



UNIVERSIDAD DE LAS CIENCIAS INFORMÁTICAS

FACULTAD 7

Trabajo de Diploma para Optar por el Título de
Ingeniero en Ciencias Informáticas

Título: Componente para gestionar la trazabilidad de las bolsas de sangre en el Sistema de Información Hospitalaria xavia HIS utilizando la tecnología de Identificación por Radiofrecuencia.

Autores:

Daysi Espinosa Ocaña

Héctor Ramírez Romero

Tutores:

Ing. Diana Rosa Alfonso Espinosa

Ing. Alfredo Rodríguez Ruiz

Co-Tutor:

Ing. Reinier Milián Pérez.

La Habana

2013

“Año 55 de la Revolución”

Pensamiento

«Queremos que tengan el máximo de conciencia de su papel, de lo que pueden hacer por su país, de lo que pueden hacer por la Revolución, de lo que pueden hacer por su futuro.»

Fidel.



Datos de Contacto

Ing. Diana Rosa Alfonso Espinosa: Graduada en el año 2008 de Ingeniero en Ciencias Informáticas en la Universidad de las Ciencias Informáticas. Posee categoría docente de Instructor. Ha impartido las asignaturas de Pruebas y evaluación de software, Administración de calidad, CMMI, Aplicaciones informáticas en el sector de la salud e Introducción a las pruebas de software. Se desempeña como Analista del departamento Atención Primaria a la Salud en el Centro de Informática Médica (CESIM). Correo: dralfonso@uci.cu.

Ing. Alfredo Rodríguez Ruiz: Graduado en el año 2008 de Ingeniero en Ciencias Informáticas en la Universidad de las Ciencias Informáticas. Posee categoría docente de Instructor. Ha impartido las asignaturas de Base de Datos, Programación web, Programación 2 y 3 y Gráficos por computadora. Se desempeña como Jefe del departamento Atención Primaria a la Salud en el Centro de Informática Médica (CESIM). Correo: arruiz@uci.cu

Ing. Reinier Milián Pérez: Graduado en el año 2012 de Ingeniero en Ciencias Informáticas en la Universidad de las Ciencias Informáticas. Se desempeña como programador del departamento Atención Primaria a la Salud en el Centro de Informática Médica (CESIM). Correo: rmilianp@uci.cu.

Agradecimientos

A Dios en primer lugar por hacer mi sueño realidad, por darme fe para creer que con mis conocimientos y la ayuda de mis compañeros podía llegar a graduarme en la Universidad más prestigiosa de Cuba. A mi familia que a pesar de lo lejos que estaba de ella siempre me apoyaron y confiaron en mí. A mi esposa Dailys por ser la fuente de mi inspiración. A mis tutores porque no hubo ningún problema que le planteáramos al que no le buscaran una solución y a mi compañera de tesis Daysi por haberme acompañado en esta batalla de la cual hemos salido victoriosos.

Héctor.



A mi mamá por el apoyo y el amor incondicional en todo momento, a ella le debo todo lo que soy. A mi novio Leonardo por ser un ejemplo para mí, por haberme ayudado desde los primeros años de la universidad, por estar cerca de mí en los momentos buenos y malos, por ser esa persona especial que me ha dado tantas fuerzas para seguir adelante y con la que quiero compartir el resto de mis días. A mi compañero de tesis Héctor por ser tan exigente y responsable. A mis amigas desde primer año Yane, Susej, Yani, Dania, Ilen y Lisy, por sus consejos, compañía y por todo el cariño que me han brindado. A mis niñas del aula Cheila, Diana y Yudith por la amistad que nos hemos ofrecido mutuamente, por quererme y ayudarme en todos los aspectos. A mi amiga Dania Monagas por sus consejos, ella es una de las personas que le agradezco estar aquí hoy. A mi papá y a toda mi familia por quererme y ayudarme siempre. A mis tutores por guiarnos durante todo el curso para obtener buenos resultados. A todos muchas gracias.

Daysi.



Resumen

Debido a la importancia que tiene asegurar la calidad y seguridad de la sangre, ha surgido la necesidad de evitar en gran medida todos los errores humanos que se pueden cometer desde la extracción de esta hasta su posterior uso. La presente investigación tiene como objetivo desarrollar un componente para el módulo banco de sangre del Sistema de Información Hospitalaria xavia HIS, con el objetivo de garantizar la trazabilidad de las bolsas de sangre desde el punto de extracción hasta la transfusión en los pacientes.

Los métodos científicos utilizados fueron la observación en el estudio de los procesos de negocio de las instituciones visitadas como bancos de sangre y centros de extracción, esto con ayuda del personal involucrado en cada uno de ellos, la entrevista al dialogar con los trabajadores del departamento de Sistemas de Gestión Hospitalaria del centro CESIM, específicamente con los del módulo banco de sangre para conocer el flujo del negocio y obtener información importante para la investigación.

Se realizó el diseño de la solución en correspondencia con la arquitectura propuesta por el Centro de Informática Médica, obteniéndose un componente para el control de la trazabilidad de las bolsas de sangre integrado al módulo Banco de Sangre del Sistema de Información Hospitalaria xavia HIS, que aumentará la calidad del mismo al contar con tecnologías novedosas como la Identificación por Radiofrecuencia.

Palabras Clave: Identificación por Radiofrecuencia, Sistema de Información Hospitalaria, Trazabilidad.

Tabla de Contenidos

Introducción..... 1

Capítulo 1. Fundamentación teórica – metodológica de la gestión de la trazabilidad de las bolsas de sangre en sistemas hospitalarios..... 5

 1.1 Introducción al capítulo 5

 1.2 Transfusión de sangre..... 5

 1.3 Trazabilidad..... 5

 1.4 Aplicación de la trazabilidad 6

 1.5 Trazabilidad en las bolsas de sangre 6

 1.6 Tecnologías en la trazabilidad 6

 1.7 Protocolos de comunicación en RFID..... 9

 1.8 Protocolo de Lectura a Bajo Nivel 10

 1.9 Sistemas RFID relacionados con los procesos de control de bolsas de sangre 10

 1.10 Análisis de las soluciones existentes..... 10

 1.11 Patrones y lenguajes utilizados 14

 1.11.1 Capa de presentación 14

 1.11.2 Capa de negocio 15

 1.11.3 Capa de acceso a datos..... 16

 1.12 Herramientas y tecnologías utilizadas para la solución 17

 Visual Paradigm 8.0 17

 Eclipse SDK 3.4.2 17

 JBoss AS 4.2..... 18

 iReport 18

 PostgreSQL 8.4..... 18

 PgAdmin 3.0..... 18

 JavaEE 5..... 19

 1.13 Guía de desarrollo del software..... 19

 1.14 Proceso de negocio..... 20

 1.15 Conclusiones parciales 21

Capítulo 2. Características del componente para la gestión de la trazabilidad de las bolsas de sangre. 22

 2.1 Introducción al capítulo 22

 2.2 Modelo de procesos del negocio..... 22

 Descripción de los procesos del negocio 23

 2.2 Propuesta de solución..... 25

 2.3 Propuesta de aplicación práctica..... 26

 Selección de equipos y análisis de costo..... 29

2.4	Especificación de los requisitos de software.....	31
2.4.1	Requisitos funcionales (RF).....	31
2.4.2	Requisitos no funcionales (RNF).....	33
✓	Usabilidad	33
✓	Confiabilidad	34
✓	Eficiencia.....	34
✓	Soporte	34
✓	Restricciones de diseño	34
✓	Interfaz	35
✓	Seguridad.....	35
✓	Rendimiento	35
✓	Software.....	36
2.5	Conclusiones parciales	36
Capítulo 3.	Diseño del componente para la gestión de la trazabilidad de las bolsas de sangre.	37
3.1	Modelo de diseño	37
	Patrones básicos de asignación de responsabilidades.....	37
3.2	Arquitectura de software.....	38
	Patrón arquitectónico modelo vista controlador	38
3.3	Diagramas de clases del diseño	40
	Conclusiones parciales	43
Capítulo 4.	Implementación del componente para la gestión de la trazabilidad de las bolsas de sangre.	44
4.1	Modelo de datos	44
	Descripción de las tablas de la base de datos	45
4.2	Modelo de despliegue	45
4.3	Diagrama de componentes	46
4.4	Tratamiento de excepciones y errores.....	47
4.5	Seguridad.....	48
4.6	Estrategias de codificación. Estándares y estilos a utilizar	49
4.7	Integración con otros sistemas	49
4.8	Funcionalidades más importantes	50
4.9	Conclusiones parciales	52
	Beneficios esperados	53
	Conclusiones.....	54
	Recomendaciones.....	55
	Referencias bibliográficas	56
	Bibliografía	58
	Glosario de términos	59
	Anexos	61

Figura 1: Funcionamiento de un sistema RFID.....	9
Figura 2 Descripción del proceso realizar donación.	23
Figura 3 Descripción del proceso trazabilidad de las bolsas de sangre.	24
Figura 4 Descripción del proceso realizar transfusión en los pacientes.	25
Figura 5 Descripción del proceso envío y recepción de hemocomponentes.....	25
Figura 6 Etiqueta pasiva.....	26
Figura 7 Etiqueta activa.....	27
Figura 8 Etiqueta semipasiva.	27
Figura 9 Lector RFID fijo.	28
Figura 10 Lector RFID móvil.....	28
Figura 11 Antena de baja frecuencia.	28
Figura 12 Antena de alta frecuencia.	29
Figura 13 Antena de frecuencia ultra alta.	29
Figura 14 Patrón modelo vista controlador.	39
Figura 15 Aplicación de patrón MVC.	40
Figura 16 DCD_ Crear_historia_clínica_donante.....	40
Figura 17 DCD_Reporte_razabilidad_bolsa_sangre.....	41
Figura 18 DCD_Registrar_transfusión.....	41
Figura 19 DCD_Envío de hemocomponentes.	42
Figura 20 DCD_Registrar_donación.....	42
Figura 21 Client Page.....	42
Figura 22 Server Page.	43
Figura 23 Form.....	43
Figura 24 Modelo de datos relacional.....	44
Figura 25 Diagrama de despliegue.....	46
Figura 26 Diagrama de componentes.....	47
Figura 27 Ejemplo de validación.....	48
Figura 28 Integración.....	50
Figura 29 Funcionalidad: Buscar historia clínica donante.	50
Figura 30 Funcionalidad: Registrar donación.	51
Figura 31 Funcionalidad: Localizar bolsas de sangre.	52
Figura 32 Reporte de trazabilidad.....	52

Tabla1 Actores del negocio.	22
Tabla 2. Etiqueta 115004 Ultra Alta Frecuencia. [27].....	29
Tabla 3. Lector 216010 Gen2 de largo alcance. [27]	30
Tabla 4. Antena Alien Circular ALR-9611-CR. [28].....	30
Tabla 5. Lector USB RFID UHF de escritorio. [29].....	30
Tabla 6. Precios de equipos RFID.....	31
Tabla 7 Usabilidad.....	33

Introducción

En las últimas décadas, la sociedad ha sido impactada por un masivo desarrollo científico tecnológico. Lo cual toman muchos como base para afirmar, que el avance humano del último siglo supera al de toda la historia. Los desarrollos tecnológicos han causado cambios impresionantes en la sociedad, como por ejemplo: la invención del computador, la Internet, las redes de telecomunicaciones y la electrónica. Las invenciones tecnológicas de una u otra manera han mejorado la calidad de vida, pero lo más importante es que junto con este desarrollo tecnológico se ha cambiado la mentalidad de millones de personas, ahora con una nueva visión del mundo, ya no de acaparar ideas y conocimientos, sino de compartirlos y realizarlos. [1]

Uno de los sectores que ha sido beneficiado con el desarrollo tecnológico es el de la salud, automatizando los procesos de registro, seguimiento y tratamiento del paciente, con el objetivo de mejorar su atención. Esto ha sido posible gracias al uso de tecnologías emergentes como la Identificación por Radiofrecuencia (RFID) que ha experimentado un crecimiento más acelerado y sostenido en los últimos tiempos. Las posibilidades de lectura a distancia de la información contenida en una etiqueta, sin necesidad del contacto físico, junto con la capacidad para realizar múltiples lecturas y escrituras simultáneamente, abre la puerta a un conjunto muy extenso de aplicaciones en una gran variedad de ámbitos. Esta tecnología ha llegado para salvar vidas, prevenir errores, ahorrar costes e incrementar la seguridad. Además, permite automatizar procesos engorrosos como son la toma y registro de datos. Por otra parte los pacientes de los hospitales desean que sus tratamientos sean seguros, exitosos y eficientes lo cual se puede hacer realidad con tecnologías emergentes como RFID. [2]

Cuba ha identificado la necesidad de dominar e introducir en la práctica social las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), y lograr una cultura digital como una de las características indispensables del hombre nuevo, y de esta manera, informatizar cada una de sus esferas y procesos. Un elemento clave para lograr la informatización de la sociedad cubana ha sido la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI). Esta universidad tiene un plan de estudio que sigue el principio martiano de la vinculación estudio-trabajo y prioriza la producción como parte del proceso de aprendizaje. Actualmente, la universidad está constituida por facultades, desempeñando cada una su papel en los diferentes campos de la informática; entre ellas se encuentra la Facultad 7 donde radica el Centro de Informática Médica (CESIM) encargado de desarrollar soluciones para el sector de la salud, un ejemplo de esto lo constituye el xavia HIS, un Sistema de Información Hospitalaria

que beneficia la tarea administrativa y médica de las entidades sanitarias y permite también, el desarrollo de una historia clínica electrónica por paciente.

Dentro de los módulos más relevantes del sistema xavia HIS están: Enfermería, Farmacia, Admisión, Emergencia, Epidemiología y Banco de Sangre, este último brinda la posibilidad de gestionar el flujo de información en los procesos de colección de la sangre (mediante el proceso de donaciones), su procesamiento (exámenes realizados a las bolsas de sangre y pacientes, fraccionamiento de hemocomponentes) y la utilización de la misma, principalmente para las transfusiones. Permite el seguimiento de un grupo de acciones suplementarias que son llevadas a cabo por el banco de sangre como son, los intercambios de hemocomponentes entre instituciones. Además, brinda la posibilidad de configurar las causas de aceptación de bolsas de sangre y donantes; así como la generación de reportes de interés para el área.

A pesar de que se continúa dándole soporte al sistema xavia HIS, todavía presenta algunas debilidades que impiden explotar al máximo la automatización de varios procesos en las instituciones hospitalarias, entre las dificultades que presenta están:

- ✓ No posee la automatización de los procesos relacionados con el etiquetado de las bolsas de sangre.
- ✓ Se dificulta verificar la autenticidad y posterior uso de las bolsas de sangre, luego de haberseles desprendido la etiqueta durante su transporte entre el hospital y el banco de sangre.
- ✓ No cuenta con una tecnología que le permita asegurar la compatibilidad de la sangre almacenada en la bolsa con la del paciente.
- ✓ Carece de mecanismos que le permitan conocer el historial de utilización y localización de las bolsas de sangre desde el punto de extracción hasta la transfusión.

Por todo lo antes mencionado se plantea como **problema a resolver**: ¿Cómo integrar la Tecnología de Identificación por Radiofrecuencia, a la trazabilidad de las bolsas de sangre en el Sistema de Información Hospitalaria xavia HIS, para mejorar el control de los productos sanguíneos?

El **objeto de estudio** lo constituye el proceso de trazabilidad de las bolsas de sangre en los Sistemas de Información Hospitalaria.

Centrando el **campo de acción** en la gestión de trazabilidad de las bolsas de sangre en el Sistema de Información Hospitalaria xavia HIS.

Definiendo como **objetivo general** desarrollar un componente, mediante la Tecnología de Identificación por Radiofrecuencia, que permita la trazabilidad de las bolsas de sangre en el Sistema de Información xavia HIS.

Para dar cumplimiento al objetivo planteado se definieron las siguientes **tareas** a desarrollar:

- ✓ Estudio de la génesis y evolución de la tecnología RFID.
- ✓ Establecimiento de las características y capacidades de los diferentes sistemas que utilizan la tecnología RFID para la trazabilidad de bolsas de sangre en bancos de sangre e instituciones de salud.
- ✓ Establecimiento de los procesos de control y trazabilidad de las bolsas de sangre en el sistema xavia HIS.
- ✓ Desarrollo del componente aplicando las pautas de diseño establecidas por el CESIM.
- ✓ Integración del componente obtenido al Sistema de Información Hospitalaria xavia HIS.

En el desarrollo de la investigación se utilizaron los siguientes métodos científicos que permitieron recolectar información importante para darle solución a la problemática planteada.

Métodos Teóricos

- ✓ **Modelación:** Para crear modelos que representaran la realidad del problema y para generar sus artefactos correspondientes.
- ✓ **Histórico-Lógico:** Para realizar un estudio sobre las aplicaciones de la tecnología de Identificación por Radiofrecuencia a nivel internacional y nacional en el control de los productos sanguíneos.

Métodos Empíricos:

- ✓ **Observación:** En el estudio de los procesos de negocio de las instituciones visitadas como bancos de sangre y centros de extracción.
- ✓ **Entrevista no estructurada o libre:** Para realizar entrevistas a los trabajadores del departamento de Sistemas de Gestión Hospitalaria del centro CESIM, específicamente a los del módulo Banco de Sangre para conocer el flujo del negocio y obtener información importante para la investigación. Esta entrevista se realizó en forma de diálogo sin llevar un orden previamente establecido.

El documento está constituido por cuatro capítulos:

Capítulo 1. Fundamentación teórica – metodológica de la gestión de la trazabilidad de las bolsas de sangre en sistemas hospitalarios: en este capítulo se realiza un estudio del estado del arte relacionado con la tecnología RFID, en este se describen los conceptos fundamentales a tratar así como las herramientas utilizadas para desarrollar la solución.

Capítulo 2. Características del componente para la gestión de la trazabilidad de las bolsas de sangre: contiene de una forma organizada toda la información que será manejada por el sistema. Además, se describe la propuesta de solución y se analizan los requerimientos funcionales y no funcionales del componente propuesto.

Capítulo 3. Diseño del componente para la gestión de la trazabilidad de las bolsas de sangre: este capítulo se centra en el diseño del sistema, especificando la arquitectura y patrón a utilizar. Se describen los diagramas de clases e interacción. También, se explica la concepción arquitectónica del componente proporcionando un marco de referencia para guiar la construcción del mismo.

Capítulo 4. Implementación del componente para la gestión de la trazabilidad de las bolsas de sangre: este capítulo explica de forma detallada la implementación de las clases y subsistemas en términos de componentes. Propone un grupo de acciones que se deben cumplir para la seguridad del software, y proporciona información acerca de los estándares utilizados para la codificación y el tratamiento de errores.

Capítulo 1. Fundamentación teórica – metodológica de la gestión de la trazabilidad de las bolsas de sangre en sistemas hospitalarios.

1.1 Introducción al capítulo

El objetivo de este capítulo es abordar los principales conceptos relacionados con la investigación para lograr un mayor dominio del problema; hacer un análisis de las soluciones existentes tanto nacionales como internacionales que utilicen la tecnología RFID para el control y seguimiento de las bolsas de sangre; así como exponer las principales características de las tecnologías, patrones, lenguajes utilizados y herramientas para la implementación de la solución que se propone.

1.2 Transfusión de sangre

Una transfusión de sangre es la transferencia de sangre o componentes sanguíneos de un sujeto (donante) a otro (receptor), puede salvar la vida del paciente, de ahí la necesidad de que los servicios de salud procuren mantener un suministro adecuado de sangre y garantizar que se utilice como corresponde. [3]

Aunque puede transfundirse sangre completa, en vez de eso, se hacen transfusiones de los componentes de la sangre que se necesitan, dígase plaquetas, plasma y glóbulos rojos. Los glóbulos rojos, la parte que se transfunde más a menudo, se utilizan para incrementar la capacidad de la sangre de transportar oxígeno y para evitar el agotamiento y otras complicaciones. Las transfusiones duran entre 1 y 4 horas, dependiendo de la cantidad y del tipo de sangre que se administre, y no se requiere ningún tiempo especial de recuperación. La mayor parte de las transfusiones se llevan a cabo en un hospital, pero cuando es necesario pueden hacerse en otros lugares. La sangre del donante, que se analiza cuidadosamente para garantizar su seguridad, debe ser del mismo grupo sanguíneo que la sangre de la persona que la recibe. [4]

Una vez que el médico decide que el paciente necesita ser transfundido, se busca la sangre que sea compatible con este, hoy en día este proceso no es del todo seguro debido a que se producen errores de compatibilidad, porque no siempre la sangre que se espera que esté almacenada en la bolsa es la idónea para la transfusión, es por esto que las entidades sanitarias del mundo están buscando alternativas para que se minimicen estas deficiencias.

1.3 Trazabilidad

Según la Asociación Española de Codificación Comercial (AECOC) la trazabilidad es aquel conjunto de procedimientos preestablecidos y autosuficientes que permiten conocer el histórico, la ubicación y la trayectoria de un producto o lote de productos a lo largo de la cadena de suministros en un momento dado, a través de herramientas determinadas.

Se define también, a la trazabilidad como el proceso de seguimiento a un producto a lo largo de la cadena de suministros, desde su inicio hasta su estado final, asociando sistemáticamente un flujo de información a un flujo físico de mercancías de manera que se pueda relacionar en un momento dado la información obtenida.

Existen tres tipos de trazabilidad

- ✓ **Trazabilidad ascendente:** cuando se tiene un control de los productos que son recibidos en la empresa, acotados con alguna información de trazabilidad y sabiendo quienes son los proveedores de esos productos.
- ✓ **Trazabilidad interna o trazabilidad de procesos:** trazabilidad dentro de la propia empresa.
- ✓ **Trazabilidad descendente:** saber cuáles son los productos expedidos por la empresa, acotados con alguna información de trazabilidad y saber sus destinos y clientes.

1.4 Aplicación de la trazabilidad

La trazabilidad está inmersa dentro de cualquier empresa, su aplicación no tiene límites, pues es de gran importancia hacer el seguimiento de los productos en cualquier etapa de su proceso, en los diferentes sectores existentes como: agropecuario, agrícola, construcción, entre otros. El sector de la salud no ha sido un campo ajeno a esto, pues los sistemas de trazabilidad constituyen una herramienta indispensable para proteger la salud de las personas y animales.

1.5 Trazabilidad en las bolsas de sangre

La trazabilidad comienza cuando a cada bolsa de sangre se le adhiere una etiqueta RFID electrónica que permita optimizar los flujos de informaciones, llevando un control total de trazabilidad desde la toma de sangre hasta que se transfunde mediante la identificación segura del donante, la bolsa de sangre y la identificación del receptor. De esta forma las transfusiones se realizarán con total garantía y seguridad leyendo la etiqueta del receptor y de la bolsa de sangre asegurándose de que sean compatibles.

1.6 Tecnologías en la trazabilidad

Las dos tecnologías más usadas en la trazabilidad de los artículos y productos a lo largo de toda la cadena de suministro son: el código de barras y los sistemas RFID.

✓ Códigos de barras

El código de barras se basa en la representación de la información mediante un conjunto de líneas paralelas verticales de distinto grosor y espaciado. De este modo, el código de barras permite, por ejemplo, reconocer rápidamente un artículo en un punto de la cadena logística y así poder realizar inventario o consultar sus características asociadas. Actualmente, el código de barras está implantado masivamente de forma global. [2]

Existen tres tipos principales de códigos:

- ✓ Códigos lineales: Están formados por una serie de bandas verticales alternando negras y blancas. En el patrón que forman se encuentra codificada la información. Su lectura se realiza mediante un escáner LED o Láser. Garantiza la seguridad de los datos una vez impreso el código de barras, estos datos no se pueden modificar, no usan algoritmos de cifrado y el estándar es bien conocido, la cantidad de datos que se almacenan pueden ser hasta de 30 caracteres.
- ✓ Códigos de barras 2-D: Estos códigos consisten en una pila de códigos de barras muy cortos dispuestos ordenadamente para su decodificación. Emplean corrección de errores mediante códigos Reed-Solomon, con lo que se podría destruir parte de la etiqueta sin destruir la información. La cantidad de datos almacenado pueden ser hasta 1 Kbyte.
- ✓ Códigos matriciales: Están formados por elementos simples (puntos o cuadrados) dispuestos formando un modelo bidimensional. La seguridad en los datos y la cantidad de datos que pueden almacenar son iguales a los códigos de barras 2-D. [2]

Aunque el código de barras es una tecnología que está siendo muy utilizada en la actualidad, presenta algunas desventajas en comparación con los sistemas RFID como son:

- ✓ Permite realizar una sola lectura cada vez.
- ✓ Solo se puede almacenar un código de información sin poder adicionar más datos.
- ✓ Se requiere de una línea de visión física para realizar la lectura, así como que el código se encuentre en la ubicación adecuada.

Todo esto ha traído consigo que este método esté siendo lentamente desplazado por otro tipo de técnicas como los sistemas RFID, los cuales juegan un papel importantísimo a la hora de garantizar la trazabilidad de los productos a lo largo de toda cadena de suministro.

✓ **Tecnología de Identificación por Radiofrecuencia (RFID)**

La identificación por radiofrecuencia es una tecnología de captura e identificación automática de información contenida en etiquetas (tags o transpondedores). Cuando estos transpondedores entran en el área de cobertura de un lector RFID, éste envía una señal para que la etiqueta le transmita la información almacenada en su memoria. Una de las claves de esta tecnología es que la recuperación de la información contenida en la etiqueta se realiza vía radiofrecuencia y sin necesidad de que exista contacto físico o visual (línea de vista) entre el dispositivo lector y las etiquetas. Utiliza ondas electromagnéticas para transmitir los datos entre la etiqueta y el lector. [2]

Todo sistema RFID se compone principalmente de cuatro elementos:

Etiqueta RFID también, llamada tag o transpondedor (transmisor y receptor). La etiqueta se inserta o adhiere en un objeto, animal o persona, portando información sobre el mismo. Consta de un microchip que almacena los datos y una pequeña antena que habilita la comunicación por radiofrecuencia con el lector. Adicionalmente puede incorporar una batería para alimentar sus transmisiones o incluso algunas etiquetas más sofisticadas pueden incluir una circuitería extra con funciones adicionales de entrada/salida, tales como registros de tiempo u otros estados físicos que pueden ser monitorizados mediante sensores apropiados. [2]

Lector o interrogador, encargado de transmitir la energía suficiente a la etiqueta y de leer los datos que ésta contenga. Consta de un módulo de radiofrecuencia (transmisor y receptor), una unidad de control y una antena para interrogar los tags vía radiofrecuencia. Los lectores están equipados con interfaces de comunicación que permiten enviar los datos recibidos de la etiqueta a un subsistema de procesamiento de datos, como puede ser un ordenador personal o una base de datos.

El lector puede actuar de tres modos:

- ✓ Interrogando su zona de cobertura continuamente, si se espera la presencia de múltiples etiquetas pasando de forma continua.
- ✓ Interrogando periódicamente, para detectar nuevas presencias de etiquetas.
- ✓ Interrogando de forma puntual, por ejemplo cuando un sensor detecte la presencia de una nueva etiqueta.

Ordenador, host o controlador, que desarrolla la aplicación RFID. Recibe la información de uno o varios lectores y se la comunica al sistema de información. También, es capaz de transmitir órdenes al lector.

Middleware, necesario para recoger, filtrar y manejar los datos. Es el software que se ocupa de la conexión entre el hardware de RFID y los sistemas de información existentes también, encargado del encaminamiento de los datos entre los lectores, las etiquetas y los sistemas de información, y es el responsable de la calidad y usabilidad de las aplicaciones basadas en RFID.

Las cuatro funciones principales del middleware de RFID son:

- ✓ Adquisición de datos.
- ✓ Encaminamiento de los datos.
- ✓ Gestión de procesos.
- ✓ Gestión de dispositivos.[2]

La siguiente figura muestra el funcionamiento de un sistema RFID.



Figura 1: Funcionamiento de un sistema RFID.

1.7 Protocolos de comunicación en RFID

Un protocolo es una regla estándar que garantiza la comunicación entre procesos. Existen diversos protocolos de acuerdo a cómo se espera que sea la comunicación.

Código Electrónico del Producto (EPC) (por sus siglas en inglés): es un código de producto electrónico que utiliza una cadena de números para identificar al fabricante, el producto y un número de serie exclusivo para cada unidad de artículo (RFID Journal, 2005). Esta serie de números se graba en el chip de la etiqueta RFID. Permite hacer un seguimiento preciso del producto recolectando información de su trayecto, desde que se empaqueta hasta cuando es vendido al consumidor. Su finalidad es favorecer la logística del inventario, a fin de reducir tiempos de almacenaje y costos y de proporcionar un mejor servicio al cliente y al proveedor. [5]

Tarjetas de proximidad (ISO 14443): ésta norma especifica dos estándares tipo A y B para el protocolo de transmisión (inicialización, técnica de anticolisión e interfaz aérea) en la capa enlace. Este tipo de tarjetas de identificación electrónica se utiliza para cualquier sistema de comunicación con estándar internacional ISO 14443. [5]

Tarjetas vecinas (ISO 15693): el estándar describe el protocolo de transmisión, la técnica de anticolisión y la interfaz aérea en la capa de enlace. A diferencia de las tarjetas de proximidad, estas se rigen por el estándar internacional ISO 15693. [5]

ISO 18000: es la norma que define la interfaz aérea, los mecanismos de detección de colisión y el protocolo de comunicación para una etiqueta en diferentes bandas de frecuencia. La norma se divide en seis partes: la primera parte describe la arquitectura, mientras de la segunda hasta la sexta se especifican las características de radiocomunicaciones para las diferentes bandas de frecuencias. [5]

1.8 Protocolo de Lectura a Bajo Nivel

Protocolo de Lectura a Bajo Nivel (LLRP por sus siglas en inglés) es un estándar que especifica una interfaz de red entre los lectores RFID y clientes. Este facilita la gestión de dispositivos lectores, mitigando las interferencias lector-etiqueta y lector-lector, y maximiza la eficiencia de señalización y operaciones con datos sobre las etiquetas. LLRP soporta el protocolo aire (air protocol) Ultra High Frequency Class-1 Generation-2 (UHF C1G2), estándar que fue desarrollado por la EPCglobal para estandarizar el protocolo de interfaz aire vía radiofrecuencia entre las etiquetas y los lectores RFID. El air protocol define los requerimientos físicos y lógicos para la comunicación entre las etiquetas y los lectores RFID. Específicamente este protocolo define la capa de señal en la comunicación entre la etiqueta y el lector RFID, así como las operaciones de procedimientos y órdenes entre los mismos. LLRP provee el control de todas las funcionalidades bases de cualquier lector que use el air-protocol UHF C1G2, incluyendo el acceso a la configuración de bajo nivel del mismo. Este estándar permite que los productores de lectores en vez de tener que crear un protocolo propietario para adicionarle nuevas funcionalidades a un lector, puedan desarrollar extensiones sobre este mismo protocolo, haciendo uso de un marco de trabajo que brinda el propio LLRP. [6]

1.9 Sistemas RFID relacionados con los procesos de control de bolsas de sangre

Hoy en día la tecnología está siendo utilizada en múltiples ámbitos y la sanidad no ha sido un campo ajeno a esta evolución, ya que existen muchas soluciones basadas en tecnologías novedosas como las redes inalámbricas y la Identificación por Radiofrecuencia, dentro de las aplicaciones de ésta última en el sector de la salud se destacan:

- ✓ Localización y seguimiento de personal.
- ✓ Trazabilidad y localización de medicamentos
- ✓ Trazabilidad de activos médicos como las bolsas de sangre desde el punto de extracción hasta la transfusión final.

Logrando con esta última, mejora en la eficiencia de la gestión de las bolsas de sangre, consolidando procedimientos de seguridad y mejorando las entregas en los hospitales.

1.10 Análisis de las soluciones existentes

A continuación se muestran varios sistemas a nivel internacional que gestionan información referente a las bolsas de sangre y su trazabilidad haciendo uso de RFID.

1.10.1 Ámbito internacional

Programa piloto del Hospital San Rafael

País de origen: Italia

El Hospital San Rafael, en Milán, Italia, ha desarrollado un sistema con el objetivo de reducir los errores en las transfusiones de sangre. El sistema está desarrollado para una infraestructura inalámbrica y usa la tecnología de Identificación por Radiofrecuencia RFID. El proyecto está enfocado en asegurar las donaciones autólogas o propias, es decir, cuando un paciente se extrae sangre para donarse a sí mismo. Sus objetivos principales fueron:

- ✓ Eliminar los errores de etiquetado.
- ✓ Eliminar en la medida de lo posible los formularios en papel.
- ✓ Proporcionar trazabilidad de las bolsas de sangre en todo el proceso. [7]

Sistema del Centro Médico Académico de Ámsterdam

País de origen: Holanda

La solución se basa en una combinación de RFID activo y pasivo que permite gestionar toda la información y las alarmas o eventos necesarios en relación a la logística de pacientes y su localización, así como la monitorización de bolsas de sangre y del equipamiento y aparatos médicos. Fue implementada por un consorcio protagonizado por Capgemini en cooperación con Intel y Oracle.

Está centrada en la necesidad de maximizar la eficiencia de las complejas operaciones de cirugía, mejorando así la medición y el uso de los recursos en las operaciones. A continuación se enumeran algunas de las funcionalidades con las que cuenta este sistema:

- ✓ Identificación y localización de los pacientes, médicos y equipamiento médico en tiempo real.
- ✓ Monitorización en tiempo real de la sangre del paciente.
- ✓ Medición de la calidad de la sangre en tiempo real a través de un control continuo de su temperatura así como gestión de alarmas en caso de producirse un aumento excesivo de ésta.

Muestra Información sobre:

- ✓ El uso de las bolsas de sangre.
- ✓ La calidad de las bolsas de sangre.
- ✓ Flujos y movimientos de los pacientes. [8]

Sistema de Biolog-id para seguimiento y rastreo de sangre

País de origen: Francia

Fenwal, una empresa Estadounidense de tecnología médica centrada en mejorar la obtención, separación, seguridad y disponibilidad de la sangre; en conjunto con Biolog-id, encargada de ofrecer soluciones de identificación y rastreo mediante RFID; han desarrollado un sistema de seguimiento y rastreo de sangre que ofrece información completa sobre cada unidad registrada. Este programa ayuda a gestionar los inventarios de sangre, seguir la temperatura y las condiciones de

almacenamiento de cada unidad, garantizando que ésta se ajuste a la necesidad de un paciente. El sistema de Biolog-id, utiliza ondas de radio para transferir y almacenar datos de las etiquetas electrónicas; evitando los errores en la transfusión con la eliminación de los pasos manuales y los procedimientos basados en papel. También, permite a los centros de sangre y hospitales trabajar juntos de forma más efectiva para garantizar que la sangre correcta está disponible cuando se necesita, ofreciendo a ambas organizaciones una visibilidad instantánea de los inventarios de sangre en toda la cadena de suministro. [9]

Blood Bank Manager de Malasia

País de origen: Malasia

En Malasia tres instituciones médicas (el Centro médico de Malaya, el Hospital Adventista de Penang y el Banco Nacional de Sangre) están probando un sistema RFID para mejorar el seguimiento de las bolsas de sangre y disminuir los errores por incompatibilidad sanguínea, entre otros avances. Esta solución llamada BloodBank Manager, ha sido desarrollada por Siemens y el gigante de los semiconductores (Intel). La solución asegura la transparencia y la responsabilidad de los registros, etiquetado y seguimiento de productos sanguíneos, permitiendo crear perfiles de pacientes/donantes y generar históricos de donaciones y transfusiones. [10]

Mississippi Blood Services (MBS por sus siglas en inglés)

País de origen: Estados Unidos

Mississippi Blood Services ha completado la primera fase de su prueba piloto. Los resultados han sido satisfactorios para la organización. Se afirma que el sistema RFID ha automatizado el tiempo y los procesos de inventario intensivos en trabajo manual, permitiendo a Mississippi Blood Services mejorar la integridad de los delicados productos y entregar la sangre a los hospitales con más rapidez. En la fase piloto recién terminada, cada bolsa de sangre se identificaba con una etiqueta RFID, la HF-I ISO/IEC 15693, incrustada en los productos. Mientras los camiones transportaban las bolsas a través de unos portales, los lectores leían todas y cada una de las bolsas de sangre para comprobar la fecha de caducidad y otras informaciones secundarias, lo cual mejoró considerablemente las condiciones de la sangre transportada. [11]

Banco de Sangre y Tejidos de las Islas Baleares (FBSTIB por sus siglas en inglés)

País de origen: España

El Banco de Sangre y Tejidos de las Islas Baleares utiliza una solución RFID para realizar el seguimiento de las donaciones de sangre. La nueva solución con RFID facilita el seguimiento de la sangre que termina siendo más rápido, más seguro y menos costoso. Para hacer el seguimiento de la sangre y el proceso de localización rápida, más segura y más transparente, FBSTIB eligió Aifos Solutions, un especialista en sistemas de RFID con sede en

Barcelona, para ayudarles a pasar de código de barras a RFID. Con este sistema el inventario se realizará de manera transparente, agilizando el proceso y asegurándose de que la bolsa de sangre se encuentre de forma rápida. [11]

SATO Healthcare Solutions

País de origen: Argentina

SATO es pionero y líder global en la integración de Identificación y Captura Automática de Datos a través de soluciones de hardware y software con códigos de barras y tecnología RFID. SATO fabrica sistemas de identificación con tecnología innovadora, generando productos confiables, de primera clase mundial, y ofrece soluciones completas para la industria, integrando hardware, software, consumibles y servicios de mantenimiento.

Dicho sistema de trazabilidad se basa en la identificación individual y unívoca de cada unidad a ser comercializada, por parte de todas las personas y empresas que intervienen en la cadena de comercialización, distribución y dispensación de especialidades medicinales, lo que permite efectuar su seguimiento a través de toda la cadena de distribución (laboratorios, distribuidoras, operadores logísticos, droguerías, farmacias, establecimientos asistenciales y pacientes). Esta trazabilidad se implementa con diferentes tecnologías, como GS1 128, Datamatrix o RFID.

Esta solución suministra respuestas a gran parte del circuito sanitario como a la administración de muestras de laboratorio y trazabilidad de las bolsas de sangre. Los diseños de etiqueta caben perfectamente en la mayoría de los tubos de sangre estándar y son diseñadas para soportar muy bajas temperaturas (como -40 grados) así como la rápida descongelación en una centrífuga. [12]

Estos sistemas antes mencionados, aunque resuelven parcialmente el objetivo de la investigación, sería muy costosa su adquisición por parte de la universidad, debido a que no se cuenta con el presupuesto necesario para pagar las licencias de estos software y los equipos de hardware que utilizan y aunque gestionan información referente a las bolsas de sangre, no cuentan con las funcionalidades necesarias para la gestión integral de los procesos pertenecientes al campo de acción de la presente investigación. El análisis de estas soluciones permitió evidenciar la necesidad de desarrollar un sistema propio que logre una integración más óptima de la tecnología de Identificación por Radiofrecuencia RFID en el Sistema de Información Hospitalaria xavia HIS, teniendo como referencia las funcionalidades de estos sistemas los cuales permitieron conocer cómo se utiliza la tecnología RFID en la trazabilidad de los productos.

1.10.2 Ámbito nacional

En el ámbito nacional no se encontró ningún sistema para la trazabilidad de las bolsas de sangre, donde se utilice la tecnología de Identificación por Radiofrecuencia RFID.

1.11 Patrones y lenguajes utilizados

Para desarrollar una aplicación con alta calidad es imprescindible una buena selección de las herramientas a utilizar, ya que de estas depende el resultado que se desea.

1.11.1 Capa de presentación

La capa de presentación es la que muestra el sistema al usuario, le comunica la información y captura la que este introduce en un mínimo de procesos. Esta capa se comunica únicamente con la capa de negocio. [13]

Lenguaje de Marcado Hipertexto

XHTML, Siglas del inglés extensible HyperText Markup Language (lenguaje extensible de marcado de hipertexto). XHTML es básicamente HTML expresado como XML válido. Es más estricto a nivel técnico, pero esto permite que posteriormente sea más fácil al hacer cambios o buscar errores, entre otros.

Las principales ventajas del XHTML sobre el HTML son:

- ✓ Se pueden incorporar elementos de distintos espacios de nombres XML.
- ✓ Un navegador no necesita implementar heurísticas para detectar qué quiso poner el autor, por lo que el parser puede ser mucho más sencillo.
- ✓ Como es XML se pueden utilizar fácilmente herramientas creadas para procesamiento de documentos XML genéricos. [14]

Java Server Faces

La tecnología Java Server Faces (JSF por sus siglas en inglés) constituye un framework para la creación de interfaces de usuario del lado del servidor, dirigido a aplicaciones web basadas en tecnología Java y en el patrón de arquitectura Modelo Vista Controlador.

Los principales componentes de la tecnología JavaServer Faces son:

- ✓ Una librería de etiquetas JavaServer Pages (JSP) personalizadas para dibujar componentes de interfaz de usuario dentro de una página JSP.
- ✓ Una API y una implementación de referencia para:
 1. Representar componentes de interfaz de usuario y manejar su estado
 2. Manejar eventos, validar en el lado del servidor y convertir datos
 3. Definir la navegación entre páginas
 4. Soportar internacionalización y accesibilidad, y proporcionar extensibilidad para todas estas características.[15]

Facelets

JavaServer Facelets es un framework para plantillas centrado en la tecnología JSF (JavaServer Faces), lo cual permite que JSP (JavaServer Pages) y JSF (JavaServer Faces) puedan funcionar conjuntamente en una misma aplicación web. Estos no se complementan naturalmente. JSP procesa los elementos de la página de arriba a abajo, mientras que JSF dicta su propio re-rendering. Facelets llena este vacío entre JSP y JSF, siendo una tecnología centrada en crear árboles de componentes y estar relacionado con el complejo ciclo de vida JSF. [14]

Ajax4JSF

Ajax4jsf es una librería código abierto que se integra totalmente en la arquitectura de JSF y extiende la funcionalidad de sus etiquetas dotándolas con tecnología Ajax de forma limpia y sin añadir código Javascript. Mediante este framework se puede variar el ciclo de vida de una petición JSF, recargar determinados componentes de la página sin necesidad de recargarla por completo, realizar peticiones al servidor automáticas, control de cualquier evento de usuario, entre otros. [14]

RichFaces

RichFaces: es un framework de código abierto que añade capacidad Ajax dentro de aplicaciones JSF existentes sin recurrir a JavaScript. También, incluye ciclo de vida, validaciones, conversiones y la gestión de recursos estáticos y dinámicos.

A continuación se mencionan algunas de las principales características de esta librería:

- ✓ Se integra perfectamente en el ciclo de vida de JSF.
- ✓ Incluye funcionalidades Ajax, de modo que nunca se ve el JavaScript y tiene un contenedor Ajax propio.
- ✓ Soporta facelets y temas css. [14]

1.11.2 Capa de negocio

La capa de negocio es donde residen los programas que se ejecutan, se reciben las peticiones del usuario y se envían las respuestas tras el proceso. Se denomina capa de negocio (e incluso de lógica del negocio) porque es aquí donde se establecen todas las reglas que deben cumplirse. Esta capa se comunica con la capa de presentación, para recibir las solicitudes y presentar los resultados, y con la capa de datos, para almacenar o recuperar los mismos. [14]

Enterprise JavaBeans

Los EJB son una de las Interfaces de Programación de Aplicaciones (API, por sus siglas en inglés). Estos proporcionan un modelo de componente informático distribuido estándar del lado del servidor. Su objetivo es dotar al programador de un modelo que le permita abstraerse de los problemas generales de una aplicación (conurrencia, transacciones, persistencia, seguridad, entre otros), para

centrarse en el desarrollo de la lógica de negocio en sí. La ventaja de estar basado en componentes informáticos permite que éstos sean flexibles y sobre todo reutilizables. Las aplicaciones que utilizan la arquitectura *Enterprise JavaBeans* son escalables, transaccionales y de multiusuario seguro. Estas aplicaciones se pueden escribir una vez, y luego desplegar en cualquier plataforma de servidor capaz de soportar la especificación de *Enterprise JavaBeans*. [14]

1.11.3 Capa de acceso a datos

La capa de acceso a datos contiene clases que interactúan con la base de datos, estas clases altamente especializadas permiten, utilizando los procedimientos almacenados (funciones para interactuar con la base de datos) que se generan, realizar todas las operaciones con la base de datos de forma transparente para la capa de negocio. [14]

Java Persistence API

Java Persistence API (JPA por sus siglas en inglés), más conocida por su sigla JPA, es la API de persistencia desarrollada para la plataforma Java EE (Java Enterprise Edition) e incluida en el estándar EJB3. Esta API busca unificar la manera en que funcionan las utilidades que proveen un mapeo objeto-relacional. El objetivo que persigue el diseño de esta API es no perder las ventajas de la orientación a objetos al interactuar con una base de datos, como sí pasaba con EJB2, y permitir usar objetos regulares (conocidos como POJOs). [14]

Hibernate

Es una herramienta de Mapeo Objeto Relacional (ORM) y un generador de sentencias Structured Query Language (SQL). Permite diseñar objetos persistentes que podrán incluir polimorfismo, relaciones, colecciones, y un gran número de tipos de datos. Brinda la posibilidad de generar bases de datos en cualquiera de los entornos soportados: Oracle, DB2, MySql y PostgreSQL.

Algunas de las ventajas de Hibernate son:

- ✓ **Modelo de programación Natural:** Hibernate permite desarrollar clases persistentes siguiendo un lenguaje natural orientado a objetos como herencia, polimorfismo, la asociación y la composición.
- ✓ **Persistencia transparente:** Hibernate no requiere de interfaces o clases base para las clases persistentes y permite a cualquier clase o estructura de datos ser persistente. Además, Hibernate permite construir procedimientos más rápido, ya que no introduce la hora de compilar, generación de código de byte o de procesamiento.
- ✓ **Fiabilidad y escalabilidad:** Hibernate es bien conocido por su excelente estabilidad y calidad, probado por la aceptación y uso por decenas de miles de desarrolladores de Java. Hibernate está diseñado para funcionar en un clúster de servidor de aplicaciones y ofrecer una arquitectura altamente escalable.

- ✓ **Extensibilidad:** Hibernate es altamente personalizable y extensible. [16]

1.12 Herramientas y tecnologías utilizadas para la solución

Visual Paradigm 8.0

Visual Paradigm es una herramienta UML profesional que soporta el ciclo de vida completo del desarrollo de software: análisis y diseño orientados a objetos, construcción, pruebas y despliegue. Permite dibujar todos los tipos de diagramas de clases, código inverso, generar código desde diagramas y generar documentación. Presenta licencia gratuita y comercial. Es fácil de instalar y actualizar y compatible entre ediciones. [17]

Visual Paradigm 8.0 ha sido la herramienta seleccionada para soportar el ciclo de desarrollo del sistema ya que esta herramienta permite aumentar la calidad del software, a través de la mejora de la productividad en el desarrollo y mantenimiento del mismo.

Eclipse SDK 3.4.2

Eclipse es un Entorno de Desarrollo Integrado (IDE) de código abierto multiplataforma para desarrollar lo que se llama "Aplicaciones de Cliente Enriquecido", opuesto a las aplicaciones "Clienteliviano" basadas en navegadores. Esta herramienta emplea módulos para proporcionar toda su funcionalidad al frente de la plataforma de cliente enriquecido, a diferencia de otros entornos monolíticos donde las funcionalidades están todas incluidas, las necesite el usuario o no. El Eclipse SDK incluye las herramientas de desarrollo de Java, ofreciendo un IDE con un compilador de Java interno y un modelo completo de los archivos fuente de Java. Esto permite técnicas avanzadas de refactorización y análisis de código. Eclipse SDK 3.4.2 es la versión que se propone para el desarrollo de la solución. [14]

Simulador Rifidi Prototyper 1.0

Rifidi es una plataforma de middleware completa para la construcción de todas las facetas de una aplicación RFID con las herramientas de creación de prototipos y un servidor middleware RFID, con la cual se puede tener una idea del RFID para una aplicación de producción pudiendo hacer una rápida creación de prototipos y despliegues de RFID de producción en una plataforma de alto rendimiento y de código abierto. La plataforma Rifidi se compone de dos productos, uno con un enfoque en la creación de prototipos y el otro centrado en el desarrollo de la producción y despliegue de aplicaciones. [18]

Esta plataforma es la que se propone para la simulación de la tecnología RFID en el sistema propuesto, con la cual se simulará todo el funcionamiento de los lectores y etiquetas.

JBoss AS 4.2

JBoss Application Server es el servidor de aplicaciones de código abierto más ampliamente desarrollado del mercado. Por ser una plataforma certificada J2EE, soporta todas las funcionalidades de J2EE 1.4 e incluye servicios adicionales como clustering, caching y persistencia. JBoss es ideal para aplicaciones Java y aplicaciones basadas en la web. También, soporta Enterprise Java Beans (EJB) 3.0, lo que hace el desarrollo de las aplicaciones mucho más simple. Además, al ser desarrollado con tecnología Java, es multiplataforma. [14]

iReport

La herramienta iReport es un constructor / diseñador de informes visual, poderoso, intuitivo y fácil de usar. Crea diseños muy sofisticados que contienen gráficos, imágenes, subinformes, tablas de contingencia y mucho más. iReport está además, integrado con JFreeChart, una de las bibliotecas gráficas más difundida para Java. Los datos para imprimir pueden ser recuperados por varios caminos incluso múltiples uniones JavaBeans, XML, entre otros. [19]

Es una herramienta muy popular que soporta todos los formatos de salidas y cualquier fuente de datos. En el componente realizado es quien se encarga de generar los reportes.

PostgreSQL 8.4

PostgreSQL es un sistema de gestión de bases de datos que incluye características de la orientación a objetos, como puede ser la herencia, tipos de datos, funciones, restricciones, disparadores, reglas e integridad transaccional. Permite la gestión de diferentes usuarios, como también, los permisos asignados a cada uno de ellos.

PostgreSQL es el más recomendado de todos los gestores de bases de datos de código abierto, y más usados por usuarios, compañías y organizaciones. Este grupo de características no solo indican ser el mejor de los gestores sino que también, superan en características avanzadas, extensibilidad, seguridad y estabilidad. Además, no tiene costo asociado por lo que cualquiera puede disponer de su código fuente, modificarlo a voluntad y redistribuirlo libremente. PostgreSQL presenta alta concurrencia, para esto utiliza la tecnología de Control de Concurrencia MultiVersión (MVCC, por sus siglas en inglés), con lo que se logra que ningún lector sea bloqueado por un escritor. Es altamente extensible, soporta operadores, funciones, métodos de acceso y tipos de datos definidos por el usuario. [14]

PgAdmin 3.0

PgAdmin es una herramienta de código abierto para la administración de bases de datos PostgreSQL y derivados. Incluye:

- ✓ Interfaz administrativa gráfica

- ✓ Herramienta de consulta SQL
- ✓ Editor de código procedural
- ✓ Agente de planificación SQL

Está diseñada para responder a las necesidades de la mayoría de los usuarios, desde escribir simples consultas SQL hasta desarrollar bases de datos complejas. La interfaz gráfica soporta todas las características de PostgreSQL y hace simple la administración. Está disponible en más de una docena de lenguajes y para varios sistemas operativos, incluyendo Microsoft Windows, Linux, entre otros. [20]

Es una aplicación muy popular escrita en C++ y permite además, gestionar el gestor de bases de datos PostgreSQL. Por su facilidad de uso fue la utilizada para gestionar la base de datos de dicho componente.

JavaEE 5

Java Platform Enterprise Edition o Java versión 5 es una plataforma de programación (parte de la Plataforma Java) para desarrollar y ejecutar software de aplicaciones en lenguaje de programación Java con arquitectura de N niveles distribuida. Se basa ampliamente en componentes de software modulares y se ejecuta sobre un servidor de aplicaciones. [14]

1.13 Guía de desarrollo del software

CMMI (Capability Maturity Model Integration por sus siglas en inglés) es un modelo para la mejora y evaluación de procesos de desarrollo, mantenimiento y operación de sistemas de software. Las mejores prácticas CMMI se publican en documentos llamados modelos, los cuales contienen el conjunto de prácticas relacionadas que son ejecutadas de forma conjunta para conseguir determinados objetivos. Así es como el modelo CMMI establece una medida del progreso, conforme al avance en niveles de madurez. Cada nivel a su vez cuenta con un número de áreas de proceso que deben lograrse. El hecho de alcanzar estas áreas se detecta mediante la satisfacción o insatisfacción de varias metas claras y cuantificables. [21]

CMMI consta de 22 áreas de proceso distribuidas dentro de 5 niveles de madurez:

- ✓ Nivel 1: Inicial.
- ✓ Nivel 2: Administrado.
- ✓ Nivel 3: Definido.
- ✓ Nivel 4: Cuantitativamente administrado.
- ✓ Nivel 5: Optimizado.

Las organizaciones son evaluadas y reciben una calificación de nivel 1-5 siguiendo los niveles de madurez. Este enfoque se denomina “Representación Escalonada”. Dichas organizaciones pueden también, ser evaluadas por áreas de procesos en vez de por niveles de madurez, al adquirir los

niveles de capacidad en cada una de ellas, obteniendo el "Perfil de Capacidad" de la organización. A esta visión de la organización se le conoce como "Representación Continua."

Su implementación aumenta la fiabilidad del software producido, la visibilidad de los procesos de producción y soporte, la reusabilidad de componentes, y como resultado de la combinación de este tipo de mejoras, disminuye los costes de producción y mantenimiento de las aplicaciones.

La UCI fue evaluada por este proceso de mejora alcanzando el nivel 2. Este nivel consta de 7 áreas de proceso, estas son:

- ✓ REQM - Gestión de Requisitos
- ✓ PP - Planificación de Proyectos
- ✓ PMC - Seguimiento y Control de Proyectos
- ✓ SAM - Acuerdos con Proveedores
- ✓ MA - Medición y Análisis
- ✓ PPQA - Aseguramiento de la Calidad de Procesos y Productos
- ✓ CM - Gestión de la Configuración

1.14 Proceso de negocio

Un proceso de negocio es un conjunto estructurado de actividades diseñadas para producir un producto, es ejecutado por un grupo de trabajadores de distintas especialidades.

Notación Utilizada para Modelar los Procesos del Negocio.

BPMN (Business Process Management Notation) es un nuevo estándar de modelado de procesos de negocio donde se presentan gráficamente las diferentes etapas de su proceso. La notación ha sido diseñada específicamente para coordinar la secuencia de procesos y los mensajes que fluyen entre los diferentes procesos participantes.

El objetivo principal de esta notación es mejorar la eficiencia a través de la gestión sistemática de los procesos de negocio que se deben modelar, auto-matizar, integrar, monitorizar y optimizar de forma continua. A través del modelado de las actividades y los procesos puede lograrse un mejor entendimiento del negocio. Muchas veces esto brinda un mejor enfoque, lo que permite mejorarlos.

[14]

Lenguaje Unificado de Modelado

UML (Unified Modeling Language por sus siglas en inglés), es un lenguaje para visualizar, especificar, construir y documentar los artefactos de un sistema que involucra una gran cantidad de software. Permite la modelación de sistemas con tecnología orientada a objetos. Se puede aplicar en el desarrollo de software entregando gran variedad de formas para dar soporte a una metodología de desarrollo de software (tal como RUP), pero no especifica en sí mismo qué metodología o proceso utilizar. Este lenguaje de modelado formal permite tener un mayor rigor en la especificación, realizar

una verificación y validación del modelo desarrollado, automatizar determinados procesos y generar código a partir de los modelos y a la inversa. Esto último permite que el modelo y el código estén actualizados. [14]

1.15 Conclusiones parciales

En este capítulo se realizó un estudio sobre la tecnología RFID que permitió conocer su funcionamiento, los componentes de un sistema RFID y las aplicaciones de esta tecnología en el sector de la salud, específicamente en el control de las bolsas de sangre lo que sirvió ayudó a una mayor comprensión de la problemática planteada.

Además, se realizó un análisis de las soluciones existentes a nivel nacional e internacional lo que evidenció la necesidad de crear un componente que permita la automatización de los procesos de etiquetado y seguimiento de las bolsas de sangre evitando así la ocurrencia de errores humanos.

Se definieron las tecnologías y herramientas a utilizar para lograr una mejor integración de RFID en el sistema xavia HIS.

Capítulo 2. Características del componente para la gestión de la trazabilidad de las bolsas de sangre.

2.1 Introducción al capítulo

En el capítulo se describen las características del componente desarrollado además, de la propuesta de solución. Se argumentan los aspectos relacionados con el negocio y se describen y analizan los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema.

2.2 Modelo de procesos del negocio

Describe los procesos de negocio, identificando quienes participan y las actividades que requieren automatización.

Tiene como objetivos comprender la estructura y la dinámica de la organización en la cual se va a implantar el sistema, obtener los problemas actuales de la organización e identificar las mejoras potenciales, asegurar que los consumidores, usuarios finales y desarrolladores tengan un entendimiento común de la organización y derivar los requerimientos del sistema. Se especifica qué procesos del negocio soportará el sistema. Además, de identificar los objetos implicados en el negocio, este modelo establece las competencias que se requieren de cada proceso: sus actores, sus responsabilidades y las operaciones que llevan a cabo.

Actores del Negocio

Tabla1 Actores del negocio.

Actor	Objetivo
Médico	Hacer solicitud de transfusión. Realizar transfusión. Registrar transfusión.
Enfermera	Realizar entrevista. Confeccionar Historia Clínica. Realizar extracción de sangre. Tomar muestra de sangre. Registrar donación.
Gerente de la entidad sanitaria	Encargado de realizar las funciones como gerente de la entidad y llevar el control de todo lo que se hace en cada una de las áreas.
Especialista	Realizar pruebas de compatibilidad.

Descripción de los procesos del negocio

A continuación se describen cada uno de los procesos del negocio:

✓ Realizar donación.

El proceso de donación se inicia cuando el futuro donante acude al punto de extracción, ya sea banco de sangre, centro de extracción o unidad móvil, la enfermera le hace una entrevista donde se registran datos como: la fecha de la última donación, enfermedades que padece, entre otros, luego se determina si el donante está apto o no para donar, si está en condiciones procede a donar, si no se rechaza. Luego de la donación la enfermera registra los datos en la bolsa de sangre como son fecha de creada, fecha de vencimiento, lote, cantidad de sangre, grupo y factor sanguíneo. A continuación se muestra el diagrama correspondiente al proceso realizar donación.

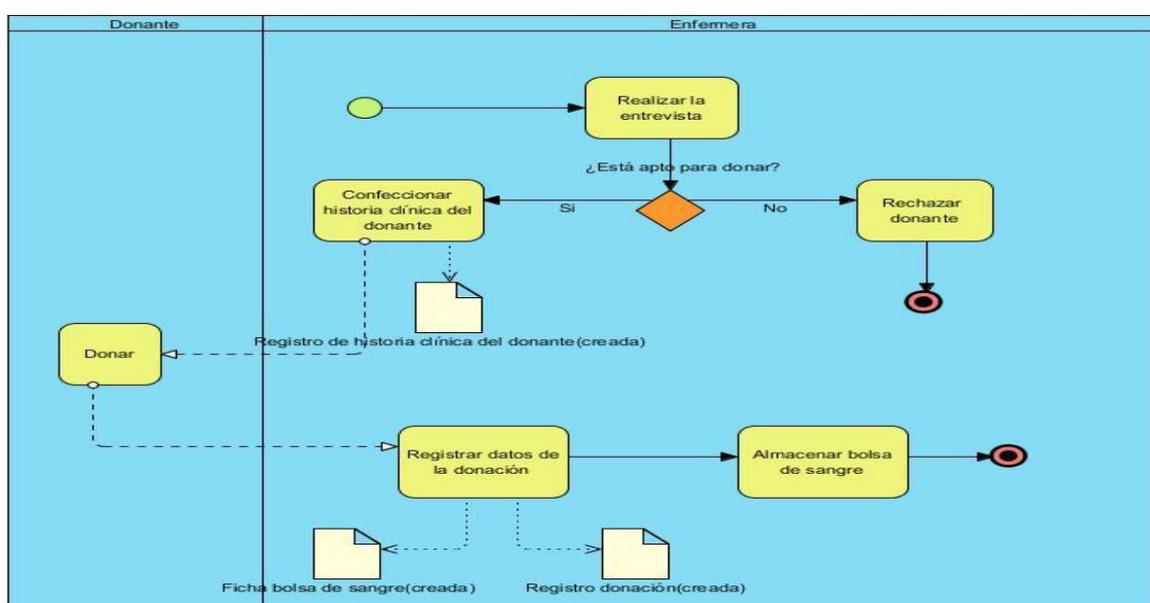


Figura 2 Descripción del proceso realizar donación.

✓ Trazabilidad de las bolsas de sangre en todo el proceso

El proceso se inicia cuando la enfermera desea ver el histórico de utilización y localización de una bolsa de sangre específica, para ello se remite al registro de donaciones para saber la fecha de la donación ya que en esta se registra el número de la historia clínica del donante, luego en el registro de transfusiones puede ver en qué paciente se utilizó, que componente se utilizó y la cantidad del mismo. A continuación se muestra el diagrama correspondiente al proceso trazabilidad de las bolsas de sangre.

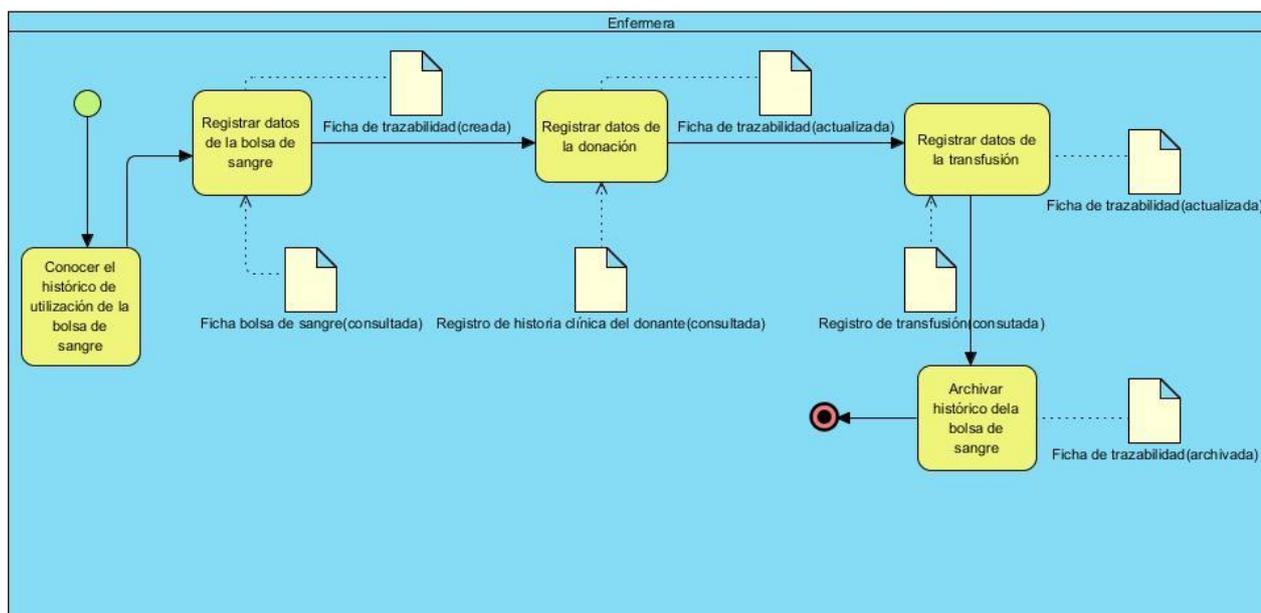


Figura 3 Descripción del proceso trazabilidad de las bolsas de sangre.

✓ Realizar transfusión al paciente

El proceso de transfusión se inicia cuando el médico hace una solicitud de transfusión que contiene entre otras características de la transfusión, tipo de componente sanguíneo solicitado, el paciente al cual se le va a realizar la transfusión y la fecha de la solicitud, en caso de que sea aceptada, se busca una bolsa de sangre que sea compatible con la sangre del paciente, que tenga la calidad requerida y entonces se realiza la transfusión. A continuación se muestra el diagrama correspondiente al proceso realizar transfusión al paciente.

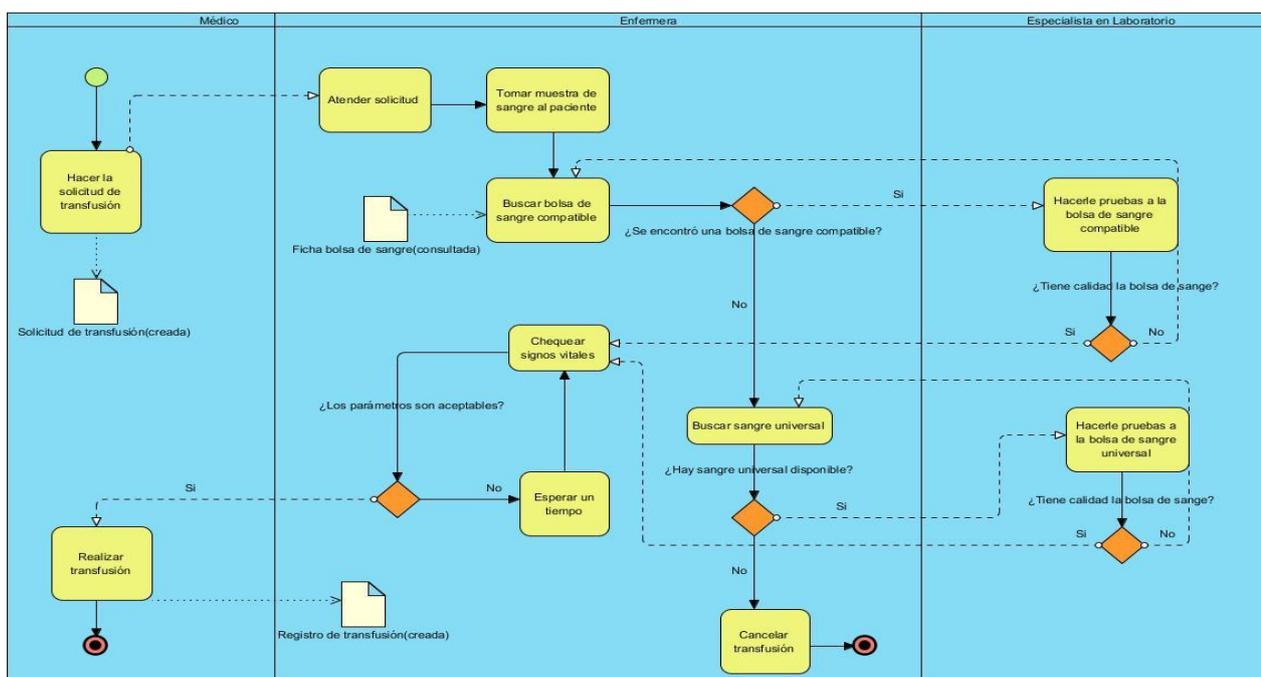


Figura 4 Descripción del proceso realizar transfusión en los pacientes.

✓ **Envío y recibo de hemocomponentes**

Este proceso permite el envío de hemocomponentes entre los distintos bancos de sangre existentes en la entidad, para ello la enfermera busca las bolsas de hemocomponentes que serán enviadas hacia la otra entidad y luego en esta última se puede aceptar o rechazar el envío, en caso de que se rechace debe quedar registrado el motivo del mismo. A continuación se muestra el diagrama correspondiente al proceso envío y recibo de hemocomponentes.

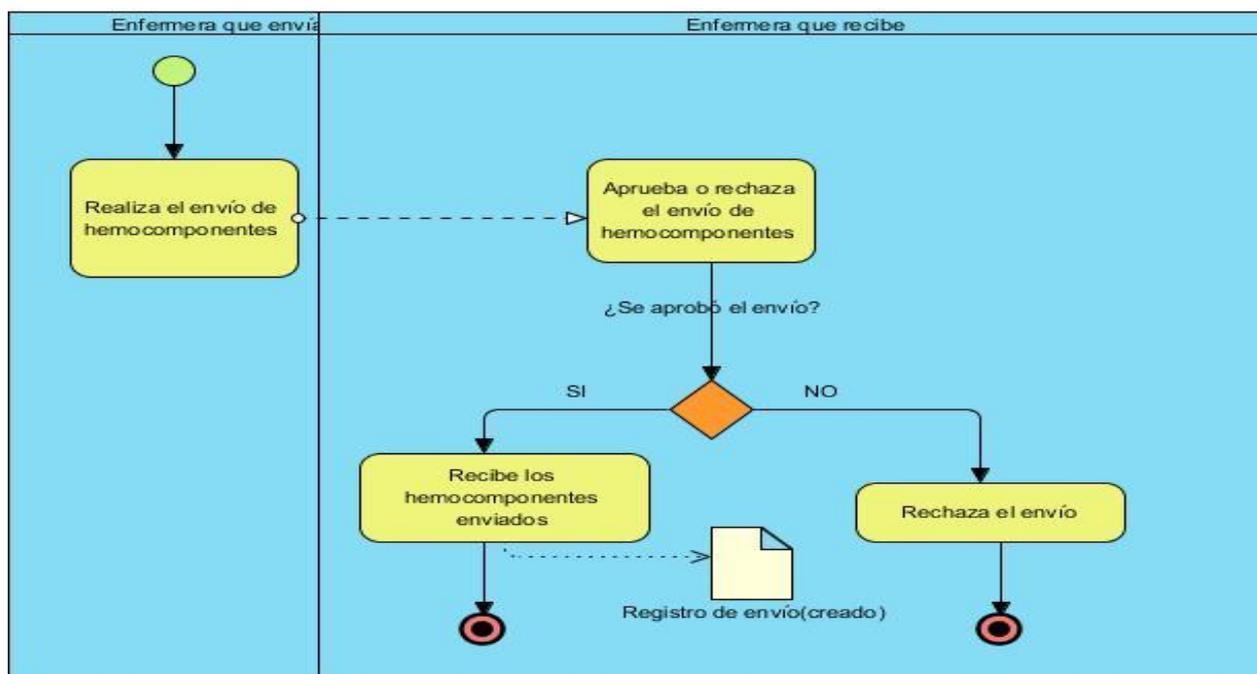


Figura 5 Descripción del proceso envío y recepción de hemocomponentes.

2.2 Propuesta de solución

Se propone el desarrollo de un componente integrado al sistema xavia HIS que utilice la tecnología RFID en el sector de la Salud, que tiene como objetivo llevar el control de las bolsas de sangre desde el punto de extracción hasta la transfusión al paciente, el mismo permitirá:

- ✓ La gestión de las diversas áreas de la entidad.
- ✓ La gestión de las etiquetas de las bolsas de sangre.
- ✓ La gestión de antenas en cada una de las áreas de la entidad.
- ✓ La gestión de la información referente a las bolsas de sangre garantizando la trazabilidad de estas desde el punto de extracción hasta la transfusión en los pacientes.
- ✓ La gestión de la información referente a la historia clínica de los donantes.
- ✓ El envío de hemocomponentes entre las distintas áreas de la entidad.

2.3 Propuesta de aplicación práctica

Una vez desarrollado el sistema se propone una solución práctica, exponiendo un escenario de la vida real, con ventajas y desventajas. Para el mismo se realizó un estudio a fondo de los componentes que integran la tecnología RFID y cuáles de estos serán más convenientes usar en Cuba, según sus características y costos.

Componentes:

Etiquetas

- ✓ **Pasivas:** Las etiquetas pasivas no poseen alimentación eléctrica. La señal que les llega de los lectores induce una corriente eléctrica pequeña y suficiente para operar el circuito integrado de la etiqueta, de forma que puede generar y transmitir una respuesta.

Suelen tener distancias de uso práctico comprendidas entre los 10 cm y llegando hasta unos pocos metros, según la frecuencia de funcionamiento y el diseño y tamaño de la antena. Por su sencillez conceptual, son obtenibles por medio de un proceso de impresión de las antenas. Como no precisan de alimentación energética, el dispositivo puede resultar muy pequeño: pueden incluirse en una pegatina o insertarse bajo la piel.

La gran mayoría de las etiquetas RFID son pasivas, que son mucho más baratas de fabricar y no necesitan batería. En 2004, estas etiquetas tenían un precio desde 0,40\$, en grandes pedidos, para etiquetas inteligentes, según el formato, y de 0,95\$ para etiquetas rígidas usados frecuentemente en el sector textil encapsulados en PPs o epoxi. [2] A continuación se muestra un ejemplo de este tipo de etiqueta.



Figura 6 Etiqueta pasiva.

- ✓ **Activas:** A diferencia de las etiquetas pasivas, las activas poseen su propia fuente autónoma de energía, que utilizan para dar corriente a sus circuitos integrados y propagar su señal al lector. Estas son mucho más fiables (tienen menos errores) que las pasivas debido a su capacidad de establecer sesiones con el lector. A pesar de las ventajas en cuanto al coste de las etiquetas RFID pasivas con respecto a las activas son significativos, otros factores; incluyendo exactitud, funcionamiento en ciertos ambientes como cerca del agua o metal, y confiabilidad; hacen que el uso de etiquetas activas sea muy común hoy en día. Son capaces de transmitir señales más potentes que las de las pasivas, lo que les lleva a ser más eficientes en entornos dificultosos para la radiofrecuencia como el agua (incluyendo humanos y ganado, formados en su mayoría por agua), metal (contenedores, vehículos). También, son

efectivas a distancias mayores pudiendo generar respuestas claras a partir de recepciones débiles (al contrario que las pasivas). Contienen un transmisor que está siempre "encendido", se alimentan con una pila del tamaño aproximado de una moneda, y están concebidas para comunicaciones de hasta 30 metros de distancia del lector de RFID. Por el contrario, suelen ser mayores y más caras, y su vida útil es en general mucho más corta. La principal ventaja de las etiquetas RFID activas respecto a las pasivas es el elevado rango de lectura, del orden de decenas de metros. Como desventajas, cabe destacar el precio, que es muy superior que las pasivas y la dependencia de alimentación por baterías. El tiempo de vida de las baterías depende de cada modelo de etiqueta y también, de la actividad de este, normalmente es del orden de años. Los fabricantes RFID no suelen publicar los precios para estas sin antes determinar el rango, la capacidad de almacenamiento y la cantidad requeridas. [2] A continuación se muestra un ejemplo de este tipo de etiqueta.



Figura 7 Etiqueta activa.

- ✓ **Semipasivas:** Las etiquetas semipasivas se parecen a las activas en que poseen una fuente de alimentación propia, aunque en este caso se utiliza principalmente para alimentar el microchip y no para transmitir una señal. Este tipo de etiqueta tiene una fiabilidad comparable a la de las activas, a la vez que pueden mantener el rango operativo de una pasiva. También, suelen durar más tiempo que las activas. Estas etiquetas son caras, sus fabricantes RFID no suelen publicar los precios para estas sin antes determinar el rango, la capacidad de almacenamiento y la cantidad requeridas. [2] A continuación se muestra un ejemplo de este tipo de etiqueta.



Figura 8 Etiqueta semipasiva.

- ✓ **Lectores RFID Fijos:** Estos lectores no llevan antena incorporada y son los encargados de generar las ondas que emiten las antenas hacia los tags, al mismo tiempo que recibir y decodificar lo que emiten los tags y llega a través de las antenas. [2] A continuación se muestra un ejemplo de este tipo de lector.



Figura 9 Lector RFID fijo.

- ✓ **Lectores RFID Móviles:** El objetivo de este lector es llevar la movilidad hasta allí dónde tienen lugar los eventos y se necesita tomar decisiones para capturar datos y tomar decisiones en el mismo lugar dónde se producen los eventos. A continuación se muestra un ejemplo de este tipo de etiqueta. [2] A continuación se muestra un ejemplo de este tipo de lector.



Figura 10 Lector RFID móvil.

Antenas

- ✓ **Baja Frecuencia:** El tipo de antena utilizado en un tag depende de la aplicación para la que está diseñado y de la frecuencia de operación. Las antenas de baja frecuencia normalmente se sirven de la inducción electromagnética. Como el voltaje inducido es proporcional a la frecuencia, se puede producir el necesario para alimentar un circuito integrado utilizando un número suficiente de espiras. [22] A continuación se muestra un ejemplo de este tipo de antena.



Figura 11 Antena de baja frecuencia.

- ✓ **Alta Frecuencia:** En alta frecuencia (13,56 MHz) se utiliza una espiral plana con 5-7 vueltas y un factor de forma parecido al de una tarjeta de crédito para lograr distancias de decenas de centímetros. Estas antenas son más baratas que las de baja frecuencia ya que pueden

producirse por medio de litografía en lugar de espiración, aunque son necesarias dos superficies de metal y una aislante para realizar la conexión cruzada del nivel exterior al interior de la espiral, donde se encuentran el condensador de resonancia y el circuito integrado. [22] A continuación se muestra un ejemplo de este tipo de antena.



Figura 12 Antena de alta frecuencia.

- ✓ **Frecuencia Ultra Alta:** En este tipo de antena solo es necesario utilizar una capa de metal, lo que reduce el coste. Las antenas de dipolo, no obstante, no se ajustan muy bien a las características de los circuitos integrados típicos (con alta impedancia de entrada, ligeramente capacitiva). Se pueden utilizar dipolos plegados o bucles cortos como estructuras inductivas complementarias para mejorar la alimentación. Los dipolos de media onda (16 cm a 900 MHz) son demasiado grandes para la mayoría de aplicaciones (por ejemplo las etiquetas RFID para uso en etiquetas no pueden medir más de 10 cm), por lo que hay que doblar las antenas para satisfacer las necesidades de tamaño. También, pueden usarse estructuras de banda ancha. La ganancia de las antenas compactas suele ser menor que la de un dipolo (menos de 2 dB) y pueden considerarse isótropas en el plano perpendicular a su eje. [22] A continuación se muestra un ejemplo de este tipo de antena.



Figura 13 Antena de frecuencia ultra alta.

Selección de equipos y análisis de costo

Luego de un análisis de los costos de los equipos de hardware que se utilizan en los sistemas RFID, se escogieron los más factibles para el desarrollo de la aplicación y a la vez los más económicos siendo estos los que se muestran a continuación:

Tabla 2. Etiqueta 115004 de ultra alta frecuencia.

Frecuencia de operación	860 MHz a 960 MHz
-------------------------	-------------------

Protocolos	EPC Class 1 Gen2, ISO 18000-6C
Tamaño	97 mm x 15 mm
Rango de lectura	Hasta 12m
Resistente	Agua/Polvo

Tabla 3. Lector 216010 gen2 de largo alcance.

Frecuencia de operación	860 MHz a 960 MHz
Protocolos	EPC Class1 Gen1 and Gen2
Compatibilidad antenas	Hasta 12 dBi
Rango Lectura/Escritura	Hasta 15m
Tamaño	460 x 460 x 50 mm

Tabla 4. Antena alien circular ALR-9611-CR.

Frecuencia de operación	890 MHz a 940 MHz
Polarización	Circular
Ganancia	7 dBi
Tamaño	240*240*30mm

Tabla 5. Lector USB RFID ultra alta frecuencia de escritorio.

Frecuencia de operación	860 MHz a 960 MHz
Protocolos	ISO18000-6B, ISO18000-6C(EPC C1G2)
Compatibilidad antenas	Hasta 10 dBi

Rango Lectura/Escritura	Hasta 200 mm
Tamaño	15 x 10 x 6.0 cm

En la siguiente tabla se pueden apreciar los diferentes precios que poseen los equipos seleccionados. Vale acotarse que el precio de estos equipos en el mercado internacional es en dólares.

Tabla 6. Precios de equipos RFID.

<i>Equipos RFID</i>	<i>Etiqueta UHF</i>	<i>Lector Gen2</i>	<i>Antena Alien</i>	<i>Lector USB</i>
Precios	\$0.66	\$980	\$295	\$252

2.4 Especificación de los requisitos de software

Los requisitos son las necesidades del producto que se debe desarrollar en cualquier proyecto de software, es una descripción completa del comportamiento del sistema que se va a desarrollar. Incluye un conjunto de casos de uso que describe todas las interacciones que tendrán los usuarios con el software. Por lo que es muy importante no perder de vista que un requisito debe ser especificado por escrito, posible de probar o verificar para poder comprobar si se cumplió con él o no, consistente que no entre en contradicción con otros requisitos y conciso, o sea, fácil de leer y entender. Además, un requisito deber estar completo, es decir, que proporcione la información suficiente para su comprensión.

A continuación se especifican los requerimientos funcionales y no funcionales que el sistema debe cumplir.

2.4.1 Requisitos funcionales (RF)

Luego del estudio de los procesos del negocio y las actividades a automatizar se crean las funcionalidades con que el sistema deberá cumplir para dar respuesta al problema identificado.

Los requerimientos funcionales de un sistema describen lo que el sistema debe hacer y cumplir para lograr su objetivo y garantizar la calidad de software. Estos requerimientos dependen del tipo de software que se desarrolle, de los posibles usuarios del software y del enfoque general tomado por la organización al redactar requerimientos.

RF1- Gestionar las áreas de la entidad sanitaria

RF1.1 - Adicionar área: Se adicionan las áreas necesarias a una entidad sanitaria.

RF1.2 - Eliminar área: Se eliminan las áreas en caso de error o desuso de una entidad sanitaria.

RF1.3 - Buscar área: Se buscan las áreas necesarias de una entidad sanitaria.

RF1.4 - Modificar área: Se modifican los datos de un área en caso de error en una entidad sanitaria.

RF2 - Gestionar antena

RF2.1 - Adicionar antena: Se adicionan antenas a la entidad sanitaria.

RF2.2 - Buscar antena: Se busca una antena que haya sido agregada a la entidad sanitaria.

RF2.3 - Eliminar antena: Se elimina una antena que haya sido agregada con anterioridad en la cual exista algún error o esté en desuso.

RF2.4 - Modificar antena: Se modifica los datos de una antena que haya sido agregada con anterioridad en la cual exista algún error o esté en desuso.

RF3 - Gestionar lector

RF3.1 - Adicionar lector: Se adicionan los lectores correspondientes a cada antena.

RF3.2 - Buscar lector: Se busca un lector que haya sido agregado anteriormente.

RF3.3 - Eliminar lector: Se elimina un lector que haya sido agregado con anterioridad.

RF3.4 - Modificar lector: Se modifica los datos de un lector que haya sido agregado con anterioridad.

RF4 - Crear la historia clínica del donante: Se crea la historia clínica del futuro donante.

RF5 - Registrar entrevista: Se realiza la entrevista para decidir si el futuro donante está apto o no para donar.

RF6 - Registrar datos de la donación

RF6.1 - Buscar historia clínica del donante: Busca la historia clínica mediante su número, su fecha de realización o el carné de identidad del donante.

RF6.2 – Registrar datos de la donación de sangre: Se registran los datos de la donación, entre los cuales están los datos de la bolsa de sangre y de la sangre almacenada en ella y los datos del donante.

RF7 - Enviar hemocomponentes: Permite realizar un envío de hemocomponentes a otra área de la entidad.

RF8 - Recibir hemocomponentes: Permite recibir o rechazar un lote de hemocomponentes enviado por otra entidad.

RF9 - Registrar datos de la transfusión

RF8.1 - Listar las solicitudes de transfusión: Se muestra un listado con todas las solicitudes de transfusión recibidas desde los distintos módulos de atención al paciente.

RF8.2 - Atender solicitud de transfusión: Permite aceptar o rechazar la solicitud previamente seleccionada y seleccionar la bolsa de sangre que se utilizará para la transfusión luego se comprueba la calidad de la sangre contenida en la bolsa, así como la compatibilidad de la misma con la sangre del paciente.

RF10 - Dar de baja a las bolsas de sangre vencidas: Permite dar de baja a las bolsas de sangre que estén vencidas.

RF11 - Generar reporte de bolsas de sangre vencidas: Se muestra un reporte con las bolsas de sangre vencidas y el área en la que se encuentran.

RF12 - Generar reporte de trazabilidad de las bolsas de sangre: Se muestra un reporte de la trazabilidad de la bolsa de sangre desde el momento de la extracción hasta su utilización en los pacientes.

RF13 - Generar reporte de donaciones: Se muestra un reporte con el listado de las donaciones que se han realizado en la entidad.

RF14 - Generar reporte de transfusiones: Se genera un reporte con el listado de las transfusiones que se han realizado en la entidad.

2.4.2 Requisitos no funcionales (RNF)

Cuando se establecen las tareas que el sistema debe realizar, se determinan algunas normas las cuales reflejan el comportamiento del mismo.

Estos requisitos imponen restricciones en el diseño o la implementación como restricciones en el diseño o estándares de calidad. Son propiedades o cualidades que el producto debe tener. Los requerimientos no funcionales a menudo se aplican al sistema en su totalidad. Normalmente apenas se aplican a características o servicios individuales del sistema. Estos no se refieren directamente a las funciones específicas que proporciona el sistema, sino a las propiedades emergentes de éste como la fiabilidad, el tiempo de respuesta y la capacidad de almacenamiento. De forma alternativa, definen las restricciones del sistema como la capacidad de los dispositivos de entrada/salida y las representaciones de datos que se utilizan en las interfaces del sistema.

✓ **Usabilidad**

Tabla 7 Usabilidad.

No.	Sexo	Edad	Nivel de Escolaridad	Ocupación	Experiencia profesional	Experiencia con la Aplicación Informática	Tipo de discapacidad	Otras
-----	------	------	----------------------	-----------	-------------------------	---	----------------------	-------

1	F o M	20-55 años	Universitario	Médico.	Mínimo 4 meses.	Mínimo 1 mes.	Ninguna.	
2	F o M	20-55 años	Universitario	Enfermera.	Mínimo 4 meses.	Mínimo 1 mes.	Ninguna.	
3	F o M	20-55 años	Técnico medio.	Administrador del sistema.	Mínimo 4 meses.	Mínimo 1 mes.	Ninguna.	

RNF 1: Tipo de aplicación

Será una aplicación WEB, diseñada de manera que los usuarios que tengan muy poco conocimiento informático adquieran las habilidades necesarias para dominarla en un tiempo reducido.

RNF 2: Finalidad de la aplicación

La aplicación tiene como propósito gestionar la trazabilidad de las bolsas de sangre desde el punto de extracción hasta la transfusión en los pacientes.

✓ **Confiabilidad**

RNF 3: Políticas de respaldo

Se deben crear políticas de respaldo sobre toda la información obtenida, evitando así pérdidas en caso de la ocurrencia de algún incidente.

RNF 4: Recuperación de la información

Se podrá recuperar la información almacenada en la base de datos mediante la utilización de las copias de respaldo.

✓ **Eficiencia**

RNF 5 Respuesta del sistema

La respuesta del sistema debe ser rápida, según las operaciones que realice el usuario que esta interactuando con la misma.

✓ **Soporte**

RNF 6 Mantenimiento

Se debe contar con un manual de soporte que permita realizar mantenimientos periódicos al sistema en caso de ser necesarios.

✓ **Restricciones de diseño**

RNF 7 Nomenclatura

La nomenclatura de los bases de datos, tablas, campos de las tablas, esquemas, procedimientos almacenados o funciones, vistas, triggers y tipos de datos se elaborarán siguiendo los estándares definidos en el proyecto.

RNF 8 Codificación

La codificación se realizará siguiendo el estándar definido en el proyecto.

RNF 9 Interfaces

Las interfaces se realizarán siguiendo el estándar definido en el proyecto.

✓ **Interfaz****RNF 10 Información**

Quedará reflejada la información necesaria sobre la aplicación, para que el usuario pueda estudiarla, facilitando así la correcta interpretación.

RNF 11 Equipo necesario

El equipo de hardware debe contar con las siguientes características:

1. Tipo de procesador: Intel Pentium IV o superior.
2. Velocidad del procesador: 3.00 GHz.
3. Memoria RAM: 2 GB o superior.
4. Disco Duro: 80 GB para servidor de aplicación
5. Se requiere tarjeta de red.
6. Lector RFID: Lectores que soporten la comunicación con las etiquetas a través del protocolo aire Ultra High Frequency Class-1 Generation-2.
7. Etiquetas RFID: Etiquetas que soporten la comunicación con los lectores a través del protocolo aire Ultra High Frequency Class-1 Generation-2.

Se necesitan las siguientes tecnologías:

1. PostgreSQL 8.4.
2. Máquina Virtual de Java (JVM).
3. Java Runtime Environment (JRE).

✓ **Seguridad****RNF 12 Control de usuario**

Se llevará un control de usuario, garantizando el acceso de los mismos de acuerdo al nivel de restricción que tengan. Las contraseñas podrán cambiarse sólo por el administrador del sistema.

RNF 13 Control de la acciones

Se registrarán todas las acciones que se realizan, llevando el control de las actividades de cada usuario en todo momento. Ninguna información que se haya ingresado en el sistema será eliminada físicamente de la base de datos.

✓ **Rendimiento****RNF 14 Rendimiento en el sistema**

Para disminuir el rendimiento en el sistema se implementó respetando las buenas prácticas de programación como reutilización de código, la herencia y el polimorfismo además, se evitaron las muchas validaciones en el lado del servidor.

✓ **Software**

RNF 15 Plataformas

El sistema debe correr en sistemas operativos Windows y Linux, utilizando la plataforma JAVA (Java virtual machine, JBoss AS y PostgreSql). Para acceder al sistema se debe disponer de un navegador web como el Google Chrome y Firefox.

2.5 Conclusiones parciales

Este capítulo permitió definir la propuesta de aplicación práctica que permitirá guiar el proceso de despliegue del sistema especificando el tipo de frecuencia a utilizar, los tipos de etiquetas, las antenas que se deben utilizar en cada área, entre otras cosas. Además, se especificaron procesos y de ellos los requerimientos funcionales y no funcionales que va a tener el sistema.

Capítulo 3. Diseño del componente para la gestión de la trazabilidad de las bolsas de sangre.

En este capítulo se exponen temas relacionados al diseño del sistema, definiendo la arquitectura y el patrón a utilizar para satisfacer ciertos requerimientos, así como los diagramas de clases del diseño. Siendo esta la primera fase de diseño en la cual se selecciona la aproximación básica para resolver el problema.

3.1 Modelo de diseño

En el Modelo de Diseño es donde se muestran las clases u objetos en un sistema es el enlace entre los requerimientos, ya sean funcionales o no funcionales y la implementación del sistema, por lo que se deben incluir todos los detalles posibles para que los programadores tomen decisiones sobre la implementación.

Patrones de diseño

Los patrones de diseño expresan esquemas para definir estructuras de diseño (o sus relaciones) con las que construir sistemas de software. Dentro de los patrones de diseño se encuentran los Patrones Generales de Software para Asignar Responsabilidades (GRASP) por sus siglas en inglés, estos representan los principios básicos de la asignación de responsabilidades a objetos, expresados en forma de patrones.

Patrones básicos de asignación de responsabilidades

- ✓ **Experto:** Se encarga de asignar una responsabilidad al experto en información, o sea, aquella clase que cuenta con la información necesaria para cumplir la responsabilidad.
- ✓ **Creador:** Este patrón es el responsable de asignarle a una clase B la responsabilidad de crear una instancia de la clase A. B es un creador de los objetos A.
- ✓ **Alta Cohesión:** Asigna una responsabilidad de forma tal que la cohesión siga siendo alta.
- ✓ **Bajo Acoplamiento:** Este patrón es el encargado de asignar una responsabilidad para conservar el bajo acoplamiento.
- ✓ **Controlador:** Asigna la responsabilidad del manejo de un mensaje de los eventos de un sistema a una clase.

La aplicación de estos patrones en el sistema desarrollado se ve reflejada de la siguiente manera: las clases están relacionadas solo con aquellas de las cuales dependen conceptualmente, asegurando la mínima comunicación entre ellas percibiéndose el patrón bajo acoplamiento. Las clases que contengan a otras pueden instanciarlas dejando ver el patrón creador, y éstas se definieron de forma tal que cada una realice una función específica sin sobrecargarse reflejándose el patrón experto.

3.2 Arquitectura de software

La arquitectura de software es un conjunto de patrones que proporcionan un marco de referencia necesario para guiar la construcción de un software, permitiendo a los programadores, analistas y todo el conjunto de desarrolladores del software compartir una misma línea de trabajo y cubrir todos los objetivos y restricciones de la aplicación. Es considerada el nivel más alto en el diseño de la arquitectura de un sistema puesto que establecen la estructura, funcionamiento e interacción entre las partes del software. (24)

Los patrones arquitectónicos, son patrones del software que definen la estructura de un sistema, están compuestos de subsistemas con sus responsabilidades, son definidos por características que le permiten organizar los componentes del mismo sistema, para lograr con mayor facilidad la tarea del diseño de dicho sistema. Un patrón arquitectónico se enfoca a dar solución a un problema en específico, en este caso el patrón modelo vista controlador es el que se utiliza para el desarrollo del sistema que se propone.

Patrón arquitectónico modelo vista controlador

Modelo Vista Controlador es un patrón o modelo de abstracción de desarrollo de software que separa los datos de una aplicación, la interfaz de usuario, y la lógica de negocio en tres componentes distintos (modelo, vista y controlador).

Modelo: Los objetos de modelo son las partes de la aplicación que implementan la lógica del dominio de datos de la aplicación. A menudo, los objetos de modelo recuperan y almacenan el estado del modelo en una base de datos. El sistema también, puede operar con más datos no relativos a la presentación, haciendo uso integrado de otras lógicas de negocio y de datos afines con el sistema modelado.

Vista: Las vistas son los componentes que muestra la interfaz de usuario de la aplicación. Normalmente, esta interfaz de usuario se crea a partir de los datos del modelo. Pueden existir varias vistas del modelo y cada una tiene asociada un componente controlador.

Controlador: Los controladores son los componentes que controlan la interacción del usuario, trabajan con el modelo y por último seleccionan una vista para representar la interfaz de usuario. En una aplicación MVC, la vista solo muestra información; el controlador administra y responde a los datos proporcionados por el usuario y su interacción. Por ejemplo, el controlador administra los valores de la cadena de consulta y pasa estos valores al modelo, que a su vez podría utilizarlos para consultar la base de datos. [23]

Ventajas del patrón Modelo Vista Controlador

1. Es posible tener diferentes vistas para un mismo modelo.
2. Es posible construir nuevas vistas sin necesidad de modificar el modelo subyacente.
3. Proporciona un mecanismo de configuración a componentes complejos mucho más tratable que el puramente basado en eventos. [23] A continuación se muestra una representación gráfica de este modelo.

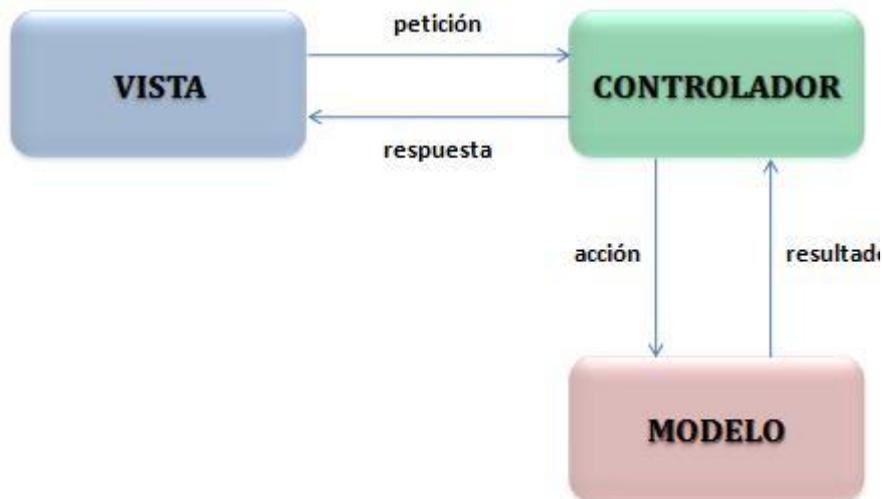


Figura 14 Patrón modelo vista controlador.

Este patrón permite la reutilización de componentes de una forma fácil y además, realizar cambios en uno de sus elementos (modelo, vista y controlador) sin que los restantes se vean afectados. La aplicación de este patrón en el desarrollo del sistema se ve reflejado en la figura 15 que se muestra a continuación.

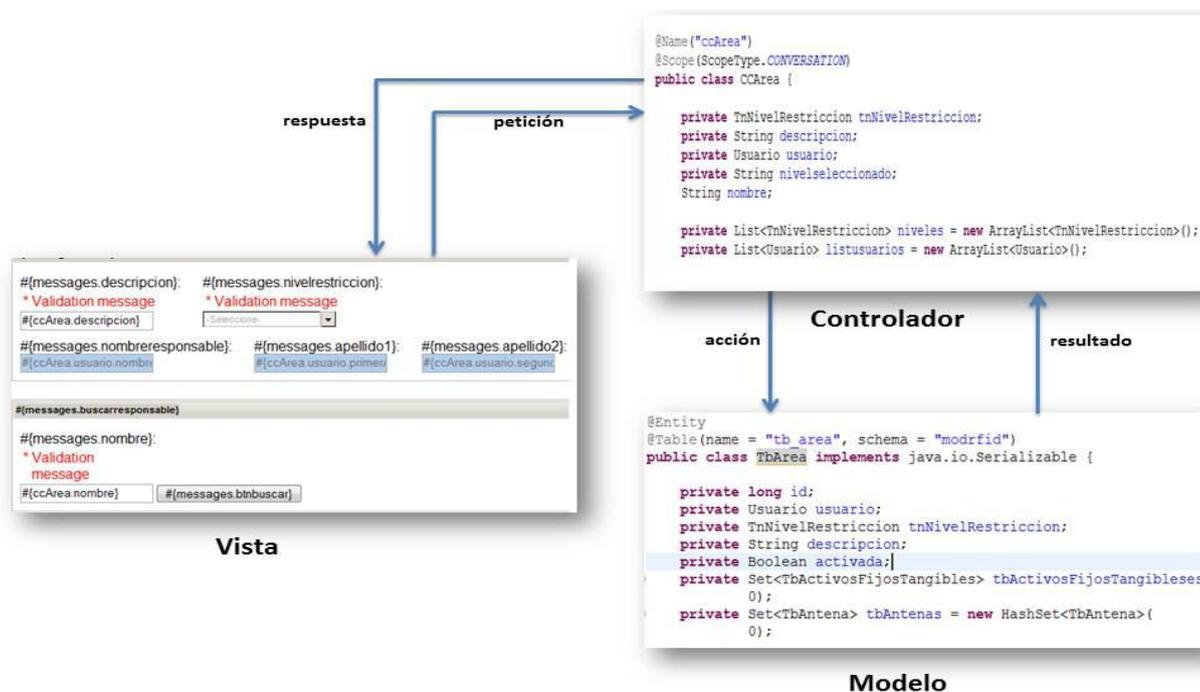


Figura 15 Aplicación de patrón MVC.

3.3 Diagramas de clases del diseño

Un Diagrama de Clases es un tipo de diagrama estático, que especifica la estructura de un sistema denotando clases, atributos y las relaciones entre ellos. En el proceso de análisis y diseño estos diagramas son utilizados mostrando un sistema conceptual de toda la información del mismo, y los componentes que se encargaran del funcionamiento y la relación entre uno y otro. A continuación se muestran los diagramas correspondientes a los principales requisitos del sistema.

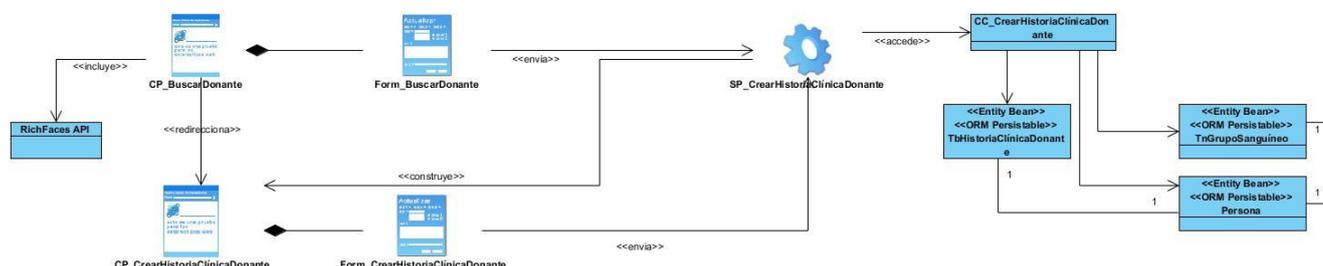


Figura 16 DCD_ Crear_historia_clínica_donante.

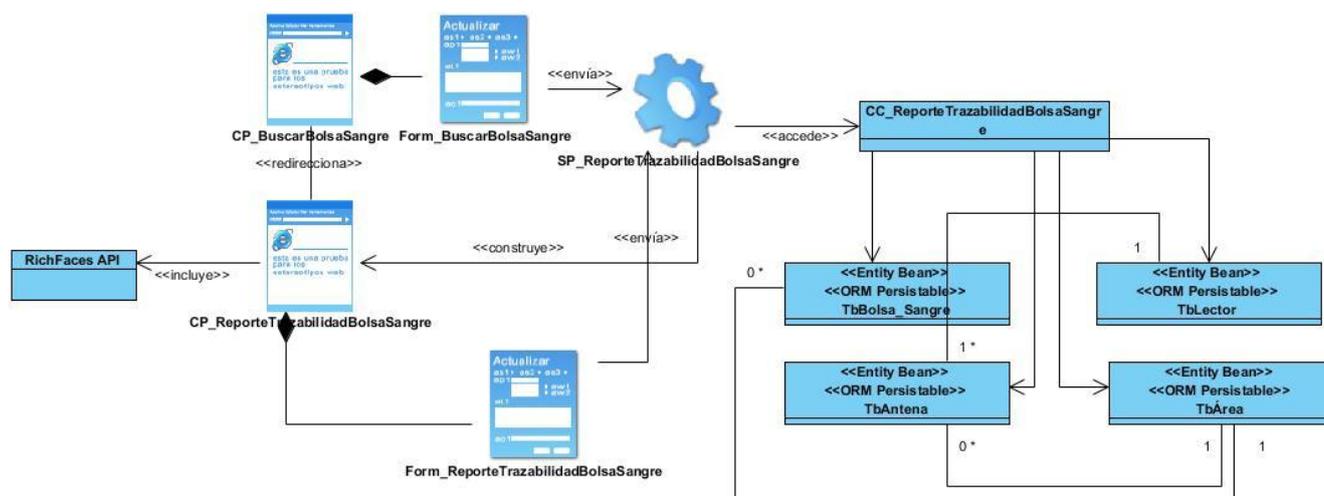


Figura 17 DCD_Reporte_razabilidad_bolsa_sangre.

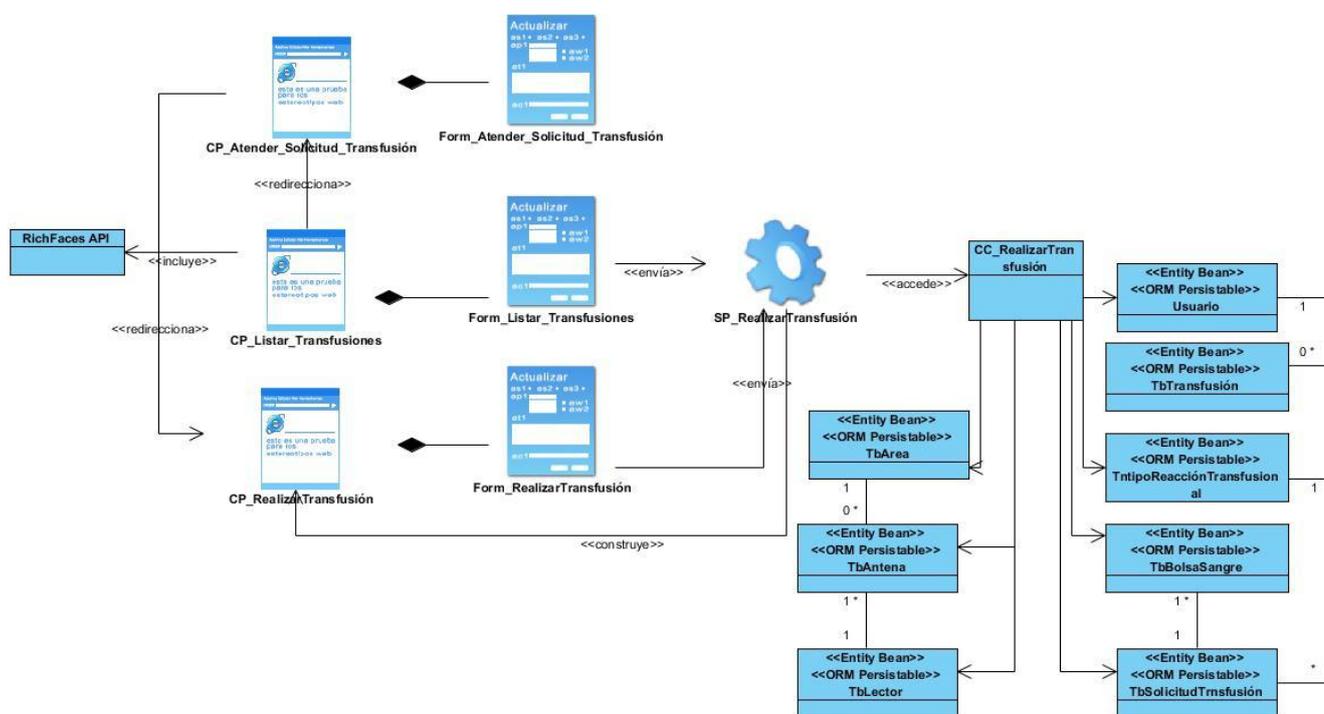


Figura 18 DCD_Registrar_transfusión.

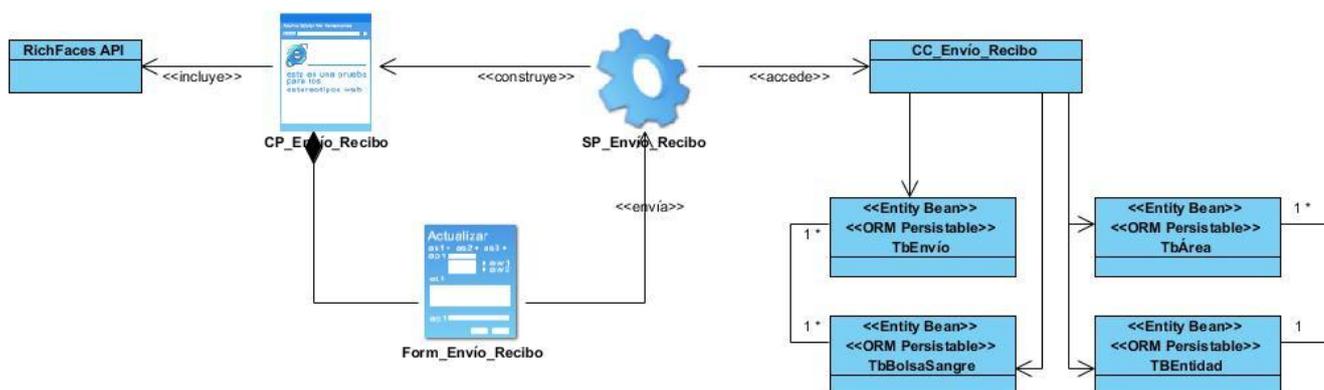


Figura 19 DCD_ Envío de hemocomponentes.

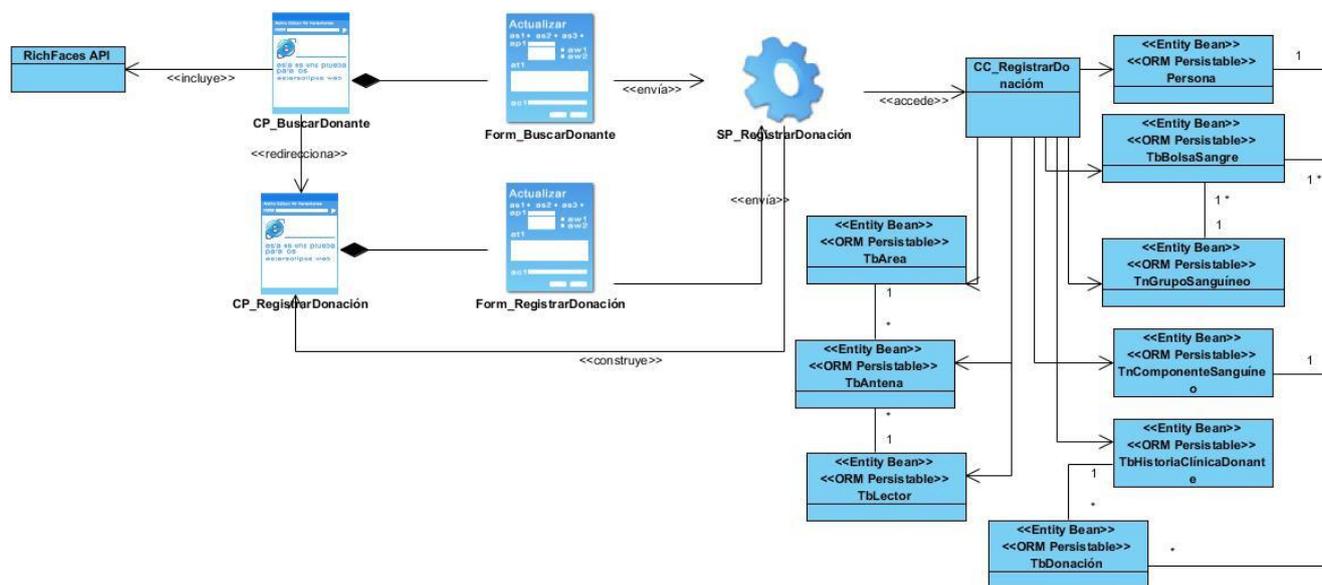


Figura 20 DCD_ Registrar_donación.

Descripción de las clases del diseño

Clase CP_Client Page: Permite la interacción con el usuario y a su vez realizar peticiones a la aplicación, estas solo pueden ser construidas por una sola clase Server Page. Su principal objetivo es representar el acceso a la interfaz de usuario. Se encarga de mostrar los formularios correspondientes a las distintas funcionalidades permitiendo de esta forma interactuar con el sistema.



Figura 21 Client Page.

Clase SP_Server Page: Estas páginas permiten procesar las peticiones enviadas desde la clase Client Page y realizar los cambios en el modelo y en la vista. El propósito de esta clase es representar la página controladora del sistema, está vinculada a la gestión de todo el código y redirecciona las peticiones a las clases controladoras de cada página.



Figura 22 Server Page.

Formularios: Estos formularios permiten la entrada y salida de datos en el sistema, estos datos se validan y luego se envían a la clase controladora correspondiente. El propósito de los formularios es representar cómo se lleva a cabo la inserción de los datos al interactuar con el sistema.

**Figura 23 Form.****Conclusiones parciales**

En este capítulo se representa a través de diagramas de clases la relación que existe entre cada una de las entidades permitiendo un mejor entendimiento del funcionamiento del sistema para la posterior implementación.

Descripción de las tablas de la base de datos

Descripción de las entidades más importantes de Modelo de Datos Relacional antes ilustrado.

Tb_BolsaSangre: esta entidad registra toda la información de la bolsa de sangre como: cantidad de sangre, lote, fecha de vencimiento, fecha de creada, y un identificador único que va a diferenciar esta bolsa del resto, además de los identificadores que representan a cada una de las entidades con las cuales ella se relaciona como: Tn_Grupo_Sanguíneoid y Tn_tipo_comp_sanguíneoid.

Tb_Registro_Donación: en esta entidad se almacenan los datos de la donación como: identificador único de la donación, fecha en que se realiza, así como los identificadores que representan a cada una de las entidades con las cuales ella se relaciona como: Tb_Entidadid, Tb_BolsaSangreid, Usuarioid y Tb_HCDid.

Tb_Registro_Transfusión: esta entidad recoge la información en relación a la transfusión: identificador único de cada transfusión, fecha en que se realiza y cantidad además, de los identificadores que representan a cada una de las entidades con las cuales ella se relaciona como: Tb_Entidadid, Usuarioid para definir dónde y quién realizó la transfusión, y Tb_BolsaSangreid.

TB_HCD: en esta entidad se registran los datos de la historia clínica de cada donante: identificador único para cada historia clínica, y los atributos de las clases relacionadas como: Usuarioid, Personaid, Tb_Entidadid.

Tb_Entidad: en ella se registran los datos relacionados a la entidad sanitaria donde se realiza la donación que esta puede ser una unidad móvil, un hospital o en un banco de sangre, estos datos son: un identificador por cada entidad además, de su nombre, teléfono y dirección.

4.2 Modelo de despliegue

Un diagrama de despliegue constituye la distribución física del sistema en términos de cómo se distribuirán las funcionalidades entre los nodos, cada nodo representa un recurso de cómputo, siendo éstos procesadores o dispositivos hardware que se necesitarán para el despliegue del sistema, dichos nodos están conectados por asociaciones de comunicación tales como enlaces de red y conexiones TCP/IP.

La comunicación entre los nodos se rige por los protocolos HTTP para la asociación entre la computadora cliente y el servidor RFID, TCP/IP para la conexión entre los dos servidores y para la conectar las Antenas y los Lectores al servidor RFID. A continuación se muestra la figura correspondiente al diagrama de despliegue.

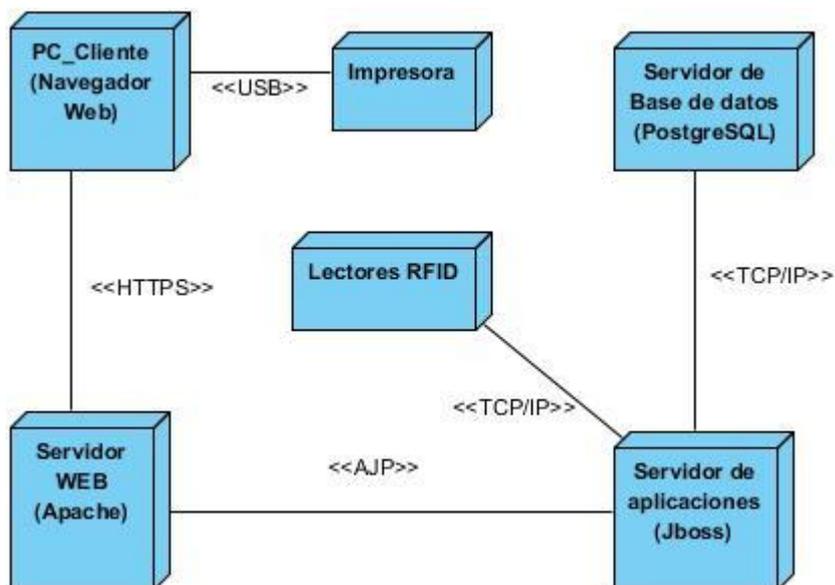


Figura 25 Diagrama de despliegue.

4.3 Diagrama de componentes

Los diagramas de componentes muestran los componentes de software, estos pueden ser: ficheros de código fuente, scripts, ficheros de código binario, ejecutables y similares, y las relaciones que existen entre ellos. En estos diagramas además, se incorporan restricciones en los tipos de componentes, normalmente estos podrán ser organizados por paquetes, en el interior de estos se encontrarán las clases vista, modelos y controladoras.

Cada componente puede agruparse en paquetes, partiendo de un criterio lógico y con vista a simplificar la implementación. A continuación se muestra la figura correspondiente al diagrama de componentes.

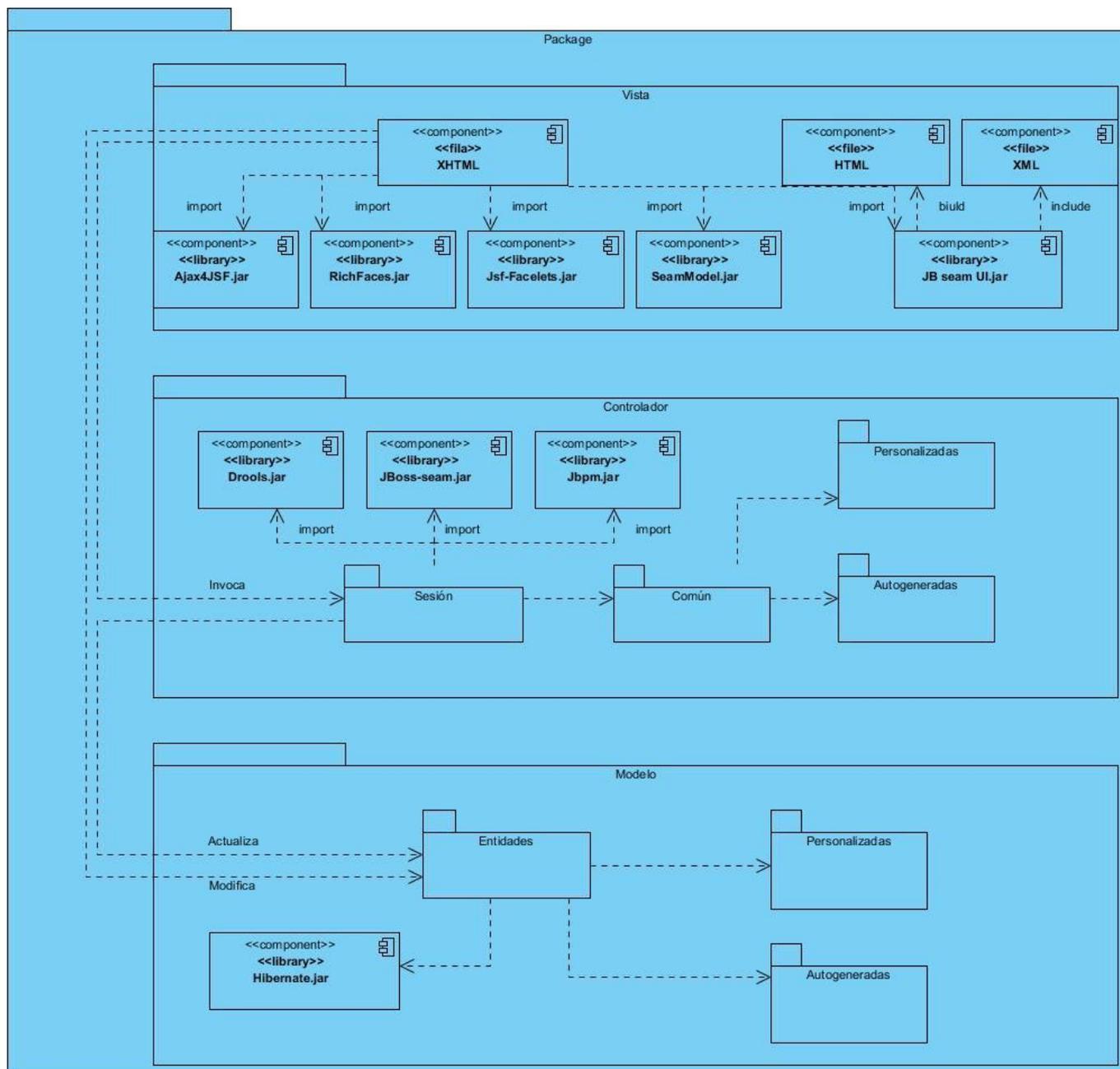


Figura 26 Diagrama de componentes.

4.4 Tratamiento de excepciones y errores

Todo proceso de ejecución de un sistema a desarrollar puede ser interrumpido por un error u otro evento, esto le imposibilita el correcto funcionamiento de la aplicación, llamándose este hecho, excepción. El manejo de estas excepciones le permite al programador crear aplicaciones tolerantes a fallas. Si el usuario interactuando con el sistema introduce datos no válidos, al mismo se le dará a conocer mediante mensajes cuales son los datos correctos que debe introducir. Es importante utilizar un lenguaje de programación que soporte este manejo, de lo contrario el procesamiento de errores no estará incluido y hará el programa más vulnerable.

Para que el sistema de gestión de excepciones funcione, se ha de trabajar en dos partes de los programas:

- ✓ Definir qué partes de los programas crean una excepción y bajo qué condiciones. Para ello se utilizan las palabras reservadas *throw* y *throws*.
- ✓ Comprobar en ciertas partes de los programas si una excepción se ha producido, y actuar en consecuencia. Para ello se utilizan las palabras reservadas *try*, *catch* y *finally* como se puede ver en la figura 27. [24]

```
public void eliminarInstanciaEntidad()

for(int i=0;i<lista.size();i++)
{
    try
    {
        entityManager.remove(lista.get(i));
        entityManager.flush();
    }
    catch (Exception e)
    {
        facesMessages.add("Error, valores asociados).
        return;
    }
}
```

Figura 27 Ejemplo de validación

4.5 Seguridad

Para un sistema de información la seguridad es un eslabón principal, es por esto que un sistema seguro debe constar de disponibilidad, es decir, la información será utilizable cuando y como lo requieran los usuarios autorizados, debe garantizar la integridad, dicha información solo podrá ser modificada por el personal autorizado y debe ser confidencial, la información debe ser legible sólo por quienes están autorizados, en la forma y tiempo determinado.

Para lograr lo antes planteado se llevan a cabo un grupo de acciones para garantizar que el usuario pueda contar con un software seguro:

- ✓ Se llevará un control de usuarios permitiendo solamente el acceso a los datos y áreas a personas autorizadas de acuerdo a las funciones que realizan y los privilegios que poseen.

- ✓ El sistema efectuará las trazas de todas las actividades que realizará cada usuario registrado, en todo momento.
- ✓ Se realizará periódicamente, por parte del personal autorizado una copia de las salvas realizadas, fuera del local, debidamente protegida y lista para ser utilizadas en caso de desastres.
- ✓ Se llevará el control del mantenimiento periódico de las tecnologías informáticas por personal especializado.

4.6 Estrategias de codificación. Estándares y estilos a utilizar

Un estándar de codificación engloba un grupo de reglas que se siguen para la escritura del código fuente, este código debe reflejar un estilo entendible para que cualquier persona que se desempeñe como codificador de dicho lenguaje pueda interpretar de manera eficiente la escritura del código y en un futuro poder darle mantenimiento al sistema.

Al comenzar con el desarrollo del sistema presentado se estableció un estándar de codificación para asegurarse de que todos los programadores del proyecto trabajen de forma coordinada:

- ✓ El idioma que se utiliza es el español y las palabras no se acentúan.
- ✓ El nombre de la clases comienzan con la primera letra en mayúscula y el resto en minúscula, en caso de que sea un nombre compuesto se empleará la notación Pascal.
- ✓ El nombre de los atributos comienzan con la primera letra en minúscula, en caso de que sea un nombre compuesto se empleará la notación Camello.
- ✓ El nombre de las variables comienzan con la primera letra en minúscula, en caso de que sea un nombre compuesto se empleará la notación Camello.
- ✓ El nombre de las clases, atributos, variables y tablas deben ser sugerentes.
- ✓ Con el fin de evitar errores en la comprensión por parte de algunas consolas o programas, se sugiere que las líneas de código no excedan los 80 caracteres.

4.7 Integración con otros sistemas

El componente desarrollado no es independiente, el mismo está integrado al sistema xavia HIS y se relaciona con los restantes módulos de la siguiente manera: el módulo de configuración le permite gestionar las funcionalidades con las que contará el sistema; el módulo banco de sangre le brinda información necesaria sobre los donantes y las bolsas de sangre, entre otras. Se relaciona además, con el componente control de acceso del cual recibe los datos de las personas que ya han sido registradas y etiquetadas mediante RFID. Esta relación se ve reflejada en la figura 28.

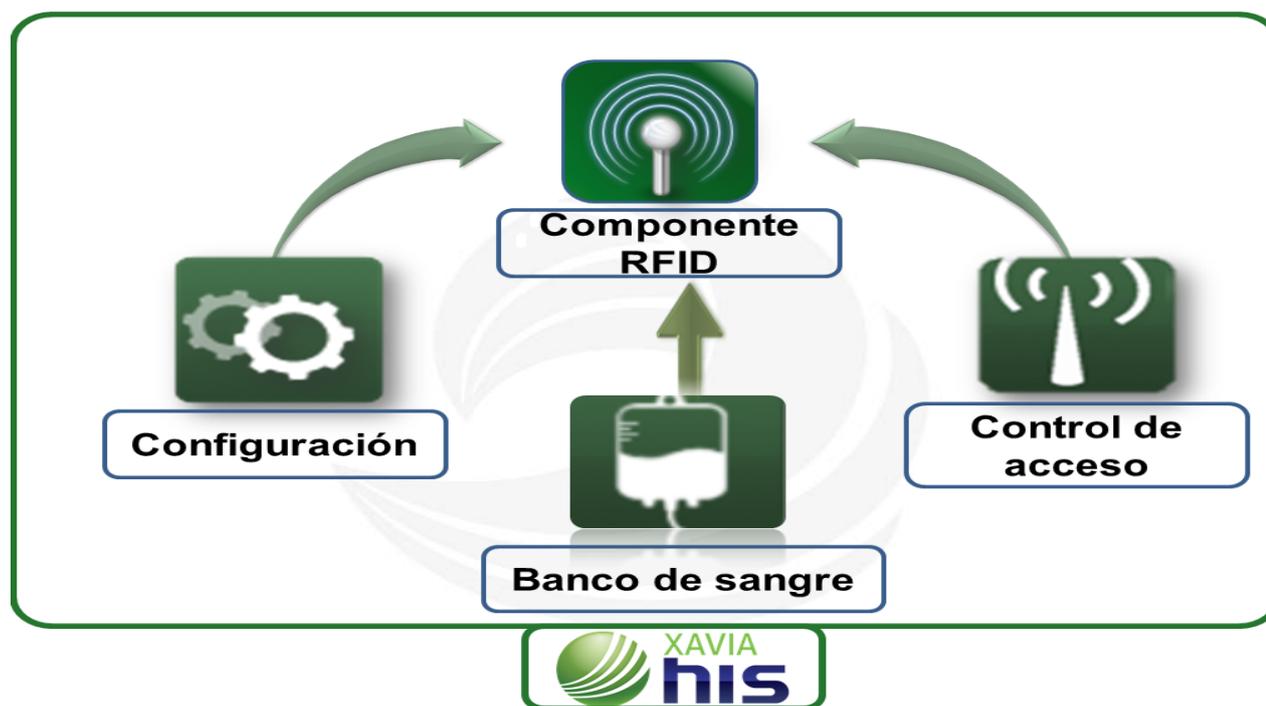


Figura 28 Integración.

4.8 Funcionalidades más importantes

A continuación se muestran las principales funcionalidades del sistema con el objetivo de que se tenga una mayor comprensión del sistema desarrollado.

La figura 29 muestra la interfaz correspondiente a la funcionalidad listar donante, la cual muestra los donantes que ya han sido registrados y etiquetados por el componente control de acceso, también permite filtrar la búsqueda por diferentes criterios como el carné del donante, la fecha de realización de la historia clínica o el tipo o el tipo de donación.

Listado de donantes Q Buscar...

Criterios de búsqueda

Desde: Hasta: Tipo de hemocomponente:

Carné Identidad:

Nombre(s) y apellidos	CI	Fecha	Tipo de donacion
Daysi Espinosa Ocaña	12345678978	2013-03-05	Donación de plasma
Alejandro García Pérez	12345678978	2013-02-01	Donación de sangre total
Hector Ramírez Romero	12345678978	2013-04-06	Donación de plaquetas

Figura 29 Funcionalidad: Buscar historia clínica donante.

La figura 30 muestra la interfaz correspondiente a la funcionalidad registrar donación en la cual luego de haber seleccionado un donante en la interfaz anterior, permite registrar los datos de la donación y de la bolsa de componente donada como son fecha de creada, fecha de vencimiento, el tipo de componente donado y la cantidad que se donó. Además, permite asignarle una etiqueta a la bolsa de componente para su posterior monitorización

Registrar donación Q Buscar...

Datos generales del paciente No.H.C: 8913314

 Nombre: Yanelis Cédula: 22542154512 Tipo de paciente: Titular
Primer apellido: López Fecha de nacimiento: 08/05/2001 Edad: 12 años
Segundo apellido: López Sexo: Femenino ABO/Rh: AB +

Datos de la bolsa

Creada: 06/06/2013 Vence: 22/06/2013 Componente sanguíneo: Sangre total
Cantidad(ml): 500

Etiquetar bolsa de sangre

Área: Sala de extracción Escanear

Etiqueta asignada

Etiqueta: 35080b49d3d66763ba78c375

Aceptar Cancelar

Figura 30 Funcionalidad: Registrar donación.

La figura 31 muestra la interfaz correspondiente a la funcionalidad localizar bolsas de sangre la cual permite monitorizar en tiempo real las bolsas de sangre que se encuentren en un área especificada por el usuario, mostrando si se encuentra, si está en otra área o si no fue encontrada. A través de la opción ver trazabilidad da la posibilidad de mostrar un reporte con el histórico de utilización y localización de la bolsa seleccionada, el cual se muestra en la figura 32.

Criterios de búsqueda

Área

Leyenda

Otra área

Encontrada

No encontrada

Listado de las bolsas de sangre

<input type="checkbox"/>	Grupo y factor sanguíneo	Componente sanguíneo	Fecha de creada	Fecha de vencimiento	Cantidad	Donada por
<input type="checkbox"/>	O -	Crioprecipitado	2013-04-05	2013-04-26	23	Daysi Espinosa Ocaña

Figura 31 Funcionalidad: Localizar bolsas de sangre.

alas HIS
 SISTEMA DE INFORMACIÓN HOSPITALARIA

Identificación por Radiofrecuencia
 Administrador Administrador
 03/07/2013

Reporte de trazabilidad de las bolsas de sangre

Reporte de trazabilidad

Acción	Fecha	Fecha de vencimiento	Donante/Paciente	Cantidad	Cantidad restante	Usuario	Área
Donada	2013-04-30	2013-04-26	Alejandro Garcia Perez	400	400	root	Almacén
Utilizada	2013-05-26	2013-04-26	Alejandro Garcia Perez	100	100	root	Almacén

Figura 32 Reporte de trazabilidad.

4.9 Conclusiones parciales

En este capítulo se realizó el modelo de datos del sistema propuesto y una breve descripción de las entidades más significativas también, se efectuó el diagrama de despliegue estrechamente relacionado con el modelo de diseño. Así mismo de describió el tratamiento de excepciones y errores, la seguridad del sistema, la estrategias de codificación así como sus estándares y estilos a utilizar.

BENEFICIOS ESPERADOS

- ✓ Disminuir los errores en las transfusiones por incompatibilidad sanguínea, garantizando más seguridad y eficiencia en este proceso, del cual puede depender la vida de un ser humano.
- ✓ Automatizar el proceso de etiquetado de las bolsas de sangre que actualmente se realiza de forma manual dando lugar a errores humanos.
- ✓ Garantizar la trazabilidad de las bolsas de sangre desde que se registra la donación hasta su posterior uso en las transfusiones.

CONCLUSIONES

Luego de realizar la siguiente investigación cumpliendo satisfactoriamente con el objetivo y las tareas propuestas, se llegaron a las siguientes conclusiones:

- ✓ El estudio de la génesis y evolución de la tecnología RFID permitió adquirir los conocimientos necesarios para la realización del componente con la calidad requerida.
- ✓ Los sistemas consultados a nivel internacional gestionan información sobre las bolsas de sangre pero no cuentan con las funcionalidades necesarias para la gestión integral de los procesos pertenecientes al campo de acción de la presente investigación, sin embargo permitieron identificar las principales funcionalidades del sistema desarrollado.
- ✓ Al desarrollar el componente aplicando las pautas de diseño establecidas por el Centro de Informática Médica, se logró la estandarización de las interfaces haciéndolas amigables y fáciles de utilizar.
- ✓ Se desarrolló un componente para el control de la trazabilidad de las bolsas de sangre integrado al módulo Banco de Sangre del Sistema de Información Hospitalaria xavia HIS que aumentará la calidad del mismo, al contar con tecnologías novedosas como la RFID.

RECOMENDACIONES

Luego de adquirir experiencias durante el desarrollo de la investigación se hacen algunas recomendaciones con el fin de darle continuidad a la presente investigación:

- ✓ Incluir la tecnología RFID en los restantes procesos del módulo banco de sangre como son: exámenes, fraccionamiento, intercambios, entre otros.

Referencias bibliográficas

1. **www.sapiens.com.** [En línea] [Citado el: 5 de Enero de 2013.]
http://www.sapiens.com/castellano/articulos.nsf/Inform%C3%A1tica/Desarrollo_tecnol%C3%B3gico_en_la_Sociedad/E01CB3D207D06C11C12571FF0009204A!opendocument.
2. **Javier I. Portillo García, Ana Belén Bermejo Nieto, Ana M. Bernardos Barbolla.** *RFID: Aplicaciones en el sector de la salud.* Madrid : s.n., 2008. págs. 35-67.
3. **http://www.who.int.** [En línea] [Citado el: 10 de Enero de 2013.]
http://www.who.int/topics/blood_transfusion/es/.
4. **kidshealth.org.** [En línea] [Citado el: 7 de Enero de 2013.]
http://kidshealth.org/parent/en_espanol/medicos/blood_transfusion_esp.html.
5. **Javier Bateman, Cristian Cortés, Pablo Cruz, Hernán Paz-Penagos.** *Diseño de un protocolo de identificación por radiofrecuencia.* Colombia : s.n., 2009. págs. 5-8.
6. **www.dipolerfid.es.** [En línea] [Citado el: 15 de Marzo de 2013.]
<http://www.dipolerfid.es/Productos/Lectores-RFID/Protocolo-LLRP.aspx>.
7. **Joseph Dalton, Silvano Rossini.** *Using RFID Technologies to Reduce Blood Transfusion Errors.* Milán : s.n., 2005. pág. 1.
8. **Geodan.** www.geodan.es. [En línea] [Citado el: 18 de Marzo de 2013.]
<http://www.geodan.es/mercados/sector-sanitario/hospital-amc/>.
9. **Mathis, Ross.** www.rfidnews.org. [En línea] [Citado el: 20 de Marzo de 2013.]
<http://www.rfidnews.org/2011/11/21/biolog-id-inks-a-deal-to-expand-blood-track-and-trace-in-us-and-eu>.
10. **Portillo García, Javier I., Bermejo Nieto, Ana Belén, Bernardos Barbolla.** *Tecnología de Identificación por Radiofrecuencia (RFID): aplicaciones en el ámbito de la salud.* 2008. pág. 10.
11. **http://rfidarena.com.** [En línea] [Citado el: 19 de Marzo de 2013.]
<http://rfidarena.com/2011/5/3/spanish-aifos-solutions-chooses-nordic-id-for-blood-bank-tracking.aspx>.
12. **Argentina, Sato.** *Soluciones para Mercado de la Salud.* págs. 7-8.
13. **Amaya Alvarez Lorenzo, Wilder Hernández González 2, Lorena Alemán Antelo , Mirelio Mora Maure.** *Desarrollo de la especialidad psicología del módulo consulta externa del sistema alas-his.* La Habana, Cuba : s.n., 2013. págs. 4-6.
14. **www.librosweb.es.** www.librosweb.es. [En línea] [Citado el: 23 de Marzo de 2013.]
http://www.librosweb.es/xhtml/capitulo_1/html_y_xhtml.html.
15. **www.sicuma.uma.es.** *Tutorial de JSF.* pág. 5.

16. **www.hibernate.org.** [En línea] [Citado el: 24 de Marzo de 2013.]
<http://www.hibernate.org/about/why-hibernate>.
17. **Alonso, Evelyn Menéndez.** *Monografias.com.* [En línea] [Citado el: 24 de Marzo de 2013.]
<http://www.monografias.com/trabajos73/herramientas-case-proceso-desarrollo-software/herramientas-case-proceso-desarrollo-software2.shtml>.
18. **http://www.conetate.com.** [En línea] [Citado el: 25 de Marzo de 2013.]
<http://www.conetate.com/blog/2011/05/conetate-se-una-a-la-plataforma-rifidi/>.
19. **Herrera, Cristhian.** *http://www.adictosaltrabajo.com.* [En línea] [Citado el: 28 de Marzo de 2013.]
<http://www.adictosaltrabajo.com/tutoriales/tutoriales.php?pagina=ireport>.
20. **Reingart, Mariano.** *http://www.arpug.com.ar.* [En línea] [Citado el: 27 de Marzo de 2013.]
<http://www.arpug.com.ar/trac/wiki/PgAdmin>.
21. **Fernández, Natacha González.** *Ecured.cu.* [En línea] [Citado el: 27 de Marzo de 2013.]
<http://www.ecured.cu/index.php/CMMI>.
22. **Smith, Roger.** *Ecured.* [En línea] [Citado el: 1 de Abril de 2013.]
<http://www.ecured.cu/index.php/RFID>.
23. **www.cjorellana.net.** *www.cjorellana.net.* [En línea] [Citado el: 16 de Abril de 2013.]
<http://www.cjorellana.net/2011/09/ejemplo-de-mvc-30-con-entity-framework.html>.
24. **zarza.usal.es.** *zarza.usal.es.* [En línea] [Citado el: 24 de Abril de 2013.]
http://zarza.usal.es/~fgarcia/doc/tuto2/II_8.htm.

BIBLIOGRAFÍA

1. **Amaya Alvarez Lorenzo, Wilder Hernández González 2, Lorena Alemán Antelo , Mirelio Mora Maure.** Desarrollo de la especialidad psicología del módulo consulta externa del sistema alas-HIS. La Habana, Cuba : s.n., 2013.
2. **Frank Thornton, Brad Haines, Anand M. Das.** EPCglobal Architecture Framework, Canadá, 2006.
3. **Javier I. Portillo García, Ana Belén Bermejo Nieto, Ana M. Bernardos Barbolía.** RFID:Aplicaciones en el sector de la salud. Madrid : s.n., 2008.
4. **Javier Bateman, Cristian Cortés, Pablo Cruz, Hernán Paz-Penagos.** Diseño de un protocolo de identificación por radiofrecuencia. Colombia : s.n., 2009.
5. **Joseph Dalton, Silvano Rossini.** Using RFID Technologies to Reduce Blood Transfusion Errors. Milán : s.n., 2005.
6. **Qusay H. Mahmoud,** Middleware for Communications, Canadá, 2004.
7. **Roger S. Pressman,** Software Engineering a Practitioner's Approach, New York, 2010.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

HTTP: Hypertext Transfer Protocol es el protocolo usado en cada transacción de la World Wide Web, es un protocolo orientado a transacciones y sigue el esquema petición-respuesta entre un cliente y un servidor.

TCP/IP: Sistema de protocolos que hacen posibles servicios Telnet, FTP, E-mail y otros, entre ordenadores que no pertenecen a la misma red.

Adhiere: Acción de unir una cosa con otra.

Génesis: Es el origen o principio de algo.

Microchip: Es una pequeña pastilla de silicio, sobre la que se fabrican circuitos eléctricos.

RFID: Identificación por Radiofrecuencia, es una tecnología de punta que identifica objetos de cualquier tipo y captura datos de manera automática.

Middleware: Es un software de computadora que conecta componentes de software o aplicaciones para que puedan intercambiar datos entre éstas.

Middleware RFID: Es la plataforma existente entre los lectores de tags y los sistemas de gestión empresariales para trabajar, gobernar y enviar los datos captados por el hardware RFID.

Framework: Plataforma, entorno, marco de trabajo, es una estructura conceptual y tecnológica de soporte definido.

Software: Son las instrucciones que el ordenador necesita para funcionar, no existen físicamente, o lo que es igual, no se pueden ver ni tocar.

Hardware: Componentes físicos del ordenador, es decir, todo lo que se puede ver y tocar.

Trazabilidad: Conjunto de procedimientos preestablecidos y autosuficientes que permiten conocer el histórico, la ubicación y la trayectoria de un producto.

Hemocomponente: Fracción celular o acelular del tejido hemático, separado de una unidad de sangre entera por métodos físicos como la gravedad, la centrifugación o la hemaféresis.

Altruista: Desprendido, liberal, dadivoso, generoso, caritativo, desinteresado,

Tecnología: Conjunto de técnicas, conocimientos y procesos.

Monitorización: Control de las constantes vitales de un paciente a través de monitores.

Persistencia: Acción de preservar la información de un objeto de forma permanente.

Navegador web: Tipo de software que permite la visualización de documentos y sitios en hipertexto.

Prototipos: Modelo que representa fácilmente ampliable y modificable de un sistema planificado

Plataforma: Sistema que sirve como base para el funcionamiento de los módulos de hardware o de software con los que es compatible.

USB: Estándar que define los cables, conectores y protocolos usados en un bus para conectar, comunicar y proveer de alimentación eléctrica.

ANEXOS



Anexo1: Almacenamiento de bolsas de sangre.



Anexo2: Lectura de código de barras.



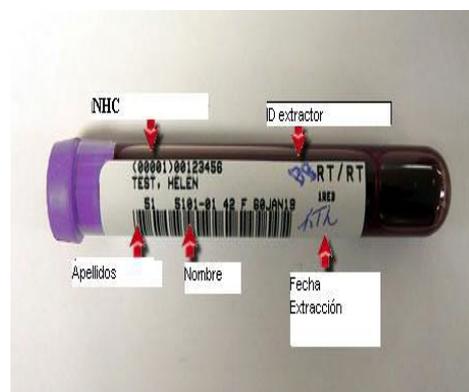
Anexo3: Tag RFID para localización de pacientes.



Anexo4: Centrifugado de bolsas de sangre.



Anexo5: Donación de sangre.



Anexo6: Identificación de la muestra.