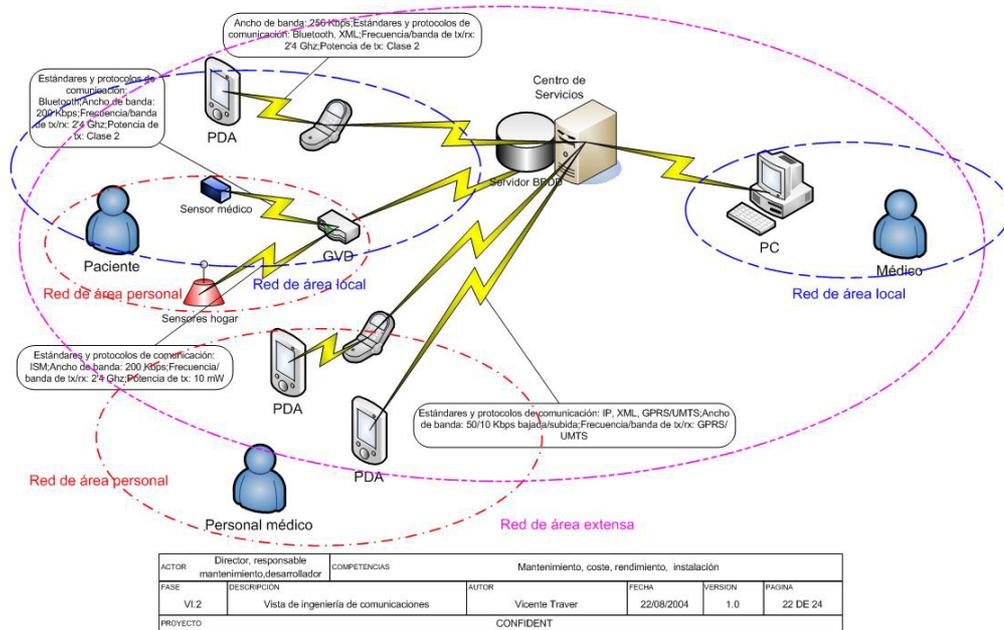


Figura 5.30 Ejemplo de vista de comunicaciones-localización

### 5.8.3 VI.3 VISTA DE COSTES

Los costes son un factor tenido en cuenta por prácticamente todos los actores del sistema: director y gerente del hospital, compradores, gestores, administradores, médicos, pacientes... dado que es un aspecto crítico para el éxito de cualquier sistema. La vista no sólo recoge los costes de compra/venta de cada equipo; también puede incluir otros indicadores relacionados con costes como cuotas fijas, coste por unidad de consumo, periodos de amortización, coste de licencias, coste de mantenimiento. De esta forma, esta vista da una información muy útil para todos los actores con preocupaciones o competencias sobre rentabilidad, viabilidad económica, sin llegar al extremo de presentar un modelo de negocio, que queda fuera del concepto de arquitectura software.

#### 5.8.3.1 REPRESENTACIÓN

Se mostrarán los elementos del sistema con sus propiedades asociadas que estén relacionadas con los costes del sistema. Además, se pueden generar informes de costes del sistema basados en las propiedades de los elementos.

## 5.9 VII.1 VISTA DE SEGURIDAD

Esta vista compuesta afecta a todos los actores y a la arquitectura del sistema en general. Trata las competencias y los objetivos en cuanto a seguridad definidos por cada

uno de ellos, dando respuesta a una serie de preguntas sobre identificación y autenticación, control de entrada, repudio, gestión de seguridad, encriptación,... Así, se centra en cómo el sistema es implantado desde una perspectiva de seguridad y también en cómo la seguridad afecta a las propiedades del sistema.



Figura 5.31 Vista de seguridad

Hay mucha literatura sobre seguridad, protección y privacidad de datos en el ámbito de la sanidad, dado que este tipo de datos tienen el nivel máximo de protección [EC95] [EC02] [KOR03]. Ya centrados en una arquitectura de seguridad, la mejor manera de hacerlo es considerar qué se está defendiendo, qué valor tiene y cuáles son sus amenazas, siendo las principales la pérdida de confidencialidad de datos, la no disponibilidad de datos o servicios, la pérdida de integridad de los datos y el uso no autorizado de recursos.

Para contrarrestar estas amenazas, la vista de seguridad permite documentar una serie de servicios:

- identificación, autenticación y control de entrada, que permiten restringir el acceso a contenidos, servicios e información;
- auditoría, mecanismo que nos permite registrar cada acción que se ejecuta sobre el sistema, quién la hace, a qué hora y desde dónde;
- no repudio, servicio que nos permite asegurar que una persona ha recibido algo o ha realizado una acción determinada gracias al uso de una firma digital.
- gestión de seguridad, documentando cómo se gestiona la seguridad física y lógica del sistema;
- recuperación de la información, detallando la política de copias de seguridad ante cualquier accidente o desastre;
- encriptación, indicando qué tipos de estándares se utilizan;
- comunicación segura, a través de mecanismos como SSL;
- firma digital, que nos permite identificar al usuario y facilita muchos de los servicios antes mencionados;
- firewalls, que nos permitirán evitar los accesos de personas no deseadas así;
- detección de intrusos, indicando qué acciones se llevan a cabo para detectar esos intrusos y qué programas comerciales o propios se utilizan;
- gestión de claves, política de gestión de claves de acceso que se puede definir en una compañía.

y otros.

A su vez, ateniéndonos a consideraciones de seguridad, se distinguen tres tipos de servicios sociosanitarios sobre redes: interactivos, *store&forward* y de información pura. A través de la vista de seguridad y para cada uno de estos servicios, el ingeniero competente debe definir quién, cómo, sobre qué, cómo, cuándo, qué leyes hay relacionadas con ese tema o cómo podemos medir el éxito de la medida.

### 5.9.1.1 REPRESENTACIÓN

La representación de la vista de seguridad será una matriz donde en una columna aparecerán diferentes servicios o funcionalidades relacionadas con la seguridad mientras que en el resto de columnas se dará respuesta para cada servicio a las preguntas quién, sobre qué, cómo, cuándo, se fijarán los criterios de éxito o se vincularán documentos anexos con más información relacionada.

#### Referencias Capítulo 5

- [AMM99] Declaración de la Asociación Médica Mundial sobre las Responsabilidades y Normas Éticas en la Utilización de la Telemedicina. Adoptada por la 51ª Asamblea General de la Asociación Médica Mundial Tel Aviv, Israel, octubre 1999.
- [BAC01] Bachman F, Bass L, Clements P, Garlan D, Ivers J et al. Documenting Software Architectures: Organization of Documentation Package. CMU/SEI-2001-TN-010; 2001.
- [CEL03] Celma M, Casamayor JC, Mota L. Bases de Datos Relacionales. Ed. Pearson/Prentice Hall; 2003.
- [CLE01] Clements P, Bachman F, Bass L, Garlan D, Ivers J, Little R et al. Documenting Software Architecture, 2nd edition. Addison Wesley, 2001.
- [DIT 03] Department of Information Technology. 'Framework for Information Technology: infrastructure for health in India'. Disponible en <http://www.mit.gov.in/telemedicine/home.asp> Último acceso 13 Enero 2005.
- [EC95] Directive 95/46/EC of the European Parliament and of the Council of 24 October 1995 on the protection of individuals with regard to the processing of personal data and on the free movement of such data. Disponible en [http://europa.eu.int/comm/internal\\_market/privacy/law/implementation\\_en.htm](http://europa.eu.int/comm/internal_market/privacy/law/implementation_en.htm) Último acceso 13 Enero 2005.
- [EC02] Directive 2002/58/EC of the European Parliament and of the Council of 12 July 2002 concerning the processing of personal data and the protection of privacy in the electronic communications sector (Directive on privacy and electronic communications). Disponible en [http://europa.eu.int/smartapi/cgi/sga\\_doc?smartapi!celexapi!prod!CELEXnumdoc&lg=en&numdoc=32002L0058&model=guichett](http://europa.eu.int/smartapi/cgi/sga_doc?smartapi!celexapi!prod!CELEXnumdoc&lg=en&numdoc=32002L0058&model=guichett) Último acceso 13 Enero 2005.
- [ELM99] Elmasri R, Navate S. Sistemas de Bases de Datos. Conceptos fundamentales.. Ed. Addison Wesley. 1999.

- [HIF96] European prestandard ENV-12443. ' Medical Informatics-Healthcare Information Framework'. CEN/TC 251, 1996.
- [HIE04] <http://www.hiethics.org/Principles/index.asp> ejemplos de principios éticos Último acceso 13 Enero 2005.
- [HISA02] CEN/TC251. ' Revised work item description of prEN 12967 Health informatics – Service architecture'. CEN/TC 251/N02-035rev2, 2002.
- [HON04] Health On the Net Foundation. Información disponible en <http://www.hon.ch/> Último acceso 13 Enero 2005.
- [HON04b] Principios HON. Información disponible en <http://www.hon.ch/> Último acceso 13 Enero 2005.
- [IEEE90] Institute of Electrical and Electronics Engineers. IEEE Standard Computer Dictionary: A Compilation of IEEE Standard Computer Glossaries. New York, NY: 1990.
- [IVE00][http://www.ircm.qc.ca/bioethique/english/telehealth/documents/proposal\\_telemed\\_doc.html](http://www.ircm.qc.ca/bioethique/english/telehealth/documents/proposal_telemed_doc.html) Article: Iserson KV. "A Proposal for an Ethical Code". Cambridge Quarterly of Healthcare Ethics, Summer 2000; 9(3):404-406.
- [JONK03] Jonkers H (editor). Concepts for architectural description. Archimate deliverable 2.2.1 v2.0; 2003. Disponible en <https://doc.telin.nl/dscgi/ds.py/Get/File-29421> Último acceso 13 Enero 2005.
- [KIT04] Usability CMS Checklist. Disponible en <http://www.kitsite.com/articles/cms-usability-checklist.html> ,2004. Último acceso 13 Enero 2005.
- [KIR97] Kirakowski, J.(ed). D3.2 Methods for User-Orientated Requirements Specification, RESPECT PROJECT (TE2010), 1997.
- [KLE02] Klein G. Standardisation of health informatics: results and challenges. Yearbook of Medical Informatics 2003, pp 103-114.
- [KOR03] Korff D. Study on Implementation of Data Protection Directive – Comparative Summary of National laws. Human Rights Centre, University of Essex; 2003. Disponible en [http://europa.eu.int/comm/internal\\_market/privacy/docs/lawreport/consultation/univessex-comparativestudy\\_en.pdf](http://europa.eu.int/comm/internal_market/privacy/docs/lawreport/consultation/univessex-comparativestudy_en.pdf) Último acceso 13 Enero 2005.
- [FMA04] Finnish Medical Association. Ethical guides in telemedicine. Disponible en <http://www.laakariliitto.fi/e/ethics/telemed.html>. Último acceso 13 Enero 2005.
- [LEEM03] Leeming N. Software architecture. Libro electrónico disponible en <http://www.softwarearchitect.biz/arch.htm> Último acceso 13 Enero 2005.
- [MIC03] Microsoft Corporation. Ayuda casos de uso UML. Microsoft Visio 2003; 2003.
- [MIT00] Editor's letter Knowledge Bank. MIT FORUM April 2000. 'The One-Minute Pitch' Disponible en [http://www.mitforumcambridge.org/archive/r\\_apr00.html#editor](http://www.mitforumcambridge.org/archive/r_apr00.html#editor) Último acceso 13 Enero 2005.

- [NIE04] Nielsen J . Useit.com: Jakob Nielsen's Website on Usability and Web Design. Disponible en <http://www.useit.com/> Último acceso 13 Enero 2005.
- [NUS94] Nuseibeh B, Kramer J, Finkelstein A. A Framework for expressing relationships between multiple views in Requirements specification. IEEE Transactions on Software Engineering, 20(10), Oct 1994, pp. 760-773.
- [POU98] Poulson D. F., Richardson S. J. USERFIT - A Framework for User Centred Design in Assistive Technology. Technology and Disability, 9, 1998, pp 163-171; 1998.
- [TOGA02] The Open Group.TOGAF. The Open Group Architectural Framework.2002. Disponible en <http://www.opengroup.org/architecture/togaf/> Último acceso 13 Enero 2005.
- [UIT03a] Unión Internacional de Telecomunicaciones. Q J/16 Multimedia framework for E-health applications. UIT, 2003.
- [USF04] <http://www.usabilityfirst.com/> Último acceso 13 Enero 2005.
- [UTU04] <http://www.utu.fi/research/mircit/ethics.html> Último acceso 13 Enero 2005.





## **6. DESARROLLO EXPERIMENTAL ARQUITECTURA**

### **6.1 INTRODUCCIÓN**

El objetivo de este capítulo es certificar que mediante la utilización de la arquitectura de referencia propuesta en el capítulo anterior es posible describir todas las vistas necesarias que cubren las competencias de todos los actores involucrados en un proyecto, tanto de e-salud como de e-inclusión. Así, este capítulo desarrolla de forma experimental la arquitectura propuesta sobre dos proyectos tecnológicos, HEALTHMATE y CONFIDENT<sup>1</sup> mientras que en el siguiente capítulo se evaluará la descripción de la arquitectura basándose en diferentes metodologías ya descritas en el capítulo 4: ATAM, INTELLECT, TOGAF,...

De esta forma, en las secciones 6.2 y 6.3 se recogen las diferentes vistas de los proyectos HEALTHMATE y CONFIDENT, descritas utilizando el programa Microsoft Visio 2003, sus galerías de símbolos y otras galerías de símbolos creadas por el autor de la presente tesis y ya detalladas en el capítulo previo. Así, y dentro de los resultados esperados de la tesis, se ha creado un soporte para la descripción de arquitecturas compuesto por:

- una base teórica
- una estructura bien definida

---

<sup>1</sup> Un resumen de dichos proyectos se puede encontrar en el Capítulo 4. Materiales y Métodos.

- un programa para su documentación, Microsoft Visio 2003, que permite exportar las vistas a cualquier programa mediante XML
- unas galerías de símbolos propias de Microsoft Visio 2003 y otras creadas por el autor de la tesis
- dos descripciones arquitecturales completas a modo de ejemplo, que son las contenidas en este capítulo

## 6.2 HEALTHMATE: SISTEMA DE TELEMONITORIZACIÓN EN EL HOGAR

### 6.2.1.1 I.1 RESUMEN

<b>HEALTHMATE</b>					
AUTORES	V. Traver				
ORGANIZACION	BET-ITACA				
E-MAIL	vtraver@eln.upv.es				
DIRECCION DE CONTACTO	BET – Universidad Politécnica de Valencia- Camino de Vera s/n Valencia 46022				
FECHA	2/10/04	VERSION	1,0		
<b>CONTROL DE CAMBIOS</b>					
VERSION	FECHA	COMENTARIOS	RESPONSABLES		
0.5	12/04/04		V. Traver		
1.0	2/10/04		V. Traver		
<b>BREVE RESUMEN</b>					
<p>HEALTHMATE es un proyecto concebido para dar soluciones a un conjunto de problemas de salud (cuidado de pacientes crónicos, apoyo a enfermos agudos, ...) enfocando dichas soluciones desde el punto de vista del mercado de las comunicaciones móviles e inalámbricas. El trabajo desarrollado por el BET en el proyecto HEALTHMATE se centra en el desarrollo de sistemas de telemonitorización, que servirán de apoyo a ciudadanos en ciertos escenarios definidos, estudiados y seleccionados con anterioridad, y que conciernen al cuidado de su salud en cualquier momento desde cualquier lugar. Estos pacientes podrán enviar diferentes constantes vitales (presión arterial, frecuencia cardiaca, saturación de oxígeno en sangre y ECGs (6 derivaciones) a un centro de control utilizando un Monitor de Señales Vitales (MSV) que es controlado por una PDA. Si dichos valores, están fuera de unos rangos previamente establecidos, se generarán unas alarmas que avisarán al propio paciente o a su médico de este hecho.</p>					
FASE	DESCRIPCIÓN	AUTOR	FECHA	VERSION	PAGINA
I.1	Resumen	Vicente Traver	2/10/04	1.0	1 DE 20
PROYECTO		HEALTHMATE			

Figura 6.1 Impresión Vista I.1 Resumen

En las primeras páginas de la documentación arquitectural del sistema se presenta un breve resumen y se indica el nivel de profundidad con que van a ser abordados los diferentes aspectos o vistas.

Propuesta de Arquitectura de Referencia de Sistemas de e-Salud y e-Inclusión

AMBITO DEL PROYECTO	Sistema de Telemonitorización de pacientes con problemas cardiovasculares. Se van a describir todos los dominios de la arquitectura				
CONTEXTO	En una primera etapa, se validará el sistema con un número reducido de pacientes (6-10) para tras análisis de los resultados, extenderlo a más pacientes y a diferentes unidades. El horizonte temporal de esta arquitectura es 2 años, aunque con pequeñas modificaciones puede durar 5.				

ITEM	TRATADA	NIVEL DE DETALLE	OTROS
I. Visión de la arquitectura	X		
I.1 Resumen	X	Medio-alto	
I.2 Visión básica	X	Medio	Otras metodologías para los requisitos de usuario pueden usarse
I.3 Base previa			
I.4 Escenarios-casos de uso	X	Medio-alto	
II. Arquitecturas de negocio	X		
II.1 Vista de organigramas	X	Aparecen las relaciones jerárquicas y de comunicación entre los actores	
II.2 Vista de procesos	X	Medio	
II.3 Vista de funciones	X	Medio-bajo	
II.4 Vista ética	X	Medio-alto	
II.5 Vista de usabilidad	X	Medio	
II.6 Vista de rendimiento del negocio	X	Medio-alto	
III. Arquitectura de datos	X		
III.1 Vista del modelo conceptual de datos	X	Medio-alto	
III.2 Vista relación negocio-entidad	X	Medio	
III.e Vista de flujo de datos	X	Medio	
IV. Arquitectura de aplicaciones	X		
IV.1 Vista de ingeniería software	X	Medio-alto	
IV.2 Vista de estándares e interoperabilidad	X	Medio-bajo	
V. Ingeniería de sistemas	X		
V.1 Vista de ingeniero de sistemas	X	Medio-alto	
VI. Arquitectura tecnológica	X		
VI.1 Vista hardware	X	Medio-alto	
VI.2 Vista de ingeniería de comunicaciones	X	Medio	
VI.3 Vista de costes	X	Medio	No se incluyen costes de personal. No se presenta un plan de negocio
VII. Seguridad	X	Medio-bajo	

Si se considera necesario, a medida que se vaya llevando a cabo el proyecto, podrían actualizarse las vistas y llegar a un mayor nivel de detalle.

FASE	DESCRIPCION	AUTOR	FECHA	VERSION	PAGINA
I.1	Resumen	V. Traver	22/08/2004	1.0	2 DE 20
PROYECTO		HEALTHMATE			

Figura 6.2 Impresión Vista I.1 Resumen (II)

## 6.2.2 I.2 VISIÓN BÁSICA

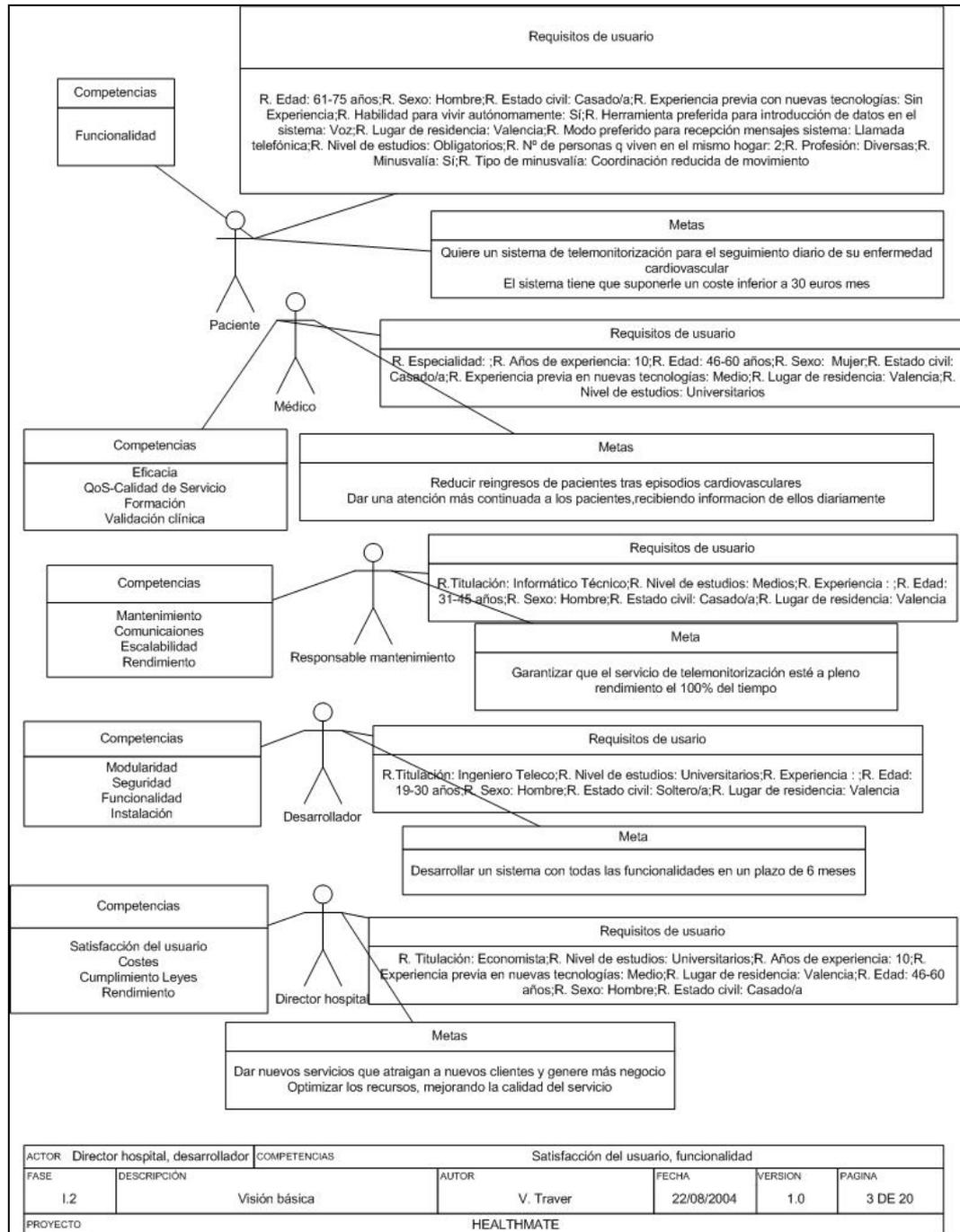


Figura 6.3 Impresión Vista I.2 Visión básica

En la Visión básica se recogen los requisitos, metas y competencias de los diferentes actores que iban a participar en el sistema HEALTHMATE: paciente, médico, desarrollador, responsable de mantenimiento y director de hospital.

### 6.2.3 I.3 BASE PREVIA

<p>No hay ninguna base previa en este caso, al tratarse de un nuevo desarrollo</p>						
ACTOR	Responsable mantenimiento.desarrollador	COMPETENCIAS	Mantenimiento, escalabilidad, modularidad, instalación			
FASE	DESCRIPCION	AUTOR	FECHA	VERSION	PAGINA	
I.3	Base previa	Vicente Traver	22/08/2004	1.0	4 DE 20	
PROYECTO	HEALTHMATE					

Figura 6.4 Impresión Vista I.3. Base previa

Dado que en Healthmate no se partía de ninguna base previa en cuanto a productos y arquitecturas, así se hace indicar en la vista aunque ya se disponía de conocimientos sobre aplicaciones de móviles en el entorno sanitario.

## 6.2.4 I.4 ESCENARIOS

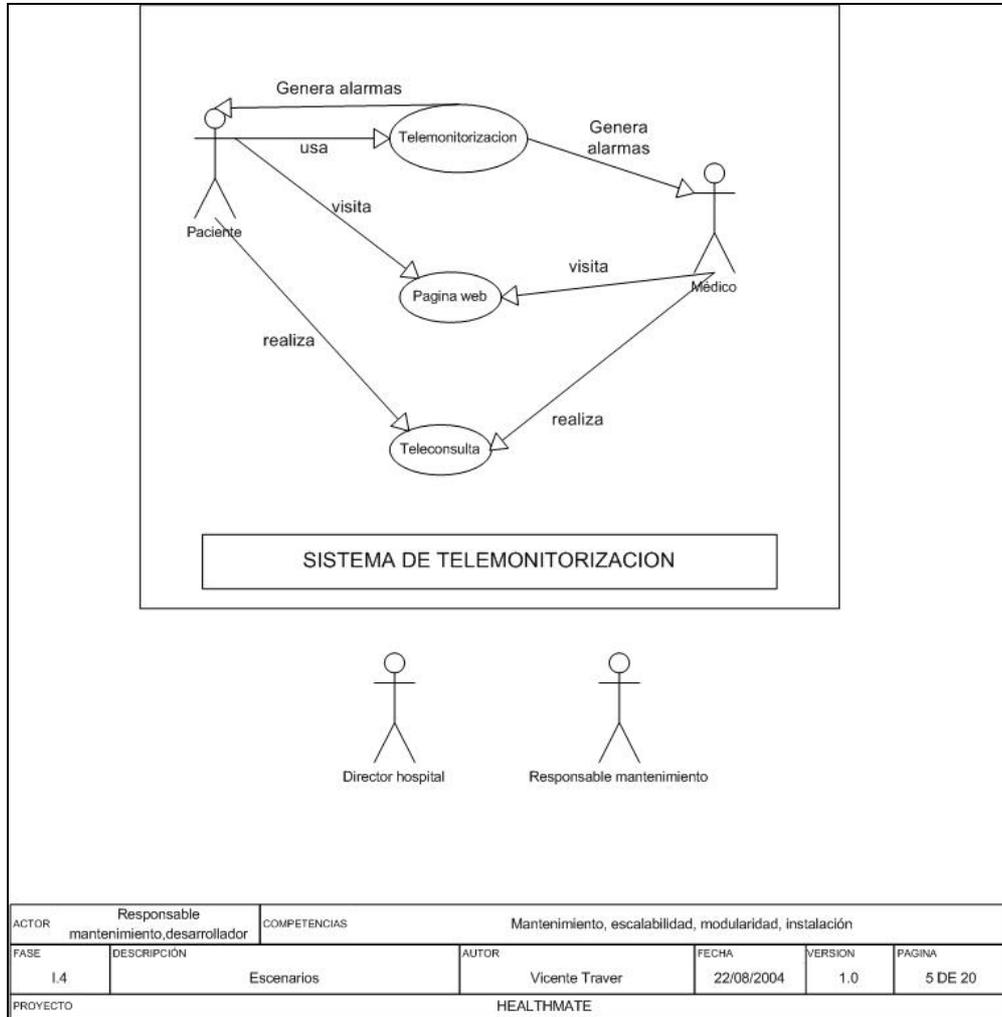


Figura 6.5 Impresión Vista I.4. Escenarios

Tres fueron los escenarios identificados: la telemonitorización realizada por el propio paciente, la consulta entre paciente-médico y la visita a las páginas web del servicio.

## 6.2.5 II.1 VISIÓN DEL ORGANIGRAMA

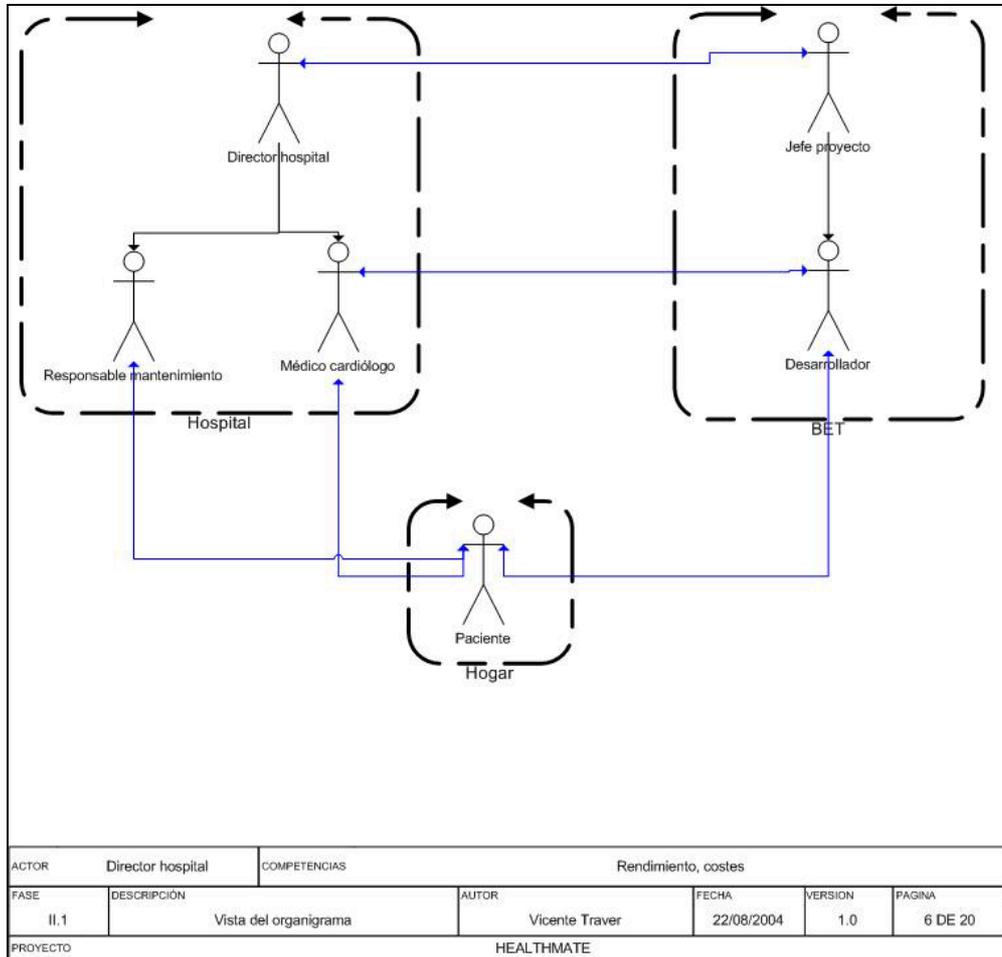


Figura 6.6 Impresión Vista II.1. Vista del organigrama

Se muestran los tres entornos críticos del sistema: hogar, hospital y centro de I+D, con las relaciones jerárquicas y relacionales entre los diferentes actores.

## 6.2.6 II.2 VISTA DE PROCESOS

Se muestra la vista de procesos para cada uno de ellos, que corresponde a cada uno de los escenarios del sistema: telemonitorización, acceso web y teleconsulta

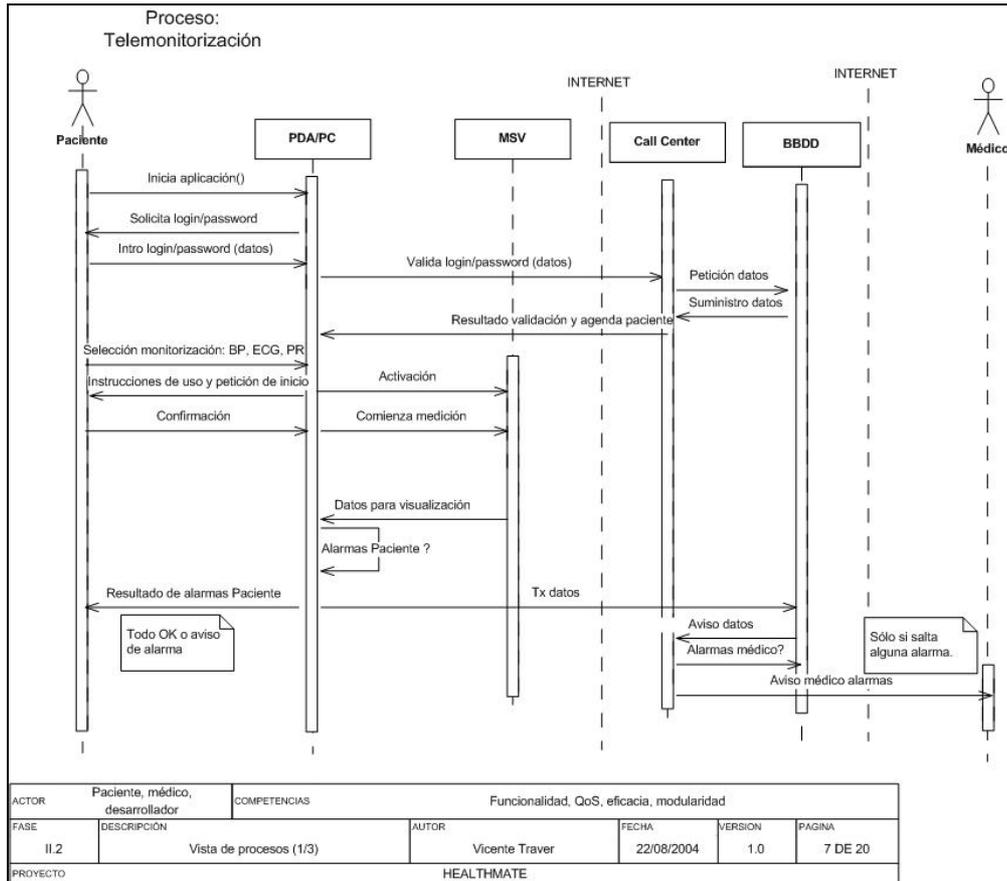


Figura 6.7 Impresión Vista II.2. Vista de procesos (I)

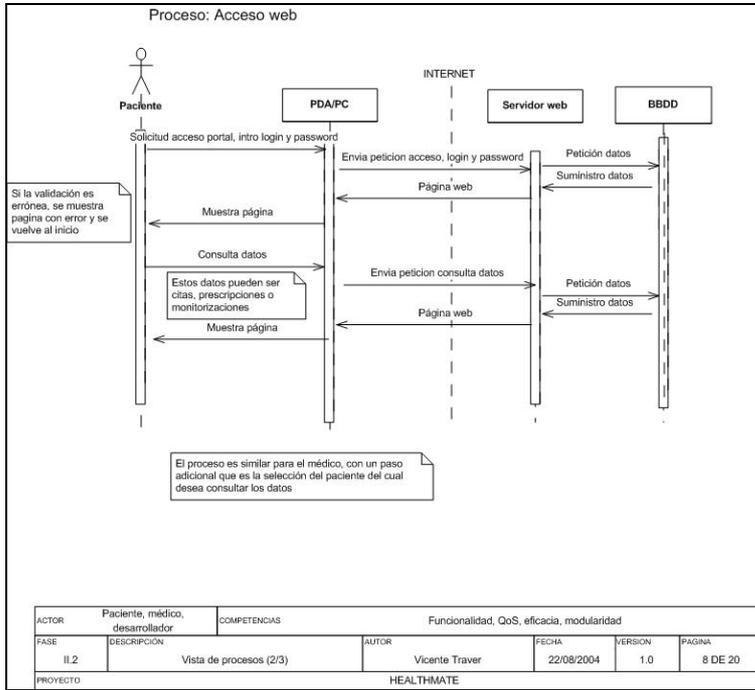


Figura 6.8 Impresión Vista II.2. Vista de procesos (II)

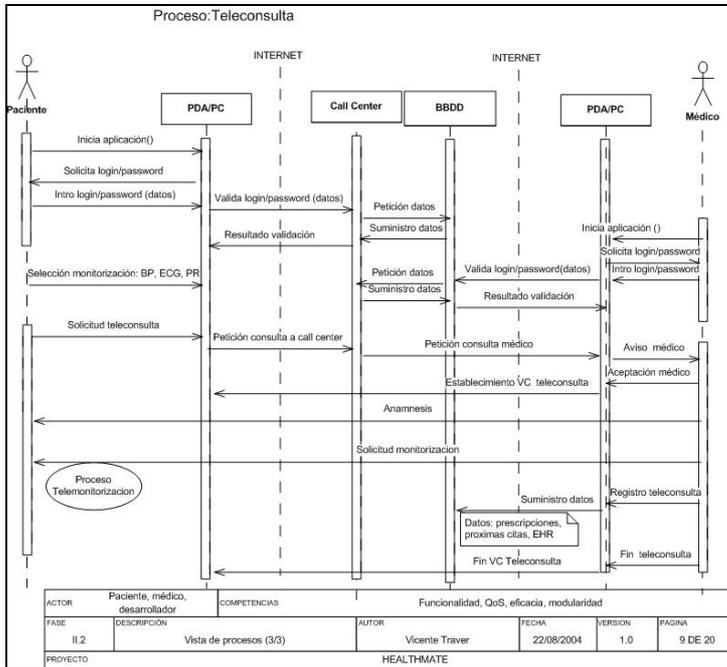


Figura 6.9 Impresión Vista II.2. Vista de procesos (III)

## 6.2.7 II.3 VISTA DE FUNCIONES

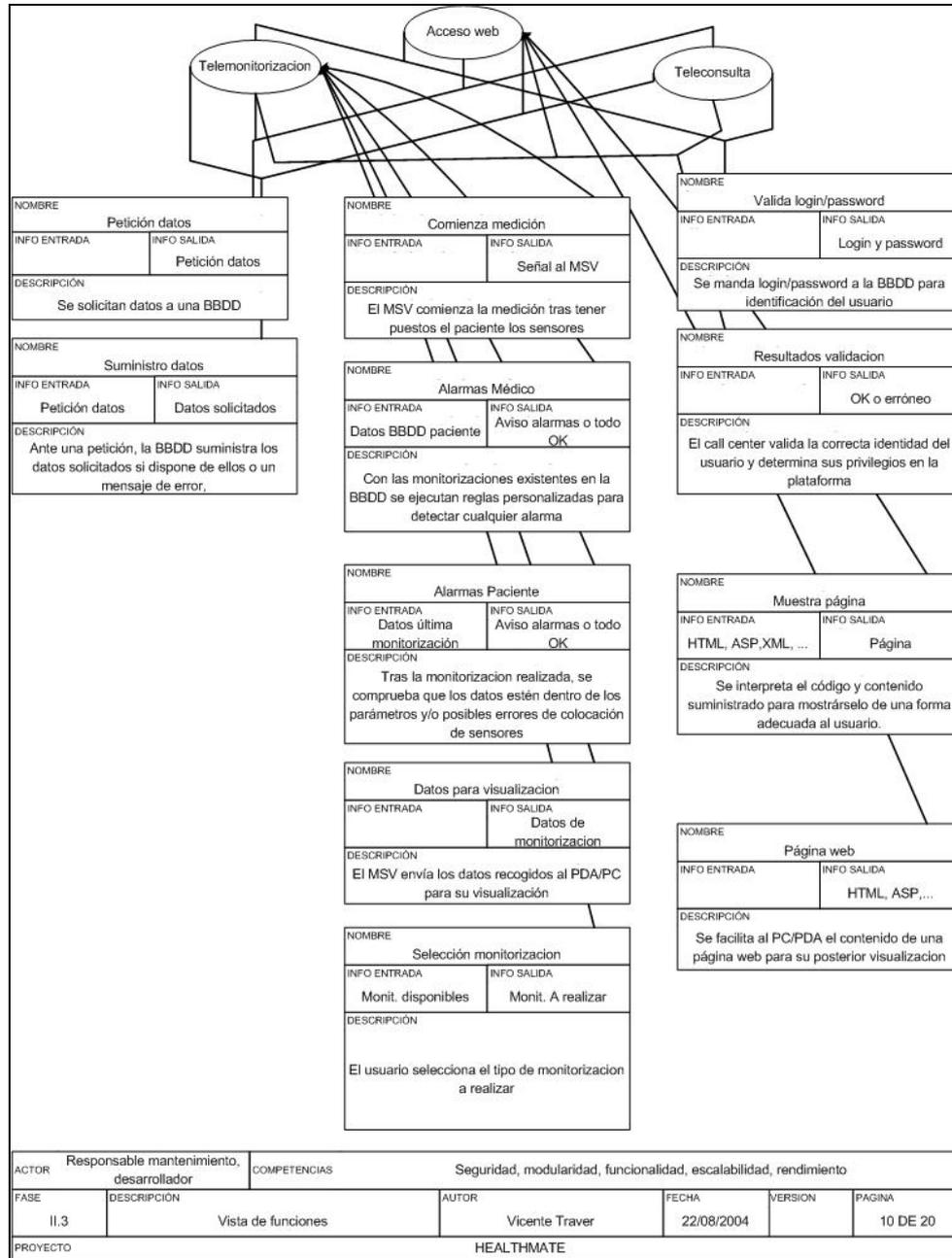


Figura 6.10 Impresión Vista II.3. Vista de funciones

Las principales funciones a desarrollar se han identificado y relacionado con los diferentes procesos.

## 6.2.8 II.4 VISTA ÉTICA

Se han considerado las recomendaciones de la Asociación Médica Mundial para la práctica de la telemedicina y se han indicado las acciones a realizar para cada uno de los principios propugnados.

PRINCIPIO	ACCIONES A REALIZAR	CONSIDERACIONES			
Relación médico-paciente	El médico debe dar toda la información necesaria al paciente sobre la experiencia	En este caso, los pacientes conocen previamente al médico y son sus pacientes desde hace tiempo			
Responsabilidad del médico	El médico debe asumir toda la responsabilidad, como si fuera una visita presencial				
Rol del paciente	Formar al paciente y/o sus familiares. Entrenamiento adecuado.				
Consentimiento y confidencialidad	Firma del consentimiento informado Acceso a datos por contraseña y cumpliendo legislación vigente				
Calidad de la Atención y Seguridad en Telemedicina	Comprobar que este servicio supone una mejora en la calidad de la atención.	Es un servicio complementario, no sustitutivo. Se evaluará mejora en la calidad			
Calidad de la Información	El médico sólo tomará decisiones si la cantidad y calidad de información es suficiente.				
Autorización y Competencia	El médico ha de estar autorizado para tratar al paciente y tener competencias para ello (i.e. estar colegiado en Valencia)				
Historia clínica	Todos los datos serán registrado en la HCE y protegidos adecuadamente				
ACTOR Director hospital, desarrollador    COMPETENCIAS Cumplimiento de leyes, seguridad, instalación					
FASE	DESCRIPCIÓN	AUTOR	FECHA	VERSION	PAGINA
II.4	Vista ética	Vicente Traver	22/08/2004	1.0	11 DE 20
PROYECTO			HEALTHMATE		

Figura 6.11 Impresión Vista II.4. Vista ética

## 6.2.9 II.5 VISTA DE USABILIDAD

ITEM	ACTORES	PROCESOS	HITO	RECOMENDACIONES O ESTANDARES	
Entrenamiento	Pacientes	Todos	Entrenamiento grupal de 60' en el hospital e individual de 30' en su hogar		
Entrenamiento	Médicos	Todos	Entrenamiento de 90' en el hospital		
Interfaces de usuario	Todos	Acceso web	Cumplimiento normas accesibilidad WAI	WAI guidelines 1.0	
Mecanismos de acceso	Todos	Todos	Por usuario y contraseña	Canal seguro mediante SSL y encriptado mediante Blowfish	
Interoperabilidad	Todos	Todos	Uso de XML	XML	
Facilidad de uso	Todos	Todos	Cualquier acción posible a menos de 4 clicks		
Ayuda y Documentación	Todos	Todos	Manuales para cada usuario, chuleta resumen, ayuda multimedia, teléfono de soporte técnico en horario laboral	Ficheros *.hlp y html	
Control del sistema por parte del usuario	Todos	Telemonitorización Teleconsulta	El sistema sólo monitoriza tras petición, la Videoconferencia sólo se establece tras consentimiento de ambas partes		
Tratamiento de errores	Todos	Todos	Encapsulación de errores del sistema con indicaciones para el usuario. Facilidad para volver al punto previo al error		
Reducción carga memoria	Todos	Todos	Muestra pasos realizados, pasos pendientes y opciones disponibles. Permite recuperar clave x olvido		
Multilingüidad	Todos	Todos	Uso ficheros recursos para disponibilidad en varios idiomas		
Dispositivos	Todos	Telemonitorización Acceso web	El tamaño pantalla PDA ha de ser mayor de 8x4 cm y los botones pulsables con el dedo		
ACTOR Director médico, médico, responsable mto, desarrollador		COMPETENCIAS Funcionalidad, QoS, Mantenimiento, Satisfacción usuario, cumplimiento leyes, rendimiento			
FASE II.5	DESCRIPCIÓN Vista de usabilidad	AUTOR Vicente Traver	FECHA 22/08/2004	VERSION 1.0	PAGINA 1 DE 20
PROYECTO		HEALTHMATE			

Figura 6.12 Impresión Vista II.5. Vista de usabilidad

En esta vista se han abordado diferentes ítems concernientes a la usabilidad en cada uno de los procesos del sistema y cómo van a ser resueltos, prestando especial atención a las recomendaciones y estándares ya existentes.

## 6.2.10 II.6 VISTA DE RENDIMIENTO DEL NEGOCIO

ÁMBITO: CLÍNICO					ÁMBITO: SOCIAL																																		
ACTOR	Unidad de evaluación	Indicador	Rango valores	Reaccion valores fuera rango	ACTOR	Unidad de evaluación	Indicador	Rango valores	Reaccion valores fuera rango																														
Director Hospital	Tiempos hospitalización	Tiempo del paciente en hospitales	Reducción de 30% frente tradicional	Redefinición de procesos asistenciales, selección de patologías que demuestren ser más coste-efectivas	Paciente	Ahorro de tiempos	Tiempo ahorrado en desplazamiento, parking,...	Rango valores																															
Director hospital	Continuidad servicio	Atención al paciente 24x7	99% intentos	Asignación de nuevos recursos	Paciente	Satisfacción del usuario	Indicador (cuestionario)	> 7 sobre 10	Análisis de causas y redefinición del servicio																														
Médico	Cambios tratamiento	Cambios tratamiento (TIC) vs cambios tratamiento (tradicional)	TIC>tradicional	Si no es coste-efectiva, no usar sistema	Paciente	Acepración del usuario	Indicador ( cuestionario )	> 7 sobre 10	Análisis de causas y redefinición del servicio																														
Director hospital	Visitas urgencias	Visitas urgencias	Reducción de 20% frente tradicional	Si no es coste/efectivo, no usar sistema	Paciente	Calidad de Vida	EuroQOL																																
Director hospital	Reingresos	Reingresos	Reducción de 20 % frente tradicional	Si no es coste/efectivo, no usar sistema. Mayor atención a prevención.	Paciente	Facilidad de uso	Tiempo necesario para llevar a cabo cq proceso	< 3 min	Mejorar usabilidad del servicio																														
Director hospital	Usuarios del servicio	Pacientes que usan el servicio	6 pacientes/ semana	No resulta rentable con menos pacientes. Analizar causas e incorporar nuevos pacientes servicio.	Paciente	Voluntad para pagar el servicio	Disposición y cantidad	70% dispuesto a pagar al menos 30 € mes	Mejora global del servicio																														
ÁMBITO: ECONÓMICO					ÁMBITO: TECNOLÓGICO																																		
ACTOR	Unidad de evaluación	Indicador	Rango valores	Reaccion valores fuera rango	ACTOR	Unidad de evaluación	Indicador	Rango valores	Reacción valores fuera rango																														
Director hospital	Coste inicial	Coste equipos informáticos	< 6.000 euros	Uso centrales de compra. Planificación de compras	Director hospital	Fiabilidad	Tiempo medio entre fallos	> 1000 horas	Redefinición control calidad Mejora sistema																														
Director hospital	Costes mensuales	Coste staff médico específico	< 4000 euros		Director hospital	Fiabilidad	Tiempo de resolución de problemas	< 1 día	Mejorar procesos atención al cliente Mejora formación personal asistencia																														
Responsable mantenimiento	Costes mensuales	Coste mantenimiento equipos	< 600 euros	Subcontratación por ese precio	Responsable mantenimiento	Tiempos y velocidades	Tasa de tx (GPRS)	> 30 Kbps																															
Responsable mantenimiento	Costes mensuales	Coste líneas de comunicación	< 600 euros	Busqueda ofertas otros proveedores	Responsable mantenimiento	Tiempos y velocidades	Tiempo respuesta sistema	< 2 seg	Optimización código																														
Paciente	Coste inicial	Coste equipo usuario	< 2000 euros	Busqueda equipo similares características en el mercado	Paciente	Tiempos y velocidades	Tiempo tx de monitorizaciones	< 2 min	Mejora algoritmos compresión y búsqueda alternativas																														
Paciente	Costes mensuales	Coste cuota mensual	< 40 euros		Director de hospital	Tiempos y velocidades	Tiempo acceso a BBDD	< 4 seg	Optimización sentencias acceso BBDD																														
Director de hospital	Tiempo de ROI	Tiempo de ROI	3 años	Incremento cuotas mensuales, reducción de gastos																																			
<table border="1"> <tr> <td>ACTOR</td> <td>Todos</td> <td>COMPETENCIAS</td> <td colspan="2">Funcionalidad, QoS, Mantenimiento, Satisfacción usuario, cumplimiento leyes, rendimiento, validación clínica, escalabilidad, modularidad, costes, mantenimiento</td> </tr> <tr> <td>FASE</td> <td>II.6</td> <td>DESCRIPCIÓN</td> <td>Vista de rendimiento del negocio</td> <td>AUTOR</td> </tr> <tr> <td>PROYECTO</td> <td colspan="2"></td> <td>Vicente Traver</td> <td>FECHA</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>22/08/2004</td> <td>VERSION</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1.0</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>13 DE 20</td> <td></td> </tr> </table>					ACTOR	Todos	COMPETENCIAS	Funcionalidad, QoS, Mantenimiento, Satisfacción usuario, cumplimiento leyes, rendimiento, validación clínica, escalabilidad, modularidad, costes, mantenimiento		FASE	II.6	DESCRIPCIÓN	Vista de rendimiento del negocio	AUTOR	PROYECTO			Vicente Traver	FECHA				22/08/2004	VERSION				1.0	PAGINA				13 DE 20		HEALTHMATE				
ACTOR	Todos	COMPETENCIAS	Funcionalidad, QoS, Mantenimiento, Satisfacción usuario, cumplimiento leyes, rendimiento, validación clínica, escalabilidad, modularidad, costes, mantenimiento																																				
FASE	II.6	DESCRIPCIÓN	Vista de rendimiento del negocio	AUTOR																																			
PROYECTO			Vicente Traver	FECHA																																			
			22/08/2004	VERSION																																			
			1.0	PAGINA																																			
			13 DE 20																																				

Figura 6.13 Impresión Vista II.6. Vista de rendimiento del negocio

Se han recogido en esta vista los objetivos y los indicadores de éxito desde diferentes perspectivas: clínica, tecnológica, social y económica para cada uno de los actores involucrados.

### 6.2.11 III.1 VISTA DEL MODELO CONCEPTUAL DE DATOS

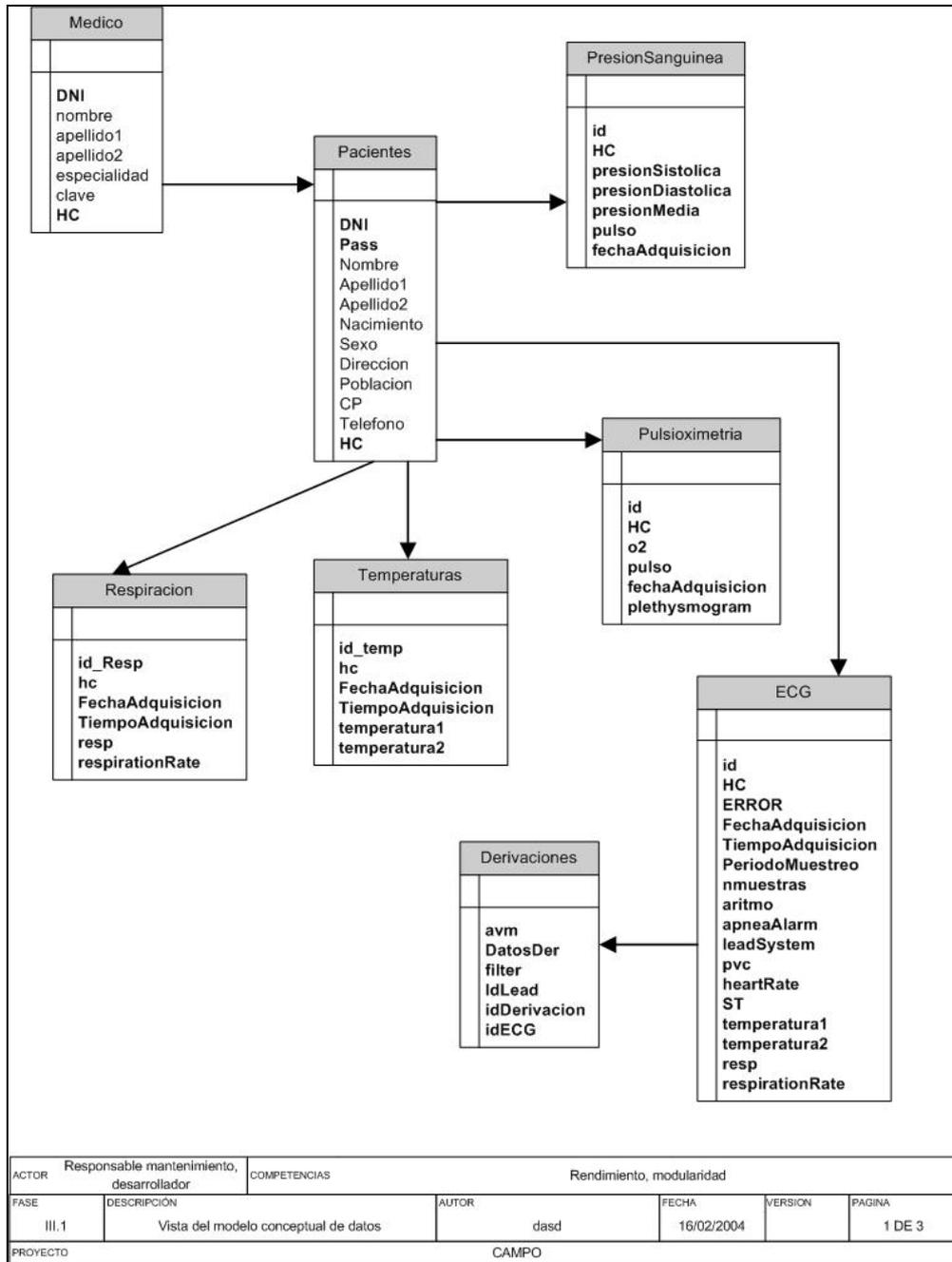


Figura 6.14 Impresión Vista III.1. Vista del modelo conceptual de datos

### 6.2.12 III.2 VISTA RELACIÓN NEGOCIO-ENTIDAD

PROCESOS	Telemonitorización	Acceso web	Teleconsulta
ENTIDADES			
Medico		CRUD	RU
Paciente		CRUD	CRUD
Presion sanguínea	CRU	R	
Pulsioximetría	CRU	R	
Temperatura	CRU	R	
Respiración	CRU	R	
ECG	CRU	R	
Derivaciones	CRU	R	

ACTOR	Desarrollador	COMPETENCIAS	Funcionalidad			
FASE	DESCRIPCIÓN	AUTOR	FECHA	VERSION	PAGINA	
III.2	Vista relación negocio-entidad	dasd	16/02/2004		2 DE 3	
PROYECTO	CAMPO					

Figura 6.15 Impresión Vista III.2. Vista relación negocio-entidad

### 6.2.13 III.3 VISTA DEL FLUJO DE DATOS

BBDD	Healthmate
Modelo de datos	Relacional
SGBD	SQL Server 6.0
Descripción	Contiene a los médicos del servicio, a sus pacientes y los datos de monitorizaciones
Almacenamiento	Se hace a través de servicios web, utilizando SOAP y XML
Recuperación	Se hace a través de servicios web, utilizando SOAP y XML
Procesado	Mediante servicios web
Archivado	En discos duros para su acceso en tiempo real y cintas para copias seguridad
Seguridad	Discos duros en espejo. Copia completa semanal e incremental diaria que se depositan en caja ignifuga a 20 km de origen. Logs de cualquier acción sobre BBDD

ACTOR	Director médico, responsable mantenimiento, desarrollador	COMPETENCIAS	Cumplimiento de las leyes, Mantenimiento, seguridad, modularidad.			
FASE	DESCRIPCIÓN	AUTOR	FECHA	VERSION	PAGINA	
III.3	Vista del flujo de datos	Vicente Traver	16/02/2004		3 DE 3	
PROYECTO	HEALTHMATE					

Figura 6.16 Impresión Vista III.3. Vista del flujo de datos

**6.2.14 IV.1 VISTA DE INGENIERÍA SOFTWARE**

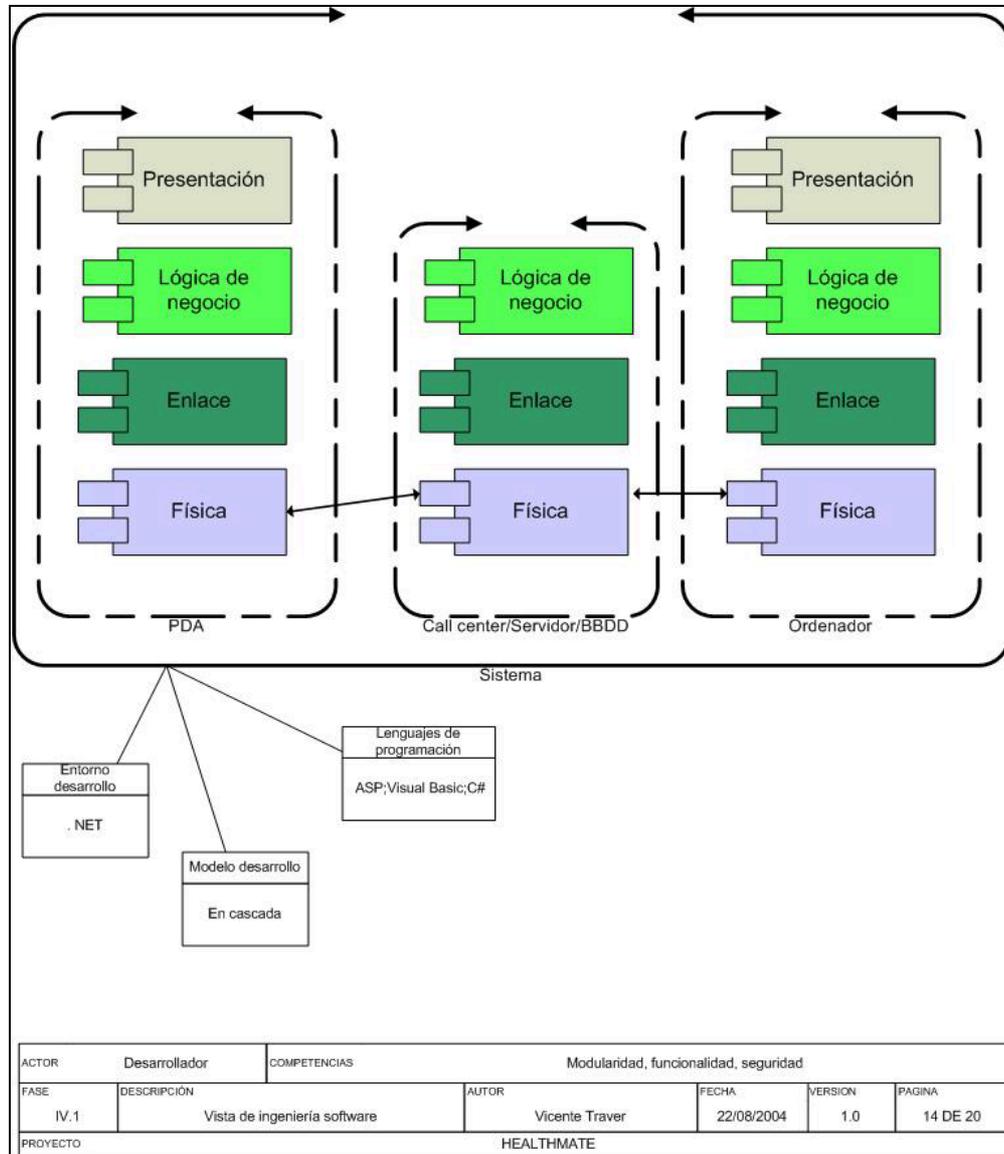


Figura 6.17 Impresión Vista IV.1 Vista de ingeniería software

## 6.2.15 IV.2 VISTA DE ESTÁNDARES E INTEROPERABILIDAD

ITEM	ESTANDAR	BBDD
Repositorio de datos de paciente	Sistema propietario	Healthmate
Lenguajes para intercambio de datos	SOAP, XML,	Healthmate
Protocolos de intercambio de datos médicos	Propietario	Healthmate
Terminologías de referencia	N/A	Healthmate
Entornos de colaboración:		Healthmate
Servicios gestión de datos	SQL	Healthmate

ACTOR	Responsable mto, desarrollador	COMPETENCIAS	Comunicaciones, Mantenimiento, rendimiento, modularidad			
FASE	DESCRIPCION	AUTOR	FECHA	VERSION	PAGINA	
IV.2	Vista de estandares e interoperabilidad	Vicente Traver	22/08/2004	1.0	15 DE 20	
PROYECTO	HEALTHMATE					

Figura 6.18 Impresión Vista IV.2. Vista de estándares e interoperabilidad

A la hora de garantizar la interoperabilidad entre los datos, se usa en todo el sistema XML, SOAP y SQL.

## 6.2.16 V.1 VISTA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

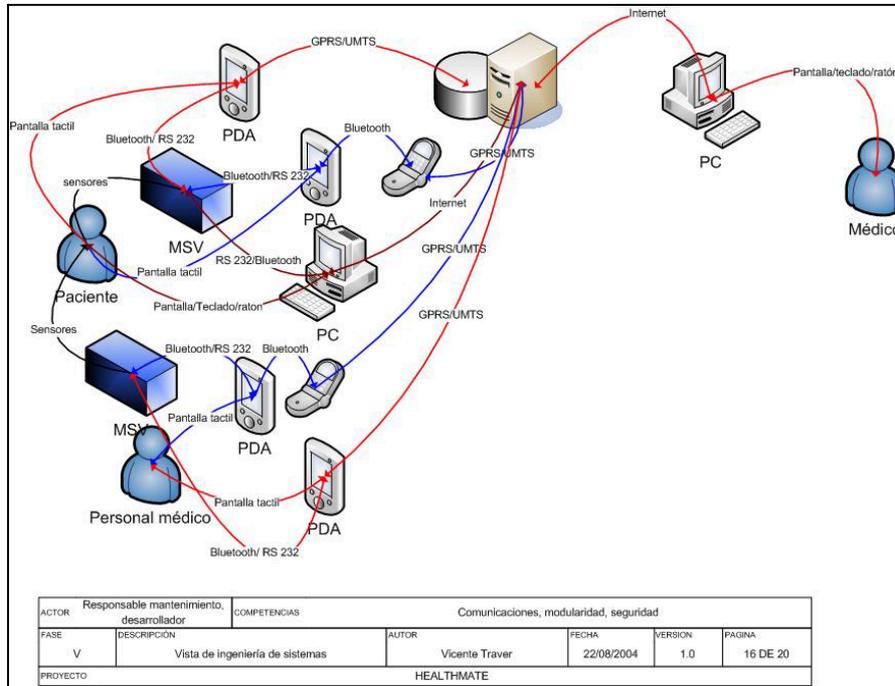


Figura 6.19 Impresión Vista V.1. Vista de ingeniería de sistemas

Se han planteado en la vista de ingeniería de sistemas las diferentes opciones de interactuar el personal médico y el paciente con el sistema. Finalmente, se ha optado por la solución MSV+ PDA que integre GPRS/UMTS para telemonitorización mientras que para la consulta ambas partes usarán un PC. Para el acceso a la información web, podrán hacerlo desde PDA o desde PC.

## 6.2.17 VI.1 VISTA HARDWARE

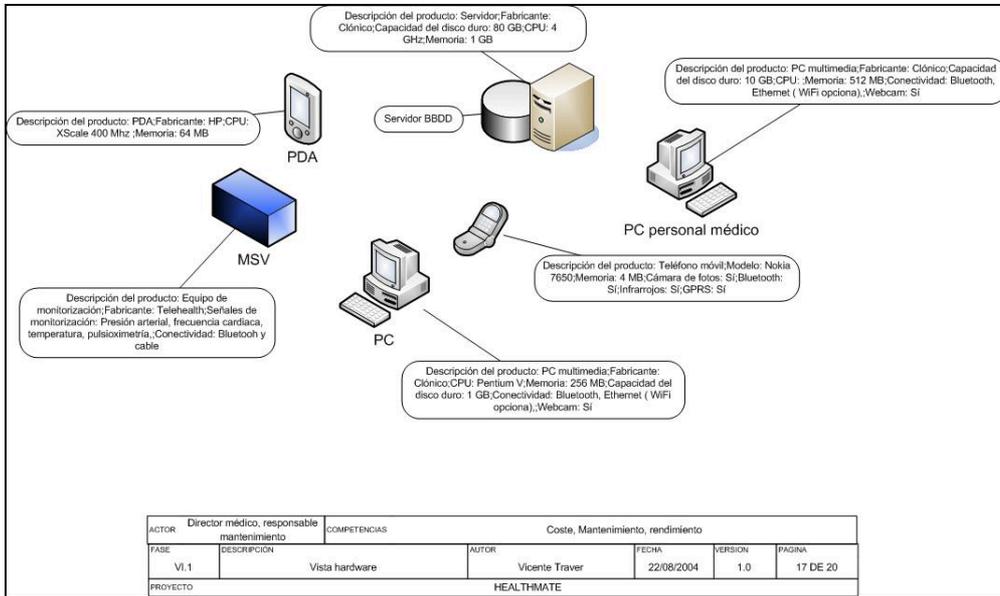


Figura 6.20 Impresión Vista VI.1. Vista hardware

## 6.2.18 VI.2 VISTA DE INGENIERÍA DE COMUNICACIONES

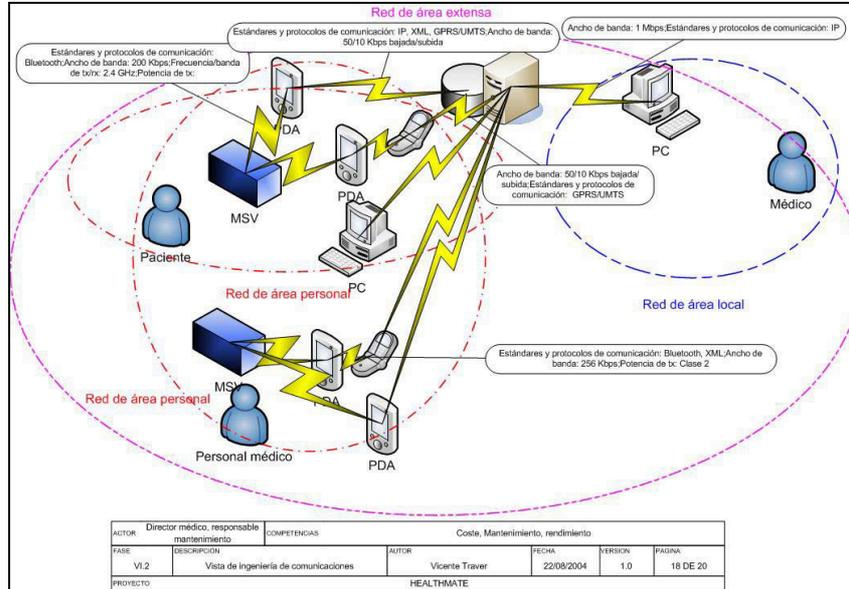


Figura 6.21 Impresión Vista VI.2 Vista de ingeniería de comunicaciones

## 6.2.19 VI.3 VISTA DE COSTES

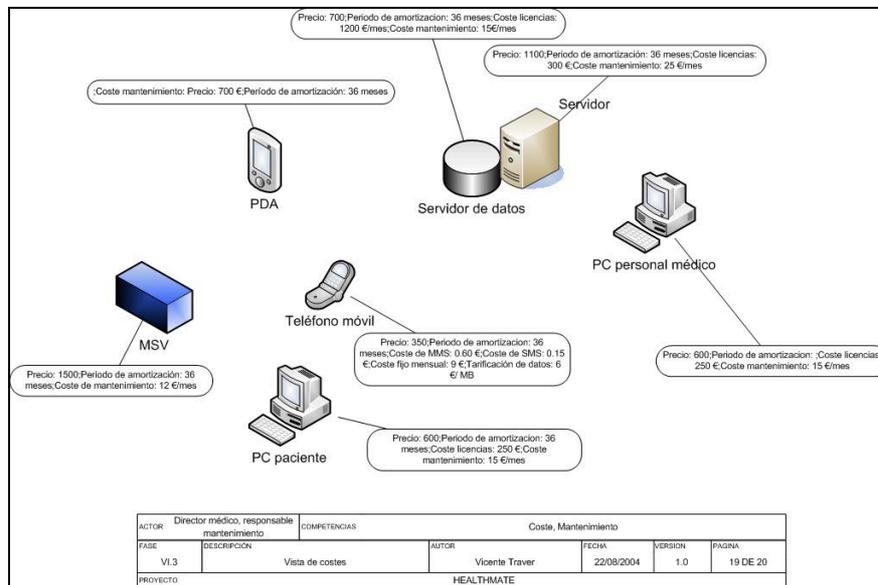


Figura 6.22 Impresión Vista VI.3. Vista de costes

## 6.2.20 VII.1 VISTA DE SEGURIDAD

ITEM	QUIÉN	SOBRE	COMO	CUÁNDO	LEYES RELACIONADAS	CRITERIOS DE ÉXITO	ANEXOS
Identificación y autenticación		PDA y PC	Mediante login y password	Al iniciar la aplicación	LORTAD, LOPD	- No se puede entrar sin login/ password	
Control de entrada	PDA	MSV	Bluetooth y clave	Al acceder al MSV		MSV sólo controlado sabiendo su PIN	
Auditoría		BBDD	Registro de acciones sobre BBDD	Al acceder a la BBDD	LORTAD, LOPD, LSSICE	Cualquier acceso a BBDD es registrado y puede consultarse	
Repudio							
Gestión de seguridad							
Recuperación de información		BBDD	Copias de seguridad diarias	Diariamente	LORTAD, LOPD	Cualquier dato faltante puede recuperarse en 5 min	
Encriptación			MD5			Datos sólo accesibles bajo identificación y privilegios correctos	
Comunicación			SSL			Los datos no viajan en plano sobre Internet	
Firma digital							
Identificación biométrica							
Firewall							
Detección de intrusos							
Gestión de claves							

ACTOR	Director médico, responsable mantenimiento, desarrollador	COMPETENCIAS	Cumplimiento de las leyes, Mantenimiento, seguridad.								
FASE	VII	DESCRIPCIÓN	Vista de seguridad	AUTOR	Vicente Traver	FECHA	22/08/2004	VERSION	1.0	PAGINA	20 DE 20
PROYECTO	HEALTHMATE										

Figura 6.23 Impresión Vista VII.1 Vista de seguridad

## 6.2.21 JUSTIFICACIÓN ARQUITECTURA SELECCIONADA

Para realizar la descripción del sistema se ha utilizado la arquitectura propuesta en esta tesis porque cubría muy bien todas las vistas que los diferentes actores involucrados necesitaban para un proyecto como éste, en el ámbito de la e-salud.

## 6.2.22 REGISTRO DE INCONSISTENCIAS

No se dispone de herramientas automatizadas para el análisis de la consistencia pero de una manera manual se han detectado inconsistencias entre las BBDD que aparecen en las vistas y los procesos que se han definido en otra vista.

## 6.2.23 GLOSARIO Y REFERENCIAS DE LA ARQUITECTURA

### 6.2.23.1 GLOSARIO

**Arquitectura:** organización fundamental de un sistema reflejado en sus componentes, las relaciones de cada uno de esos componentes con el resto y con el exterior y los principios que guían su diseño y evolución [IEEE00].

**E-salud:** uso de Internet y otras tecnologías relacionadas en la industria sanitaria para mejorar el acceso, eficiencia, efectividad y calidad de los procesos clínicos y comerciales utilizados por las organizaciones sanitarias, personal médico, pacientes y consumidores en un esfuerzo para mejorar el estado de salud de los pacientes [MAR03].

**Telemedicina:** la provisión de servicios de atención sanitaria, en los que la distancia constituye un factor crítico, por profesionales que utilizan las tecnologías de la información y de la comunicación con objeto de intercambiar datos para hacer diagnósticos, realizar tratamientos y prevenir enfermedades y lesiones, así como para la formación permanente de los profesionales de la salud y en actividades de investigación y evaluación, con el fin de mejorar la salud de las personas y de las comunidades en que viven [WHO].

**Usabilidad:** facilidad con que un usuario puede aprender a operar, preparar entradas e interpretar salidas de un sistema o componente [IEEE00].

**Sistema:** conjunto de componentes organizados para cumplir una función o un conjunto de funciones específicas [IEEE00].

### 6.2.23.2 REFERENCIAS

- Consorcio Healthmate. Anexo Técnico del proyecto Healthmate. EC Project IST-2000-26154; 2001.
- IEEE 1471-2000 - IEEE Recommended Practice for Architectural Description of Software-Intensive Systems. IEEE, 2000.
- The Open Group.TOGAF. The Open Group Architectural Framework.2002. Disponible en <http://www.opengroup.org/architecture/togaf/> Última visita: 20 Junio 2003.
- Traver V, Montón E, Fernández C, Millet J, Cebrián A & Guillén S. 'Telemonitoring device to be used in fixed and mobile environments'. Telemed 03, Londres, 2003.

## 6.3 CONFIDENT: SISTEMA DE SERVICIOS PARA PERSONAS CON DISCAPACIDADES SEVERAS

### 6.3.1 I.1 RESUMEN

<b>CONFIDENT</b>					
AUTORES	V. Traver				
ORGANIZACION	BET-ITACA				
E-MAIL	vtraver@eln.upv.es				
DIRECCION DE CONTACTO	BET – Universidad Politécnica de Valencia- Camino de Vera s/n Valencia 46022				
FECHA	15/10/04	VERSIÓN	Nº versión		
CONTROL DE CAMBIOS					
VERSIÓN	FECHA	COMENTARIOS	RESPONSABLES		
0.5	2/09/04		V. Traver		
1.0	15/10/04		V. Traver		
BREVE RESUMEN					
<p>CONFIDENT es un proyecto concebido para dar soluciones a un conjunto de problemas de salud (cuidado de pacientes crónicos, apoyo a enfermos agudos, ...) enfocando dichas soluciones desde el punto de vista del mercado de las comunicaciones móviles e inalámbricas. ...</p> <p>El proyecto CONFIDENT tiene como objetivo diseñar sistemas y servicios que sirvan de apoyo a las personas con discapacidades físicas severas para llevar un modo de vida independiente. Para ello se analizaron las necesidades personales, domésticas y sociales tanto de las personas con discapacidades severas, como de sus cuidadores formales e informales y las personas que prestan cualquier servicio relacionado.</p> <p>Así, en diferentes escenarios, dentro y fuera del hogar, se dan respuesta a una serie de necesidades mediante el uso de tecnologías y dispositivos de última generación y alta usabilidad.</p>					
FASE	DESCRIPCIÓN	AUTOR	FECHA	VERSION	PAGINA
I.1	Resumen	Vicente Traver	2/09/04	1.0	1 DE 24
PROYECTO		CONFIDENT			

Figura 6.24 Impresión Vista I.1. Resumen (I)

Para documentar arquitecturalmente el sistema CONFIDENT, se presenta un breve resumen y se indica el nivel de profundidad con que van a ser abordados los diferentes aspectos o vistas.

Capítulo 6. Desarrollo experimental arquitectura

AMBITO DEL PROYECTO	Sistema de Telemonitorización de pacientes con problemas cardiovasculares. Se van a describir todos los dominios de la arquitectura				
CONTEXTO	En una primera etapa, se validará el sistema con un número reducido de pacientes (6-10) para tras análisis de los resultados, extenderlo a más pacientes y a diferentes unidades. El horizonte temporal de esta arquitectura es 2 años, aunque con pequeñas modificaciones puede durar 5.				

ITEM	TRATADA	NIVEL DE DETALLE	OTROS
I. Visión de la arquitectura	X		
I.1 Resumen	X	Medio-alto	
I.2 Visión básica	X	Medio	Los requisitos de los usuarios pueden ser muy variados
I.3 Base previa			
I.4 Escenarios-casos de uso	X	Medio-alto	
II. Arquitecturas de negocio	X		
II.1 Vista de organigramas	X	Aparecen las relaciones jerárquicas y de comunicación entre los actores	La estructura del centro de servicios puede variar
II.2 Vista de procesos	X	Medio	
II.3 Vista de funciones	X	Medio-bajo	Sólo se han descrito las más comunes
II.4 Vista ética	X	Medio-alto	
II.5 Vista de usabilidad	X	Medio	Aspecto clave para el éxito. Considerar recomendaciones
II.6 Vista de rendimiento del negocio	X	Medio-alto	
III. Arquitectura de datos	X		
III.1 Vista del modelo conceptual de datos	X	Medio-alto	
III.2 Vista relación negocio-entidad	X	Medio	
III.e Vista de flujo de datos	X	Medio	
IV. Arquitectura de aplicaciones	X		
IV.1 Vista de ingeniería software	X	Medio-alto	
IV.2 Vista de estándares e interoperabilidad	X	Medio-bajo	
V. Ingeniería de sistemas	X		
V.1 Vista de ingeniero de sistemas	X	Medio-alto	
VI. Arquitectura tecnológica	X		
VI.1 Vista hardware	X	Medio-alto	
VI.2 Vista de ingeniería de comunicaciones	X	Medio-alto	Da una visión muy completa de las comunicaciones
VI.3 Vista de costes	X	Medio	No se incluyen costes de personal. No se presenta un plan de negocio
VII. Seguridad	X		
VII.1 Vista de seguridad	X	Medio-bajo	

Si se considera necesario, a medida que se vaya llevando a cabo el proyecto, pueden actualizarse las vistas y llegar a un mayor nivel de detalle.

FASE	DESCRIPCIÓN	AUTOR	FECHA	VERSION	PAGINA
I.1	Resumen	V. Traver	13/10/2004	1.0	2 DE 24

PROYECTO Confident

Figura 6.25 Impresión Vista I.1. Resumen (II)

### 6.3.2 I.2 VISIÓN BÁSICA

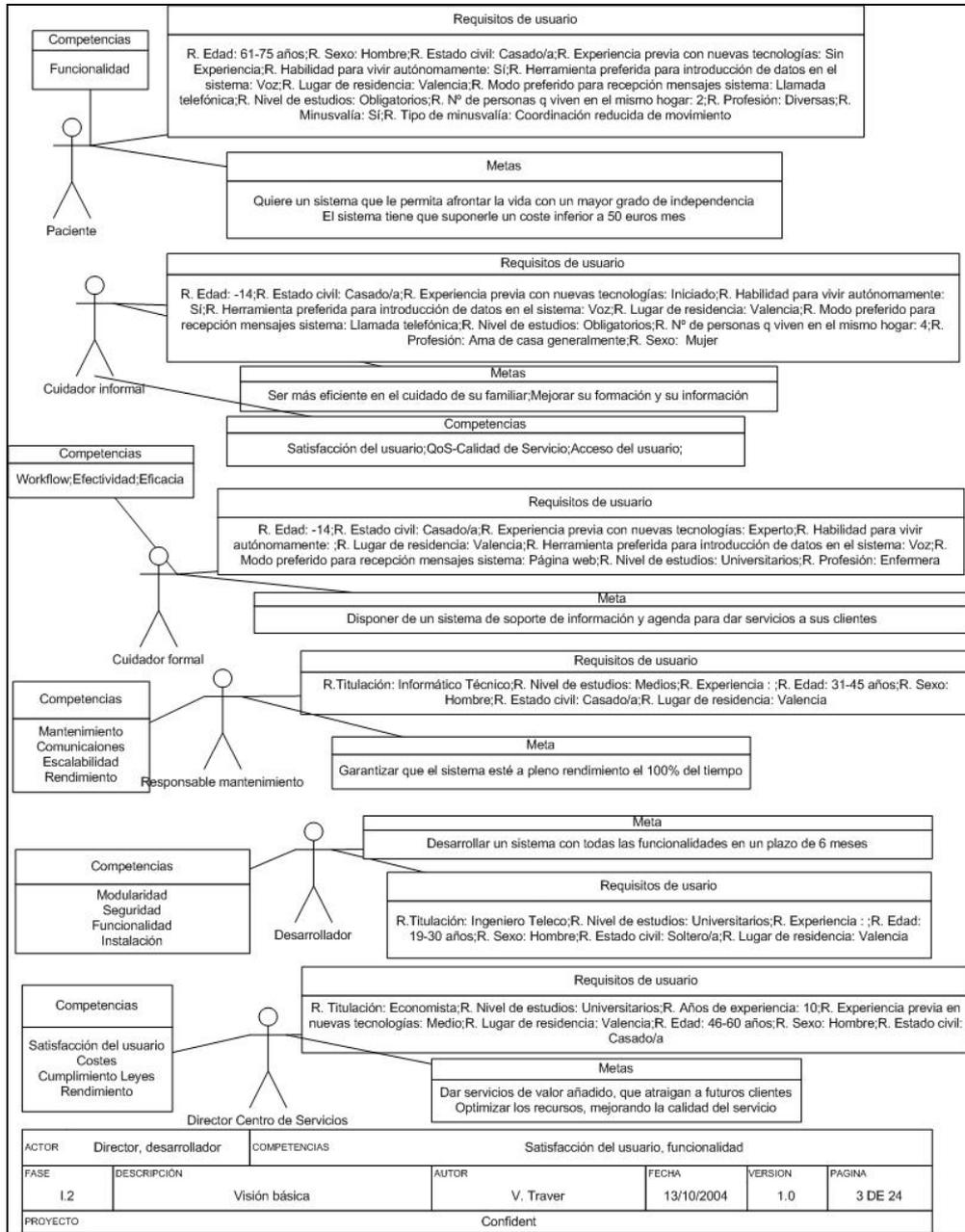


Figura 6.26 Impresión Vista I.2. Visión básica

En la Visión básica se recogen los requisitos, metas y competencias de los diferentes actores que van a participar en la provisión de servicios sociosanitarios: paciente,

cuidador informal, cuidador formal, desarrollador, responsable de mantenimiento y director del centro de servicios.

### 6.3.3 I.3 BASE PREVIA

<p>No hay ninguna base previa en este caso, al tratarse de un nuevo desarrollo</p>						
ACTOR		Responsable mantenimiento.desarrollador	COMPETENCIAS	Mantenimiento, escalabilidad, modularidad, instalación		
FASE	DESCRIPCIÓN	AUTOR	FECHA	VERSION	PAGINA	
I.3	Base previa	Vicente Traver	13/10/2004	1.0	4 DE 24	
PROYECTO			CONFIDENT			

Figura 6.27 Impresión Vista I.3.Base previa

Dado que no existen iniciativas similares ni un desarrollo previo del cual partir, no hay una base previa que documentar a la hora de iniciar el desarrollo del sistema CONFIDENT.

### 6.3.4 I.4 ESCENARIOS

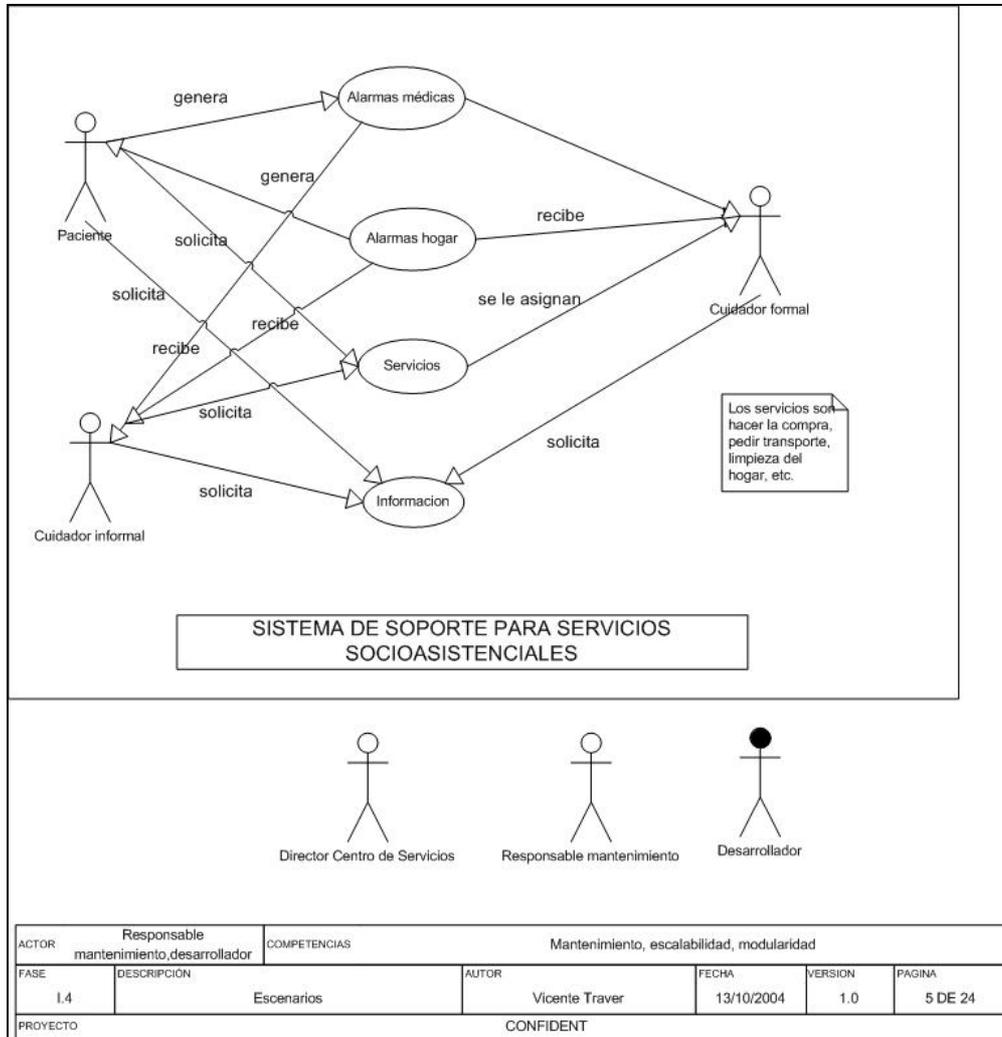


Figura 6.28 Impresión Vista I.4. Escenarios

Cuatro han sido los escenarios recogidos dentro del sistema de soporte para servicios socioasistenciales: alarmas médicas, alarmas de hogar, servicios e información, a los que generalmente accederán tanto el paciente como el cuidador, sea formal o informal.

### 6.3.5 II.1 VISTA DEL ORGANIGRAMA

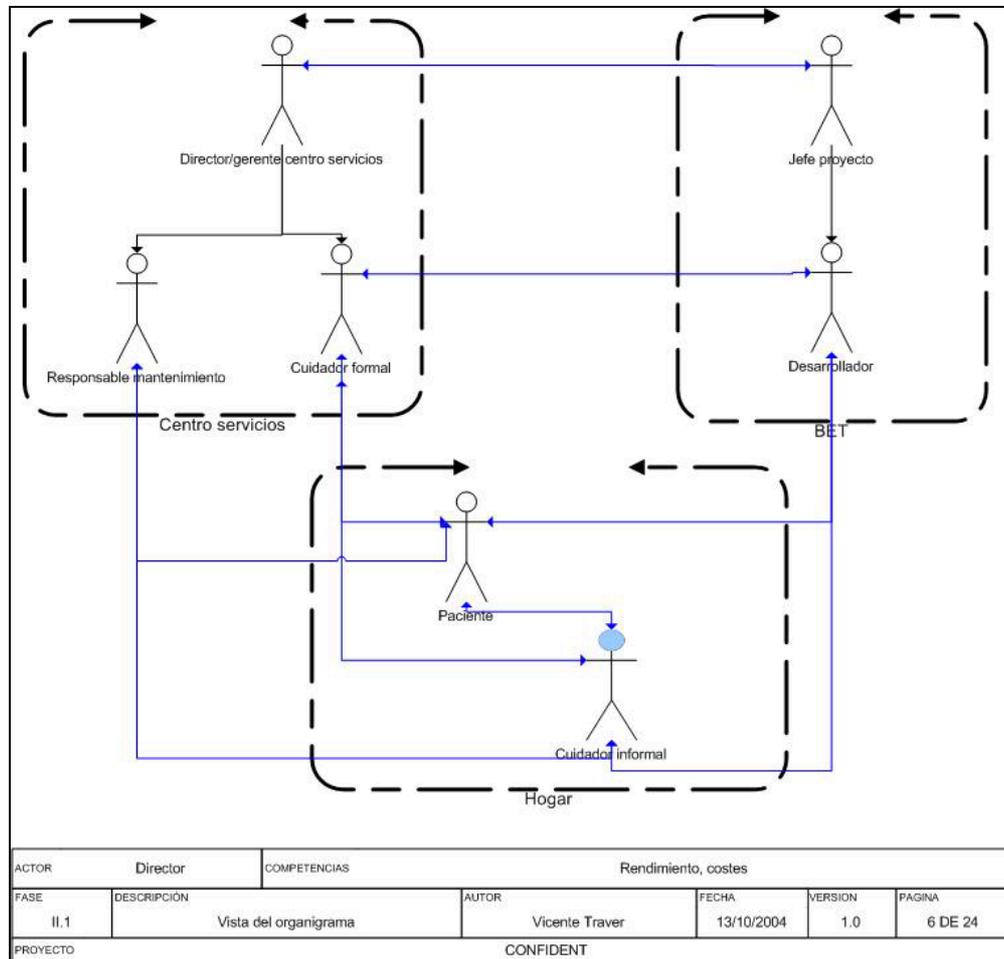


Figura 6.29 Impresión Vista II.1. Vista del organigrama

Aunque centrado en el hogar, la vista del organigrama muestra también otros dos espacios a considerar: el centro de servicios y el centro de desarrollo.

### 6.3.6 II.2 VISTA DE PROCESOS

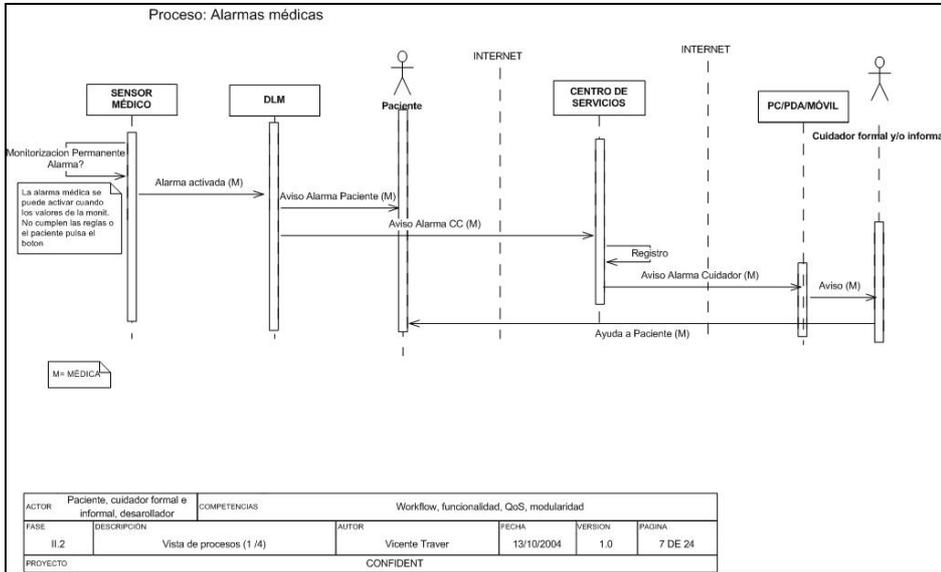


Figura 6.30 Impresión Vista II.2. Vista de procesos (I)

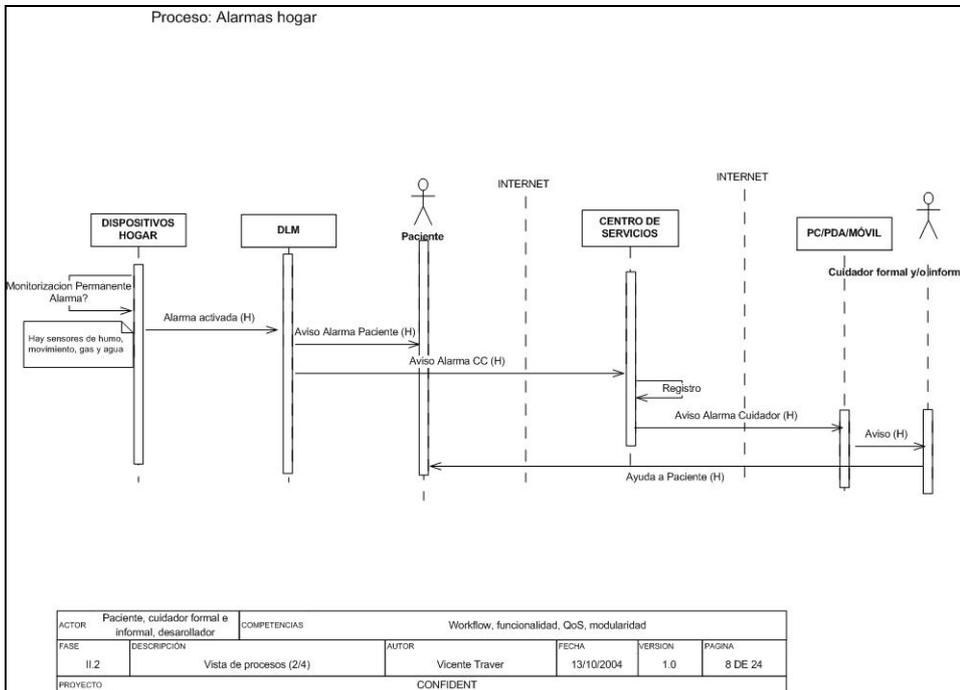


Figura 6.31 Impresión Vista II.2. Vista de procesos (II)

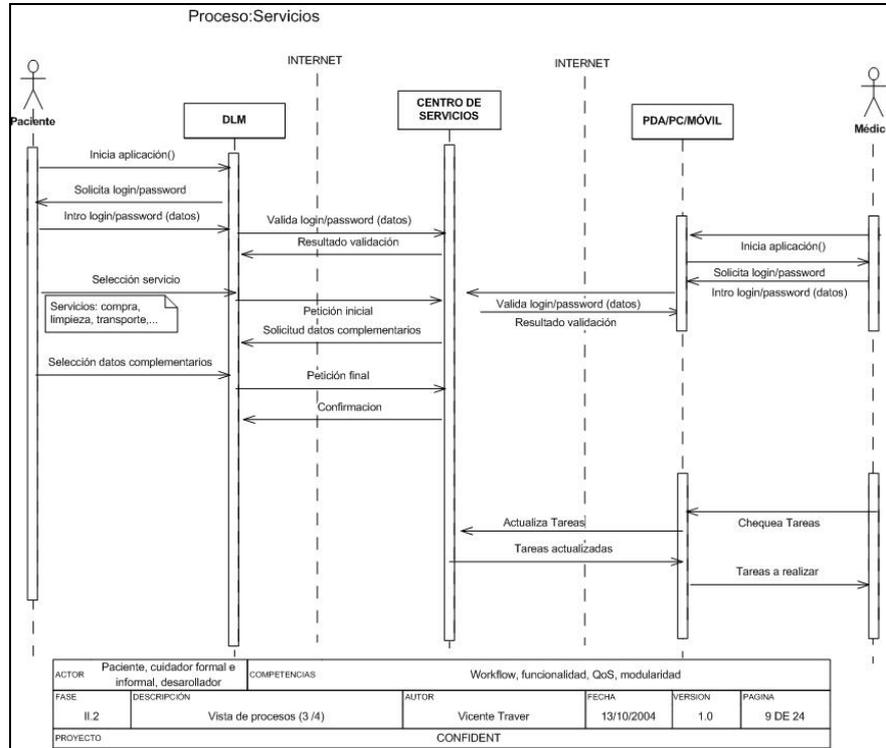


Figura 6.32 Impresión Vista II.2. Vista de procesos (III)

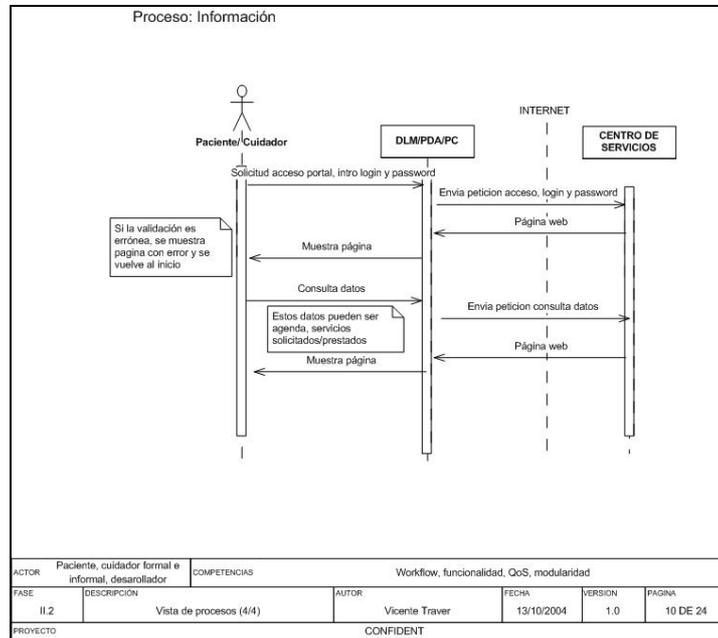


Figura 6.33 Impresión Vista II.2. Vista de procesos (IV)

### 6.3.7 II.3 VISTA DE FUNCIONES

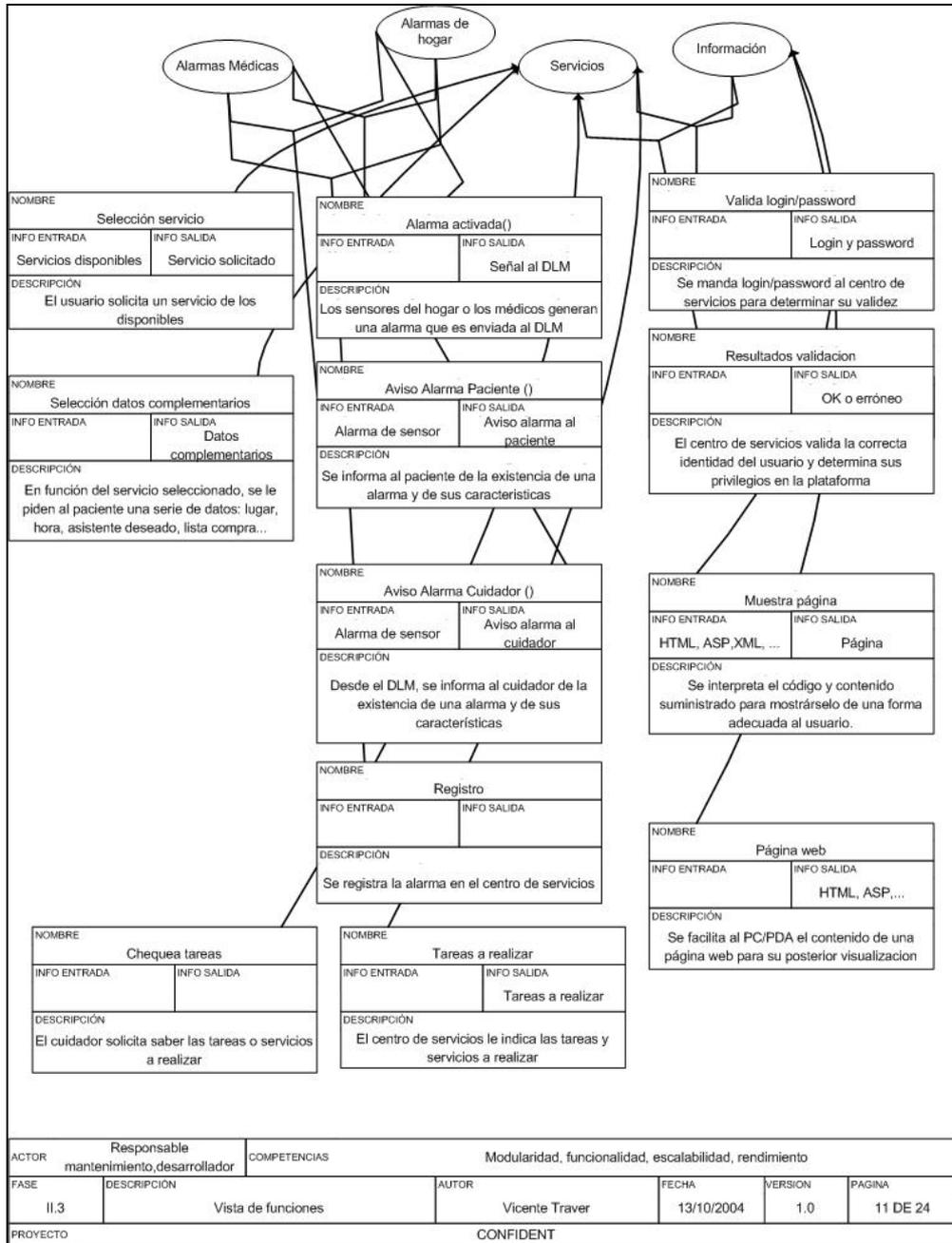


Figura 6.34 Impresión Vista II.3. Vista de funciones

Las principales funciones a desarrollar se han identificado y relacionado con los diferentes procesos.

### 6.3.8 II.4 VISTA ÉTICA

PRINCIPIO	ACCIONES A REALIZAR	CONSIDERACIONES
Relación cuidador-paciente	Los cuidadores son de confianza y estan autorizados a entrar en la casa ante alarmas	
Responsabilidad del cuidador	El médico debe asumir toda la responsabilidad, como si fuera una visita presencial	
Rol del paciente	Formar al paciente y/o sus familiares. Entrenamiento adecuado.	
Consentimiento y confidencialidad	Firma del consentimiento informado Acceso a datos por contraseña y cumpliendo legislación vigente	
Calidad de la Atención y Seguridad en Telemedicina	Comprobar que este servicio supone una mejora en la calidad de la atencion.	Es un servicio complementario, no sustitutivo. Se evaluará mejora en la calidad
Calidad de la Información	El cuidador sólo actuará cuando se haya comprobado la calidad e integridad de la información	
Autorización y Competencia	El cuidador ha de haber recibido la formacion pertinente y estar colegiado donde proceda.	
Historia clínica	Todos los datos relacionados serán registrados en una BBDD y protegidos adecuadamente	

ACTOR Director hospital, desarrollador		COMPETENCIAS Cumplimiento leyes, seguridad, instalación			
FASE II.4	DESCRIPCIÓN Vista ética	AUTOR Vicente Traver	FECHA 13/10/2004	VERSION 1.0	PAGINA 12 DE 24
PROYECTO		CONFIDENT			

Figura 6.35 Impresión Vista II.4. Vista ética

En la vista ética se han atendido los principios de la AMM (Asociación Médica Mundial), chequeando y viendo cómo abordar cada uno de los principios. Este punto es muy importante en un sistema como el de CONFIDENT donde hay una relación muy estrecha entre las partes y por ejemplo, como se cita en la vista, los cuidadores están autorizados a entrar en la casa de cualquier manera si surge una alarma para atender al paciente.

### 6.3.9 II.5 VISTA DE USABILIDAD

ITEM	ACTORES	PROCESOS	HITO	RECOMENDACIONES O ESTANDARES
Entrenamiento	Pacientes y cuidadores informales	Todos	Entrenamiento grupal de 60' en el centro de servicios e individual de 30' en el hogar del paciente	
Entrenamiento	Cuidadores formales	Todos	Entrenamiento de 90' en el centro de servicios	
Interfaces de usuario	Todos	Información	Cumplimiento normal accesibilidad WAI	WAI Guidelines 1.0, uso de Bobby
Interfaces de usuario	Todos	Alarmas médicas, alarmas hogar y servicios	Señales visuales y acústicas de refuerzo ante cualquier mensaje	
Interoperabilidad	Todos	Todos	Uso de XML	XML
Facilidad de uso	Todos	Todos	Cualquier acción posible a menos de 4 clicks	
Ayuda y Documentación	Todos	Todos	Manuales para cada usuario, chuleta resumen, ayuda multimedia, teléfono de soporte técnico en horario laboral	Ficheros *.hip y html
Mecanismos de acceso	Todos	Todos	Por usuario y contraseña	Canal seguro mediante SSL y encriptado mediante Blowfish
Tratamiento de errores	Todos	Todos	Encapsulación de errores del sistema con indicaciones para el usuario. Facilidad para volver al punto previo al error	
Reducción carga memoria	Todos	Todos	Muestra pasos realizados, pasos pendientes y opciones disponibles. Permite recuperar clave x olvido	
Multilingüidad	Todos	Todos	Uso ficheros recursos para disponibilidad en varios idiomas y ajuste predefinido en idioma paciente	
Dispositivos	Paciente	Alarmas médicas	El tamaño del dispositivo portable de telemonitorización debe ser del tamaño de una pulsera	
Dispositivos	Paciente	Alarmas médicas	El dispositivo de telemonitorización debe ser de un material antialérgico y q no provoque efecto por contacto con la piel	
Audio	Paciente	Todos	El volumen de los mensajes vocales será regulable	
Sistema	Paciente y cuidador informal	Todos	La instalación del sistema será rápida, inteligente, adaptativa y cumplirá el estándar IEC 364	IEC 364

ACTOR	Director, responsable mto, desarrollador	COMPETENCIAS	Satisfacción del usuario, funcionalidad, usabilidad								
FASE	II.5	DESCRIPCIÓN	Vista de usabilidad	AUTOR	Vicente Traver	FECHA	13/10/2004	VERSION	1.0	PAGINA	1 DE 24
PROYECTO	CONFIDENT										

Figura 6.36 Impresión Vista II.5. Vista de usabilidad

En la vista de usabilidad se ha documentado cómo se va a proceder con cada uno de los ítems concernientes a la usabilidad en cada uno de los procesos del sistema, prestando especial atención a las recomendaciones y estándares ya existentes.

### 6.3.10 II. 6 VISTA DE RENDIMIENTO DEL NEGOCIO

ÁMBITO: CLÍNICO					ÁMBITO: SOCIAL				
ACTOR	Unidad de evaluación	Indicador	Rango valores	Reaccion valores fuera rango	ACTOR	Unidad de evaluación	Indicador	Rango valores	Reaccion valores fuera rango
Director Centro de Servicios	Mejora calidad asistencial	Percepción de la calidad del servicio por el paciente	<8 (cuestionario)	Redefinición de procesos	Paciente y cuidadores	Satisfacción del usuario	Indicador (cuestionario)	> 7 sobre 10	Análisis de causas y redefinición del servicio
Director Centro de Servicios	Continuidad servicio	Atención al paciente 24x7	99% intentos	Asignación de nuevos recursos	Paciente y cuidadores	Aceptación del usuario	Indicador ( cuestionario)	> 7 sobre 10	Análisis de causas y redefinición del servicio
Director Centro de Servicios	Usuarios del servicio	Pacientes que usan el servicio	6 pacientes/ semana	No resulta rentable con menos pacientes. Analizar causas e incorporar nuevos pacientes servicio.	Paciente	Calidad de Vida	EuroQOL		
					Paciente y cuidadores	Facilidad de uso	Tiempo necesario para llevar a cabo oq proceso	< 3 min	Mejorar usabilidad del servicio
					Paciente	Voluntad para pagar el servicio	Disposición y cantidad	70% dispuesto a pagar al menos 30 € mes	Mejora global del servicio
					Paciente y cuidadores	Facilidad de uso	Tiempo necesario para llevar a cabo oq proceso	< 3 min	Mejorar usabilidad del servicio
					Paciente	Facilidad de uso	Disposición a llevar el sensor medico en muñeca	<70%	Reduccion del tamaño y peso y análisis de otras causas sociales
ÁMBITO: ECONÓMICO					ÁMBITO: TECNOLÓGICO				
ACTOR	Unidad de evaluación	Indicador	Rango valores	Reaccion valores fuera rango	ACTOR	Unidad de evaluación	Indicador	Rango valores	Reaccion valores fuera rango
Director Centro de Servicios	Coste inicial	Coste equipos informáticos	< 6.000 euros	Uso centrales de compra Planificación de compras	Director Centro de Servicios	Fiabilidad	Tiempo medio entre fallos	> 1000 horas	Redefinición control calidad Mejora sistema
Director Centro de Servicios	Costes mensuales	Coste staff médico específico	< 4000 euros		Director Centro de Servicios	Fiabilidad	Tiempo de resolución de problemas	< 1 día	Mejorar procesos atención al cliente Mejora formación personal asistencia
Responsable mantenimiento	Costes mensuales	Coste mantenimiento equipos	< 600 euros	Subcontratación por ese precio	Responsable mantenimiento	Interfaz hombre-maquina	Facilidad de uso - acceso a cualquier funcionalidad	< 4 interacciones	Mejora del sistema de menus y accesos rápidos
Responsable mantenimiento	Costes mensuales	Coste líneas de comunicación	< 600 euros	Busqueda ofertas otros proveedores					
Paciente	Coste inicial	Coste equipo usuario	< 2000 euros	Busqueda equipo similares características en el mercado					
Paciente	Costes mensuales	Coste cuota mensual	< 40 euros						
Director Centro de Servicios	Tiempo de ROI	Tiempo de ROI	3 años	Incremento cuotas mensuales, reducción de gastos					
Director Centro de Servicios	Costes mensuales	Reduccion de costes por paciente atendido	10% menos	Reduccion de gastos, optimización recursos					
Cuidador formal	Eficiencia	Reduccion de cancelaciones	20% menos de cancelaciones	Estudio para mejora eficiencia					

ACTOR	Todos	COMPETENCIAS	Rendimiento, costes, satisfacción del usuario, efectividad, eficacia								
FASE	II.6	DESCRIPCIÓN	Vista de rendimiento del negocio	AUTOR	Vicente Traver	FECHA	13/10/2004	VERSION	1.0	PAGINA	14 DE 24
PROYECTO	CONFIDENT										

Figura 6.37 Impresión Vista II.6. Vista de rendimiento del negocio

### 6.3.11 III.1 VISTA DEL MODELO CONCEPTUAL DE DATOS

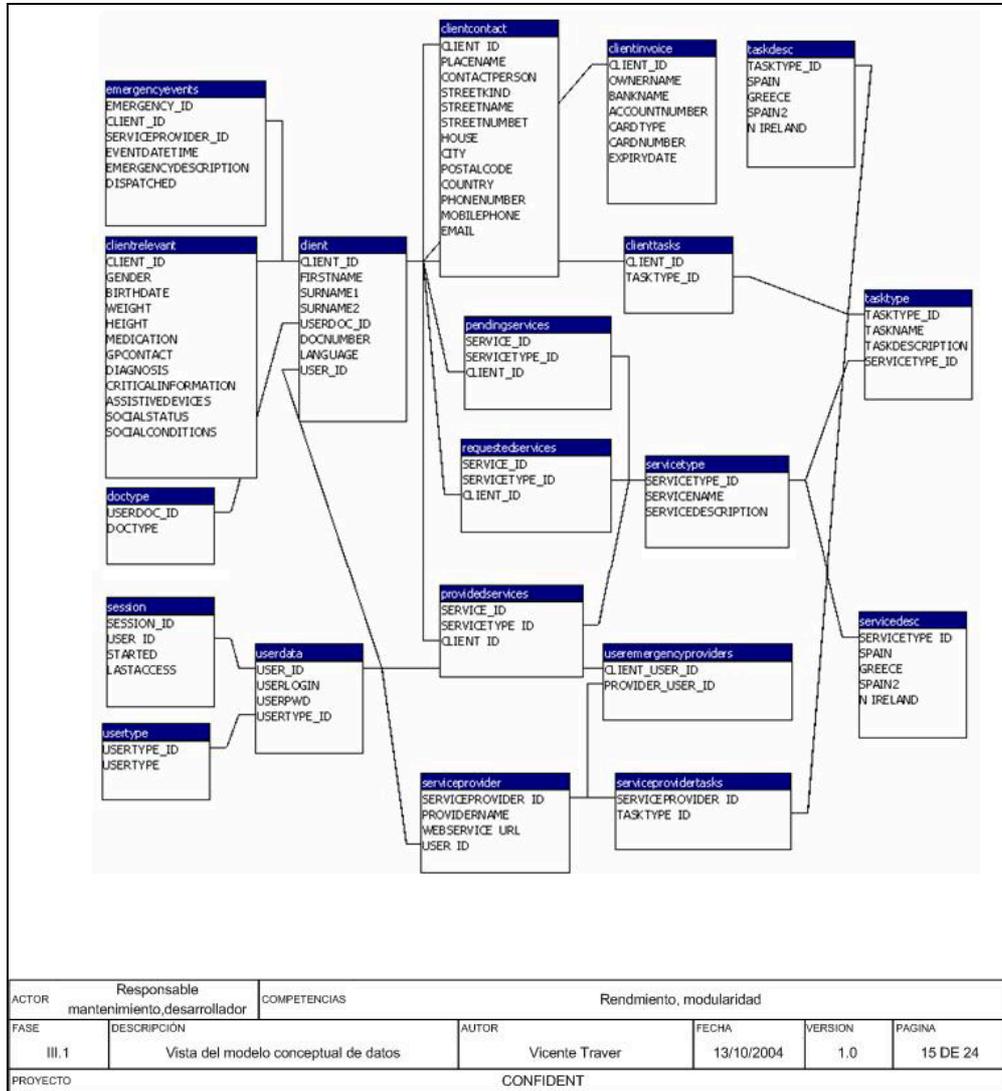


Figura 6.38 Impresión Vista III.1. Vista del modelo conceptual de datos

**6.3.12 III.2 VISTA RELACIÓN NEGOCIO-ENTIDAD**

PROCESOS	Alarmas médicas	Alarmas hogar	Servicios	Información
ENTIDADES				
Emergencyevents	CRU	CRU	R	R
Clientrelevant	R	R	RU	RUD
Client	RU	RU	RU	CRUD
doctype	R	R	R	R
Session	R	R		
Usertype	RU	RU	RU	CRU
Userdata	CRUD	CRUD	RU	CRUD
Clientcontact	RU	RU	RU	CRUD
Pendingservices			CRUD	CRUD
Requestedservices			CRUD	CRUD
Providedservices			CRUD	CRUD
Serviceprovider			CRUD	R
Clientinvoice	RU	RU	RU	RU
Clienttasks	CRUD	CRUD	CRUD	
Servicetype			R	R
Useremergencyproviders	CRUD	CRUD		
Serviceprovidertasks			CRUD	CRUD
Taskdesc	CRU	CRU	CRU	CRU
Tasktype	CRU	CRU	CRU	CRU
Servicedesc	CRU	R	CRUD	CRUD

Figura 6.39 Impresión Vista III.2. Vista de relación negocio-entidad

### 6.3.13 III.3 VISTA DEL FLUJO DE DATOS

	BBDD	Confident				
	Modelo de datos	Relacional				
	SGBD	MySQL				
	Descripción	Contiene datos de los asistentes, sus agendas, datos de los servicios disponibles y datos de las personas con discapacidades severas				
	Almacenamiento	Se hace a través de servicios web, utilizando SOAP y XML				
	Recuperación	Se hace a través de servicios web, utilizando SOAP y XML con el paquete Axis de Apache				
	Procesado	Mediante servicios web y servlets				
	Archivado	En discos duros para su acceso en tiempo real y cintas para copias seguridad				
	Seguridad	Uso de OpenSSL. Discos duros en espejo. Copias de seguridad incremental diaria y total semanal. Logs sobre cualquier acceso a BBDD				
ACTOR	Director, responsable mantenimiento, desarrollador		COMPETENCIAS	Cumplimiento de las leyes, mantenimiento, seguridad, modularidad		
FASE	DESCRIPCIÓN	AUTOR	FECHA	VERSION	PAGINA	
III.3	Vista del flujo de datos	Vicente Traver	13/10/2004	1.0	17 DE 24	
PROYECTO	CONFIDENT					

Figura 6.40 Impresión Vista III.3. Vista del flujo de datos

**6.3.14 IV.1 VISTA DE INGENIERÍA SOFTWARE**

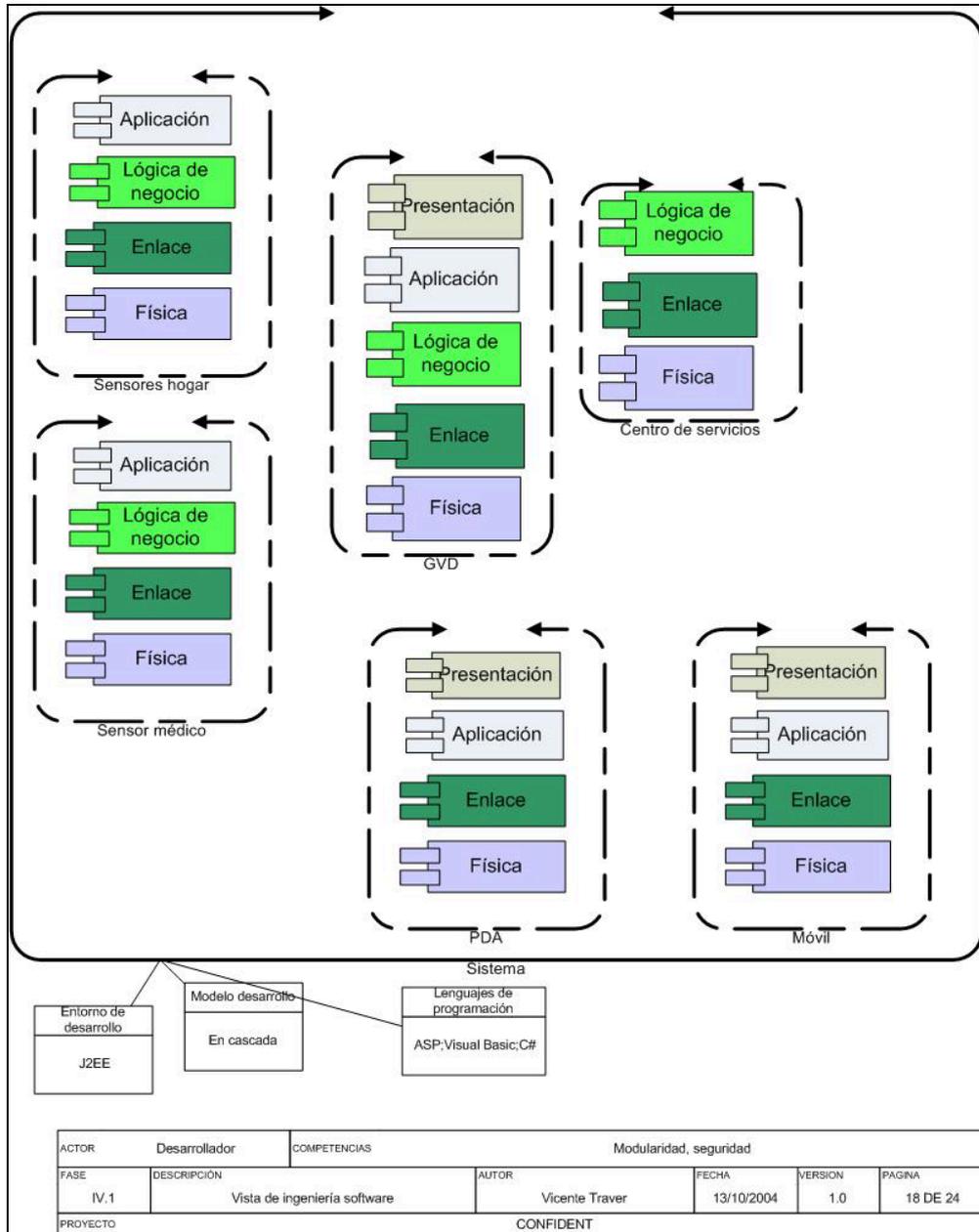


Figura 6.41 Impresión Vista IV.1. Vista de ingeniería software

### 6.3.15 IV.2 VISTA DE ESTÁNDARES E INTEROPERABILIDAD

ITEM	ESTANDAR	BBDD
Repositorio de datos de paciente	Sistema propietario	Confident
Lenguajes para intercambio de datos	JDBC, SOAP, XML	Confident
Protocolo de intercambio de datos	Propietario	Confident
Terminologías de referencia	N/A	Confident
Clases de acceso a datos	Java	Confident
Servicios gestión de datos	MySQL	Confident

ACTOR	Responsable mantenimiento, desarrollador	COMPETENCIAS	Comunicaciones, mantenimiento, instalación			
FASE	DESCRIPCIÓN	AUTOR	FECHA	VERSION	PAGINA	
IV.2	Vista de estándares e interoperabilidad	Vicente Traver	13/10/2004	1.0	19 DE 24	
PROYECTO	CONFIDENT					

Figura 6.42 Impresión Vista IV.2. Vista de estándares e interoperabilidad

### 6.3.16 V.1 VISTA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

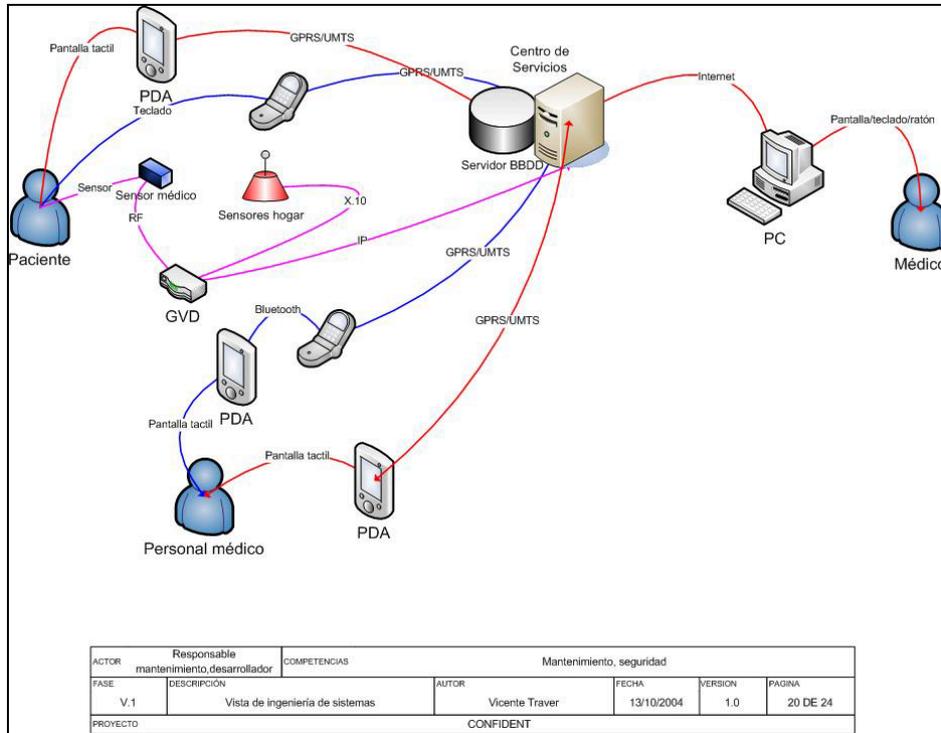


Figura 6.43 Impresión Vista V.1. Vista de ingeniería de sistemas

### 6.3.17 VI.1 VISTA HARDWARE

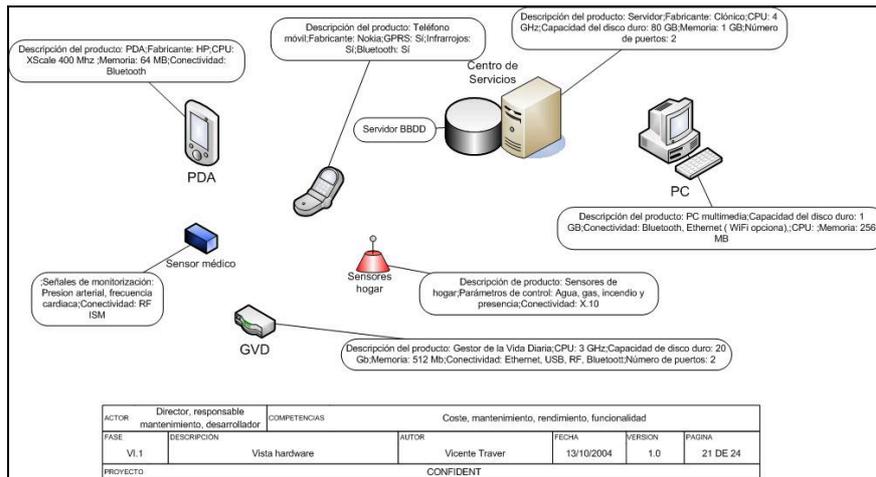


Figura 6.44 Impresión Vista VI.1. Vista hardware

### 6.3.18 VI.2 VISTA DE INGENIERÍA DE COMUNICACIONES

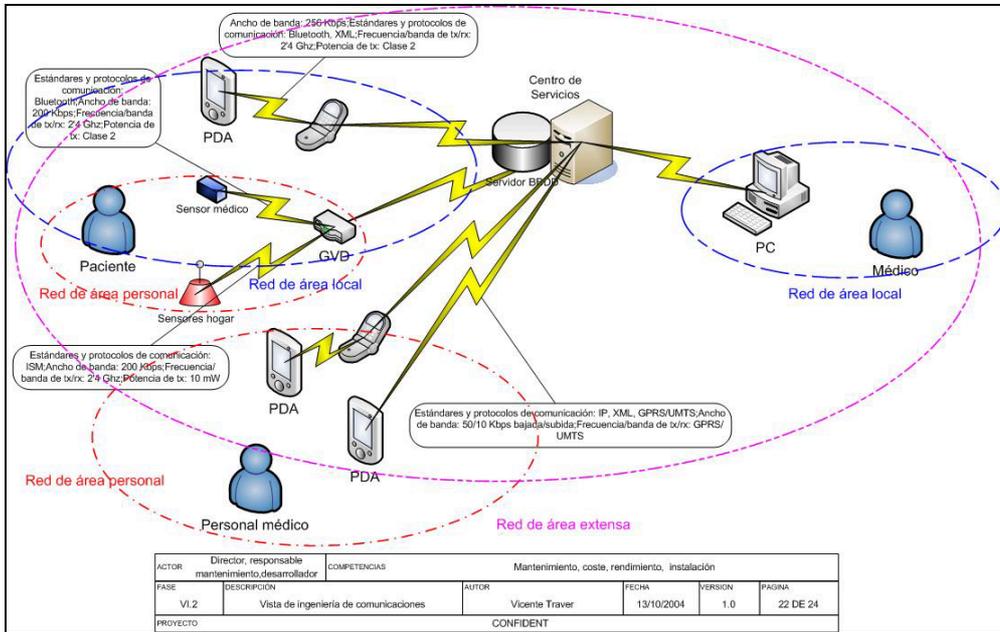


Figura 6.45 Impresión Vista VI.2. Vista de ingeniería de comunicaciones

### 6.3.19 VI.3 VISTA DE COSTES

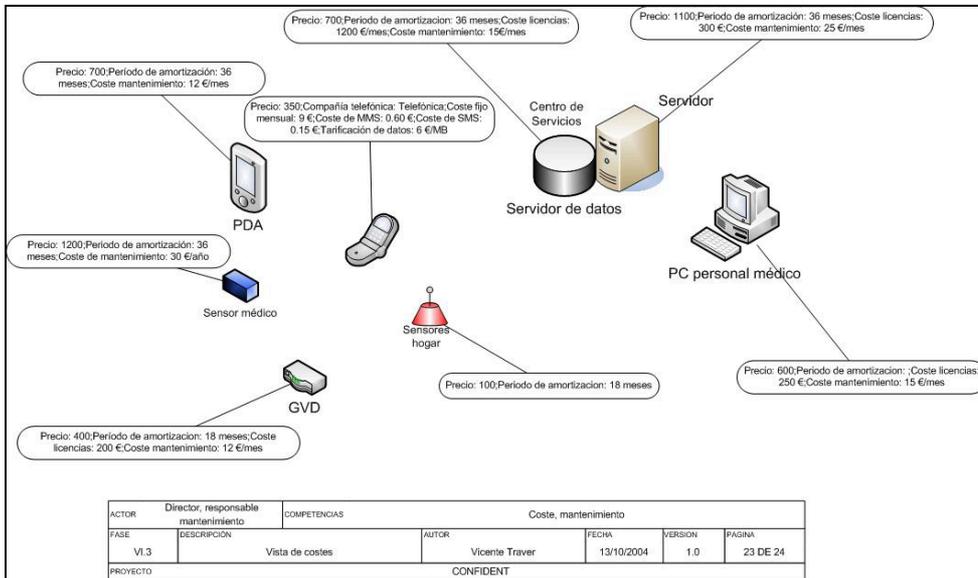


Figura 6.46 Impresión Vista VI.3. Vista de costes

### 6.3.20 VII.1 VISTA DE SEGURIDAD

ITEM	QUIÉN	SOBRE	COMO	CUÁNDO	LEYES RELACIONADAS	CRITERIOS DE ÉXITO	ANEXOS				
Identificación y autenticación	Paciente, cuidador informal, cuidador formal	GVD, PDA, PC	Login y password	Inicio aplicación	LORTAD, LOPD, LSSICE	No entra si no dispone de autorización					
Control de entrada	Cuidador informal, cuidador formal	Móvil	PIN	Encendido de móvil							
Auditoría		BBDD	Logs automáticos de actividad	Cualquier operación sobre BBDD	LORTAD, LOPD, LSSICE						
Repudio											
Gestión de seguridad											
Recuperación de información		BBDD	Copias de seguridad	Por la noche: incremental diaria y total semanal	LOPD	Recuperación de cualquier dato en 10 minutos					
Encriptación											
Comunicación		Datos	SSL		LOPD, LORTAD, LSSICE	Los datos viajan encriptados					
Firma digital											
Identificación biométrica											
Firewall											
Detección de intrusos											
Gestión de claves											
ACTOR		Director, responsable mantenimiento, desarrollador		COMPETENCIAS				Cumplimiento de las leyes, mantenimiento, seguridad			
FASE		DESCRIPCIÓN			AUTOR		FECHA	VERSION	PAGINA		
VII.1		Vista de seguridad			Vicente Traver		13/10/2004	1.0	24 DE 24		
PROYECTO						CONFIDENT					

Figura 6.47 Impresión Vista VII.1. Vista de seguridad

### 6.3.21 JUSTIFICACIÓN ARQUITECTURA SELECCIONADA

Se ha utilizado la arquitectura propuesta en esta tesis para la descripción del sistema a desarrollar en CONFIDENT porque cubría muy bien todas las vistas que los diferentes actores involucrados necesitan para este o cualquier otro proyecto en el ámbito de la e-inclusión.

### 6.3.22 REGISTRO DE INCONSISTENCIAS

No se dispone de herramientas automatizadas para el análisis de la consistencia pero de una manera manual se han detectado inconsistencias entre las BBDD que aparecen en las vistas y los procesos que se han definido en otra vista.

## 6.3.23 GLOSARIO Y REFERENCIAS DE LA ARQUITECTURA

### 6.3.23.1 GLOSARIO

**Arquitectura:** organización fundamental de un sistema reflejado en sus componentes, las relaciones de cada uno de esos componentes con el resto y con el exterior y los principios que guían su diseño y evolución [IEEE00].

**E-inclusión:** conjunto de tecnologías que permiten el acceso sin discriminación de ningún tipo a todos los servicios y comodidades que la sociedad nos ofrece.

**GVD:** Gestor de la vida diaria.

**PDS:** Persona con discapacidades severas.

**Usabilidad:** facilidad con que un usuario puede aprender a operar, preparar entradas e interpretar salidas de un sistema o componente [IEEE00].

**Sistema:** conjunto de componentes organizados para cumplir una función o un conjunto de funciones específicas [IEEE00].

### 6.3.23.2 REFERENCIAS

- Consorcio CONFIDENT. Anexo Técnico del proyecto CONFIDENT. EC Project IST-2000-27600; 2001.
- IEEE 1471-2000 - IEEE Recommended Practice for Architectural Description of Software-Intensive Systems. IEEE, 2000.
- The Open Group.TOGAF. The Open Group Architectural Framework.2002. Disponible en <http://www.opengroup.org/architecture/togaf/> Última visita: 20 Junio 2003.

#### Referencias Capítulo 6

[CON01] Confident consortium. Confident Deliverable 1. EC Project IST-2000-27600; 2001.

[HEA01] Healthmate consortium. Healthmate Deliverable 1. EC Project IST-2000-26154; 2001.

[IEEE00] IEEE 1471-2000 - IEEE Recommended Practice for Architectural Description of Software-Intensive Systems. IEEE, 2000.

[INT03] Intellect. Getting IT Right for Government. A review of public sector IT projects. Intellect; 2003. Disponible en [http://www.intellectuk.org/publications/reports/Get\\_IT\\_Right\\_for\\_Govt.pdf](http://www.intellectuk.org/publications/reports/Get_IT_Right_for_Govt.pdf) Último acceso 13 Enero 2005.

- [KAZ00] Kazman, R., Klein, M., Clements, P., 2000. ATAM: Method for Architecture Evaluation, CMU-SEI Technical Report CMU/SEI-2000-TR-004.
- [TOGA02] The Open Group.TOGAF. The Open Group Architectural Framework.2002. Disponible en <http://www.opengroup.org/architecture/togaf/> Último acceso 13 Enero 2005.
- [TRA03] Traver V, Montón E, Fernández C,Millet J, Cebrián A & Guillén S. Telemonitoring device to be used in fixed and mobile environments. Telemed 03, Londres, 2003.



## **7. EVALUACIÓN DE LAS DESCRIPCIONES DE LAS ARQUITECTURAS**

### **7.1 INTRODUCCIÓN**

Este capítulo presenta una evaluación de las descripciones arquitecturales de los sistemas descritos en el capítulo 6, HEALTHMATE y CONFIDENT. El objetivo de este capítulo es comprobar si el marco arquitectural desarrollado en esta tesis permite una adecuada descripción arquitectural de cualquier sistema en los ámbitos de e-salud y e-inclusión.

Muy poca atención se le ha mostrado a los métodos para la evaluación de estas arquitecturas. Kazman, ya en 1994, avisaba de ello y apuntaba dos razones [KAZ94]:

- la carencia de un vocabulario común. Cada una de las arquitecturas utiliza un lenguaje diferente. Cuando se desarrollan nuevas arquitecturas, se generan nuevos términos para describirlas o se hace uso de antiguos términos de una forma diferente. Así, hay una tremenda dificultad para comparar nuevas arquitecturas con las ya existentes porque no se da un área común sobre la cual establecer dichas comparaciones.
- la dificultad de enlazar conceptos abstractos con las competencias asociadas a cada actor involucrado en el desarrollo del sistema. No existe una manera clara de entender y/o medir en una arquitectura algunas de dichas competencias, tales como portabilidad o modularidad, por ejemplo; así, es complicado realizar abstracciones arquitecturales con aspectos relacionados con el desarrollo del sistema.

La evaluación de arquitecturas es un proceso muy complicado y el hecho de que cada vista de la arquitectura es generalmente expresada en un lenguaje diferente aumenta la

complejidad y provoca que sea muy difícil su análisis, por ejemplo, cuando se determina la influencia del cambio de un módulo en el sistema.

Tal y como ya se expuso en el capítulo 4, la evaluación de arquitecturas es un proceso necesario y complejo. Es un proceso necesario como lo es cualquier evaluación de un sistema y es complejo por la multidimensionalidad de la evaluación, la carencia de un lenguaje común, la inexistencia de herramientas automatizadas, la dificultad de enlazar conceptos abstractos y cuantificarlos que permitan una evaluación [KAZ94].

La evaluación de la arquitectura<sup>1</sup> se ha realizado a tres niveles:

- estructura de la descripción arquitectural; verificando que sigue las recomendaciones establecidas por la norma IEEE 1471:2000 [IEEE00];
- descripción arquitectural, realizando un análisis DAFO/CAME tras evaluar con tres técnicas diferentes la descripción arquitectural<sup>2</sup> [INT03][KAZ00][TOGA02];
- conformidad de la descripción arquitectural; comprobando la similitud de la descripción arquitectural con la implementación real.

El cuándo evaluar la descripción arquitectural depende de la metodología elegida para el desarrollo del proyecto (en espiral, en cascada,...) y sus resultados difícilmente se traducen en unas valoraciones numéricas o una decisión 'continuar/no continuar el proyecto' sino que marcan una serie de indicaciones que contribuyen a mejorar la calidad de la arquitectura del sistema, aumentando las posibilidades de éxito del sistema a implementar<sup>3</sup>. En este caso, la evaluación de la arquitectura se ha hecho a posteriori y no en paralelo con el desarrollo de la descripción de la misma [JONK03].

## 7.2 EVALUACIÓN HEALTHMATE

### 7.2.1 ESTRUCTURA DESCRIPCIÓN ARQUITECTURAL

Esta sección recoge la evaluación de la estructura de la descripción arquitectural de HEALTHMATE, analizando si cumple con los criterios establecidos en la norma IEEE 1471:2000.

- a) Identificación de la descripción arquitectural, control de versiones y resumen

La descripción arquitectural está muy bien identificada en sus hojas iniciales, incluyendo un control de versiones de la descripción y un breve resumen. También se

---

<sup>1</sup> Se insiste en que dados los objetivos de esta tesis, en este capítulo se evalúa la descripción de la arquitectura y no el sistema como tal.

<sup>2</sup> Esas técnicas de descripción arquitectural han sido descritas en el capítulo 4.

<sup>3</sup> En cualquier caso y tal como ocurre en la arquitectura tradicional, que un edificio (sistema) se venda o no se venda, o tenga graves problemas depende de muchos factores, algunos de ellos ajenos al arquitecto y al constructor ... pero que debieran haber sido contemplados previamente.

ha incluido un glosario y las referencias que facilitan la comprensión de la descripción arquitectural al lector.

- b) Identificación de los actores del sistema y sus competencias relevantes para la arquitectura

Los actores se han identificado en el punto I.2 de la descripción arquitectural, donde también se han recogido sus objetivos, requisitos de usuarios y sus competencias.

- c) Especificaciones de cada punto de vista seleccionado para organizar la representación de la arquitectura y una justificación de la selección de esos puntos de vista

Las especificaciones de todos los puntos de vista seleccionados para abordar la representación de esta arquitectura y de cualquier otro relacionada con la provisión de servicios sanitarios así como su justificación para su inclusión se ha realizado en el capítulo 5 de esta tesis. Por otra parte, en el punto I.1 de la descripción, se ha incluido un listado con los puntos de vista tratados y el nivel de profundidad con el que se han descrito posteriormente.

- d) Una o más vistas arquitecturales

En esta descripción arquitectural, dieciséis han sido las vistas arquitecturales que se han hecho del sistema HEALTHMATE, cubriendo las competencias de todos los actores involucrados.

- e) Registro de todas las inconsistencias conocidas entre los elementos que constituyen la descripción arquitectural

Se ha incluido al final de la descripción arquitectural un registro de todas las inconsistencias conocidas entre los elementos que forman dicha descripción. Los campos recogidos en ese registro son: vistas inconsistentes, motivo o inconsistencia, fecha de detección, persona que detecta la incoherencia y acciones correctoras propuestas.

- f) Justificación para la selección de la arquitectura

Dado que uno de los objetivos de esta tesis es la creación de un marco arquitectural para la descripción de sistemas software en el ámbito de la e-salud y la e-inclusión, esta arquitectura se ajusta perfectamente a las necesidades de documentación que presenta HEALTHMATE. Además, al final de la descripción arquitectural se ha destinado un apartado a justificar de manera clara que la arquitectura seleccionada permite una adecuada documentación de todos los puntos de vista requeridos para HEALTHMATE.

Tras esto, y de forma resumida, se muestra en la siguiente tabla el cumplimiento de los criterios de descripción arquitectural establecidos en la cláusula quinta de la norma del IEEE 1471:2000.

Tabla 7.1 Resumen evaluación descripción arquitectural HEALTHMATE conforme al IEEE 1471:2000

Aspecto	Cumplimiento
Identificación de la descripción arquitectural, control de versiones y resumen	✓
Identificación de los actores del sistema y sus competencias	✓
Especificaciones y justificación de cada punto de vista	✓
Una o más vistas arquitecturales	✓
Registro de inconsistencias conocidas	✓
Justificación para la selección de la arquitectura	✓

## 7.2.2 DESCRIPCIÓN ARQUITECTURAL

### 7.2.2.1 OBJETIVOS SMART

Se ha procedido al análisis de todos los objetivos descritos en el punto 1.2 de la descripción arquitectural para cada uno de los usuarios. Así, para cada objetivo se ha valorado si era SMART (*Specific, Measurable, Actionable, Realistic, Time-bound*<sup>4</sup>). La manera de clasificación de cada ítem se resume en la siguiente tabla:

Tabla 7.2 Valoración SMART de los objetivos

Inicial de cada ítem	Valoración
En mayúscula	Se cumple
En minúscula	Se cumple parcialmente
En blanco o guión	No se cumple

#### 7.2.2.1.1 O1

- a) Objetivo: Tener un sistema de telemonitorización para el seguimiento diario de su enfermedad cardiovascular

<sup>4</sup> El acrónimo SMART significa en español Específico, Medible, Con un plan de acción, Realista y Acotado en el tiempo.

- b) Actor: Paciente
- c) Clasificación SMART: SMART
- d) Recomendaciones:

#### 7.2.2.1.2 O2

- a) Objetivo: El coste del sistema debe ser menor de 30 € al mes
- b) Actor: Paciente
- c) Clasificación SMART: SMART. Es específico y cuantificable pero no se sabe cómo se garantizará ese precio y si hay un estudio previo que avale ese precio
- d) Recomendaciones: Elaborar plan de contingencias para garantizar precio

#### 7.2.2.1.3 O3

- a) Objetivo: Reducir reingresos de pacientes
- b) Actor: Médico
- c) Clasificación SMART: SMART, pues no se ha indicado el porcentaje de reducción objetivo
- d) Recomendaciones: Indicar porcentaje esperado de reducción

#### 7.2.2.1.4 O4

- a) Objetivo: Dar una atención más continuada a los pacientes, recibiendo información de ellos diariamente
- b) Actor: Médico
- c) Clasificación SMART: SMART, pues la atención continuada no es suficientemente específico
- d) Recomendaciones: Se debe explicar qué procesos va a realizar el médico para garantizar una atención continuada

#### 7.2.2.1.5 O5

- a) Objetivo: Garantizar el rendimiento del sistema al 100% del tiempo
- b) Actor: Responsable mantenimiento
- c) Clasificación SMART: SMART, al no especificarse cómo se garantizará ese 100% de disponibilidad
- d) Recomendaciones: Disponer de un plan de mantenimiento del sistema

#### 7.2.2.1.6 O6

- a) Objetivo: Desarrollar el sistema con todas las funcionalidades especificadas en 6 meses
- b) Actor: Desarrollador
- c) Clasificación SMART: SMART
- d) Recomendaciones:

#### 7.2.2.1.7 O7

- a) Objetivo: Dar nuevos servicios que atraigan a nuevos clientes y generen más negocio
- b) Actor: Director hospital
- c) Clasificación SMART: smaRt. No es suficientemente específico, no están definidos los umbrales de éxito, no se sabe como hacerlo y no hay un límite temporal para dar esos nuevos servicios
- d) Recomendaciones: Indicar qué nuevos servicios se darán, marcar cifras de negocio objetivo y un plan temporal

#### 7.2.2.1.8 O8

- a) Objetivo: Optimizar recursos, mejorando la calidad del servicio
- b) Actor: Director hospital
- c) Clasificación SMART: \_m\_rt, muy genérico, sin ningún tipo de indicador y plan de acción
- d) Recomendaciones: Ser más objetivo y específico, definiendo plan de acción con sus fechas

#### 7.2.2.1.9 TABLA RESUMEN

Se presenta a continuación una tabla resumen con todos los objetivos con su clasificación SMART:

*Tabla 7.3 Resumen evaluación objetivos SMART - proyecto HEALTHMATE*

Objetivo	Actor	Clasificación SMART
Tener un sistema de telemonitorización para el seguimiento diario de su enfermedad cardiovascular	Paciente	SMART
Coste inferior a 30 €/mes	Paciente	SMaRT

Reducir reingresos de pacientes tras episodios cardiovasculares	Médico	SmART
Dar una atención más continuada a los pacientes, recibiendo información de ellos diariamente	Médico	SMART
Garantizar el rendimiento del sistema al 100% del tiempo	Responsable mantenimiento	SMaRT
Desarrollar el sistema con todas las funcionalidades especificadas en 6 meses	Desarrollador	SMaRT
Dar nuevos servicios que atraigan a nuevos clientes y generen más negocio	Director hospital	smaRT
Optimizar recursos, mejorando la calidad del servicio	Director hospital	_m_rt

### 7.2.2.2 ATAM

Se ha realizado la evaluación ATAM de HEALTHMATE pensando en escenarios normales de uso, en escenarios de crecimiento y escenarios exploratorios, tal y como se recoge en la Tabla 7.4

Tabla 7.4 Evaluación ATAM Healthmate

	Ítem	Valoración del riesgo, puntos sensibles y situaciones de compromiso	Recomendaciones/comentarios
<b>Situaciones</b>	<b>Escenarios caso de uso</b>		
	Uso normal del sistema	Usabilidad	Los usuarios pueden tener poca experiencia en el manejo de los dispositivos
			Se ha considerado. Se generan logs y se realizan entrevistas con usuarios para mejorar usabilidad
	<b>Escenarios crecimiento</b>		
	Muchos usuarios simultáneos	Rendimiento	¿Se dispone de suficiente capacidad de procesado?
		Disponibilidad	Riesgo de quedarse sin monitores de señales vitales (MSV)
			Tener en stock MSVs y tener bien definidos plazos de entrega de los proveedores
	<b>Escenarios exploratorios</b>		
	Se solicitan e incorporan nuevas funcionalidades	Interoperabilidad	Aunque se ha desarrollado por módulos para facilitar interoperabilidad, se corre el riesgo de generar errores no controlados hasta la fecha
		Usabilidad	¿Cómo se incorporan esas nuevas funcionalidades de una manera fácil al usuario?
		Batería de pruebas de incorporación de nuevas funcionalidades. Se dispone de una funcionalidad de actualización automática	

### 7.2.2.3 INTELLECT

Basándose en los elementos indicados por la asociación INTELLECT, se han detectado los factores de fracaso y éxito que se presentan a continuación en la siguiente tabla.

Tabla 7.5 Tabla evaluación Intellect del proyecto Healthmate

Elemento	Factores de fracaso	Factores de éxito	Recomendaciones/comentarios
Escala temporal		Dividido en fases, flexible	
Requisitos	Ambiguos	Controlados	
Presupuesto		Flexible; pago por entregas	
Gestión del proyecto		Staff preparado	
Objetivos		SMART	
Gestión de riesgos	Sin plan de contingencia		
Control de cambios	Relajado	Documentado	
Testeo	Realizado al final	Hecho por usuarios finales	
Entrenamiento	Planificado al final del proyecto	Seguimiento continuo de los usuarios	
Diseño		Modular usando estándares y considerando usabilidad	

### 7.2.2.4 ANÁLISIS DAFO-CAME

Finalmente, para resumir y compilar las tres técnicas de evaluación seguidas de la descripción arquitectural de HEALTHMATE, se ha llevado a cabo un análisis DAFO acompañado de un análisis CAME para obtener el máximo partido del conocimiento de nuestras Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades, tal y como se presenta en las siguientes tablas.

Tabla 7.6 Análisis DAFO proyecto HEALTHMATE

Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> <li>- No se dispone de plan de contingencias</li> <li>- Los requisitos y objetivos son ambiguos en algún caso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incremento de usuarios no esperado</li> <li>- Necesidad de equipos de monitorización</li> <li>- Precio del MSV dependiente de factores externos</li> </ul>
Fortalezas	Oportunidades
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistema modular</li> <li>- Bien planificado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cubre las necesidades de la sociedad y del personal médico</li> </ul>

Tabla 7.7 Análisis CAME proyecto HEALTHMATE

Corregir	Afrontar
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elaborar un plan de contingencia</li> <li>- Especificar mejor los requisitos de usuario</li> <li>- Redefinir objetivos para que todos sean SMART</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proveedores alternativos</li> <li>- Negociar precios garantizados</li> </ul>
Mantener	Explotar
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tener bien documentada la modularidad</li> <li>- Continuar política de gestión de I+D y de RRHH</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hacer presentaciones ante todos los actores mostrando soluciones a sus problemas</li> <li>- Definir un plan de marketing</li> </ul>

### 7.2.3 CONFORMIDAD DE LA IMPLANTACIÓN

Finalmente y ya como último paso en la evaluación de HEALTHMATE, se ha evaluado la conformidad de la implementación con la especificación arquitectural siguiendo la metodología descrita en el capítulo 4.

Así, en este caso, la implementación de HEALTHMATE es **conforme** a la descripción arquitectural. Es conforme porque aunque todas las características descritas en la arquitectura han sido implementadas según la especificación, se han implementado algunas funcionalidades y características en el desarrollo final que no han sido recogidos en la descripción arquitectural, como una gestión de alarmas o un *call center* avanzado. Esto suele ocurrir porque durante el desarrollo surgen nuevos problemas o necesidades en línea con los existentes previamente que provocan el desarrollo de nuevos módulos que, generalmente, no se documentan por falta de tiempo.

### 7.2.4 RESUMEN DE LA EVALUACIÓN

Tras la evaluación a diferentes niveles del sistema HEALTHMATE y a modo de resumen, se pueden extraer las siguientes conclusiones.

- HEALTHMATE es una implementación conforme a la descripción arquitectural que se ha hecho de ella, aunque se han detectado algunos puntos a mejorar, que en la mayoría de los casos se ha reflejado en el análisis CAME.
- Es necesario un plan de contingencias y de otro lado, un análisis de riesgos detallado.
- Se debe llegar a acuerdos con varios proveedores de Monitores de Señales Vitales para evitar la dependencia de proveedores.

- Se requiere la definición de un plan de marketing, identificando los objetivos para cada uno de los grupos clave con el fin de realizar acciones específicas de marketing para cada uno de los grupos, porque sus intereses son diferentes.

## **7.3 EVALUACIÓN CONFIDENT**

### **7.3.1 ESTRUCTURA DESCRIPCIÓN ARQUITECTURAL**

Esta sección recoge la evaluación de la estructura de la descripción arquitectural de CONFIDENT, analizando el cumplimiento de los criterios establecidos en la norma IEEE 1471:2000.

- a) Identificación de la descripción arquitectural, control de versiones y resumen

La descripción arquitectural está correctamente identificada en su sección I.1, incluyendo además un control de versiones de la descripción y un breve resumen. También contiene un glosario y un compendio de las referencias utilizadas para la descripción arquitectural que facilita a cualquier actor o persona ajena al sistema el entendimiento de la descripción arquitectural.

- b) Identificación de los actores del sistema y sus competencias relevantes para la arquitectura

En el punto I.2 de la descripción arquitectural se han descrito a los actores del sistema, quedando documentados también sus objetivos, requisitos de usuarios y sus competencias.

- c) Especificaciones de cada punto de vista seleccionado para organizar la representación de la arquitectura y una justificación de la selección de esos puntos de vista

La especificación de todos los puntos de vista seleccionados de esta arquitectura de servicios de e-inclusión ha tenido lugar en el capítulo 5 de esta tesis. Por otra parte, en el punto I.1 de la descripción, se ha incluido un listado con los puntos de vista tratados, el nivel de profundidad con el que se han descrito posteriormente y comentarios, si procedía, sobre dichos puntos de vista.

- d) Una o más vistas arquitecturales

Las competencias de todos los actores involucrados en el sistema CONFIDENT se han cubierto con las 16 vistas arquitecturales documentadas.

- e) Registro de todas las inconsistencias conocidas entre los elementos que constituyen la descripción arquitectural

Se ha incluido al final de la descripción arquitectural un registro de todas las inconsistencias conocidas entre los elementos de dicha descripción. Dicho registro para cada inconsistencia, contiene los siguientes campos: vistas inconsistentes, motivo o inconsistencia, fecha de detección, persona que ha detectado la incoherencia, y acciones correctoras propuestas.

f) Justificación para la selección de la arquitectura

Como ya se ha dicho anteriormente, uno de los objetivos de esta tesis ha sido la creación de un marco arquitectural para la descripción de sistemas software en el ámbito de la e-salud y la e-inclusión por lo que esta arquitectura se ajusta perfectamente a las necesidades de documentación que presenta CONFIDENT. Por otro lado, al final de la descripción arquitectural se destina un apartado a justificar de manera clara que la arquitectura seleccionada ha permitido una adecuada documentación de todos los puntos de vista que se requerían.

Tras esto, y de forma resumida, se muestra en la siguiente tabla el cumplimiento de los criterios de descripción arquitectural establecidos en la cláusula quinta de la norma del IEEE 1471:2000.

Tabla 7.8 Resumen evaluación descripción arquitectural CONFIDENT conforme al IEEE 1471:2000

Aspecto	Cumplimiento
Identificación de la descripción arquitectural, control de versiones y resumen	✓
Identificación de los actores del sistema y sus competencias	✓
Especificaciones y justificación de cada punto de vista	✓
Una o más vistas arquitecturales	✓
Registro de inconsistencias conocidas	✓
Justificación para la selección de la arquitectura	✓

## 7.3.2 DESCRIPCIÓN ARQUITECTURAL

### 7.3.2.1 OBJETIVOS SMART

Se ha procedido al análisis de todos los objetivos descritos en el punto 1.2 de la descripción arquitectural de CONFIDENT para cada uno de los usuarios. La manera de analizarlo y valorarlo se ha descrito ya en este capítulo, en el apartado 7.2.2.1.

#### 7.3.2.1.1 O1

- a) Objetivo: El sistema permite afrontar la vida con mayor independencia
- b) Actor: Paciente
- c) Clasificación SMART: Smart, dado que aunque específico es difícil de cuantificar, no indicando cómo se llevará a cabo y sin ningún horizonte temporal
- d) Recomendaciones: Redefinir el objetivo de forma más cuantificable

7.3.2.1.2 O2

- a) Objetivo: El coste del sistema debe ser menor a 50 € al mes
- b) Actor: Paciente
- c) Clasificación SMART: SMaRT. Es específico y medible pero no se sabe cómo se garantizará ese precio
- d) Recomendaciones: Elaborar plan de contingencias para garantizar precio

7.3.2.1.3 O3

- a) Objetivo: Ser más eficiente en el cuidado de su familiar
- b) Actor: Cuidador informal
- c) Clasificación SMART: Sm RT. Objetivo formulado de manera poco medible y sin un plan de acción claro
- d) Recomendaciones:

7.3.2.1.4 O4

- a) Objetivo: Mejorar la formación e información
- b) Actor: Cuidador informal
- c) Clasificación SMART: SmART. Difícil de cuantificar aunque el objetivo está bien identificado
- d) Recomendaciones:

7.3.2.1.5 O5

- a) Objetivo: Disponer de sistema de soporte para la información y agenda para atender a los clientes
- b) Actor: Cuidador formal
- c) Clasificación SMART: SMART
- d) Recomendaciones:

7.3.2.1.6 O6

- a) Objetivo: Garantizar el rendimiento del sistema al 100% del tiempo
- b) Actor: Responsable mantenimiento
- c) Clasificación SMART: SMaRT, al no especificarse cómo se garantizará ese 100% de disponibilidad

- d) Recomendaciones: Disponer de un plan de mantenimiento del sistema

#### 7.3.2.1.7 O7

- a) Objetivo: Desarrollar el sistema con todas las funcionalidades especificadas en 6 meses
- b) Actor: Desarrollador
- c) Clasificación SMART: SMART
- d) Recomendaciones:

#### 7.3.2.1.8 O8

- a) Objetivo: Dar servicios de valor añadido para facilitar la incorporación de nuevos clientes
- b) Actor: Director centro
- c) Clasificación SMART: smaRT, pues no está claramente especificado y no es medible
- d) Recomendaciones: Redefinir el objetivo, especificando más claramente cuáles son esos servicios y marcar una cifra o porcentaje de éxito para la incorporación de nuevos clientes

#### 7.3.2.1.9 O9

- a) Objetivo: Optimizar recursos y mejorar la calidad del servicio
- b) Actor: Director centro
- c) Clasificación SMART: smART, no siendo suficientemente específico
- d) Recomendaciones: Indicar cifras objetivo

#### 7.3.2.1.10 TABLA RESUMEN

Se presenta a continuación una tabla resumen con todos los objetivos con su clasificación SMART:

*Tabla 7.9 Resumen evaluación objetivos SMART - proyecto CONFIDENT*

Objetivo	Actor	Clasificación SMART
El sistema permite afrontar la vida con mayor independencia	Paciente	Smart
Coste inferior a 50 €/mes	Paciente	SmaRT

Ser más eficiente en el cuidado de su familiar	Cuidador informal	Sm RT
Mejorar la formación e información	Cuidador informal	SmART
Disponer de sistema de soporte para la información y agenda para atender a los clientes	Cuidador formal	SMART
Garantizar el rendimiento del sistema al 100% del tiempo	Responsable mantenimiento	SMaRT
Desarrollar el sistema con todas las funcionalidades especificadas en 6 meses	Desarrollador	SMART
Dar servicios de valor añadido para facilitar la incorporación de nuevos clientes	Director centro	smART
Optimizar recursos y mejorar la calidad del servicio	Director centro	smART

### 7.3.2.2 ATAM

Se ha realizado la evaluación ATAM de CONFIDENT pensando en escenarios normales de uso, en escenarios de crecimiento y escenarios exploratorios, tal y como se recoge en la Tabla 7.10 siguiendo los pasos establecidos en el capítulo 4.

Tabla 7.10 Análisis ATAM proyecto CONFIDENT

	Ítem	Valoración del riesgo, puntos sensibles y situaciones de compromiso	Recomendaciones/comentarios
<b>Situaciones</b>	<b>Escenarios caso de uso</b>		
	Uso normal del sistema	Usabilidad	OK. Es un aspecto crítico para personas de estos colectivos.
	Falta de cobertura móvil	Fiabilidad	El sistema está preparado para funcionar off-line cuando no hay cobertura.
	<b>Escenarios crecimiento</b>		
	Muchos usuarios simultáneos	Rendimiento	¿Se dispone de suficiente capacidad de procesado?
		Disponibilidad de Gestores de Vida Diaria (GVD)	No hay riesgo de quedarse sin GVDs porque existen varios proveedores
			Tener en stock MSVs y tener bien definidos plazos de entrega de los proveedores
			Se ha considerado. Se generan logs y se realizan entrevistas con usuarios para mejorar usabilidad
			Tiene que quedar muy claro qué funcionalidades tiene el sistema on-line y off-line
<b>Escenarios exploratorios</b>			
Incorporación de nuevas funcionalidades	Interoperabilidad	Ningún riesgo	No supone ningún problema debido a la modularidad del sistema y las pruebas previas en producción
	Usabilidad	Considerado.	Se dispone de plantillas ( <i>skins</i> ) para mantener una apariencia uniforme y una auto actualización automática

### 7.3.2.3 INTELLECT

Basándose en los elementos indicados por la asociación INTELLECT, se han detectado los factores de fracaso y éxito que se presentan a continuación en la siguiente tabla.

Tabla 7.11 Análisis elementos Intellect proyecto CONFIDENT

Elemento	Factores de fracaso	Factores de éxito	Recomendaciones/ comentarios
Escala temporal	Irrealmente corto	Dividido en fases	
Requisitos	Ambiguos	Usuarios involucrados en su definición; uso de herramientas de especificación	
Presupuesto	Sin plan de contingencias	Pago por fases	
Objetivos	Difícilmente medibles	Específicos y ajustados	
Tecnología	Uso/señuelo de la tecnología punta	Soluciones reales	
Entrenamiento	Definido al final del desarrollo	Seguimiento de los usuarios	
Diseño		Modular y haciendo uso de estándares	

### 7.3.2.4 ANÁLISIS DAFO-CAME

Para finalizar la subsección de evaluación de la descripción arquitectural de CONFIDENT, se resumen los datos obtenidos en forma de análisis DAFO/CAME para obtener el máximo partido del conocimiento de nuestras Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades. Estos análisis DAFO/CAME se muestran en las siguientes tablas.

Tabla 7.12 Análisis DAFO proyecto CONFIDENT

Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> <li>- No se dispone de plan de contingencias</li> <li>- Los requisitos son ambiguos</li> <li>- Los objetivos son poco cuantificables</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hay zonas en las que no se dispone de cobertura móvil</li> <li>- Ya existen desarrollos similares por parte de otras compañías</li> <li>- El mercado está muy disgregado</li> <li>- No hay una oferta de servicios única</li> </ul>
Fortalezas	Oportunidades
<ul style="list-style-type: none"> <li>- El sistema es modular</li> <li>- Hay una buena gestión de RRHH en la aplicación</li> <li>- El desarrollo es en Java, siendo multiplataforma</li> <li>- El sistema se puede visualizar en la TV</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La situación de los ancianos y discapacitados en Europa</li> <li>- Los ancianos están cada vez más acostumbrados al uso de Nuevas Tecnologías</li> </ul>

Tabla 7.13 Análisis CAME proyecto CONFIDENT

Corregir	Afrontar
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elaborar un plan de contingencia</li> <li>- Especificar mejor los requisitos de usuario</li> <li>- Marcar objetivos cuantificables</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ser capaces de garantizar el funcionamiento parcial de la aplicación off-line</li> <li>- Hacer un análisis de la competencia y una búsqueda de un valor añadido y unas ventajas competitivas que marquen la diferencia</li> </ul>
Mantener	Explotar
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Documentar bien el sistema</li> <li>- Mantener el equipo de desarrollo del proyecto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar relaciones con entidades clave en el sector</li> <li>- Elaborar un plan de negocio</li> <li>- Llevar a cabo actividades de difusión y concienciación</li> </ul>

### 7.3.3 CONFORMIDAD DE LA IMPLANTACIÓN

El último nivel de evaluación de CONFIDENT es el análisis de conformidad de la implementación y de la especificación arquitectural, tal y como se reflejó de forma esquematizada en la Figura 4.9.

Dicho análisis se traduce en que la implementación de CONFIDENT es **conforme** a la descripción arquitectural. Hay que aclarar que es conforme porque aunque todas las características descritas en la especificación arquitectural han sido implementadas, se han desarrollado nuevas funcionalidades y características no documentadas en la descripción arquitectural, esto es debido a la manera tradicional de desarrollo e implementación de estos sistemas, donde nuevas funcionalidades que se añaden durante la época de desarrollo no se documentan como se debiera. Un ejemplo han sido las nuevas funcionalidades desarrolladas para el móvil.

### 7.3.4 RESUMEN DE LA EVALUACIÓN

Como último paso de la evaluación de la arquitectura de CONFIDENT y como resumen de los análisis que se han documentado en páginas previas podemos destacar los siguientes puntos:

- El sistema CONFIDENT se ha desarrollado de manera conforme a la descripción arquitectural.
- Es necesario una definición más acotada, objetiva y cuantificable de los factores de éxito u objetivos de CONFIDENT.

- Hay alguna pequeña inconsistencia entre las diferentes vistas que debe ser resuelta, tal y como se apunta en el registro de inconsistencias del sistema.
- La usabilidad para estos colectivos debe ser considerada de manera global a todos los aspectos y niveles.

## 7.4 RESUMEN

Las evaluaciones de las descripciones arquitecturales de los sistemas de HEALTHMATE y CONFIDENT muestran cómo las diferentes vistas están cumpliendo con sus objetivos, facilitando a cada actor la información necesaria en un formato accesible y comprensible para ser utilizado durante cualquier fase del ciclo de vida de un proyecto. Así, la evaluación de una descripción arquitectural software nunca se reflejará en un valor numérico sino en un conjunto de recomendaciones a considerar que facilitarán el éxito de la implementación del sistema, actuando como catalizadores para permitir un flujo de información comprensible entre todos los actores.

### Referencias Capítulo 7

- [IEEE00] IEEE 1471-2000 - IEEE Recommended Practice for Architectural Description of Software-Intensive Systems. IEEE, 2000.
- [INT03] Intellect. Getting IT Right for Government. A review of public sector IT projects. Intellect; 2003. Disponible en [http://www.intellectuk.org/publications/reports/Get\\_IT\\_Right\\_for\\_Govt.pdf](http://www.intellectuk.org/publications/reports/Get_IT_Right_for_Govt.pdf) Último acceso 13 Enero 2005.
- [JONK03] Jonkers H (editor). Concepts for architectural description. Archimate deliverable 2.2.1 v2.0; 2003. Disponible en <https://doc.telin.nl/dscgi/ds.py/Get/File-29421> Último acceso 13 Enero 2005.
- [KAZ94] Kazman R, Abowd G, Webb M. SAAM: A Method for Analyzing the Properties of Software Architectures. Proceedings of the 16th International Conference on Software Engineering, 1994, pp. 81-90; 1994.
- [KAZ00] Kazman, R., Klein, M., Clements, P., 2000. ATAM: Method for Architecture Evaluation, CMU-SEI Technical Report CMU/SEI-2000-TR-004.
- [TOGA02] The Open Group.TOGAF. The Open Group Architectural Framework.2002. Disponible en <http://www.opengroup.org/architecture/togaf/> Último acceso 13 Enero 2005.



## 8. DISCUSIÓN

### 8.1 INTRODUCCIÓN

Este capítulo recoge la discusión de la tesis. En primer lugar, se presenta un resumen del trabajo realizado por el autor de la tesis, plasmado con detalle en los capítulos previos para tras ello, proceder con la discusión sobre los resultados obtenidos.

El debate se centrará en diferentes aspectos, dando respuesta a las siguientes preguntas:

- ¿Cuáles son los momentos de definición y evaluación de una arquitectura?
- ¿Hay necesidad de una arquitectura software?
- ¿Son útiles las arquitecturas software?
- ¿La metodología es independiente de la notación?
- ¿Se puede mejorar la descripción arquitectural para conseguir mayor eficiencia y efectividad?
- ¿Es conveniente una arquitectura específica frente a una arquitectura genérica?
- ¿Qué ventajas aporta frente a otras arquitecturas de referencia?
- ¿Cuáles son las principales aportaciones del autor con esta tesis?

Finalmente, se presentan las conclusiones de este capítulo.

## 8.2 RESUMEN DEL TRABAJO REALIZADO

La tesis refleja parte del trabajo de investigación, desarrollo e innovación del autor así como su experiencia y conocimiento en el ámbito de los servicios sociosanitarios apoyados en las TIC desde el año 1998, en el que comenzó sus estudios de doctorado. Descritos con detalle en capítulos previos, los resultados del trabajo realizado durante el período de elaboración de esta tesis se plasman en un **estudio del estado del arte** alrededor de la e-salud y la e-inclusión, sus sistemas software y sus arquitecturas; una **metodología o marco de referencia arquitectural** en el ámbito de los sistemas sociosanitarios; unas **plantillas** para documentar las vistas de la arquitectura; la **descripción** de dos sistemas, **HEALTHMATE** y **CONFIDENT** haciendo uso de la metodología propuesta y una **evaluación de las arquitecturas**.

En los capítulos 2 y 4, se ha hecho un estudio en profundidad sobre los sistemas de e-salud y e-inclusión y las diferentes propuestas de arquitectura software alrededor de TOGAF, RM-ODP, IEEE 1471-2000 [TOGA02] [RMO02] [IEEE00], prestando especial atención a aquellas arquitecturas específicamente pensadas para el ámbito de la e-salud: HISA, HIF, TSIA u otras [HIF96] [HISA97] [HISA02].

A continuación, basándose principalmente en TOGAF y en la recomendación IEEE 1471:2000 se ha propuesto un marco de referencia arquitectural con diferentes puntos de vistas para cubrir las competencias de todos los actores involucrados. Cabe añadir que no sólo se ha sugerido esta metodología sino que también se han creado las plantillas que sirven para documentar cada una de las vistas propuestas y se han propuesto un conjunto de herramientas para evaluar las descripciones de las arquitecturas a diferentes niveles.

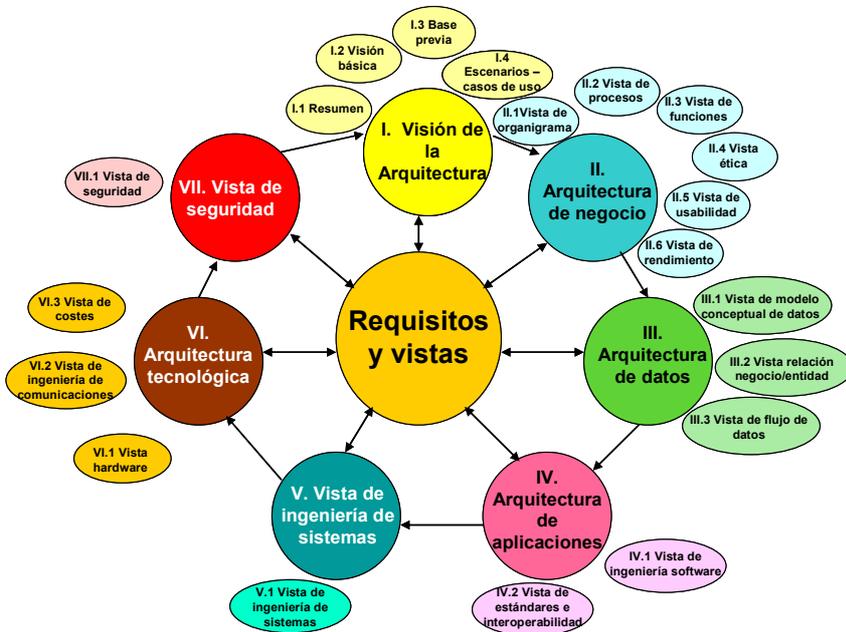


Figura 8.1 Marco de referencia arquitectural utilizado en la tesis

Tras ello, y con el fin de comprobar la capacidad de la metodología para documentar toda la arquitectura y hacerla entendible a cualquier actor involucrado, se ha procedido en el capítulo 6 a realizar la descripción de los sistemas de e-salud HEALTHMATE y e-inclusión CONFIDENT siguiendo el marco de referencia propuesto.

Para finalizar, en el capítulo 7 se ha llevado a cabo la evaluación de las arquitecturas de esos sistemas a tres niveles:

- nivel de estructura de la descripción arquitectural, comprobando que cumple las recomendaciones recogidas en la norma IEEE 1471:2000.
- nivel de la descripción arquitectural: comprobando el nivel SMART<sup>1</sup> de los objetivos propuestos [TOGA03c], haciendo un análisis de los escenarios en diferentes situaciones [COO03] y de diferentes factores de éxito/fracaso propuestos por la asociación inglesa INTELLECT [INT03].
- analizando el grado de conformidad de la descripción de la arquitectura con la implantación real [TOGA03d].

## 8.3 DISCUSIÓN

### 8.3.1 MOMENTO DE DEFINICIÓN Y DE EVALUACIÓN DE LA ARQUITECTURA

Son diversas las maneras de abordar un sistema software: en cascada, en espiral, siguiendo la metodología de Rational [KRU00] [LEEM03] [SHA96] y en función de la manera seleccionada, nos podemos encontrar con una arquitectura que se fija al inicio del proyecto y es inamovible, o con una arquitectura que va evolucionando a la vez que evoluciona el proyecto. Así, en función de cuál vaya a ser el ciclo de vida del proyecto, los momentos de definición y evaluación de la arquitectura serán diferentes.

Un factor importante para marcar esos momentos es la cantidad de recursos disponibles y las limitaciones temporales, porque pese a que podamos considerar que por ejemplo, un ciclo de vida de proyecto en espiral sea el óptimo, hemos de tener en cuenta los recursos de todo tipo disponibles, que nos marcarán unas restricciones a la hora de fijar momentos de definición y evaluación de la arquitectura.

En cualquier caso, siempre antes de comenzar el desarrollo de un sistema debiéramos tener completamente definida su arquitectura (aunque pueda ser mejorada después) mientras que la evaluación es conveniente realizarla cuando las recomendaciones y sugerencias derivadas de dicho análisis puedan considerarse e incluirse en la arquitectura y el desarrollo final. Una evaluación de la arquitectura siempre ha de realimentar a la arquitectura con el ánimo de mejorarla...; si la evaluación se lleva a cabo cuando ya no podemos hacer cambios en la arquitectura, podremos detectar factores de éxito y/o de fracaso pero no podremos hacer nada por optimizar la arquitectura.

---

<sup>1</sup> Acrónimo de *Specific, Measurable, Actionable, Realistic, Time-bound*

En los casos de HEALTHMATE y CONFIDENT, tanto la descripción como la evaluación se han documentado a posteriori pero siempre siendo objetivos y reflejando las decisiones tomadas durante el ciclo de vida del sistema.

### 8.3.2 NECESIDAD

Una de las preguntas que ha surgido en algún capítulo de la tesis y que también lo fue previamente en foros especializados desde hace mucho tiempo es la necesidad o no de una arquitectura software [JONK02] [LEEM03].

Las organizaciones necesitan adaptarse cada vez más de una manera flexible a un entorno dinámico en el que cambian permanentemente los requisitos del usuario y los objetivos de negocio. Esto requiere capacidad de influir en todas las actividades del ciclo de vida de un sistema, desde la organización estructural hasta la infraestructura de redes. Para ello, es esencial la existencia de una arquitectura que permita la descripción y visualización del sistema desde diferentes dominios y sus relaciones con los actores.

Estas vistas son de manera similar a las vistas de planta, alzado y perfil de un edificio lo que caracteriza la arquitectura software de un sistema. De una manera muy simplista, la arquitectura software puede entenderse como la pieza que permite pasar de los requisitos de usuario a código. Si no existe esa arquitectura, se podrá llegar al código pero no seremos capaces de reproducirlo...no podremos garantizar la condición de repetible.

Dicho esto, podemos resumir la discusión sobre este punto en que Sí es necesaria una arquitectura software y sólo cuando no nos vaya a ser útil (ver siguiente punto) y tengamos la certeza de que no se van a dar situaciones similares a la actual, podemos optar por obviar el documentar la arquitectura software del sistema (pues aunque sea de manera informal, tácita y sin nada por escrito, siempre tendremos al menos un esbozo de arquitectura en nuestra mente).

Continuando con la analogía establecida previamente con los arquitectos tradicionales, podemos citar a Lemus quien decía que 'tal vez la razón del lento progreso en el desarrollo y evolución de los sistemas software se deba a que empleamos carpinteros y constructores en vez de arquitectos...' [ICE03].

### 8.3.3 UTILIDAD

¿Es útil la arquitectura software propuesta? Vayamos de lo general a lo particular. En primer lugar, no debemos olvidar que la arquitectura es un medio, no un fin. Nuestro objetivo es tener un sistema óptimo en el entorno deseado. Así, debemos evitar la parálisis por análisis, ser prácticos y centrarnos en los actores de la arquitectura o en quien tenga que documentarla. Esta manera de enfocar el diseño arquitectural software está siendo asumido por todas las organizaciones que buscan el pragmatismo a la par que el rigor científico como la Carnegie Mellon [CLE01] [CLE03] en su aproximación 'Views and Beyond', buscando la optimización de recursos cuando se modela una arquitectura pues como ya dijo Box [BOX76] 'Todos los modelos son falsos, algunos son útiles'. Así, la mayoría de ingenieros arquitectos software abogan por documentar únicamente las vistas relevantes y que son útiles, es decir, presentan lo que necesita cada uno de la manera más legible posible para los usuarios, no generando papel y más papel pues se tiene bastante asumido que gran parte de la información sobre la

arquitectura de un sistema está centrado mayoritariamente en unas cuantas vistas, e incluso Microsoft está haciendo uso de estas tendencias y metodologías como TOGAF para abordar sus desarrollos [MIC03] [KON03] [NUS 94].

La utilidad de la arquitectura también depende del uso que se haga de ella y en qué momentos. Una arquitectura software debe ir documentándose desde el principio del ciclo de vida del sistema e ir creciendo a la par que el sistema. Si en cada una de las fases del ciclo de vida se tiene en cuenta la arquitectura y hay evaluaciones periódicas para evitar desviaciones entre lo desarrollado y lo documentado, la arquitectura software siempre será útil.

Tanto la arquitectura de HEALTHMATE y CONFIDENT como su evaluación se han hecho a posteriori durante el desarrollo de esta tesis. Si en vez de haberlo hecho a posteriori, se hubiera llevado a cabo durante el desarrollo y la implantación, hubiéramos detectado y resuelto una serie de problemas: en HEALTHMATE, por ejemplo la falta de definición de los objetivos o la necesidad de un plan de contingencias para evitar problemas con los proveedores; esto provocó que gran parte de lo realizado en el proyecto sólo haya podido ser utilizado de manera parcial y que se hayan dedicado muchos recursos humanos y económicos para cubrir las carencias detectadas

Así, una arquitectura software es útil para todos los actores del sistema, especialmente cuando se utiliza en todas las fases de ciclo de vida del sistema para documentar, desarrollar, evaluar en cualquier momento tanto la descripción arquitectural como la implantación real y evitar desviaciones de cualquier tipo del sistema.

### **8.3.4 FONDO Y FORMA**

Durante toda la tesis se ha diferenciado entre el fondo y la forma. Eso facilita la mejora de cualquiera de los resultados de la tesis en trabajos futuros. Así, se ha diferenciado claramente entre el marco arquitectural propuesto y las plantillas o lenguajes que han de servir para documentar esa arquitectura [FLO01] [LEEM03].

El fondo (el qué) se ha sustentado sobre metodologías y recomendaciones existentes como IEEE 1471:2000 y TOGAF principalmente, aunque ATAM, RM-ODP o el proyecto Archimate también han sido útiles a la hora de definir la metodología.

La forma (el cómo) es tal vez el punto más crítico porque aunque hay mucha literatura sobre las arquitecturas software, no se ha producido una eclosión en este campo por la carencia de herramientas de uso común y extendido para la documentación, seguimiento y evaluación de estas descripciones de arquitecturas [MED00]. En esta tesis se ha optado por el uso de Microsoft Visio porque ya dispone de herramientas UML, sus esquemas se pueden convertir a XML (asegurando una cierta portabilidad e interoperabilidad), se espera que en un futuro incorpore ADLs (lenguajes de descripción de arquitecturas) y por su extensión universal. Utilizando Microsoft Visio se han desarrollado una serie de plantillas o puntos de vistas sobre las que documentar la arquitectura de un sistema. Estas plantillas son susceptibles de mejora e integración pero aseguran que si la metodología propuesta para la descripción de arquitecturas es utilizada, esas plantillas vayan mejorando y completándose paulatinamente mientras cubren las nuevas necesidades detectadas por los arquitectos software.

### 8.3.5 EFECTIVIDAD O EFICIENCIA -> INTEGRACIÓN

¿Es efectiva y eficiente esta metodología? O dicho de otra manera: ¿se pueden mejorar las descripciones arquitecturales para conseguir mayor eficiencia y efectividad?

Para lograr una mayor eficiencia y efectividad, es necesario una mayor integración entre las vistas pese o independientemente de que sean coherentes entre ellas. Esto se debe a que en la totalidad de las arquitecturas software existentes, los dominios abordados por las arquitecturas no son tratados de una forma integrada, haciendo muy difícil el juzgar los efectos de los cambios propuestos. Cada dominio, cada vista tiene su propio lenguaje, dibuja sus propios modelos y usa sus propias técnicas y herramientas, siendo muy complicada la comunicación entre dominios [JONK02].

En nuestro caso se ha utilizado una única herramienta para describir todos los puntos de vista. Esa integración y el conocimiento de la única herramienta a utilizar compensan la pequeña pérdida de eficacia que supondría el utilizar herramientas específicas de descripción de cada una de las vistas<sup>2</sup>. Sin embargo, no se dispone aún de la opción de integrar las diferentes vistas de tal forma que si se da un cambio en la arquitectura, no necesitemos cambiarlo n veces sino que baste con una.

Sea cual sea el caso, nunca se debe perder el punto de vista pragmático señalado por Florjn, Abowd, Clements y otros, pues no se puede pasar más tiempo personalizando el marco arquitectural o haciendo la descripción arquitectural que el tiempo destinado a su desarrollo o a su evaluación. Hay que ser prácticos: pensemos en las competencias de los actores involucrados y generemos la documentación necesaria pero no más; usemos un lenguaje que se ajuste a nuestros objetivos y pensemos, no usando los estándares ciegamente, utilizando la imaginación,... [FLO01] [ABO97][CLE03].

### 8.3.6 ESPECIFICIDAD

¿Es necesaria una arquitectura específica en el ámbito de la e-salud en lugar de una genérica? Es opinión del autor de la tesis que un marco de arquitectura genérico deja muchos huecos por cubrir en el entorno de la e-salud y de la e-inclusión, provocando que no se utilicen por su falta de efectividad. Dado que tal y como se ha mencionado previamente, una arquitectura software es necesaria en sistemas de este tipo, se debe optar por la utilización de un marco de referencia de arquitectura específico para este tipo de aplicaciones. Esta necesidad se ve además refrendada por la aparición de diferentes propuestas de arquitectura en el ámbito sanitario como [HISA97], [HISA02], [HIF96]. Ninguno de ellos ha llegado a extenderse y antes de hacer nuestra propuesta de metodología se hizo un análisis de ellos que se muestra en la sección posterior.

---

<sup>2</sup> ... además de que sería necesario un arquitecto software superespecialista con conocimientos de todas esas herramientas específicas.

### 8.3.7 VENTAJAS FRENTE A OTROS MARCOS ARQUITECTURALES

Otro aspecto de discusión es ... qué aporta esta metodología, este marco arquitectural frente a otros y específicamente en el sector sanitario<sup>3</sup>. Para ver qué ventajas aporta la metodología de arquitectura software propuesta en la tesis se ha hecho un análisis comparativo con otras seis existentes en el ámbito de la e-salud: SCTA (*Secure Telemedicine Collaborative Architecture*), SAMTA (*Open Scalable Architecture for Multimedia Telemedicine Application*), HIF (*Healthcare Information Framework*), HISA (*Health Information System/Service Architecture*), HL7/CDA (*Health Level 7/ Clinical Document Architecture*) y TSIA (*Telemedicine System Interoperability Architecture*) [HIF96][HISA97][HISA02].

Para cada una de ellas, se ha analizado si usa vistas o no, si es escalable y/o flexible, si es válido para una arquitectura en las fases de especificación, seguimiento, desarrollo y evaluación, su grado de definición, dónde ha sido usado, sus puntos débiles y fuertes y sus autores. Toda esta información está recogida en las dos tablas que se muestran en páginas posteriores.

Se observa cómo la metodología propuesta puede ser utilizada en cualquier fase frente a limitaciones de otras, encontrándose como principal punto débil el hecho de que aún no es conocida y que las plantillas para la descripción arquitectural son mejorables; incluso aún así, la metodología propuesta presenta considerables ventajas frente al resto ( entre las que destacan sobre todo HISA y TSIA). En cualquier caso, es digno de reseñar y analizar el bajo nivel de utilización de los marcos de arquitecturas software y la necesidad de revisión de algunos de ellos dado que no tienen un enfoque práctico<sup>4</sup> [KLE02][FRE99].

---

<sup>3</sup> Dado que no consta la existencia de ningún marco de referencia de arquitecturas en el ámbito de la e-inclusión.

<sup>4</sup> ... pues consideran la arquitectura el fin y no el medio.

Tabla 8.1 Análisis comparativo de arquitecturas (I)

NOMBRE	OBJETIVO FINAL	USO DE VISTAS	ESCALABLE	FLEXIBLE	VÁLIDO PARA				GRADO DE DEFINICIÓN	AUTORES	AÑO
					Especificación	Seguimiento	Desarrollo	Evaluación			
SCTA	Transmisión segura de datos sanitarios en entornos cooperativos	NO	No disponible	No disponible	Nulo	Nulo	Nulo	Nulo	No disponible. Parece bajo	West Virginia University	1997
SAMTA	Guías maestras para desarrolladores aplicaciones telemedicina	SI, las mismas que HISA	SI	SI, demasiado. Basado en HISA	Medio-alto	Bajo	Medio	Medio	Bajo	Consorcio SAMTA	2000
HIF	Estándar de estándares o para desarrolladores de estándares	SI, 3: Atención sanitaria, tecnología y requisitos	SI	SI	No está pensado para ello				Elevado pero poco útil	CEN/TC 251	1996
HISA	Modelo referencia para servicios sanitarios y TIC	SI, 3: de empresa, información y computacional	SI	SI, siempre dentro de un hospital	Medio-alto	Medio-alto	Medio-alto	Medio-alto	Total	CEN/TC 251	1998
HL7/CDA	Interoperabilidad	NO	SI	SI	No está pensado para ello				Total	HL7	2001
TSIA	Interoperabilidad	NO	SI	SI	Medio-alto	Medio-alto	Medio-alto	Medio-alto	Pendiente definición de	Sandia Laboratories	2003
TESIS	Interoperabilidad, gestión del sistema e información disponible y entendible para todos los actores del sistema	SI, más de 20	SI	SI	Alto	Alto	Alto	Alto	Definido y con plantillas disponibles	Vicente Traver	2004

NOMBRE	USADO POR O EN	PUNTOS FUERTES	PUNTOS DÉBILES	OTROS
SCTA	Sólo dentro del proyecto donde se creó, para info de pacientes de UCIs.	Basado en CORBA, apuesta por sistemas plug & play.	Sólo cubre seguridad. No apto para arquitectura del sistema.	Financiado por DARPA y hecho por la gente que hizo ARTEMIS.
SAMTA	Utilizado durante el proyecto SAMTA en dos demos en Hungría y Lituania.	Es muy simple.	Uso nulo fuera de su proyecto. No aporta ninguna ventaja sobre HISA.	SAMTA es un proyecto europeo sobre cardio con aplicación en ámbito rural.
HIF	Uso nulo, muy poco referenciado.	Es consciente de la heterogeneidad de estándares. Prescribe pero no obliga.	No presta atención a la interoperabilidad.	Pensado para desarrolladores de estándares. Bajo proceso de fuerte revisión. No va dirigido a desarrolladores de sistemas.
HISA	Usado por proyectos PICNIC, SAMBA, SYNEX & SYNAPSES.	Independiente de la notación. Muy bien definido.	Enfocado sobre todo a procesos de comunicación entre hospitales. No considera por ejemplo la seguridad.	Bajo proceso de fuerte revisión. 3 capas: aplicación, <i>middleware</i> y física. 3 tipos de actividades: asistencia al paciente, administración y facturación y gestión.
HL7/CDA	De manera intensiva en USA y resto de América, también en Europa para intercambios de mensajes y datos	Sigue niveles ISO. Facilita interoperabilidad funcional y semántica.	Arquitectura pensada únicamente para intercambio de información, no considerando otras vistas.	La versión 3 (2004) usa XML.
TSIA	Promovido por DoD y SANDIA con visión pragmática y mucho apoyo pero aún sin uso.	Visión práctica, fuerte apoyo USA, no parten de cero, plan de transición e implantación muy bien definido, sistema plug & play.	Al no usar vistas, es complicado captar algo a simple vista, apareciendo toda la info al mismo tiempo. No sigue OSI y han ignorado iniciativas similares.	Tienen una muy buena clasificación de interfaces y estándares para promover la interoperabilidad.
TESIS	Aun sin uso	Muchas vistas. Independiente de la notación. Cubre todos los aspectos.	Desconocido. Plantillas mejorables.	Basado en IEEE 1471:2000 y TOGAF.

Tabla 8.2 Análisis comparativo de arquitecturas (II)

### 8.3.8 APORTACIONES DEL AUTOR

¿Cuáles son las principales aportaciones de esta tesis en el ámbito de las arquitecturas software de e-salud y e-inclusión? Para el autor, tres son sus principales aportaciones:

- una propuesta de metodología específica que permite la descripción arquitectural de cualquier sistema de e-salud y e-inclusión, que pueda ser útil para todos los actores involucrados en cualquier momento del ciclo de vida del sistema.
- un conjunto de plantillas generadas para documentar esa descripción arquitectural.
- una propuesta de mecanismos de evaluación de la arquitectura para cualquiera de las diferentes fases de un sistema.

## 8.4 CONCLUSIONES

Este capítulo es el más subjetivo de toda la tesis, dando respuesta a preguntas sobre la utilidad, efectividad, necesidad, especificidad de la metodología propuesta. Así, concluiremos este capítulo formulando dichas preguntas y resumiendo cada una de las respuestas en 4 líneas.

### ¿Cuáles son los momentos de definición y evaluación de una arquitectura?

No hay una única respuesta porque dependerá de la metodología a utilizar. En cualquier caso, es conveniente que la arquitectura esté definida antes de comenzar el desarrollo. Sobre evaluación, las diferentes características de una arquitectura pueden evaluarse en diferentes momentos siempre y cuando esa evaluación realmente y mejore la arquitectura.

### ¿Hay necesidad de una arquitectura software?

Sí, es esencial la existencia de una arquitectura que permita la descripción y visualización del sistema desde diferentes dominios y sus relaciones con los actores. La arquitectura software es la pieza que permite pasar de los requisitos de usuario a código y garantizar que un sistema sea repetible.

### ¿Son útiles las arquitecturas software?

Como ya dijo Box 'Todos los modelos son falsos, algunos son útiles'. La arquitectura es un medio, no un fin. Una arquitectura software es útil para todos los actores del sistema, especialmente cuando se utiliza en todas las fases de ciclo de vida del sistema para documentar, desarrollar, evaluar en cualquier momento tanto la descripción arquitectural como la implantación real y evitar desviaciones de cualquier tipo del sistema.

### ¿La metodología es independiente de la notación?

Sí, durante toda la tesis se ha diferenciado entre el fondo y la forma, siendo la notación independiente de la metodología. Eso facilita la mejora de cualquiera de los resultados de la tesis en trabajos futuros. Sobre la notación, mencionar que ahora mismo hay una

carencia de herramientas de uso común y extendido para la documentación, seguimiento y evaluación de estas descripciones de arquitecturas [MED00] [TOGA02].

**¿Se puede mejorar la descripción arquitectural para conseguir mayor eficiencia y efectividad?**

Sí, siempre se podrá mejorar para obtener una descripción de arquitectura documentada de una forma más coherente e integrada que facilite por ejemplo la evaluación objetiva de diferentes parámetros o el cambio de algún módulo de la arquitectura. Sin embargo, seamos siempre prácticos y generemos sólo la información necesaria, pues el hacer una descripción de arquitectura muy extensa no conlleva directamente eficiencia y efectividad.

**¿Es conveniente una arquitectura específica frente a una arquitectura genérica?**

Sí. Un marco de arquitectura genérico deja muchos huecos por cubrir en el entorno de la e-salud y de la e-inclusión, provocando que no se utilicen estas arquitecturas por su falta de efectividad. Otra muestra de su necesidad es la existencia de diferentes propuestas de arquitecturas para cubrir esas necesidades: TSIA, CSTA, HISA, HIF,...

**¿Qué ventajas aporta frente a otras arquitecturas de referencia?**

Tras el análisis que se recoge en tablas previas, la arquitectura de referencia propuesta utiliza vistas, mostrando sólo la información necesaria a cada actor, es escalable y flexible, pudiendo utilizarse en cada una de las fases del ciclo de vida de un sistema: especificación, seguimiento, desarrollo, evaluación ... Además, se usa una herramienta como Microsoft Visio ya extendida y fácilmente usable que se complementa con una serie de plantillas para la descripción de las vistas. Sólo HISA y TSIA cumplen con la mayor parte de estas premisas aunque tampoco están siendo utilizadas de manera intensiva<sup>5</sup>.

**¿Cuáles son las principales aportaciones del autor con esta tesis?**

Una propuesta de **metodología específica** que permite la **descripción arquitectural** de cualquier sistema de e-salud y e-inclusión, un conjunto de **plantillas** generadas para documentar esa descripción y una propuesta de **mecanismos de evaluación** de la arquitectura para cualquiera de las diferentes fases de un sistema.

Referencias Capítulo 8

[ABO97] Abowd G, Bass L, Clements P, Kazman R, Northrop L, Zaremski A. Recommended Best Industrial Practice for Software Architecture Evaluation. Carnegie Mellon University, Software Engineering Institute Technical Report CMU/SEI-96-TR-025; 1997.

[BOX76] Box GEP. Science and Statistics. Journal American Statistical Association, 1976,71:791-799.

---

<sup>5</sup> Entre otras cosas, por la carencia de herramientas para realizar las descripciones de las arquitecturas siguiendo esos entornos.

- [CLE01] Clements P, Bachman F, Bass L, Garlan D, Ivers J, Little R et al. Documenting Software Architecture, 2nd edition. Addison Wesley, 2001.
- [CLE03] Clements P, Ivers J, Little R, Nord R, Stanford J. Documenting Software Architectures in an Agile World. CMU/SEI-2003-TN-023; 2003.
- [COO03] Cooper K. Architecture Tradeoff Analysis Method. Presentación disponible en <http://www.utdallas.edu/~kcooper/teaching/6354/ATAM.ppt> ;2003. Último acceso 13 Enero 2005.
- [ICE03] Icedo V, Trejo JM. Software Architecture Assessment. CIMAT, Mayo 2003. Disponible en <http://www.cimat.mx/~trejov/Lemus2/SoftwareArchitectureAssesment.pdf> Último acceso 13 Enero 2005.
- [INT03] Intellect. Getting IT Right for Government. A review of public sector IT projects. Intellect; 2003. Disponible en [http://www.intellectuk.org/publications/reports/Get\\_IT\\_Right\\_for\\_Govt.pdf](http://www.intellectuk.org/publications/reports/Get_IT_Right_for_Govt.pdf) Último acceso 13 Enero 2005.
- [FLO01] Florijn G. Describing Software Architectures Disponible en <http://www.cs.uu.nl/docs/vakken/swa/20012002/Slides/SA-3-Description.pdf> ; 2001 Último acceso 13 Enero 2005.
- [FRE99] Freriks G., Reynolds M.' Suggested Strategy for harmonisation and future progress building upon CEN/TC 251 EHCR activities and ENV 12967 (HISA)' CEN/TC 251, 1999.
- [HIF96] European prestandard ENV-12443. ' Medical Informatics-Healthcare Information Framework'. CEN/TC 251, 1996.
- [HISA97] CEN/TC251. ' Healthcare Information System Architecture Part 1 (HISA) Healthcare Middleware Layer FINAL DRAFT 2'. CEN/TC251 N97-024 prENV 12967-1, 1997.
- [HISA02] CEN/TC251. ' Revised work item description of prEN 12967 Health informatics – Service architecture'. CEN/TC 251/N02-035rev2, 2002.
- [IEEE00] "IEEE 1471-2000 - IEEE Recommended Practice for Architectural Description of Software-Intensive Systems". IEEE; 2000.
- [JONK02] Jonkers H (editor). State of the art in Architecture Concepts and Description. Archimate deliverable 2.1 v1.0; 2002. Disponible en <https://doc.telin.nl/dscgi/ds.py/Get/File-27883> Último acceso 13 Enero 2005.
- [KLE02] Klein G.O. Review Paper ' Standardization of health informatics – results and challenges'. Yearbook of Medical Informatics 2002:103-114, 2002.
- [KON03] Koning H, van Kliet H. Real-life IT architecture design reports and their relation to IEEE Std 1471 stakeholders and concerns. Draft paper; 2003.
- [KRU00] Kruchten P. The Rational Unified Process: An Introduction (2nd Edition). Ed Addison-Wesley, 2000.

- [LEEM03] Leeming N. Software architecture. Libro electrónico disponible en <http://www.softwarearchitect.biz/arch.htm> Último acceso 13 Enero 2005.
- [MED00] Medvidovic N, Taylor RN. A Classification and Comparison Framework for Software Architecture Description Languages. IEEE Transactions on Software Engineering, 2000,26(1):70-93.
- [MIC03] Información general sobre la arquitectura de Microsoft. Disponible en <http://www.microsoft.com/spanish/msdn/articulos/archivo/130902/voices/eaarchover.asp> Último acceso 13 Enero 2005.
- [NUS94] Nuseibeh B, Kramer J, Finkelstein A. A Framework for expressing relationships between multiple views in Requirements specification. IEEE Transactions on Software Engineering, 20(10), Oct 1994, pp. 760-773.
- [RMO02] RM-ODP enterprise language ITU-T Rec. X.911: ISO/IEC 15414 (Sandy Tyndale-Biscoe), 2002.
- [SHA96] Shaw M, Garlan D. Software Architecture: Perspectives on an Emerging Discipline. Prentice Hall ed, 1996.
- [TOGA02] The Open Group.TOGAF. The Open Group Architectural Framework;2002. Disponible en <http://www.opengroup.org/architecture/togaf/> Último acceso 13 Enero 2005.
- [TOGA03c] The Open Group.TOGAF. Business scenarios . Disponible en [http://www.opengroup.org/togaf/p4/bus\\_scen/bus\\_scen.htm](http://www.opengroup.org/togaf/p4/bus_scen/bus_scen.htm) Último acceso 13 Enero 2005.
- [TOGA03d] IT Architecture Compliance website. 'Terminology, the meaning of "Architecture compliance"; Open Group; 2003 Disponible en <http://www.opengroup.org/architecture/togaf7-doc/arch/p4/comp/comp.htm#Terminology> Último acceso 13 Enero 2005.



## **9. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO**

### **9.1 INTRODUCCIÓN**

En este capítulo se exponen las conclusiones de todo el trabajo de investigación realizado en el marco de esta tesis, comprobando la hipótesis planteada a través de los diferentes objetivos que se plantearon en el capítulo. Para finalizar, se describen someramente los posibles trabajos futuros que plantea el tesinando a raíz de la tesis

### **9.2 CONCLUSIONES**

Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones se han ido introduciendo en el entorno sanitario paulatinamente, alterando sus procedimientos, organigramas y la forma de gestionar sus recursos. Se está demandando la interconectividad e interoperabilidad de los sistemas de información para facilitar la comunicación y transferencia de datos en el lugar donde éstos se necesiten con el fin de garantizar la operatividad de los servicios y la continuidad asistencial con una fiabilidad total. Entre otros factores de éxito, ello pasa por una arquitectura software que permita conocer al nivel que deseemos<sup>1</sup> el sistema y disponer de herramientas que faciliten su evaluación. Se ha pretendido con este trabajo de investigación aportar una modesta contribución en este proceso.

---

<sup>1</sup> ... y hayamos documentado.

Tal y como indicamos en el capítulo 3, la hipótesis a demostrar era que

**Es posible la elaboración de una metodología y una arquitectura de referencia de Sistemas de Telemedicina distribuidos sobre redes de comunicación de todo tipo que nos permita tener un conjunto de vistas para la especificación, diseño, seguimiento, desarrollo y posterior evaluación de los sistemas de telemedicina atendiendo los requisitos y cubriendo los objetivos de todos los agentes involucrados en el sistema.**

Para ello y tras el trabajo realizado, vamos a ir analizando uno a uno los objetivos parciales que se definieron para llegar al objetivo final:

Elaboración de un estudio de las arquitecturas software, tanto genéricas como específicas en el área de e-salud.

Se ha hecho un estudio del estado del arte de las arquitecturas software, tanto genéricas (IEEE 1471-2000, TOGAF, RM-ODP,...) como específicas en el ámbito de salud (HISA, HIF, TSIA,...), de sus capacidades, de la carencia de lenguajes de notación y de diversos problemas, como la interoperabilidad, la evaluación o su poco uso. Todo este conocimiento adquirido nos ha sido de extrema utilidad para el siguiente objetivo parcial.

Creación de una metodología y una arquitectura marco de referencia, definiendo los puntos de vista a ser considerados y generando los componentes que serán utilizados para la descripción arquitectural en cada una de las vistas e identificando las funcionalidades, características, terminología y componentes.

Basándose en el concepto de vista, donde cada vista muestra unas características específicas que atañen a alguna competencia del actor, se ha desarrollado una metodología y una arquitectura marco de referencia basada en TOGAF. Además de la arquitectura 'teórica' con todas sus vistas ( el fondo), también se ha creado una serie de plantillas con diferentes componentes con unas funcionalidades y características propias para la descripción arquitectural de cada una de las vistas para ser usadas con Visio (la forma).

El marco de referencia propuesto en la tesis puede ser utilizado en las diferentes fases del ciclo de vida por las que pasa cualquier sistema de e-salud o e-inclusión: especificación, diseño, seguimiento, desarrollo, evaluación,... a diferencia de otros marcos de arquitecturas estudiados que sólo son válidos para alguna de las fases.

Definición de unos criterios de validación de conformidad para la arquitectura marco de referencia propuesta.

No sólo se han definido unos criterios de validación de conformidad para la arquitectura marco de referencia sino que se ha propuesto una metodología de evaluación de la arquitectura a diferentes niveles:

- nivel de estructura de la descripción arquitectural, comprobando que cumple las recomendaciones recogidas en la norma IEEE 1471:2000.
- nivel de la descripción arquitectural: comprobando el nivel SMART de los objetivos propuestos, haciendo un análisis de los escenarios en diferentes situaciones y de diferentes factores de éxito/fracaso.

- analizando el grado de conformidad de la descripción de la arquitectura con la implantación real.

Verificación y validación de la metodología y de la arquitectura marco de referencia en entornos reales.

Se ha llevado a cabo la verificación y validación de la propuesta de metodología y arquitectura marco en el ámbito de la e-salud y la e-inclusión, con los sistemas desarrollados dentro de los proyectos Healthmate y Confident<sup>2</sup>.

En primer lugar, se ha verificado, es decir, se ha comprobado que la metodología cumple los requisitos que nos habíamos propuesto en su especificación. Por otra parte, se ha validado, es decir, se ha visto que realmente es útil y que siguiendo esa metodología, se aporta una información a los actores involucrados en el sistema que permite detectar errores difícilmente subsanables posteriormente y una optimización de los recursos disponibles.

El cumplimiento de todos los objetivos parciales indicados nos lleva a la evaluación del objetivo principal de la tesis, que se definió en el capítulo 3:

**El objetivo principal de la tesis es proponer un marco arquitectural de referencia para sistemas de telemedicina sobre redes de comunicación de todo tipo y un conjunto de herramientas y utilidades que permitan crear un entorno común válido para todos los actores durante el ciclo de vida de un sistema de e-salud y/o e-inclusión, proporcionando además criterios para su evaluación y para la validación de la conformidad de la descripción arquitectural y su implantación.**

Ese marco de referencia ha sido propuesto dentro de esta tesis, habiéndose creado herramientas, plantillas y utilidades que permiten realizar la descripción arquitectural y utilizarla durante cualquier fase del ciclo de vida del sistema. Dado que también se han proporcionado los criterios y la metodología para llevar a cabo la evaluación de la descripción arquitectural del sistema a diferentes niveles, incluyendo el análisis de conformidad de la descripción arquitectural y su implantación real, podemos afirmar que se han cubierto los objetivos propuestos en esta tesis.

### 9.3 TRABAJO FUTURO

Tras la realización de la tesis, se identifican claramente dos líneas de actuación o de trabajo futuro: una de I+D+I, orientada a mejoras en la metodología y la interoperabilidad de las diferentes vistas y otra, de difusión, orientada a promover su uso y darla más a conocer en los diferentes foros de normalización y e-salud de los que el autor forma parte.

---

<sup>2</sup> Tanto las descripciones arquitecturales de Healthmate y Confident como la validación de la metodología y el marco de referencia se han hecho a posteriori.

### 9.3.1 LÍNEA DE I+D+I

Tras esta tesis y como ya diversos expertos han expresado, son varias las líneas de trabajo en las que profundizar en aras a conseguir un entorno de referencia para la documentación de arquitecturas útil, eficiente, usable y que dé respuestas a las necesidades de las diferentes personas que en algunas fases de un sistema software tienen que tomar decisiones. El tesinando propone las siguientes líneas de I+D+I en este campo:

- Creación de herramientas para **evaluar la consistencia** de arquitecturas a través de sus descripciones arquitecturales, detectando carencias, inconsistencias,...
- Creación de herramientas que permitan la **integración de las diferentes vistas** de una descripción arquitectural, de tal modo que un cambio sobre una propiedad del sistema sólo se tenga que hacer en una vista independientemente del nº de vistas en que aparezca esta propiedad. Ello facilita el análisis y la evaluación del sistema frente a cambios (i.e. un análisis de riesgos al modificar un módulo software o hardware del sistema).
- Contribución y estudio de un **Lenguaje de Descripción de Arquitecturas (LDA)**, casi con toda certeza basado en XML, que facilite la interoperabilidad total entre vistas. Este lenguaje genérico actualmente no existe y tampoco se da esa interoperabilidad entre vistas [MED00] [TOGA03e]. Además de ser desarrollado, quedaría pendiente la tarea de analizar si sería útil para los diferentes actores del sistema frente a diversos lenguajes específicos para bloques de las diferentes vistas, que pueden ser mucho más eficientes.

### 9.3.2 LÍNEA DE DIFUSIÓN

Uno de los principales problemas que se han encontrado los ingenieros de arquitecturas software es la difusión de sus trabajos e investigaciones, canalizada únicamente a través de publicaciones, revistas y congresos pero que no se plasma en el uso de arquitecturas software por parte de los ingenieros<sup>3</sup>. Esa necesidad de uso práctico es patente cuando se observa toda la investigación que se está llevando a cabo en este ámbito: a modo de ejemplo, haciendo una búsqueda de los términos 'telemedicine software architecture' en Google, se obtenían 13.300 referencias en noviembre de 2003 frente a las 49.300 que aparecen en diciembre de 2004. Así, el resinando se propone a sí mismo continuar su trabajo en dos frentes:

- La **utilización** de esta **metodología** en todos los proyectos del grupo, tanto internos como en los que intervienen empresas y organizaciones externas a la Universidad Politécnica de Valencia. Ello servirá para plasmar adecuadamente la arquitectura de sistemas extremadamente complejos en los que participaban diversas organizaciones y para lo que no se disponía de herramienta alguna y también para el refinamiento de la metodología y plantillas creadas gracias a la realimentación de los ingenieros software.

---

<sup>3</sup> Aspecto que no se da en el ámbito de la construcción donde antes de realizar cualquier edificación, el arquitecto debe presentar obligatoriamente sus planos con sus vistas de alzado, frente y perfil.

- La continua **participación del tesinando en diferentes foros y organizaciones** que tienen como objetivo la interoperabilidad y la normalización de los sistemas de e-salud y e-inclusión. Desde su participación como ponente en el Workshop on Standardization in E-Health organizado por la ITU en mayo de 2003 [ITU03b] donde presentó la arquitectura IEEE 1471:2000 como herramienta fundamental para extender la interoperabilidad de las aplicaciones de e-salud, el tesinando está involucrado en diferentes organizaciones como el eHSCG ( eHealth Standardisation Coordination Group) [EHS04], donde actúa como secretario o en la propia ITU-T-SG16 donde es el *rapporteur* de la pregunta Q.28 'Entorno multimedia de aplicaciones de e-salud' [ITU04]. También ha organizado workshops sobre la estandarización y las arquitecturas software en congresos internacionales como Medetel 2004 y 2005<sup>4</sup> [MED05] y ha participado activamente con la OMS, la ESA o el consorcio TMA en actividades de todo tipo relacionadas con la interoperabilidad y la estandarización.

Así, el tesinando espera que su labor en el área de estandarización y arquitecturas software de e-salud no sea sólo teórica y se extienda el uso de metodologías y arquitecturas software entre los ingenieros que están trabajando en el ámbito de la e-salud y e-inclusión, tanto en el diseño, como en el desarrollo o en fases posteriores.

#### Referencias Capítulo 9

- [EHS04] Medetel website. Creación del e-Health Standardization Coordination Group. Disponible en <http://www.medetel.lu/satellite/conference/2004/ehscg.html> Último acceso 13 Enero 2005.
- [ITU03] ITU website. Workshop on Standardization in E-Health. Disponible en <http://www.itu.int/ITU-T/worksem/e-health/> Último acceso 13 Enero 2005.
- [ITU04] ITU-T.Study Group 16. Q.28 ' Multimedia Framework for e-health applications'. Enero 2004.
- [MED05] Med-e-Tel Fair and Congress. Disponible en <http://www.medetel.lu/> Último acceso 13 Enero 2005.
- [MED00] Medvidovic N, Taylor RN. A Classification and Comparison Framework for Software Architecture Description Languages. IEEE Transactions on Software Engineering, 2000, 26(1):70-93.
- [TOGA03e] The Open Group.TOGAF. Developing Architecture Views. Disponible en [http://www.opengroup.org/public/arch/p4/views/vus\\_intro.htm](http://www.opengroup.org/public/arch/p4/views/vus_intro.htm) Último acceso 13 Enero 2005.

---

<sup>4</sup> Medetel 2005 se celebrará del 6 al 8 de Abril de 2005 en Luxemburgo.



## ANEXO I – GLOSARIO

<b>Término</b>	<b>Definición</b>
Abstracción	Reducción de una entidad a las características que son esenciales desde un punto de vista.
Actor del sistema	Persona, equipo u organización ( o clases de ellos) con intereses o competencias sobre un sistema.
Análisis	Examen que se hace de una obra, de un escrito o de cualquier realidad susceptible de estudio intelectual.
Arquitectura	Organización fundamental de un sistema reflejado en sus componentes, las relaciones de cada uno de esos componentes con el resto y con el exterior y los principios que guían su diseño y evolución.
Arquitectura de referencia	Modelo de referencia proyectado en componentes que cooperativamente implantarán la funcionalidad definida en el modelo de referencia y las relaciones entre estos componentes.
Atributo	Propiedades específicas q describen una unidad.
Bus de infraestructura	<i>Middleware</i> que establece la relación cliente/servidor.
Competencia	Interés relacionado con el desarrollo del sistema, su funcionamiento o cualquier otro aspecto crítico o de alguna manera importante para uno o más actores del sistema.

<i>Compliant</i>	Referido a arquitectura software, dicese de aquella implementación en la cual algunas características de la especificación de la arquitectura no han sido implementadas pero todas las características implementadas han sido cubiertas y de manera conforme a la especificación de la arquitectura.
Concepto	Abstracción mental de algo existente en el mundo real.
Conforme	Referido a arquitectura software, dicese de aquella implementación donde todas las características de la especificación de la arquitectura son implementadas de acuerdo con la especificación pero se se implementan algunas características adicionales no contenidas en la especificación.
Consistente	Referido a arquitectura software, dicese de aquella implementación tiene algunas características en común con la especificación de la arquitectura y dichas características han sido implementadas de acuerdo a ella. Sin embargo, algunas características especificadas en la arquitectura no han sido implementadas y sí otras no contenidas en la especificación.
Descripción arquitectural	Descripción formal de un sistema de información, organizado de tal forma que facilita el razonamiento sobre las propiedades estructurales del sistema.
Diseño	Parte de un proceso de desarrollo cuyo propósito es decidir cómo un sistema es implantado.
Efectividad	Cuantificación del logro de la meta.
Eficacia	Capacidad de lograr el efecto que se desea o se espera, sin que priven para ello los recursos o los medios empleados.
Eficiencia	Capacidad para lograr un fin empleando los mejores medios posibles.
E-salud	Como el uso de Internet y otras tecnologías relacionadas en la industria sanitaria para mejorar el acceso, eficiencia, efectividad y calidad de los procesos clínicos y comerciales utilizados por las organizaciones sanitarias, personal médico, pacientes y consumidores en un esfuerzo para mejorar el estado de salud de los pacientes.
E-inclusion	Utilización de nuevas oportunidades digitales para la inclusión social de gente o áreas desfavorecidas.
Entidad	Una entidad es cualquier persona, concepto, suceso o evento (en definitiva, cualquier "cosa") con existencia independiente sobre la cual se desea almacenar información.
Entorno arquitectural	Herramienta que puede ser utilizada para desarrollar un amplio rango de diferentes arquitecturas, describiendo un método para diseñar un sistema de información en términos de bloques y mostrando cómo dichos bloques se ajustan entre ellos.

Función	Capacidad útil provista por uno o más componentes de un sistema.
Irrelevante	Referido a arquitectura software, dicese de aquella implementación que no tiene características en común con la especificación de la arquitectura.
Marco	Estructura básica, marco de referencia o conjunto sistemático de relaciones.
Meta-modelo	Modelo que define el lenguaje para expresar un modelo.
Metodología	Conjunto de instrucciones, reglas y/o guías que definen los procesos necesarios para llevar a cabo una tarea dada.
Modelo de referencia	Representación abstracta generalmente aceptada que permite a los usuarios centrarse en el establecimiento de definiciones, construcción de puntos de vista comunes e identificación de aspectos para su definición.
Modularidad	Concepto por el que una parte de software se agrupa en un número de partes distintas y coherentes, ofreciendo servicios al mundo exterior a través de un interfaz bien definido.
Morfología	Ciencia que se ocupa de la estructura de las palabras.
No conforme	Referido a arquitectura software, dicese de aquella implementación donde sólo algunas de las funcionalidades de la especificación del sistema han sido implementadas y no lo han sido de acuerdo a la especificación.
Ontología	Parte de la metafísica que trata del ser en general y de sus propiedades trascendentales.
Proceso	Un conjunto de actividades relacionadas, que transforma entradas en salidas.
Punto de vista	Especificación de las convenciones para construir y usar una vista. Patrón o plantilla desde la que se desarrollan vistas individuales, estableciendo los objetivos y la audiencia para una vista y las técnicas para su creación y análisis.
Relación	Concepto que representa la conexión entre dos o más conceptos.
Representación	Apariencia visual de un concepto o un modelo sensible a la interpretación humana.
Semántica	Descripción formal o informal del significado de los conceptos (posiblemente en un contexto específico o por un propósito dado) y relaciones en un lenguaje de modelado.

Sintaxis	Conjunto de reglas que definen las secuencias correctas de los elementos de un lenguaje de programación.
Sistema	Conjunto de componentes organizados para cumplir una función o un conjunto de funciones específicas.
Telemedicina	La provisión de servicios de atención sanitaria, en los que la distancia constituye un factor crítico, por profesionales que utilizan las tecnologías de la información y de la comunicación con objeto de intercambiar datos para hacer diagnósticos, realizar tratamientos y prevenir enfermedades y lesiones, así como para la formación permanente de los profesionales de la salud y en actividades de investigación y evaluación, con el fin de mejorar la salud de las personas y de las comunidades en que viven.
Totalmente conforme	Referido a arquitectura software, dicese de aquella implementación donde hay una correspondencia total con la especificación de la arquitectura. Todas las características especificadas son implementadas de acuerdo a la especificación y no hay características implementadas no descritas en la especificación.
Usabilidad	La usabilidad es la facilidad con que un usuario puede aprender a operar, preparar entradas e interpretar salidas de un sistema o componente.
Validación	Proceso por el cual se comprueba que los requisitos y producto sirven para el fin que se pretendía.
Verificación	Proceso por el cual se comprueba que el producto final cumple los requisitos que se definieron.
Vista	Representación de un sistema completo desde la perspectiva de un conjunto de competencias relacionadas.
Visualización	Manera en la que el contenido de un modelo o una vista es presentado al usuario.





## ANEXO II. ACRÓNIMOS

<b>Siglas</b>	<b>Nombre completo</b>
AD	Architectural Description
ADL	Architecture Description Language
ADM	Architecture Development Method
ADML	Architecture Description Markup Language
AMM	Asociación Médica Mundial
ASP	Application Service Provider
ATAM	Architecture Tradeoff Analysis Method
BBDD	Bases de Datos
BBIB	Building Blocks Information Base
BET	Bioingeniería, Electrónica y Telemedicina
C4ISR	Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, Surveillance and Reconnaissance

CAF	Conceptual Architectural Framework
CAME	Corregir, Afrontar, Mantener, Explotar
CDA	Clinical Document Architecture
CEN-TC	Comité Europeo de Normalisation - Technical Committee
CMU	Carnegie Mellon Institute
COCEMFE	Confederación Coordinadora Estatal de Minusválidos Físicos de España
COTS	Commercial Off-The-Shelf
CRUP	Create, Reference, Update, Delete
CSSA	Computing Services and Software Association
DA	Descripción Arquitectural
DAFO	Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades
DARPA	Defense Advanced Research Project Agency
DBMS	Database Management System
DLM	Daily Living Manager
DoD	Department of Defense
DRDA	Distributed Relational Database Architecture
eHSCG	eHealth Standardisation Coordination Group
ETSIT	Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación
GBT	Grupo de Bioingeniería y Telemedicina
GPRS	General Packet Radio Service
GUI	Graphical User Interface
GVD	Gestor de la Vida Diaria
H9O	Hospital 9 de Octubre

HFC	Híbrido Fibra-Coaxial
HIF	Healthcare Information Framework
HIMSS	Healthcare Information and Management Systems Society
HIPAA	Health Insurance Portability and Accountability Act
HISA	Health Information System Architecture
HISA (y 2)	Health Information Service Architecture
HL7	Health Level 7
HLAFE	Hospital Universitario La Fe
HON	Health On the Net
ICMP	International Classification of Medical Procedures
IEC	International Electrotechnical Commission
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IGU	Interfaz Gráfica de Usuario
INSALUD	Instituto Nacional de la Salud
IP	Internet Protocol
ISAM	Indexed Sequential Access Method
ISCI	Instituto de Salud Carlos III
ISO	International Organization for Standardization or International Standards Organization (common, but incorrect)
ITU	International Telecommunications Union
LDA	Lenguaje de Descripción de Arquitecturas
MIB	Medical Information Bus
N/A	No aplicable

NTUA	National Technical University of Athens
ODP	Open Distributed Processing
OMS	Organización Mundial de la Salud
OSI	Open Systems Interconnection
PDA	Personal digital Assistant
PDS	Persona con Discapacidades Severas
QoS	Quality of Service
ROI	Return of Investment
SAMTA	Open Scalable Architecture for Multimedia Telemedicine Applications
SCTA	Secure Collaborative Telemedicine Architecture
SEBT	South & East Belfast Health & Social Services Trust
SEI	Software Engineering Institute
SG	Study Group
SG	Study Group
SGBD	Sistemas de Gestión de Bases de Datos
SI	Sociedad de la Información
SIB	Standards Information Base
SIG	Special Interest Group
SMART	Specific, Measurable, Actionable, Realistic, Time-bound
SOAP	Simple Object Access Protocol
SPIRIT	Service Providers' Integrated Requirements for Information Technology
TAFIM	Technical Architecture Framework for Information Management
TATRC	Telemedicine and Advanced Technology Research Center

ThXPA	Therapeutirio Xronion Pathiseon Attikis
TIA	Telemedicine Interoperability Architecture
TIC	Tecnologías de la Información y las Comunicación
TINA	Telecommunications Information Networking Architecture
TOGAF	The Open Group Architectural Framework
TRM	Technical Reference Model
TSIA	Telemedicine System Interoperability Architecture
UCI	Unidad de Cuidados Intensivos
UHD	Unidad de Hospitalización a Domicilio
UID	User Interface Design
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones
UML	Unified Modelling Language
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
UPM	Universidad Politécnica de Madrid
UPV	Universidad Politécnica de Valencia
VBA	Visual Basic for Applications
WAG	Web Accesibility Guidelines
WAI	Web Accesibility Initiative
xDSL	x Digital Subscriber Line
XML	Extended Markup Language



## ANEXO III. LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 Imagen de la Revista Radio News, Abril 1924 .....	10
Figura 2.2 Esquema-resumen del IEEE 1471-2000 .....	19
Figura 2.3 Vista y punto de vista. Adaptado de Maier [MAI01].....	20
Figura 4.1 Necesidad de la arquitectura software .....	38
Figura 4.2 Modelo conceptual utilizado por el IEEE-1471-2000.....	39
Figura 4.3 ADM.....	41
Figura 4.4 Ejemplo de diagrama de clases UML .....	44
Figura 4.5 Clasificación de técnicas de análisis .....	46
Figura 4.6 Tarta de boda – ejemplo de evaluación de arquitecturas.....	47
Figura 4.7 Niveles de análisis de un sistema .....	48
Figura 4.8 Esquema DAFO-CAME .....	49
Figura 4.9 Posibles casos de conformidad de la implantación.....	53
Figura 4.10 Directrices de Koning (I) .....	55
Figura 4.11 Directrices de Koning (II) .....	56
Figura 4.12 Investigadores del BET de la línea de Telemedicina .....	59
Figura 4.13 Esquema del Sistema de Telemonitorización del proyecto HEALTHMATE.....	65

Figura 4.14 Esquema conceptual del proyecto CONFIDENT .....	67
Figura 5.1 Método de Desarrollo de Arquitecturas (ADM) propuesto por el Open Group en TOGAF .....	75
Figura 5.2 Propuesta de arquitectura marco de referencia.....	77
Figura 5.3 Visión de la arquitectura.....	77
Figura 5.4 Ejemplo de visión de una arquitectura .....	78
Figura 5.5 Galería de símbolos de actores .....	79
Figura 5.6 Ejemplo de selección de competencias .....	81
Figura 5.7 Ejemplo de vista básica .....	83
Figura 5.8 Galería de símbolos para casos de uso UML .....	85
Figura 5.9 Ejemplo de caso de uso [MIC03] .....	85
Figura 5.10 Vistas de la arquitectura de negocio .....	86
Figura 5.11 Símbolos específicos de la vista para organigramas.....	87
Figura 5.12 Galería de símbolos para la vista de procesos .....	87
Figura 5.13 Galería de símbolos para la vista de funciones .....	88
Figura 5.14 Plantillas para principios éticos de HON y la AMM .....	89
Figura 5.15 Ejemplo de vista de usabilidad.....	91
Figura 5.16 Ejemplo de vista de rendimiento de negocio .....	93
Figura 5.17 Vistas de la arquitectura de datos.....	94
Figura 5.18 Galería de símbolos para la vista del modelo conceptual de datos.....	95
Figura 5.19 Ejemplo de modelo conceptual de datos .....	95
Figura 5.20 Ejemplo de matriz de relaciones entre procesos y entidades.....	96
Figura 5.21 Ejemplo de vista de flujo de datos .....	97
Figura 5.22 Vistas de la arquitectura de aplicaciones.....	98
Figura 5.23 Ejemplo de vista de ingeniería software .....	98
Figura 5.24 Ejemplo de vista de estándares e interoperabilidad de aplicaciones.	100
Figura 5.25 Vista de la ingeniería de sistemas .....	101
Figura 5.26 Ejemplo de vista de ingeniería de sistemas.....	101
Figura 5.27 Vistas de la arquitectura tecnológica .....	102

Figura 5.28 Ejemplo de vista hardware .....	102
Figura 5.29 Modelo de referencia OSI de ISO .....	103
Figura 5.30 Ejemplo de vista de comunicaciones-localización.....	104
Figura 5.31 Vista de seguridad.....	105
Figura 6.1 Impresión Vista I.1 Resumen .....	113
Figura 6.2 Impresión Vista I.1 Resumen (II).....	114
Figura 6.3 Impresión Vista I.2 Visión básica.....	115
Figura 6.4 Impresión Vista I.3. Base previa .....	116
Figura 6.5 Impresión Vista I.4. Escenarios .....	117
Figura 6.6 Impresión Vista II.1. Vista del organigrama .....	118
Figura 6.7 Impresión Vista II.2. Vista de procesos (I).....	119
Figura 6.8 Impresión Vista II.2. Vista de procesos (II).....	120
Figura 6.9 Impresión Vista II.2. Vista de procesos (III).....	120
Figura 6.10 Impresión Vista II.3. Vista de funciones .....	121
Figura 6.11 Impresión Vista II.4. Vista ética .....	122
Figura 6.12 Impresión Vista II.5. Vista de usabilidad.....	123
Figura 6.13 Impresión Vista II.6. Vista de rendimiento del negocio.....	124
Figura 6.14 Impresión Vista III.1. Vista del modelo conceptual de datos .....	125
Figura 6.15 Impresión Vista III.2. Vista relación negocio-entidad.....	126
Figura 6.16 Impresión Vista III.3. Vista del flujo de datos.....	126
Figura 6.17 Impresión Vista IV.1 Vista de ingeniería software .....	127
Figura 6.18 Impresión Vista IV.2. Vista de estándares e interoperabilidad .....	128
Figura 6.19 Impresión Vista V.1. Vista de ingeniería de sistemas .....	129
Figura 6.20 Impresión Vista VI.1. Vista hardware .....	130
Figura 6.21 Impresión Vista VI.2 Vista de ingeniería de comunicaciones.....	131
Figura 6.22 Impresión Vista VI.3. Vista de costes .....	131
Figura 6.23 Impresión Vista VII.1 Vista de seguridad.....	132
Figura 6.24 Impresión Vista I.1. Resumen (I).....	134

Figura 6.25 Impresión Vista I.1. Resumen (II).....	135
Figura 6.26 Impresión Vista I.2. Visión básica .....	136
Figura 6.27 Impresión Vista I.3.Base previa .....	137
Figura 6.28 Impresión Vista I.4. Escenarios.....	138
Figura 6.29 Impresión Vista II.1. Vista del organigrama .....	139
Figura 6.30 Impresión Vista II.2. Vista de procesos (I) .....	140
Figura 6.31 Impresión Vista II.2. Vista de procesos (II) .....	140
Figura 6.32 Impresión Vista II.2. Vista de procesos (III) .....	141
Figura 6.33 Impresión Vista II.2. Vista de procesos (IV) .....	141
Figura 6.34 Impresión Vista II.3. Vista de funciones .....	142
Figura 6.35 Impresión Vista II.4. Vista ética .....	143
Figura 6.36 Impresión Vista II.5. Vista de usabilidad .....	144
Figura 6.37 Impresión Vista II.6. Vista de rendimiento del negocio .....	145
Figura 6.38 Impresión Vista III.1. Vista del modelo conceptual de datos.....	146
Figura 6.39 Impresión Vista III.2. Vista de relación negocio-entidad .....	147
Figura 6.40 Impresión Vista III.3. Vista del flujo de datos .....	148
Figura 6.41 Impresión Vista IV.1. Vista de ingeniería software.....	149
Figura 6.42 Impresión Vista IV.2. Vista de estándares e interoperabilidad.....	150
Figura 6.43 Impresión Vista V.1. Vista de ingeniería de sistemas .....	151
Figura 6.44 Impresión Vista VI.1. Vista hardware .....	151
Figura 6.45 Impresión Vista VI.2. Vista de ingeniería de comunicaciones .....	152
Figura 6.46 Impresión Vista VI.3. Vista de costes.....	152
Figura 6.47 Impresión Vista VII.1. Vista de seguridad .....	153
Figura 8.1 Marco de referencia arquitectural utilizado en la tesis .....	178





## ANEXO IV. LISTA DE TABLAS

Tabla 2.1 Organismos de estandarización internacionales .....	13
Tabla 2.2 Organismos de estandarización en los EEUU.....	13
Tabla 2.3 Organismos de estandarización europeos .....	14
Tabla 2.4 Estándares más extendidos en telemedicina .....	14
Tabla 2.5 Arquitecturas software .....	18
Tabla 4.1 Ejemplo de taxonomías de vistas arquitecturales .....	42
Tabla 4.2 Factores que influyen en el éxito y fracaso de proyectos en las TIC .....	51
Tabla 4.3 Camas y equipamiento del Hospital 9 de Octubre .....	60
Tabla 5.1 Ejemplos de competencias para actores de sistemas de e-salud y e-inclusión.....	80
Tabla 5.2. Clases de estándares .....	99
Tabla 7.1 Resumen evaluación descripción arquitectural HEALTHMATE conforme al IEEE 1471:2000.....	160
Tabla 7.2 Valoración SMART de los objetivos .....	160
Tabla 7.3 Resumen evaluación objetivos SMART - proyecto HEALTHMATE .....	162
Tabla 7.4 Evaluación ATAM Healthmate.....	164
Tabla 7.5 Tabla evaluación Intellect del proyecto Healthmate .....	165
Tabla 7.6 Análisis DAFO proyecto HEALTHMATE .....	165

Tabla 7.7 Análisis CAME proyecto HEALTHMATE.....	166
Tabla 7.8 Resumen evaluación descripción arquitectural CONFIDENT conforme al IEEE 1471:2000 .....	168
Tabla 7.9 Resumen evaluación objetivos SMART - proyecto CONFIDENT .....	171
Tabla 7.10 Análisis ATAM proyecto CONFIDENT .....	172
Tabla 7.11 Análisis elementos Intellect proyecto CONFIDENT .....	173
Tabla 7.12 Análisis DAFO proyecto CONFIDENT .....	173
Tabla 7.13 Análisis CAME proyecto CONFIDENT.....	174
Tabla 8.1 Análisis comparativo de arquitecturas (I) .....	184
Tabla 8.2 Análisis comparativo de arquitecturas (II) .....	185