FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

HEMOLOGICA

Definición, especificación, proyecto e implementación de un sistema original para fomentar la donación de sangre mediante el registro personal de donaciones y transfusiones, para el registro e intercambio de dosis en hemoterapia, para mejorar la seguridad y trazabilidad y para la documentación de acuerdo a las normas nacionales sobre historia clínica electrónica como parte de los requerimientos para aprobar la asignatura Proyecto de Grado de la carrera de Ingeniería en Computación

Documentación del trabajo realizado por:

Paula Roche
Bruno Strasser

Tutores:
Prof. Ing. Franco Simini
Dr. Jorge Bove

Núcleo de Ingeniería Biomédica de las Facultades de Medicina e Ingeniería

Aporte al desarrollo de herramientas susceptibles de ser adoptadas por un Programa Nacional de Sangre o entidad equivalente en Uruguay o en América Latina

Montevideo, Uruguay abril 2015 - marzo 2016

Resumen

En Uruguay existen alrededor de 80 bancos de sangre que, si bien la gran mayoría utiliza algún sistema de información, no se comunican entre sí. Por otro lado la falta de donantes voluntarios trae consigo la dificultad de satisfacer la demanda actual. En Uruguay se registran aproximadamente 95.000 donaciones por año y se especula que faltan alrededor de 25.000 más para cubrir la necesidad de sangre y de sus derivados.

HEMOLOGICA es un sistema de integración de nivel nacional que no reemplaza los sistemas de gestión existentes si no que se alimenta con información generada por éstos. Por lo tanto con HEMOLOGICA se puede tener una visión en tiempo real del estado de la sangre a nivel nacional, mejorar la eficiencia del sistema y brindar una mejor y más segura atención a todos los ciudadanos. HEMOLOGICA pone la información clínica de las donaciones y transfusiones a disposición de los ciudadanos y busca fomentar las donaciones voluntarias empoderándolos mediante el envío de notificaciones y facilitándoles el acceso a información de importancia.

HEMOLOGICA busca brindar una solución que contemple el marco normativo de Salud.uy en lo que respecta a la utilización de estándares internacionales adoptados por Uruguay, así como la integración con la plataforma de intercambio de identificaciones y de historia clínica.

HEMOLOGICA comprende 3 grandes componentes denominados HemoService, HemoSalud y YoDono. HemoService es un sistema del tipo middleware responsable de la integración con la plataforma Salud.uy y con los sistemas de gestión de los bancos de sangre de las instituciones de salud. HemoSalud es una aplicación web destinada al personal de la salud que permite el acceso en tiempo real a la información de los antecedentes de las personas así como la generación de informes estadísticos producidos en el acto, consultas de inventario y envío de notificaciones a las personas. Por último YoDono es la aplicación web destinada a los ciudadanos que permite su empoderamiento dándoles acceso a su información clínica además de permitirles la recepción de notificaciones y encontrar respuestas a preguntas frecuentes.

Palabras claves

Informática médica

Hemocomponentes

Donación de sangre

Transfusión

Stock de dosis de sangre

Banco de sangre

Trazabilidad de sangre

Sistema informático médico

HL7

OID

XML

CDA

IHE

XDS

PIX/PDQ

Índice

Resumen 2

Palabras claves 3

Índice de figuras 7

Índice de tablas 10

1. Introducción 12
   1.1. Motivación 12
   1.2. Objetivos 12
   1.3. Resultados esperados 13
   1.4. Organización del documento 13
2. Estado del arte 14
   2.1. Introducción 14
   2.2. Informática médica 14
      2.2.1. HL7 - (Health Level Seven) 14
      2.2.2. SNOMED-CT 17
      2.2.3. IHE 19
      2.2.4. OID 22
      2.2.5. Salud.uy 23
      2.2.6. UNAOID 24
   2.3. OMS (Organización Mundial de la Salud) 26
   2.4. Situación en Inglaterra 27
   2.5. Situación en Canadá 28
   2.6. Situación en Uruguay 29
3. Especificación y diseño 31
   3.1. Introducción 31
   3.2. Propuesta 31
   3.3. Diseño 31
      3.3.1. Integración con sistemas de gestión de instituciones 31
      3.3.2. Almacenamiento de la información clínica y personal 32
      3.3.3. Identificación de personas 32
      3.3.4. Separación capa presentación y capa lógica. 32
      3.3.5. Mecanismo de inicio de sesión 32
      3.3.6. Trazabilidad de la sangre 33
      3.3.7. Ingreso de datos al sistema 33
   3.4. Arquitectura 34
      3.4.1. Vista física 34
      3.4.2. Vista de despliegue 35
   3.5. Modelo de datos 41
   3.6. YoDono 44
      3.6.1. Acceso a la aplicación 45
      3.6.2. Funcionalidades 46
   3.7. HemoSalud 48
      3.7.1. Acceso a la aplicación 49
      3.7.2. Funcionalidades 49
   3.8. HemoService 55

4. Implementación 57
4.1. Introducción 57
4.2. Tecnologías utilizadas 57
4.3. Integración con Salud.uy 60
4.4. Integración con otros sistemas 60
4.5. Incorporación de SNOMED-CT 63
4.6. Generación de CDA 65
4.6.1. Estructura del CDA 65
4.6.2. Cabezal del CDA 66
4.6.3. Donación 74
4.6.4. Análisis de laboratorio 78
4.6.5. Transfusión 79
4.7. Almacenamiento de CDA 81
4.8. Unicidad de las personas 82
4.9. Separación de datos personales de datos clínicos 83
4.10. Trazabilidad de la sangre 84
4.11. Inventario Nacional de Unidades 85
4.12. Estudios Estadísticos 85
4.13. Notificaciones a los ciudadanos 86
4.14. Seguridad 86
4.15. Single-Sign-On 87
5. Pruebas realizadas 89
5.1. Introducción 89
5.2. Simulador de Integración 89
5.3. Pruebas unitarias 91
5.4. Pruebas de caja negra 92
5.5. Conclusiones 93
6. Gestión de Proyecto 94
6.1. Introducción 94
6.2. Gestión 94
7. Conclusiones 97
7.1. Introducción 97
7.2. Logros 97
7.3. Dificultades encontradas 97
7.3.1. Conflicto de Intereses entre instituciones 98
7.3.2. Plataforma de Salud.uy 98
7.3.3. Dificultad de comunicación con actores privados involucrados 98
7.4. Trabajo a futuro 98
7.4.1. Versionado de documentos CDA 98
7.4.2. Gestión de solicitudes de dosis de Sangre entre instituciones. 99
7.4.3. Nuevos canales de notificación 99
7.4.4. Auditoría 99
8. Bibliografía 100
Anexo 1 - Base de datos XML, XPath y XQuery 102
Anexo 2 - Estructura CDA 108
Anexo 3 - Modelo de datos 116
Anexo 4 - Diagramas de secuencia 133

Anexo 5 - Diagrama de secuencia proceso SSO 142
Anexo 6 - Mockups YoDono y HemoSalud 144
Anexo 7 - Capturas de pantallas YoDono y HemoSalud 157

Índice de figuras

Figura 1 - Mensaje HL7 v2.3.2 correspondiente al registro de un paciente. 15
Figura 2 - Los tres nivel del estándar HL7® CDA™. 17
Figura 3 - Conceptos, relaciones y descripciones de SNOMED-CT. 18
Figura 4 - Ejemplo de relaciones entre conceptos SNOMED-CT. 19
Figura 5 - Actores y transacciones perfil PIX. 20
Figura 6 - Actores y transacciones perfil PDQ 20
Figura 7 - Actores y transacciones perfil XDS. 21
Figura 8 - Sub-esquema del árbol de OIDs desde el nodo Country (2.16.858 OID de Uruguay) 22
Figura 9 - Esquema comunicación con EMPI 24
Figura 10 - Estructura jerárquica de OID de instituciones médicas privadas del Uruguay 26
Figura 11 - Diagrama de despliegue HEMOLOGICA 34
Figura 12 - Vista de despliegue módulo YoDono-Frontend 35
Figura 13 - Vista de despliegue módulo YoDono-Backend 36
Figura 14 - Vista de Despliegue módulo HemoSalud Frontend 38
Figura 15 - Vista de Despliegue módulo HemoSalud Backend 39
Figura 16 - Vista de despliegue módulo HemoService 40
Figura 17 - Modelo de datos parte 1 42
Figura 18 - Modelo de datos parte 2 43
Figura 19 - Modelo de datos parte 3 44
Figura 20 - Esquema primer inicio en YoDono 46
Figura 21 - Ejemplo modificación de aceptación de notificaciones en YoDono 48
Figura 22 - Canal_Hemologica_Service Source 61
Figura 23 - Canal_Hemologica_Service Destination 62
Figura 24 - Flujo de Integración del procesamiento de CDA 63
Figura 25 - Diagrama de entidades de la base de datos 64
Figura 26 - Nodo raíz del documento CDA 66
Figura 27 - Estructura cuerpo estructurado documento CDA 66
Figura 28 - Ejemplo nodo typeId de un documento CDA 67
Figura 29 - Ejemplo nodo id de un documento CDA generado por HEMOLOGICA 67
Figura 30 - Ejemplo nodo code de un documento CDA de un informe de laboratorio 67
Figura 31 - Ejemplo nodo effectiveTime de un documento CDA 68
Figura 32 - Ejemplo nodo confidentialityCode de un documento CDA con confidencialidad normal 68
Figura 33 - Ejemplo de representación del identificador de un paciente con cédula uruguaya en un documento CDA 68
Figura 34 - Ejemplo del nodo patient en un documento CDA 69
Figura 35 - Ejemplo de representación de un número de teléfono y email en un documento CDA . 70
Figura 36 - Nodo recordTarget de una documento CDA 70
Figura 37 - Ejemplo de representación del nodo time hijo de author en un documento CDA 71
Figura 38 - Ejemplo del nodo assignedPerson en un documento CDA 71
Figura 39 - Ejemplo del nodo representedOrganization en un documento CDA 71
Figura 40 - Ejemplo nodo author completo de un documento CDA 72
Figura 41 - Ejemplo nodo custodian completo de un documento CDA 72
Figura 42 - Ejemplo header completo de un documento CDA generado por HEMOLOGICA 73
Figura 43 - Ejemplo definición del nodo procedure que hace referencia a una donación en un documento CDA 74
Figura 44 - Ejemplo de representación del tipo de donación en un documento CDA 75
Figura 45 - Ejemplo de representación del estado de una donación realiza en un documento CDA 75
Figura 46 - Ejemplo de representación de la fecha de inicio y fin de una donación de sangre en un documento CDA 75

Figura 47 - Ejemplo de representación del identificador de la muestra extraída de sangre en un documento CDA....76
Figura 48 - Ejemplo de representación del tipo de sangre de un donante en un documento CDA..76
Figura 49 - Ejemplo de representación de una donación con rechazo temporal por 60 días por un antecedente de donación fallido en un documento CDA....77
Figura 50 - Ejemplo de representación de la observación de mareo leve causado por una donación en un donante en un documento CDA....77
Figura 51 - Ejemplo de representación del tipo de donante voluntario en documento CDA....78
Figura 52 - Ejemplo de representación de un análisis de detección de sífilis a una donación de sangre con resultado negativo en un documento CDA....79
Figura 53 - Ejemplo de representación de los identificadores de la muestra de donación y producto a transfundir en un documento CDA....80
Figura 54 - Ejemplo de representación del producto y volumen transfundido en un documento CDA....80
Figura 55 - Diagrama de almacenamiento de los datos clínicos de una persona....82
Figura 56 - Modelo de permisos en la base de datos....87
Figura 57 - Configuración CAS Filter en web.xml en YoDono....88
Figura 58 - Proyecto SoapUI tipo REST para YoDono....92
Figura 59 - Gráfica de horas invertidas por mes....95
Figura 60 - Distribución de cantidad de horas por tipo de actividad....96
Figura 61 - Ejemplo documento XML en formato árbol.....102
Figura 62 - Ejemplo documento XML....102
Figura 63 - Resultado de una consulta XQuery....106
Figura 64 - Diagrama de almacenamiento en Base de datos XML habilitada....106
Figura 65 - Diagrama de almacenamiento en base de datos XML nativa....107
Figura 66 - Vista Lógica - Importar CDA....134
Figura 67 - Vista Lógica - Nueva Donación....135
Figura 68 - Vista Lógica - Nueva Transfusión....135
Figura 69 - Vista Lógica - Nueva Persona....136
Figura 70 - Vista Lógica - Registrar Stock....136
Figura 71 - Vista Lógica - Obtener Indicador....137
Figura 72 - Vista Lógica - Ver mis donaciones....137
Figura 73 - Vista Lógica - Ver Stock....137
Figura 74 - Vista de Procesos - Importar CDA....138
Figura 75 - Vista de Procesos - Obtener Indicador....138
Figura 76 - Vista de Procesos - Agregar nueva donación....139
Figura 77 - Vista de Procesos - Agregar nueva persona....139
Figura 78 - Vista de Procesos - Agregar nueva transfusión....140
Figura 79 - Vista de Procesos - Obtener antecedentes....140
Figura 80 - Vista de Procesos - Registrar movimientos de inventario....141
Figura 81 - Vista de Procesos - Ver mis donaciones....141
Figura 82 - Vista de Proceso - Ver stock....141
Figura 83 - Diagrama de secuencia proceso autenticación SSO.....143
Figura 84 - Mockup YoDono - Mis donaciones....144
Figura 85 - Mockup YoDono - Mis transfusiones....145
Figura 86 - Mockup YoDono - Mis datos....146
Figura 87 - Mockup YoDono - ¿Dónde donar?....147
Figura 88 - Mockup YoDono - ¿Puedo donar?....148
Figura 89 - Mockup YoDono - Preparación para donar....148
Figura 90 - Mockup HemoSalud - Donaciones....149
Figura 91 - Mockup HemoSalud - Nueva donación paso 1....150
Figura 92 - Mockup HemoSalud - Nueva donación paso 2....151
Figura 93 - Mockup HemoSalud - Nueva donación paso 3....152
Figura 94 - Mockup HemoSalud - Antecedentes paso 1....153
Figura 95 - Mockup HemoSalud - Antecedentes paso 2....153

Figura 96 - Mockup HemoSalud - Indicadores 154
Figura 97 - Mockup HemoSalud - Stock 155
Figura 98 - Mockup HemoSalud - Campañas 156
Figura 99 - YoDono - Noticias 157
Figura 100 - YoDono - ¿Puedo donar? 158
Figura 101 - YoDono - Preparación para donar 159
Figura 102 - YoDono - ¿Dónde donar? 159
Figura 103 - YoDono - Mis donaciones 160
Figura 104 - YoDono - Mis transfusiones 160
Figura 105 - YoDono - Mi perfil 161
Figura 106 - HemoSalud - Donaciones 162
Figura 107 - HemoSalud - Nueva donación paso 1 162
Figura 108 - HemoSalud - Nueva donación paso 2 163
Figura 109 - HemoSalud - Nueva donación paso 3 163
Figura 110 - HemoSalud - Nueva donación paso 4 164
Figura 111 - HemoSalud - Transfusiones 164
Figura 112 - HemoSalud - Nueva transfusión paso 1 165
Figura 113 - HemoSalud - Nueva transfusión paso 2 166
Figura 114 - HemoSalud - Nueva transfusión paso 3 166
Figura 115 - HemoSalud - Nueva transfusión paso 4 167
Figura 116 - HemoSalud - Antecedentes paso 1 167
Figura 117 - HemoSalud - Antecedentes paso 2 168
Figura 118 - HemoSalud - Indicadores donaciones 169
Figura 119 - HemoSalud - Indicadores transfusiones 170
Figura 120 - HemoSalud - Indicadores OMS 171
Figura 121 - HemoSalud - Campañas envió emails 172
Figura 122 - HemoSalud - Campañas envió de noticias. 172
Figura 123 - HemoSalud - Stock 173
Figura 124 - HemoSalud - Seguimiento de unidades 174

Índice de tablas

Tabla 1 - Primer nivel de nodos bajo el OID de Uruguay 25
Tabla 2 - Componentes vista de despliegue módulo YoDono-Frontend 36
Tabla 3 - Componentes vista de despliegue módulo YoDono-Backend 37
Tabla 4 - Componentes vista de despliegue módulo HemoSalud-Frontend 38
Tabla 5 - Componentes vista de despliegue módulo HemoSalud-Backend 40
Tabla 6 - Componentes vista de despliegue módulo HemoService 41
Tabla 7 - Tecnologías utilizadas 60
Tabla 8 - Parámetros de configuración Jasig CAS 88
Tabla 9 - Horas dedicadas por mes 95
Tabla 10 - Horas dedicadas por tipo de tarea 96
Tabla 11 - Tablas de bases de datos 118
Tabla 12 - Tabla Advertisements 119
Tabla 13 - Tabla blood_abo_types_codes 119
Tabla 14 - Tabla blood_d_types_codes 119
Tabla 15 - Tabla blood_types_codes 119
Tabla 16 - Tabla centers 120
Tabla 17 - Tabla cities_codes 120
Tabla 18 - Tabla concepts 120
Tabla 19 - Tabla concepts_displays 121
Tabla 20 - Tabla countries_codes 121
Tabla 21 - Tabla documents 121
Tabla 22 - Tabla documents_types_codes 121
Tabla 23 - Tabla donation_donor_type_codes 122
Tabla 24 - Tabla donation_events_codes 122
Tabla 25 - Tabla donation_fail_causes_codes 122
Tabla 26 - Tabla donation_fail_causes_codes 123
Tabla 27 - Tabla donation_filter_codes 123
Tabla 28 - Tabla donation_laboratory_codes 123
Tabla 29 - Tabla donation_states _codes 123
Tabla 30 - Tabla donation_types_codes 124
Tabla 31 - Tabla donation_events_codes 124
Tabla 32 - Tabla email_sent 124
Tabla 33 - Tabla email_to_send 125
Tabla 34 - Tabla event_severity_code 125
Tabla 35 - Tabla gender_code 125
Tabla 36 - Tabla identifications 125
Tabla 37 - Tabla identifications_history 126
Tabla 38 - Tabla institutions 126
Tabla 39 - Tabla message_send_option 126
Tabla 40 - Tabla movements 126
Tabla 41 - Tabla movements_types 126
Tabla 42 - Tabla notifications 127
Tabla 43 - Tabla notifications_persons 127
Tabla 44 - Tabla permissions 127
Tabla 45 - Tabla persons 128
Tabla 46 - Tabla persons_records 128
Tabla 47 - Tabla responsable_transfusion_person 128
Tabla 48 - Tabla results_code 129
Tabla 49 - Tabla role 129
Tabla 50 - Tabla role_permissions 129

Tabla 51 - Tabla search_filter_codes 129
Tabla 52 - Tabla secuencer 130
Tabla 53 - Tabla state_codes 130
Tabla 54 - Tabla transfusion_events_codes 130
Tabla 55 - Tabla transfusion_filter_codes 131
Tabla 56 - Tabla transfusion_laboratory_codes 131
Tabla 57 - Tabla units 131
Tabla 58 - Tabla units_types 131
Tabla 59 - Tabla users 132
Tabla 60 - Tabla users_role_services 132

1. Introducción

1.1. Motivación

En Uruguay existen alrededor de 80 bancos de sangre en el ámbito público y privado que, si bien se estima que la gran mayoría utilizan sistemas de información para la gestión de cada organización, no se comunican entre sí. Esto genera que existan islas de información que impiden tener una visión general del estado de la sangre a nivel nacional. Esta situación sumada a la falta de definición de estándares para la representación de los distintos conceptos relacionados a la sangre trae consigo: la imposibilidad de obtener datos de calidad en tiempo real, implica pérdida de trazabilidad en el proceso desde la donación a la transfusión, no permite realizar un uso completamente eficaz de las unidades de sangre, impide detectar posibles problemas ocasionados en el pasado con un paciente y no pone la historia completa de un futuro donante a disposición del personal de salud que debe tomar decisiones.

En Uruguay se registran aproximadamente 95.000 donaciones voluntarias de sangre al año, pero se calcula que hacen falta unas 25.000 donaciones más [1]. Estas donaciones no responden a ninguna lógica comercial ubicándose en el ámbito de la solidaridad ya que están prohibidas en todo el territorio nacional las donaciones a cambio de dinero. La falta de dosis de sangre es un problema grave ya que pone en riesgo la vida de muchas personas. Se considera que la falta de donantes no es por la negación de los uruguayos a donar si no por la falta de información sobre la necesidad de sangre en el país.

1.2. Objetivos

El objetivo de HEMOLOGICA es la definición y la realización de un sistema de información que permita la gestión de las donaciones y transfusiones de sangre a nivel nacional. HEMOLOGICA será utilizado con diferentes fines por todos los actores participantes tales como administradores, personal de la salud, donantes y receptores. El sistema debe permitir la optimización en la toma de decisiones y los traslados entre bancos de sangre, para cubrir las necesidades con el mantenimiento de stocks adecuados. Debe dar a los médicos y al personal que trabaja en los bancos de sangre la posibilidad de conocer el historial completo de donaciones y transfusiones de sangre de un ciudadano. Tiene que ser capaz de registrar la trazabilidad completa de la sangre, desde que se realiza una donación hasta que se transfunde una dosis de sangre. Debe generar en tiempo real indicadores de calidad de la sangre a nivel nacional. El sistema se piensa en el marco de su aplicabilidad a nivel de gobierno por lo que debe cumplir con los estándares establecidos y adoptados por Uruguay. Finalmente se busca fomentar las donaciones voluntarias empoderando a los pacientes y a los ciudadanos en general, dándoles acceso a su propia historia clínica de donaciones y transfusiones de sangre además de información relevante.

1.3. Resultados esperados

En el marco del proyecto se espera en primer lugar realizar un estudio de las normas nacionales e internacionales así como el contexto en el cual está comprendido el proyecto para luego elaborar el diseño e implementación de un prototipo que cumpla con las funcionalidades previstas. Se espera producir la documentación del estudio realizado, elaborar el diseño y la arquitectura de la solución junto con la explicación de las distintas decisiones tomadas, la definición de las pruebas realizadas, el análisis de la gestión de los recursos y las conclusiones del proyecto.

En lo que respecta a la implementación del prototipo de HEMOLOGICA, para que el prototipo pueda integrarse a los sistemas existentes de los prestadores de salud, se espera probarlo con datos simulados.

1.4. Organización del documento

En el capítulo 1 se presenta la motivación que generó la realización del proyecto, los objetivos que se plantearon al inicio y los resultados esperados.

En el capítulo 2 se detalla el estudio que realizó sobre los conceptos necesarios para la realización del proyecto en el contexto nacional e internacional.

En el capítulo 3 se describe la solución planteada, sus funcionalidades y la arquitectura propuesta.

En el capítulo 4 se exponen los detalles de implementación del proyecto.

En el capítulo 5 se desarrollan las pruebas realizadas al prototipo así como los resultados obtenidos.

En el capítulo 6 se describe la gestión del proyecto junto con las horas invertidas.

Por último en el capítulo 7 se presentan las principales conclusiones del proyecto, los inconvenientes encontrados y el trabajo a futuro.

2. Estado del arte

2.1. Introducción

En este capítulo se expone el estado del arte del proyecto el cual incluye 2 secciones. En la primera sección se describen diferentes conceptos del área de la salud considerados relevantes para la comprensión del proyecto y la investigación realizada sobre los organismos y los reglamentos y leyes existentes en Uruguay. En la segunda sección se presenta el estudio del contexto nacional e internacional en referencia al uso de sistemas de información en hemoterapia.

2.2. Informática médica

La informática médica o informática en salud refiere al uso de la informática y de las comunicaciones en el sector sanitario. El objetivo que persigue es el de mejorar la atención de los pacientes y no la utilización de un software o tecnología específica en la salud. En general las instituciones prestadoras de servicios de salud están divididas en departamentos (urgencias, hospitalización, consulta externa, laboratorio, etc.) diseñados especialmente para ofrecer servicios y procedimientos heterogéneos practicados por equipos, cuya misión es responder a eventos que afectan la salud de pacientes. Todo esto hace que se consideren como organizaciones altamente complejas y los sistemas informáticos que poseen no escapan de esta complejidad. Es normal que los sistemas de información hospitalarios estén formados por diferentes aplicaciones, módulos o subsistemas que pueden ser de diferentes características técnicas. Independientemente de la cantidad de módulos con los que cuente una institución, es crucial el intercambio de datos entre sí y con sistemas de otras instituciones. La comunicación entre sistemas corresponde al concepto de **interoperabilidad**, el que describe el grado en que distintos sistemas y dispositivos pueden intercambiar datos, e interpretar los datos compartidos. Existen diferentes niveles de interoperabilidad, por un lado el concepto de **interoperabilidad sintáctica** que se refiere a 2 sistemas que son capaces de intercambiar o comunicar datos pero no de interpretarlos computacionalmente. Para esto es necesario la definición de los tipos de datos a intercambiar y los protocolos de comunicación. Por otro lado, la **interoperabilidad semántica**, que es un nivel más alto de interoperabilidad, que ocurre cuando 2 sistemas intercambian información y pueden utilizarla e interpretarla del punto de vista de su significado. Para lograr este nivel de interoperabilidad aparte de cumplir la interoperabilidad sintáctica, es necesario la utilización de un lenguaje común entre los sistemas.

A continuación se definirán diferentes estándares que definen mecanismos de interoperabilidad sintáctica y semántica entre los módulos de sistemas hospitalarios.

2.2.1. HL7 - (Health Level Seven)

HL7 [2] es una organización sin fines de lucro dedicada a proporcionar estándares para el intercambio, gestión e integración de datos clínicos de pacientes así como la gestión, ejecución y evaluación de los servicios de salud. Cuenta con más de 1600 miembros de más de 50 países y es una de las organizaciones más importante de informática médica en el

mundo. Su nombre viene dado por la palabra health, salud en español, referenciando el área de trabajo y nivel 7 en alusión al último nivel del sistema OSI (Open Systems Interconnection), la capa de aplicación, que es la que define entre otras la estructura de datos a intercambiar. HL7 tiene su origen en 1987 y se la asoció con la definición de estándares para mensajería entre sistemas de información del ámbito médico, con el fin de lograr interoperabilidad, pero con el correr de los años las necesidades de los sistemas hizo que se ampliara el espectro y hoy proporciona estándares de mensajería, documentos electrónicos, reglas, modelos de referencia entre otros. En lo que respecta a mensajería HL7 define un conjunto de mensajes destinados al intercambio electrónico de datos de salud, abarcando mensajes de apoyo administrativo, logístico, financiero, así como de los procesos clínicos que ocurren en una institución de salud. La primer versión del estándar es la versión 2 creada en 1989 y se fue actualizando constantemente incorporando nuevos escenarios de interoperabilidad, generando las versiones 2.1, 2.2, 2.3, 2.3.1, 2.4, 2.5, 2.5.1, 2.6 y 2.7. Estos mensajes están estructurados en segmentos los cuales contiene una categoría específica de información y empiezan con una cadena de 3 caracteres que identifica el tipo de segmento. Cada segmento tiene por su parte sub-componentes delimitados por un carácter y estos sub-componentes pueden tener a su vez otros sub-sub-componentes delimitados también por un carácter. El carácter por defecto separador de campos es la barra vertical o pipe (|), el separador de sub-componentes es el carácter (^) y el separador de sub-sub-componentes es el ampersand (&). Por último existen otros caracteres especiales como el carácter de repetición (~), carácter de escape (/) y carácter terminador de segmentos <cr>. En la Figura 1 puede verse un mensaje HL7 V2.3.1, del tipo ADT A04 el cual corresponde al registro de un paciente. El segmento MSH (message header segment) corresponde al cabezal del mensaje y contiene información acerca de la intención, origen, destino y algunos detalles de la sintaxis del mensaje. El segmento EVN (event type segment) transporta información necesaria para la aplicación receptora, en este caso solamente envía la fecha en la que se envía el mensaje. El segmento PID (patient identification segment) corresponde a la identificación del paciente, conteniendo datos demográficos y de identificación interna a la institución.

```
MSH|^~\&|NIST_SENDER|NIST|NIST_RECEIVER|NIST|20150518193134||ADT^A04^ADT_A01|NIST-101101161134113|P|2.3.1
EVN||20151931
PID|||HEMO1^^^HEMOLOGICA&2.2.4.5&OID||Roche^Paula||46714299|F|||Rivera 2711 ap 203^^Montevideo^Montevideo^11900^Uruguay
```

Figura 1 - Mensaje HL7 v2.3.2 correspondiente al registro de un paciente.

Esta versión del estándar si bien fue y sigue siendo muy utilizada en la industria de los sistemas de información en salud, tiene grandes desventajas que llevaron a rediseñar el estándar. Las principales desventajas que se encuentran en esta versión son: el uso del lenguaje separado por caracteres, la no utilización de un modelo de referencia, el impedimento del uso de lenguajes controlados con el fin de lograr la interoperabilidad semántica entre otros.

En el año 2005 se publicó la versión 3 del estándar HL7 que se diferencia de la versión 2 en que se basa en una metodología formal y principios orientados a objetos. Esta nueva versión deja de lado el lenguaje delimitado por caracteres de su predecesor haciendo uso de XML (Xtensible Markup Language) como tecnología de implementación y define un modelo de referencia llamado HL7 V3 RIM R1 (ISO/HL7 21731: 2006) lo que asegura la integridad semántica. RIM utiliza UML (Unified Modeling Language) para representar gráficamente un modelo de clases que permite contextualizar cualquier evento que ocurra dentro de la operación de los servicios de salud. El modelo cuenta con 60 clases de las cuales se destacan

seis fundamentales y que permiten modelar la lógica de negocios del sector salud. Por otro lado HL7 V3 hace énfasis en el uso de vocabularios controlados internacionales (LOINC [3], CIE10 [4], SNOMED CT [5], etc.), lo que permite lograr interoperabilidad semántica entre las aplicaciones. Si bien la versión 3 del estándar trajo grandes ventajas en comparación con la versión 2, ésta no fue utilizada de forma masiva como se esperaba, es más se siguió actualizando la versión 2 por la cantidad de sistemas que lo seguían utilizando y no estaban dispuestos a cambiar. Según el artículo publicado en la web de HL7 en español [6], se considera que la no adopción de la nueva versión se debió a la dificultad en su implementación debido a la falta de experiencia de los implementadores en el uso del lenguaje XML y en proyectos de interoperabilidad inter-organizacional. Además de esto se destaca la dificultad para comprender el modelo RIM en conjunto con la complejidad de la documentación y la ausencia de mecanismos de extensión que permitieran adaptar el estándar a contextos locales, entre otros.

En la búsqueda de evitar errores del pasado ocurridos en el lanzamiento de HL7 versión 3 surge una nueva versión denominada FHIR [7] (Fast Healthcare Interoperability Resources), con el objetivo de simplificar la implementación y pensado para ser utilizado en sistemas web y mobile. FHIR define un conjunto de recursos que representan conceptos clínicos que pueden ser intercambiados en formato XML o JSON (JavaScript Object Notation), mediante servicios web del tipo REST (Representational State Transfer). El alcance del estándar HL7 FHIR incluye el uso de terminologías (Using Terminologies), marco de intercambio (Exchange Frameworks), soporte de implementación (Support), aspectos importantes de uso (Using FHIR), lista de chequeo para implementadores (Implementers Safety Check List), definición y aspectos generales de los recursos (Resources) y recursos clínicos.

En cuanto a documentación electrónica HL7 define el estándar CDA (Clinical Document Architecture), el cual es un estándar basado en XML que especifica la estructura y semántica de documentos clínicos con el propósito de facilitar su intercambio en un entorno de interoperabilidad. El estándar no define cómo el documento va a ser transportado, por lo que puede intercambiarse mediante mensajes HL7 V2, HL7 V3 o cualquier otra forma de comunicación. Está basado en el modelo de referencia RIM y usa los tipos de datos de HL7 V3.

Un CDA representa un acto clínico y la suma de todos constituyen la historia clínica electrónica del paciente. Cada uno de estos documentos tiene las siguientes características:

- Persistencia: Un documento clínico continúa de forma inalterable por el período de tiempo que corresponda según la legislación que rija.
- Administración: El documento es mantenido por una organización encargada para eso.
- Potencial para la autenticación: Un documento clínico contiene información destinada a ser autenticada legalmente.
- Contexto: Establece el contexto por defecto para su contenido.
- Integridad: La autenticación del documento tiene validez para la totalidad del mismo y no por partes.
- Legibilidad humana: Es legible por humanos.

Un documento CDA consta de un encabezado y un cuerpo. Dentro del cabezal se tiene la información administrativa del documento (tipo de reporte, fecha, autor, paciente, entre otros) y en el cuerpo se especifica la observación clínica propiamente dicha. Este último puede tener diferentes niveles de estructuras y de codificación acorde con las necesidades de interoperabilidad y las definiciones que se establezcan. Dependiendo del grado de

complejidad de la estructura del cuerpo del mensaje se definen 3 tipos de niveles de los documentos CDA. Estos diferentes niveles se crearon con el fin de realizar una adopción paulatina del estándar agregándole complejidad y potencia a los documentos en cada uno de los niveles. Los CDA de nivel 1 corresponden a un CDA de cuerpo no estructurado como puede ser un archivo pdf, jpg, doc, etc. Por otro lado los CDA de nivel 2 cuentan con un cuerpo estructurado con bloques de texto libre que sigue estrictamente la estructura XML pero el contenido sigue sin poder interpretarse. El nivel 3 corresponde a CDA de cuerpo estructurado con entradas codificadas. Este último nivel agrega a la estructura del XML la codificación de los datos en algún lenguaje controlado (LOINC, CIE10, SNOMED CT, etc) lo que permite lograr interoperabilidad semántica entre sistemas.

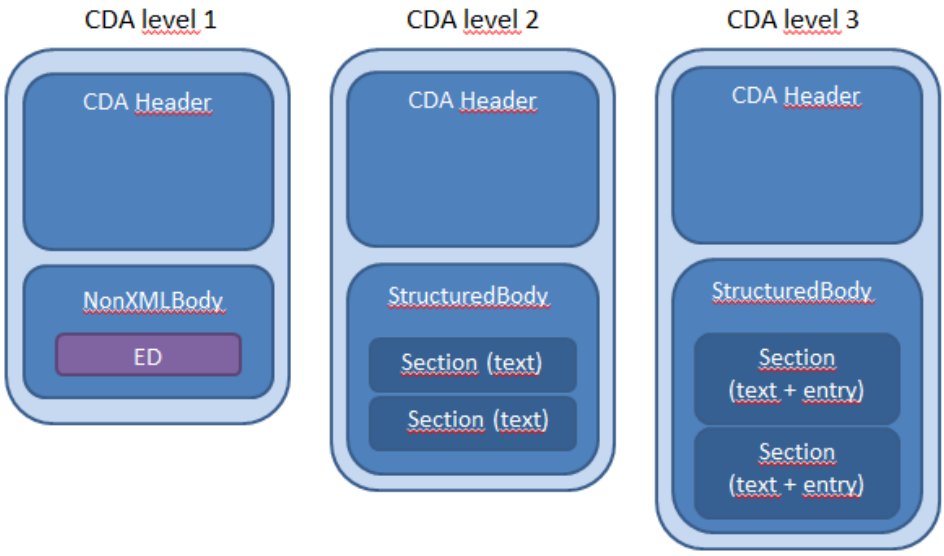

Figura 2 - Los tres nivel del estándar HL7® CDA™.
Fuente: http://iehr.eu/knowledge/what-is-hl7-cda/ , Último acceso: 17-03-2016

2.2.2. SNOMED-CT

SNOMED-CT [8] (Systematized Nomenclature of Medicine - Clinical Terms) es la terminología clínica en múltiples idiomas más completa del mundo y permite la representación de una gran cantidad de conceptos clínicos. La terminología es administrada por la IHTSDO (International Health Terminology Standards Development Organisation), es utilizada en más de 50 países actualmente y tiene referencias cruzadas con otras terminologías utilizadas en la industria. El uso de la terminología SNOMED-CT hace real la interoperabilidad semántica entre sistemas y trae otros grandes beneficios como: elimina barreras idiomáticas, colabora con los sistemas de toma de decisiones, permite realizar búsquedas con el fin de identificar pacientes con ciertos síntomas o diagnósticos, facilita la detección de enfermedades infecciosas emergente, permite generar datos de calidad con fines de investigación entre otros. SNOMED-CT define 3 tipos de componentes fundamentales que son los Conceptos, Descripciones y Relaciones. Los Conceptos representan pensamientos médicos, tales como “absceso” o “cigoto”. Cada concepto tiene un identificador numérico único y están organizados en jerarquías desde los más genéricos a los más específicos, facilitando así la búsqueda. Por otro lado las descripciones son los términos legibles de los conceptos. Existen

2 tipos de descripciones los FSN (Fully Specified Name) y los sinónimos. El FSN no está destinado a ser mostrado en la historia clínica si no que se utiliza para desambiguar el significado de los conceptos. Los sinónimos son las distintas formas de llamar a ese concepto. Cada traducción representa otro conjunto de sinónimos asociados al concepto y para cada idioma se define un FSN y un sinónimo preferido, llamado "término preferido", el cual es el más frecuente utilizado por los médicos. En tercer lugar se encuentran las Relaciones que sirven para vincular conceptos entre si cuyo significado está relacionado de alguna manera. En SNOMED-CT existen diferentes tipos de relaciones, las relaciones de subtipos utilizan la relación de tipo "en un/una" y son las más comunes en SNOMED-CT. Todos los conceptos salvo el más general "138875005 - concepto de SNOMED CT" tienen al menos una relación "es un/una", la cual significa que el concepto origen es subtipo del concepto destino. Por otro lado la relación de atributo contribuye a la definición del concepto de origen mediante su asociación con el valor de una característica definitoria. La característica (atributo) se especifica por el tipo de relación y su destino proporciona el valor.

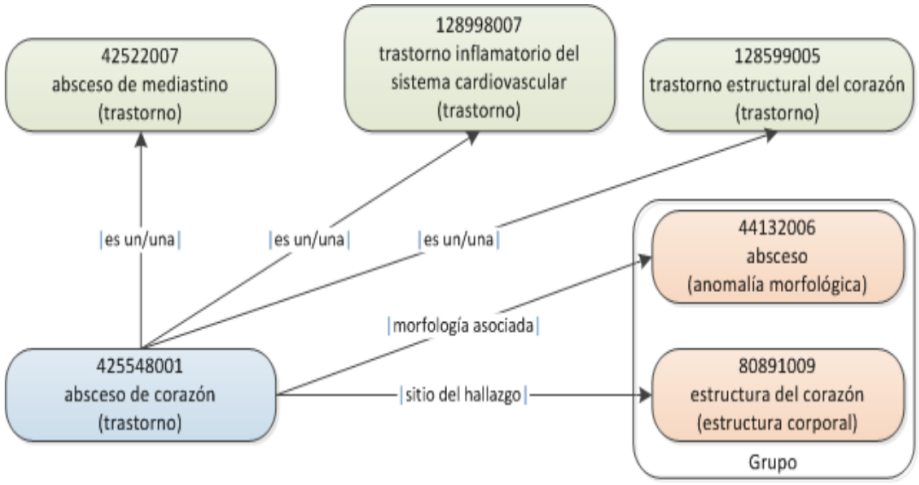

Figura 3 - Conceptos, relaciones y descripciones de SNOMED-CT.
Fuente: Guía de introducción a SNOMED-CT [8].

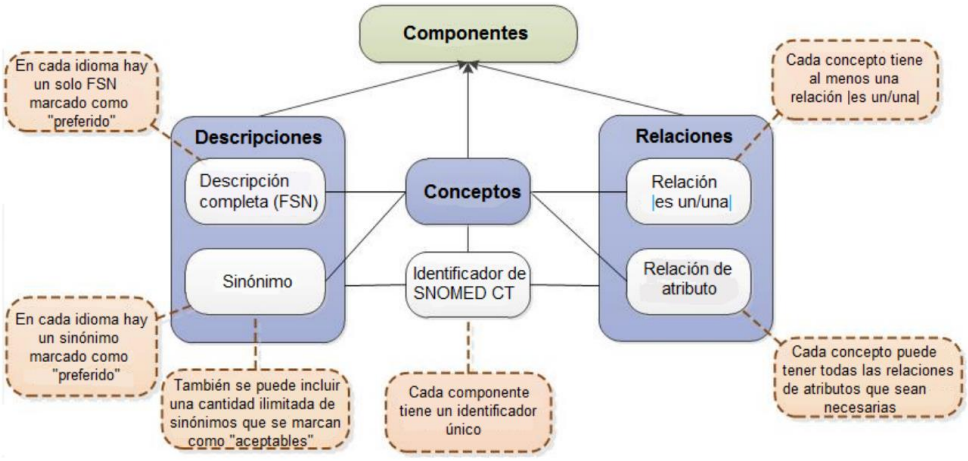

Figura 4 - Ejemplo de relaciones entre conceptos SNOMED-CT.
Fuente: Guía de introducción a SNOMED-CT [8].

Si bien existe la versión internacional del estándar en inglés y su versión en español con todos los conceptos traducidos, SNOMED-CT permite mejorar estas versiones mediante la generación de extensiones. Esto permite cubrir las diferencias idiomáticas y de modismos de los idiomas que ocurren a nivel nacional, local o de una organización y que la edición internacional considera innecesarios incluir.

2.2.3. IHE

IHE (Integrating the Healthcare Enterprise) es una organización sin fines de lucro conformada por profesionales del ámbito de la salud, tiene como objetivo ayudar a mejorar la integración entre sistemas de información. Para ellos define buenas prácticas de utilización de estándares internacionales como HL7 o DICOM (Digital Imaging and Communication in Medicine). IHE no desarrolla estándares, si no que define perfiles de integración que utilizan estándares ya existentes en pos de facilitar la integración entre sistemas. Cada perfil de integración define una necesidad de interoperabilidad entre los actores involucrados y el diseño de las transacciones a realizar por cada uno de ellos.

En los sistemas de salud es un problema común la duplicación de registros de pacientes al no identificar de forma correcta a un individuo al momento de la atención médica, esto puede traer graves consecuencias ya que actos clínicos quedan asociados erróneamente. Por otro lado distintos sistemas manejan de forma autónoma la identificación de sus pacientes, haciendo difícil el intercambio de información clínica. Para resolver esta problemática la IHE define el perfil PIX/PDQ (Patient Identifier Cross-Reference and Patient Demographic Query) [9] compuesto por los perfiles PIX (Patient Identifier Cross-Referencing) [10] y PDQ (Patient Demographics Query) [11] que resuelven estos inconvenientes. El perfil PIX, define los actores y transacciones (mensajes HL7 en este caso) necesarios para mantener un MPI (Master Patient Index) y proporcionar esta información a otras aplicaciones. PIX resuelve las referencias cruzadas de pacientes de diferentes dominios y cada uno de estos es un conjunto de sistemas que identifican a una persona de igual forma. El perfil PIX permite que los sistemas conozcan cómo se identifica un individuo en múltiples dominios. Los actores definidos para este perfil son PIXM (Patient Identifier Cross-Reference Manager), PIS (Patient Identity Source) y PIXC (Patient Identifier Cross-Reference Consumer). El PIXM es el componente que mantiene todos los identificadores de los pacientes y sus referencias cruzadas, mientras que el PIS es el componente que suministra datos al PIXM enviando identificadores de paciente (Por ejemplo, un sistema de una institución de salud es un PIS). Por otro lado los PIXC son componentes que consultan al PIXM sobre identificadores de pacientes en otras instituciones y que pueden ser notificados de cambios que se den en el PIXM. Estos actores interactúan entre sí mediante las transacciones PIF (Patient Identity Feed), PIXQ (PIX Query) y PIXUN (PIX Update Notification). La transacción PIF tiene la finalidad de comunicar información de pacientes, como identificadores y datos demográficos, desde el PIS al PIXM. La transacción PIXQ permite al actor PIXC solicitar al PIXM la lista de todos los identificadores de un paciente dado un identificador. Finalmente la transacción PIXUN permite al PIXM enviar notificaciones al PIXC cuando ocurren cambios en los datos y/o identificadores de los pacientes. En la Figura 5 se observa un diagrama con los diferentes actores que componen el perfil PIX junto con las transacciones definidas.

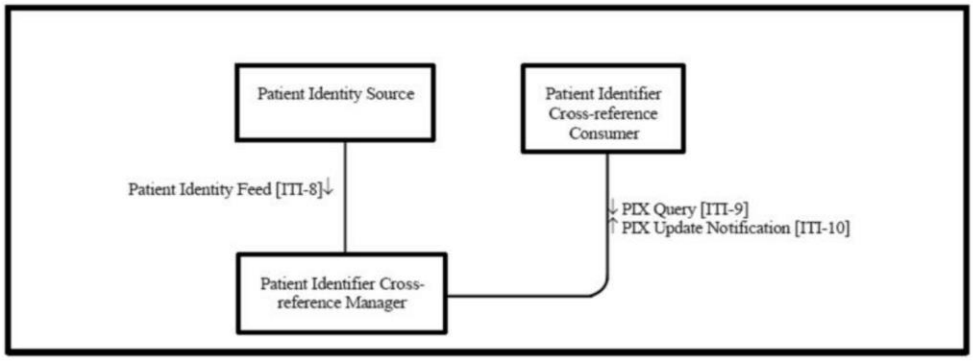

Figura 5 - Actores y transacciones perfil PIX.
Fuente: http://www.ihe.net/Technical_Framework/upload/IHE_ITI_Suppl_PIX_PDQ_HL7v3_Rev2-1_TI_2010-08-10.pdf , Último acceso: 21-03-2016

El perfil PDQ, define la forma de realizar consultas (queries) al MPI para recuperar información demográfica y de visitas de pacientes. Este perfil permite obtener una lista de pacientes candidatos dado un conjunto de datos demográficos y recuperar todos los datos demográficos de un individuo dado un identificador. Los actores definidos para este perfil son PDC (Patient Demographics Consumer), que se el componente que solicita información y recibe las respuestas del proveedor demográfico, y PDS (Patient Demographics Supplier) que es quien recibe las consultas y devuelve los resultados. Las transacciones definidas son Patient Demographics Query y Patient Demographics and Visit Query. En la primera de estas se envían datos demográficos desde el PDC al PDS y este último devuelve los pacientes que cumplen de forma total o parcial con los datos enviados. En la segunda transacción se envían datos demográficos y de visitas de pacientes desde el PDC al PDS y este último devuelve los pacientes que cumplen de forma total o parcial con estos datos. En la Figura 6 se muestran los actores del perfil PDQ junto con las transacciones mencionadas.

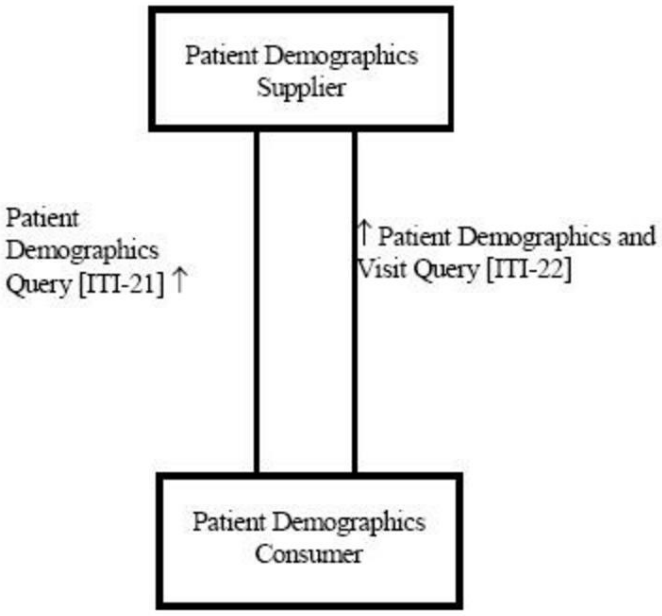

Figura 6 - Actores y transacciones perfil PDQ.
Fuente: http://www.ihe.net/Technical_Framework/upload/IHE_ITI_Suppl_PIX_PDQ_HL7v3_Rev2-1_TI_2010-08-10.pdf , Último acceso: 21-03-2016

El perfil PDQ, define la forma de realizar consultas (queries) al MPI para recuperar información demográfica y de visitas de pacientes.

Otra de los problemas comunes en el ámbito de la salud corresponde al intercambio de documentos entre diferentes sistemas. Para esto la IHE define el perfil XDS (Cross Enterprise Document Sharing) [10] el cual establece el mecanismo para la gestión de la comunicación de documentos entre sistema del ámbito de la salud. Una implementación típica requiere un XDS-Repository que es donde se almacena la información clínica de los pacientes y un XDS-Registry el cual indexa todos los documentos junto sus con metadatos. De esta forma un sistema que quiere recuperar por ejemplo todos los documentos clínicos de un paciente, le consulta al XDS-Registry qué documentos corresponden a ese paciente y los recupera luego desde el XDS-Repository. Los actores que componen este perfil son Document Consumer, componente que consulta sobre la ubicación de un documento; Document Source, componente que genera los documentos clínicos; Document Repository, donde residen la información, es el componente encargado de recibir y devolver los documentos; Document Registry, quien mantiene un índice de almacenamiento de documentos junto a un conjunto de metadatos, definidos por el perfil como pueden ser el nombre, identificador, documento, etc; y Patient Identity Source, es el encargado de asignar un identificador único a cada paciente, este identificador será utilizado internamente por la infraestructura del XDS. Las transacciones realizadas por estos actores son Provide and Register Document Set, usada para publicar un documento desde el Document Source al Document Repository; Register Document Set, utilizada para registrar un documento en el Document Registry; Query Documents, utilizada para descubrir la ubicación de documentos, se consulta generalmente con el identificador del paciente que generado por el Patient Identity Source; Retrieve Document, utilizada para recuperar un documento desde el Document repository; y Patient Identity Feed, utilizada para registrar nuevos pacientes, actualizar información de ya existentes o fusionar pacientes.

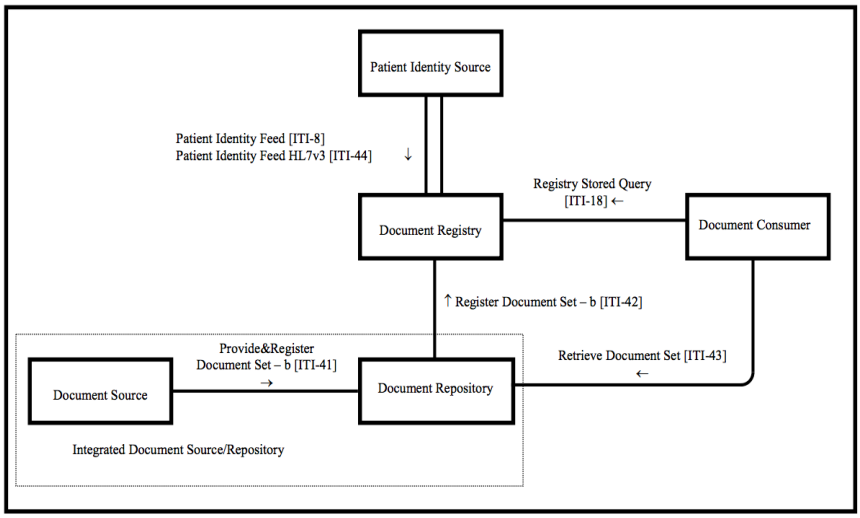

Figura 7 - Actores y transacciones perfil XDS.
Fuente: http://wiki.ihe.net/index.php/File:XDS-Actor-Transaction-b.jpg , Último acceso: 21-03-2016

2.2.4. OID

Un OID [12] (Object identifier), es un identificador global y único de objetos, su uso colabora con la interoperabilidad semántica entre sistemas ya que distintas aplicaciones pueden reconocer un OID e interpretarlo de igual forma. Los OIDs están definidos bajo una estructura jerárquica, establecida por la ISO (International Organization for Standardization) y están basados en la Norma ISO/IEC 8824-1 [13] - Information Technology - Abstract Syntax Notation One (ASN.1). Un OID representa cualquier tipo de objeto o concepto mediante una cadena de caracteres formado por números y puntos. Este formato es especificado por IETF (Internet Engineering Task Force). La estructura consiste en un árbol jerárquico, donde existe un nodo padre, y los sucesivos hijos contienen como identificador el del padre concatenado con un punto "." y un número. Por ejemplo, el OID 2.16.858.0.0.1.10.2.5.2 representa a la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República, Uruguay y tiene como nodo padre al OID 2.16.858.0.0.1.10.2.5 correspondiente al Área Ciencias y Tecnologías dentro de la Universidad de la República. A su vez la UdelarR es parte del conjunto de los Entes Descrentralizados. Los primeros 3 nodos de la estructura son 0, ITU-T (International Telecommunications Union - Telecommunication standardization sector); 1, ISO - International Organization for Standardization (ISO); y 2, joint-iso-itu-t - Common standardization area of ISO/IEC (International Organization for Standardization/International Electrotechnical Commission) and ITU-T (International Telecommunications Union - Telecommunication standardization sector).

En la Figura 8 el OID que representa al concepto "Country", país en español es el "2.16", luego debajo de este nodo se encuentran los OID que representan a los países, el OID de Uruguay es el 2.16.858. Como se puede observar todos estos identificadores están bajo el nodo padre 2 - joint-iso-itu-t.

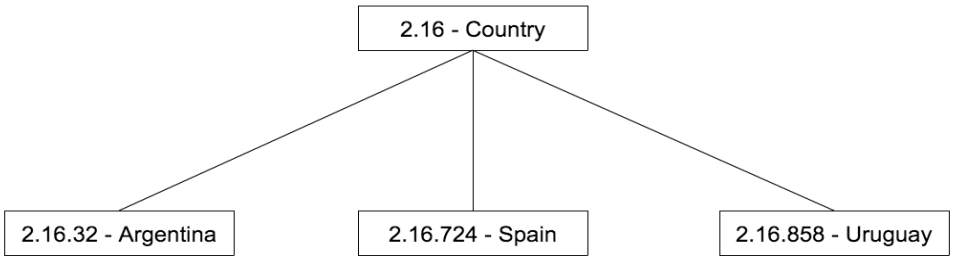

Figura 8 - Sub-esquema del árbol de OIDs desde el nodo Country (2.16.858 OID de Uruguay)

Los OIDs son asignados por una autoridad de asignación, la cual está identificada con un OID que será utilizando como su nodo raíz de asignación. Bajo ese nodo asignará los identificadores que crea necesarios y puede determinar nuevas autoridades de asignación las que se harán cargo de los identificadores bajo el nodo raíz que se le asigne.

Dentro del estándar internacional HL7, los OID fueron escogidos para representar los catálogos y registros utilizados en los procesos de interoperabilidad semántica. Los OID son utilizados en los modelos de HL7 V3, para identificar los códigos de los esquemas y los identificadores de los namespaces. HL7 es una autoridad de asignación de OIDs y define identificadores bajo el OID 2.16.840.1.113883.

2.2.5. Salud.uy

Agesic (Agencia de Gobierno electrónico y Sociedad de la Información y del Conocimiento de Uruguay), es el organismo que lidera la estrategia de implementación de gobierno electrónico en Uruguay. Tiene como objetivo lograr un estado eficiente y centrado en el ciudadano, promueve la sociedad de la información y del conocimiento al fomentar la inclusión, la apropiación y el buen uso de las tecnologías de la información y de las comunicaciones.

En el año 2008 se realizó en Uruguay una importante reforma a nivel nacional en el área de la salud, donde se creó el SNIS (Sistema Nacional Integrado de Salud), el cual incluye tanto a instituciones públicas como privadas y tiene como principales objetivos la universalización de la salud, lograr una mayor equidad en la calidad de la atención de todos los ciudadanos y realizar una distribución más justa de los gastos. Agesic con el fin de fortalecer el SNIS creó junto con Presidencia de la República, el Ministerio de Salud Pública y el Ministerio de Economía y Finanzas el programa Salud.uy [14], que busca aplicar políticas de gobierno en el área de la salud con el fin de mejorar la calidad de atención a los ciudadanos.

Salud.uy define lineamientos a seguir, estándares, contexto técnico y regulatorio habilitante y pone a disposición infraestructura tecnológica a los prestadores de salud, para lograr que se pueda brindar un servicio nacional integrado centrado en el usuario. En este marco definió la utilización del estándar SNOMED-CT para la normalización y codificación de terminología médica. Para esto no sólo se hizo miembro de la IHTSDO si no que generó la extensión uruguaya (SNOMED-CT - Extensión Nacional Uruguaya) [15] que abarca la terminología local utilizada por los profesionales de la salud en Uruguay y está disponible para su uso.

Por otra parte definió a HL7 V2 como estándar de mensajería para la comunicación entre sistemas y HL7 CDA R2 para los documentos clínicos. Para la clasificación del tipo de documento CDA se definió la utilización de la terminología LOINC (Logical Observation Identifiers Names and Codes), considerada más apta para este propósito que SNOMED-CT.

En cuanto a infraestructura tecnología Salud.uy tiene a disposición un EMPI (Enterprise Master Patient Index) el cual se encarga de unificar la información demográfica y relacionar todos los distintos identificadores que tiene un paciente en los diferentes dominios de salud. El EMPI cumple el rol del actor PIXM y PDS de los perfiles PIX y PDQ respectivamente, y el objetivo es que las instituciones implementen los actores PIXC y PIS del perfil PIX y PDC del perfil PDQ, junto con las transacciones que sean necesarias para el contexto de cada organización. De esta forma cualquier institución puede consultar al EMPI por los identificadores de un paciente y así saber cómo se lo conoce en otras instituciones. A modo de ejemplo en Figura 9 puede verse un ejemplo en el que una Institución A solicita información del paciente X a la institución B.

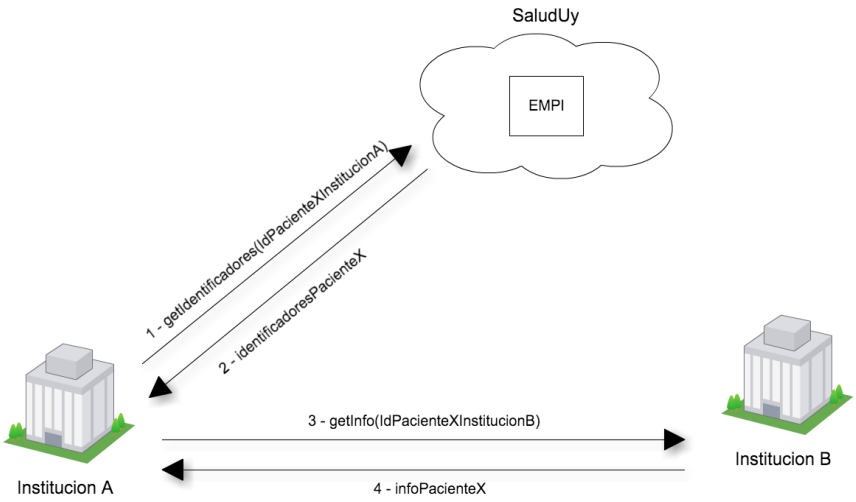

Figura 9 - Esquema comunicación con EMPI

En primer lugar la institución A le pregunta al EMPI cuáles son los identificadores del paciente X con el identificador interno a la institución A. El EMPI le devuelve la lista de los mismos y la Institución A obtiene el identificador del paciente X en la institución B. En este momento la institución A ya conoce como la institución B reconoce al paciente X, por lo que le pide la información que necesita con el identificador que utiliza la institución B y ésta última le devuelve la información correspondiente. En el primer mensaje del ejemplo anterior se realiza una transacción "PIX Query" del perfil PIX definido por la IHE. Otra forma de solicitar los identificadores de un paciente del cual no conocemos un identificador es realizando una transacción "Patient Demographics Query" del perfil PDQ, en el cual se le envía la información demográfica del paciente al EMPI si el mismo lo relaciona con algún paciente ya registrado le retorna los identificadores.

Otro de los lineamientos definidos es la utilización de una estructura federada para el almacenamiento de documentos CDA a nivel nacional en donde cada institución será encargada de la gestión y almacenamiento de los documentos CDA que generen en un XDS Respository local mediante la implementación de los actores Document Source y Document Repository del perfil XDS. Por otro lado se comunicaran con la plataforma de Salud.uy para la indexación de estos documentos implementando los actores Document Source del perfil XDS para interactuar con el XDS Registry.

Para la recuperación de los CDAs de un paciente, primero deben obtenerse los identificadores de esa persona a través del EMPI y luego consultar al XDS Registry por los documentos asociados al conjunto de identificadores de esa persona a través de la implementación del actor Document Consumer del perfil XDS.

Salud.uy provee una implementación del XDS Repository con el actor Document Repository para que las instituciones. En el mismo se configura la ubicación del XDS Registry para poder realizar la transacción Provide and Register Document Set.

2.2.6. UNAOID

AGESIC (Agencia de Gobierno electrónico y Sociedad de la Información y del Conocimiento) tiene la función de Unidad Nacional de Asignación de OID para esto creó el organismo UNAOID [16] (Unidad Nacional de Asignación de OID) quien es el encargado de la gestión y asignación de OIDs a nivel nacional bajo su nodo raíz 2.16.858, asignado por los organismos internacionales ISO e ITU. Cualquier organización tanto pública como privada puede solicitar y hacer uso de un OID para identificar objetos, personas o su estructura organizacional. UNAOID define buenas prácticas para el uso de OIDs [17] con el fin de lograr una estructura organizada y mantenible en el tiempo.

La UNAOID bajo la raíz nacional 2.16.858 define los siguientes 3 nodos:

OID	Descripción
2.16.858.0	Identifica organizaciones
2.16.858.1	Identifica personas
2.16.858.2	Identifica objetos en general

Tabla 1 - Primer nivel de nodos bajo el OID de Uruguay

Salud.uy toma como referencia las buenas prácticas de la gestión de OIDs definidas por la UNAOID y las utiliza para la identificación de los prestadores de salud, identificación de personas y codificación de terminologías locales. Los diferentes prestadores de salud a través de la utilización de OIDs bajo la rama 2.16.858.0 utilizada para identificar organizaciones. En la Figura 10 se puede ver la estructura principal de OIDs gestionada por UNAOID mostrando la jerárquica e identificadores de las diferentes instituciones médicas privadas del Uruguay.

2.16.858. Raíz
0. Organización
2. Organizaciones Privadas
16. Servicios sociales y relacionados con la Salud humana.
86. Actividades relacionadas con la salud humana
1.0.0. Actividades de hospitales

Actividades de hospitales

OID	Nombre	ID Estructura
2.16.858.0.2.16.86.1.0.0.212701040013	Médica Uruguaya Corporación de Asistencia Médica	10002752
2.16.858.0.2.16.86.1.0.0.212692860017	SUMMUM MEDICINA PRIVADA S.A.	10002761
2.16.858.0.2.16.86.1.0.0.030110450010	Cooperativa Asistencial Médica de Cerro Largo	10002777
2.16.858.0.2.16.86.1.0.0.160142250015	Sociedad Medico Quirúrgica de Salto	10002786
2.16.858.0.2.16.86.1.0.0.100273620017	Asistencial Médica Cooperativa de Maldonado	10002795
2.16.858.0.2.16.86.1.0.0.130046930015	Asistencial Médica de Río Negro	10002807
2.16.858.0.2.16.86.1.0.0.170114500018	Asociación Médica de San José	10002816
2.16.858.0.2.16.86.1.0.0.212567060019	Asociación Española Primera en Socorros Mutuos	10002825
2.16.858.0.2.16.86.1.0.0.110160220010	Centro de Asistencia de la Agrupación Médica de Pando	10002834
2.16.858.0.2.16.86.1.0.0.090105250010	Cooperativa Asistencial Médica de Lavalleja	10002843

Ir a: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ...

Figura 10 - Estructura jerárquica de OID de instituciones médicas privadas del Uruguay

UNAOID define la identificación de personas bajo el nodo 2.16.858.1 y establece la siguiente estructura: 2.16.858.1.[ID país].[ID tipo de documento].[Documento]. Para identificar a los ciudadanos uruguayos el tipo de documento a utilizar es el 68909 correspondiente a la cédula de identidad emitida por la Dirección Nacional de Identificación Civil. De todas formas se pueden utilizar distintos tipos de documentos con el fin de abarcar un amplio conjunto de escenario de identificación. Un ejemplo de este mecanismo de identificación es el OID 2.16.858.1.858.68909.46714299 quien corresponde a la identificación de una persona con cédula de identidad uruguaya 46714299.

En tercer lugar, para la identificación de terminologías locales Salud.uy utiliza OID según la estructura que define la UNAOID para la identificación de objetos: 2.16.858.2.[ID Organización].[Nro. Catálogo]. En este caso los objetos se definirán bajo la rama 2.16.858.2.10000675 en donde 10000675 corresponde al identificador de SNIS.

2.3. OMS (Organización Mundial de la Salud)

La OMS es un organismo de la ONU (Organización de las Naciones Unidas), responsable de gestionar políticas de prevención, promoción e intervención en salud a nivel mundial. Hoy en día la conforman 194 estados que la gobiernan por medio de la Asamblea Mundial de la Salud. Esta asamblea es celebrada anualmente con delegados de todos los estados miembros de la organización y tiene como función principal, determinar las políticas de la organización, supervisar las políticas financieras, y revisar y adoptar el programa de presupuesto propuesto.

La OMS, creó un programa de Seguridad Sanguínea que busca abordar el interés global sobre disponibilidad, seguridad y accesibilidad de sangre y sus componentes para la transfusión.

Este programa considera cuatro puntos de real importancia para una estrategia integrada de seguridad de la sangre.

Estos puntos son [18]:

1. Creación de servicios de transfusión sanguínea bien organizados, coordinados a escala nacional, y dotados de sistemas de garantía de la calidad en todos los ámbitos.
2. Realizar extracciones de sangre solo a voluntarios no remunerados en poblaciones de bajo riesgo y eliminar progresivamente las donaciones por reposición de familiares o allegados.
3. Efectuar análisis sistemático de toda la sangre donada para detectar infecciones transmisibles por transfusión (ITT), tales como el VIH, las hepatitis B y C o la sífilis, entre otras; tipificar los grupos sanguíneos, y efectuar pruebas de compatibilidad.
4. Reducción de las transfusiones innecesarias mediante un uso clínico eficaz de la sangre.

Se creó para apoyar los puntos anteriores una BGDSS (Base Global de Datos sobre la Seguridad de la Sangre), la cual almacena información de los distintos estados miembros de la OMS. El objetivo de la BGDSS es recopilar la mejor información posible sobre los servicios de transfusión sanguínea de los miembros de la organización, evaluar y seguir la evolución mundial de la seguridad, disponibilidad y accesibilidad de la sangre, identificar los países que necesitan apoye de forma prioritaria y planificar la investigación y elaborar estrategias apropiadas para dar respuesta a necesidades concretas. Para la recolección de información a almacenar en la BGDSS, se creó un formulario el cual debe ser completado por una persona autorizada del Ministerio de Salud o del Servicio Nacional de Transfusión Sanguínea de cada país miembro, y que contiene un cuestionario sobre la existencia y políticas de un plan nacional de sangre, prácticas relacionadas a la extracción y transfusión de sangre, datos cuantitativos sobre instituciones, donaciones, transfusiones, análisis realizados a la sangre en el país entre otros.

La OMS, define 3 tipos de donantes [19]: Donante remunerado, Persona que donan solamente por una ganancia económica; Donante familiar o allegado, donan por necesidad de algún familiar o conocido; Donante voluntario, donan por su propia voluntad y no reciben ningún beneficio a cambio.

Los estudios muestran que la recolección de sangre a través de donantes voluntarios es más segura que la de donantes familiares o remunerados ya que al donar por voluntad propia no tienen incentivos para ocultar información en las encuestas. Según la OMS "Los donantes voluntarios por motivos altruistas presentan menor prevalencia de VIH, virus de la hepatitis y otras infecciones transmitidas por la sangre que quienes donan sangre para familiares o a cambio de algún pago."

2.4. Situación en Inglaterra

En el año 2005 se crea en Inglaterra el NHSBT (NHS Blood and Transplant) el cual reúne 2 organismos ya existentes, UK Transplant (ahora llamado Organ Donation and Transplantation) y el National Blood Service (renombrado a Blood Donation). La finalidad de este es proporcionar un suministro fiable y eficiente de la sangre, órganos y servicios asociados para el NHS (National Health Service). El NHSBT se encarga de:

1. Fomentar a la población a que done sangre, órganos, tejidos, etc. y la optimización de la seguridad y el suministro de los mismo.
2. Contribuir a elevar la calidad, la eficacia y los resultados clínicos de los servicios de sangre y trasplante.
3. Proporcionar asesoramiento especializado a otras organizaciones del NHS, así como a los departamentos de salud de los cuatro países del Reino Unido.
4. Desarrollar la investigación con el fin de mejorar la calidad de atención de los pacientes.

Desde que se estableció NHSBT, la organización ha mantenido o mejorado la calidad de los servicios prestados a los pacientes, se estabilizó el aumento del costo de la sangre, y un número centralizado de servicios corporativos. Dentro de la estrategia que se plantea el organismo para el 2015 y 2016 se destacan el generar una comunicación digital con los donantes, mejora de la productividad en la cadena de suministro de sangre de calidad superior para los clientes del hospital y la inversión en una infraestructura de TI confiable.

Blood Donation es la organización para Inglaterra y Gales del Norte que recoge la sangre y otros tejidos, pruebas, procesos y suministra a todos los hospitales en Inglaterra y Gales del Norte. La estrategia que se plantea Blood Donation para el periodo de 2015-2020 cuenta con los siguientes cuatro pilares:

1. Donaciones de sangre y experiencia del donante: Desarrollar y hacer un mejor uso de las tecnologías para mejorar la experiencia del donante antes, durante y después de la donación, utilizar marketing segmentado para garantizar la necesidad de productos específicos y ofrecer más oportunidades para donar.
2. Operaciones de manufactura: Generar productividad 24/7, educar sobre el uso seguro de la sangre en hospitales, mejorar la previsión de hospitales y grupo sanguíneo y consolidar un registro de donantes.
3. Servicio al cliente e interfaz a los hospitales: Generar un único portal para facilitar la interacción con los donantes, incrementar la cantidad de hospitales que alimentan el sistema de stock.
4. Integración con hospitales: Mejorar el Sistema de Planificación y Control para lograr una mejor correspondencia entre la demanda y la oferta, desarrollar una base de datos nacional de los genotipos de los pacientes transfundidos, apoyados por la genotipificación de donantes e intercambio electrónico de datos.

Desde su sitio web [20] cualquier ciudadano puede registrarse como donante de sangre, agendar una cita para donar en cualquier centro y compartirla en redes sociales. Por otro lado permite visualizar información sobre el proceso de donación de sangre, cuándo se está habilitado para donar, la preparación previa, noticias y campañas relacionadas, así como establecer si se quiere recibir invitaciones para donar, entre otras opciones. También cuenta con una aplicación móvil disponible en ios, android y windows phone con similares funcionalidades para hacer más simple el uso desde dispositivos móviles.

2.5. Situación en Canadá

Canadian Blood Services es una organización sin fines de lucro que gestiona el suministro de sangre en todas las provincias y territorios de Canadá. Tiene como objetivo proporcionar un

suministro seguro, rentable, económico y accesible de calidad sangre, productos sanguíneos y sus alternativas. Recoge aproximadamente 850.000 unidades de sangre cada año y lo procesa en los componentes y productos que se administran a los miles de pacientes cada año a través de transfusiones de sangre.

Desde su sitio web [21] una persona puede registrar su número de donante y así acceder a ver su historial de donaciones. El sitio provee la funcionalidad de agendar una cita en cualquier centro del país, ver el historial de donaciones así como editar información personal del usuario. Por otro lado permite ver el inventario nacional, información sobre la sangre, los procesos y las condiciones al igual que en el sistema de Inglaterra entre otros.

2.6. Situación en Uruguay

Uruguay adoptó en el año 2008 una gran reforma en el área de la salud mediante la cual se formó el SNIS (Sistema Nacional Integrado de Salud), compuesto por todos los prestadores de salud tanto públicos como privados [22]. Junto con la reforma se creó el organismo descentralizado ASSE (Administración de los Servicios de Salud del Estado), proveedor estatal de salud pública que atiende alrededor del 37% de los ciudadanos, principalmente a los de más bajos recursos. ASSE y las instituciones privadas están bajo las normativas del MPS (Ministerio de Salud Pública), órgano encargado de establecer políticas y estrategias para el cumplimiento de las funciones esenciales de salud, asegurando la salud como un derecho humano básico. Si bien el SNS (Servicio Nacional de Sangre) quedó dependiendo de ASSE luego de la reforma, es el organismo encargado de gestionar el Programa de Intercambio de Hemocomponentes que abarca tanto el ámbito privado como público, impulsa las donaciones voluntarias a través de la educación de la población y generación de campañas de concientización, recaba y publica información de todos los servicios de hemoterapia del país.

El **Programa de Intercambio de Hemocomponentes** creado en el año 2006, impulsa el intercambio de dosis de sangre entre instituciones con las siguientes características:

1. Los bancos de sangre participan de forma voluntaria.
2. Se comparte solamente sangre ya aprobada y lista para una transfusión.
3. Los bancos de sangre pueden solicitar dosis ante situaciones inesperadas o de emergencia, pero no para stock.

En Uruguay existen alrededor de 80 bancos de sangre de los cuales la mitad son públicos, si bien no se pudo relevar cual es el nivel de informatización que tienen todos estos bancos, es sabido que existen bancos que aún no utilizan sistemas de información para la gestión de los procesos internos. De todas formas, la mayoría de estos son del ámbito público los cuales están embarcados en un proyecto de informatización y centralización de los datos a manos de Data Process S.R.L [23], proveedor de software especializado en bancos de sangre y servicios de hemoterapia. Dentro del ámbito privado, si bien existen varias soluciones, algunas de las cuales son desarrollos propios de las instituciones, Data Process S.R.L con el producto SISSAN tiene prácticamente el monopolio de todos los bancos del Uruguay. Los bancos de sangre y centros transfusionales de distintas instituciones no comparten información de las personas que atienden pero si desean pueden participar del Programa de Intercambio de Hemocomponentes por el cual intercambian dosis de sangre de ser necesario, mediante procesos que se realizan de forma manual mediante llamadas telefónicas.

En Uruguay solo se permite la donación de forma voluntaria, según lo indica el Decreto Nº 385/000 - MERCOSUR [24]. El número de personas que concurren a donar sumado a la cantidad

de exigencias y restricciones sobre la persona voluntaria hace necesario que se le exija a todo paciente que se va a realizar una intervención quirúrgica un número mínimo de donantes. Si bien se han tomado medidas para fomentar la donación voluntaria como la promulgación de un decreto que otorga un día de asueto a los trabajadores que donen, se realizan campañas de concientización y se han creado distintos planes que ofrecen beneficios a los donantes, el stock de sangre no es suficiente. Se estima que aún faltan 25.000 donantes más por año para cubrir la demanda.

3. Especificación y diseño

3.1. Introducción

En este capítulo se desarrolla la solución propuesta junto con un detalle de las funcionalidades implementadas y la descripción de la arquitectura del sistema.

3.2. Propuesta

Se plantea la generación de un sistema de integración que permita unificar la información los distintos bancos de sangre a nivel nacional para luego ser accedida por los ciudadanos y por el personal autorizado de las distintas instituciones. La información a integrar se compone de datos clínicos de los pacientes y del stock de hemocomponentes de todas las instituciones. Para esto, se generaron 2 aplicaciones web independientes, una para el acceso del personal de la salud y otra para el ingreso ciudadano así como un módulo de integración que oficia de middleware entre las instituciones, el programa Salud.uy y el sistema.

Se entiende como HEMOLOGICA a la plataforma completa de integración y visualización de información de la sangre. Está compuesta por los siguientes tres módulos: **YoDono**, aplicación web que permite el acceso a todo ciudadano, **HemoSalud**, aplicación web disponible solamente para personal de la salud autorizado y **HemoService** al componente de integración de información.

3.3. Diseño

En esta sección se presentan las principales decisiones tomadas para el diseño de la solución.

3.3.1. Integración con sistemas de gestión de instituciones

La integración con otros sistemas ya existentes es uno de los lineamientos estratégicos de la solución para potenciar la eficiencia de HEMOLOGICA y secundariamente evitar entrar en conflicto con los proveedores de software de las Instituciones si se quisieran sustituir los sistemas de gestión interna. El objetivo es que los sistemas existentes se acoplen a la solución y alimenten de información a HEMOLOGICA. Con el fin de generar el menor costo de desarrollo y un cambio mínimo para los distintos software de gestión existentes, se plantea la integración de información clínica de los pacientes a través del intercambio de documentos CDA, ya que el programa Salud.uy determina la generación de los mismos para la conformación de la HCEN (Historia Clínica Electrónica Nacional), lo que implica que todos los sistemas deberán incorporar la generación de CDA a sus sistemas.

Debido a que no es posible deducir el inventario de unidades a partir únicamente de información clínica, se definió un protocolo de mensajes donde las instituciones notifican al sistema HEMOLOGICA sobre movimientos de stock. Para esto se expone un servicio web que es consumido por las instituciones para registrar sus movimientos de stock.

3.3.2. Almacenamiento de la información clínica y personal

Para el almacenamiento de los datos clínicos recibidos mediante los documentos CDA, se decidió persistirlos en una base de datos documental orientada a XML, aprovechando que son especiales para el manejo de este tipo de documentos como se explica en el Anexo 1 y con el fin de evitar tener que procesar todos los documentos al recibirlos. Por otro lado uno de los objetivos planteados consistió en la construcción de una base de datos clínica para poder realizar estudios estadísticos. Esto implica la necesidad de separar los datos clínicos de los personales, al amparo del Decreto de setiembre de 2003 [25] sobre el tema.

Por estas dos razones se decidió anonimizar los CDA recibidos al momento de ser almacenados y guardar una referencia en la base de datos relacional asociando a una persona con sus documentos clínicos. Esta referencia es protegida mediante un mecanismo de cifrado, también previsto en el mencionado Decreto.

3.3.3. Identificación de personas

HEMOLOGICA deriva la responsabilidad de la identificación de personas al EMPI de Salud.uy el cual es un componente especializado para esta función. Al momento de identificar una persona, HEMOLOGICA consulta al EMPI para obtener las identificaciones asociadas y poder determinar si esta ya existe en el sistema.

3.3.4. Separación capa presentación y capa lógica.

Ambos módulos web, YoDono y HemoSalud, cuentan con separación de la capa lógica y presentación en aplicaciones web distintas. Esto permite destinar diferentes servidores a cada componente según los requerimientos de uso y seguridad de cada uno, así como independizar el desarrollo y mantenimiento de cada uno de los proyectos.

3.3.5. Mecanismo de inicio de sesión

SSO [26] (Single Sign-On), es un proceso de autenticación que permite a los usuarios acceder a varios sistemas habiéndose identificados una única vez. Las ventajas de utilizar este tipo de mecanismos de autenticación son:

1. El usuario no tiene que recordar múltiples nombres de usuarios y contraseñas de cada sistema.
2. El usuario no pierde tiempo identificándose en cada uno de los sistemas sino que lo hace una única vez.
3. Delega a la herramienta utilizada la implementación del proceso de autenticación.
4. Da al usuario la sensación de ingreso en una plataforma integrada de aplicaciones.

5. Reduce la cantidad de trabajo del personal de mesa de ayuda debido a que disminuye la cantidad de nombres de usuarios y contraseñas total de todos los sistemas al ser único este par por usuario.

Teniendo en cuenta que HEMOLOGICA tiene alcance nacional y deberá regirse bajo un organismo gubernamental se decidió utilizar un mecanismo de inicio de sesión SSO. Esto permite separar los procesos relacionados al inicio de sesión de la implementación específica de HEMOLOGICA y de esta forma incorporarla a una plataforma de aplicaciones bajo un único sistema de identificación.

3.3.6. Trazabilidad de la sangre

Según el decreto N° 385/000 [24] se establece que la identificación de unidades debe permitir el seguimiento de toda unidad desde el acto de extracción hasta el acto transfusional. Además toda unidad de sangre debe contener el identificador de la institución colectora y un identificador numérico o alfanumérico que permita la identificación. Esta identificación no puede ser removida ni cubierta.

Como se mencionó anteriormente la trazabilidad de hemocomponentes se pierde cuando se realizan intercambios de unidades entre instituciones, pero internamente cada institución es capaz de determinar a qué donación corresponde un hemocomponentes. Debido a esto último se definió que al momento de que una institución envíe un CDA de una donación se especifique el identificador asociado a la donación generado por el sistema de dicha institución. Por otro lado, al momento de enviar un CDA correspondiente a una transfusión HEMOLOGICA solicita a la institución que especifique el identificador del hemocomponente a ser transfundido, el identificador de la muestra de la donación asociada a dicho hemocomponente y la institución que realizó la extracción.

Además, se definió en el protocolo de mensajes para la notificación de movimientos de inventarios que cada institución especifique el identificador de la unidad padre la cual corresponde a la donación en el caso de los hemocomponentes derivados de una unidad de sangre entera.

De esta forma, se logra la trazabilidad completa desde la donación hasta la transfusión junto con los movimientos de inventarios.

3.3.7. Ingreso de datos al sistema

Un punto importante en los sistemas informáticos en salud y que difiere a los sistemas tradicionales es que no deben restringir en ningún momento la continuidad del ingreso de datos. Es común en los sistemas informáticos que se obligue a llenar un campo o que no exista la opción de no marcar ninguna de las opciones que sugiere la aplicación. Esto no puede pasar en los sistemas de salud ya que el restringir un campo puede hacer que el médico o personal de la salud no complete el formulario o peor que ingrese datos erróneos con el solo propósito de poder avanzar en el ingreso de los datos lo que puede llevar a errores clínicos graves. Este punto se debe tener en cuenta no solo en el ingreso de datos, si no en la recuperación y la generación de datos estadísticos. En múltiples instancias en la Medicina

existe la opción “sin dato” que puede tener un significado muy particular y que sería errado encasillar en alguna de las opciones previstas.

3.4. Arquitectura

A continuación se describe la arquitectura definida para la solución planteada anteriormente. En el Anexo 4 se pueden visualizar los diferentes diagramas de diseño los cuales muestran la interacción entre el usuario y los diferentes sistemas para los principales casos de uso.

Los componentes de color amarillo son parte del sistema HEMOLOGICA, los de color azul representan sistemas externos.

3.4.1. Vista física

Diagrama de despliegue

Componentes:

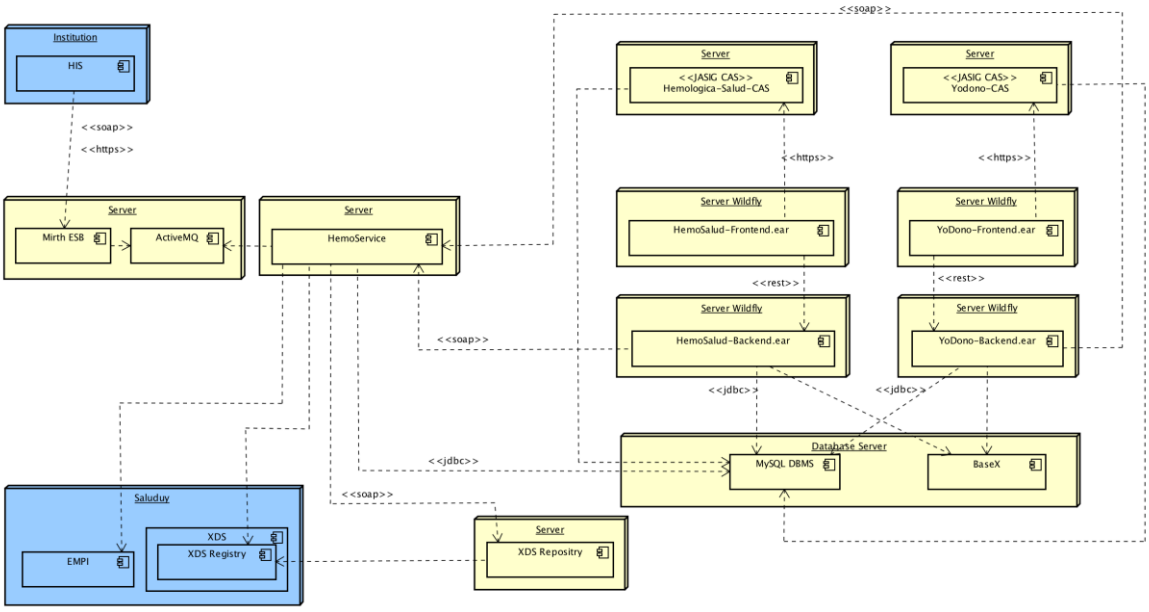

Figura 11 - Diagrama de despliegue HEMOLOGICA

- YoDono-Cas: Servidor dedicado al manejo de los procesos de autenticación de YoDono a través del mecanismo Single Sign On, se comunica con la capa de persistencia.
- YoDono-Frontend: Es la capa de presentación de la aplicación web YoDono, no contiene lógica de negocio, se comunica con YoDono-Backend a través de servicio web REST y con YoDono-CAS para la autenticación de los usuarios.
- YoDono-Backend: Es la capa lógica de YoDono, contiene toda la lógica de negocio y provee de servicios REST a YoDono-Frontend y se comunica con HemoService para la utilización de los servicio de Salud.uy mediante servicios SOAP. Además contiene la capa de persistencia la cual es responsable de realizar altas, bajas, modificaciones y consultas sobre las bases de datos existentes.

- HemoSalud-Cas: Análogo a YoDono-Cas pero para HemoSalud.
- HemoSalud-Frontend: Análogo a YoDono-Frontend pero para HemoSalud.
- HemoSalud-Backend: Análogo a YoDono-Backend pero para HemoSalud.
- DataBase Server: Corresponde al servidor que contiene los manejadores de las bases de datos relacional y documental.
- HemoService: Módulo que contiene la lógica de integración de los sistemas, recibe y procesa los distintos elementos de integración así como se comunica con los servicios de Salud.uy.
- XDS Repository: Sistema encargado del almacenamiento de los documentos CDA.
- Middleware local: Es el encargado de enviar a HemoService los documentos CDA que genera cada institución.

3.4.2. Vista de despliegue

YoDono

YoDono se conforma por una aplicación web que cuenta con separación de la capa de presentación respecto a la capa de negocio y persistencia, se comunica con un servidor JasigCas para la autenticación y con HemoService con el fin de consumir servicios provistos por Salud.uy.

A continuación se muestran los diagramas de despliegue para los módulos YoDono-Frontend y YoDono-Backend.

YoDono-Frontend

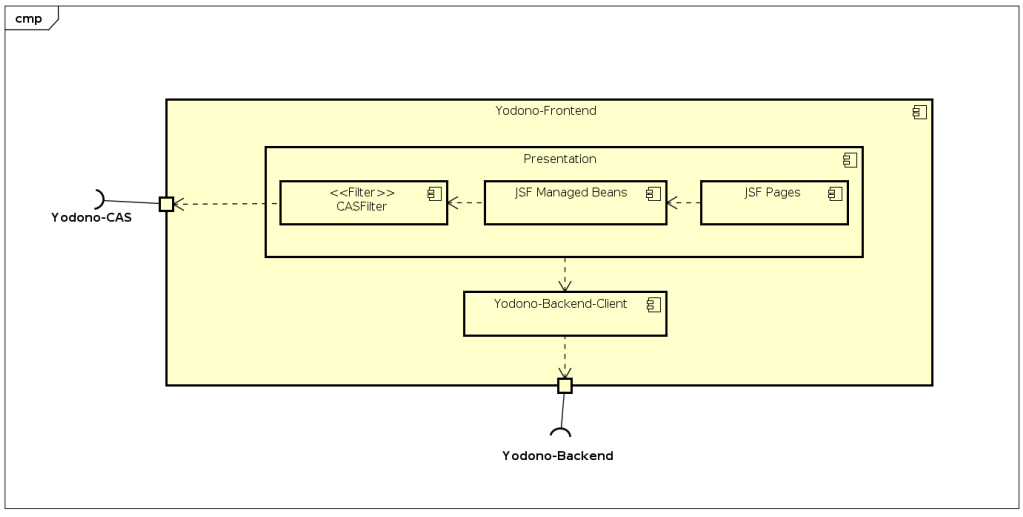

Figura 12 - Vista de despliegue módulo YoDono-Frontend

Capa	Paquete	Descripción
Presentation		

	CASFilter	Paquete encargado de la comunicación con el servidor CAS para el manejo de la autenticación de usuarios en el sistema.
	JSF Managed Beans	En este paquete se encuentran todos los Managed Beans utilizados en la aplicación.
	JSF Pages	En este paquete se encuentran todas las páginas web utilizadas en la aplicación.
YoDono-Backend - Client		Es el encargado de consumir los servicios provistos por YoDono-Backend

Tabla 2 - Componentes vista de despliegue módulo YoDono-Frontend

YoDono-Backend

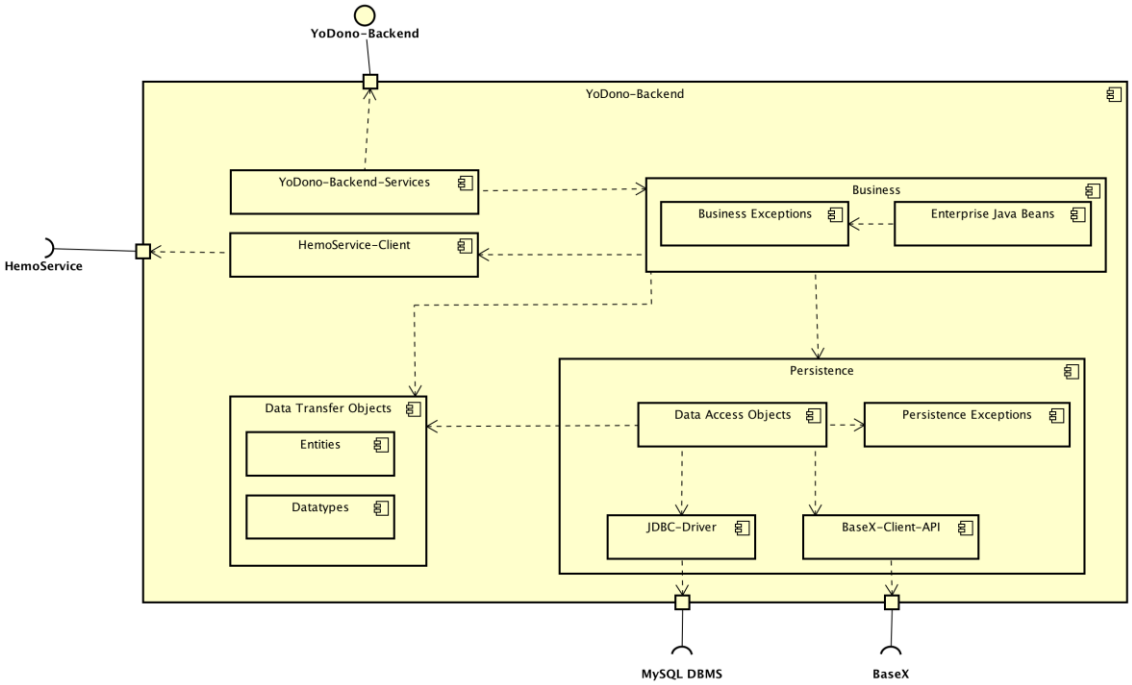

Figura 13 - Vista de despliegue módulo YoDono-Backend

Capa	Paquete	Descripción
YoDono-Backend-Services		Paquete encargado de disponibilizar los servicios que serán consumidos por YoDono-Frontend
HemoService-Client		Consume servicios del módulo HemoService.

Business		
	Business Exceptions	Contiene excepciones que puedan surgir en la capa de negocios.
	Enterprise Java Bean	Componentes que implementan la lógica de negocio de YoDono-Backend
Persistence		
	Data Access Objects	Componente responsable del acceso a las bases de datos
	Persistence Exceptions	Contiene excepciones que puedan surgir en la capa de persistencia.
	JDBC Driver	Conector para la comunicación con bases de datos SQL, MySQL.
	BaseX-Client-Api	Conector para la comunicación con bases la base de datos XML, BaseX.
Data Transfer Objects		
	Entities	Entidades destinadas a la persistencia en la base de datos SQL.
	DataTypes	Tipos de datos utilizados para la transferencia de datos de un módulo a otro.

Tabla 3 - Componentes vista de despliegue módulo YoDono-Backend

HemoSalud

Se conforma por una aplicación web que cuenta con separación de la capa de presentación respecto a la capa de negocio y persistencia, consulta a un servidor JasigCas para la autenticación y se comunica con HemoService con el fin de consumir servicios provisto por Salud.uy.

HemoSalud Frontend

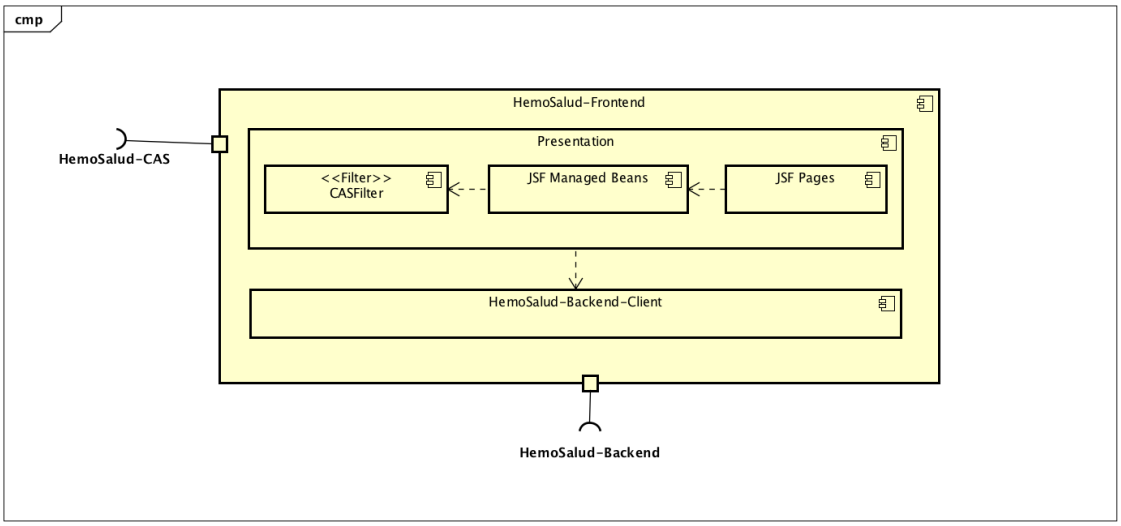

Figura 14 - Vista de Despliegue módulo HemoSalud Frontend

Capa	Paquete	Descripción
Presentation		
	CASFilter	Paquete encargado de la comunicación con el servidor CAS para el manejo de la autenticación de usuarios en el sistema.
	JSF Managed Beans	En este paquete se encuentran todos los Managed Beans utilizados en la aplicación.
	JSF Pages	En este paquete se encuentran todas las páginas web utilizadas en la aplicación.
HemoSalud-Backend - Client		Es el encargado de consumir los servicios provistos por HemoSalud-Backend

Tabla 4 - Componentes vista de despliegue módulo HemoSalud-Frontend

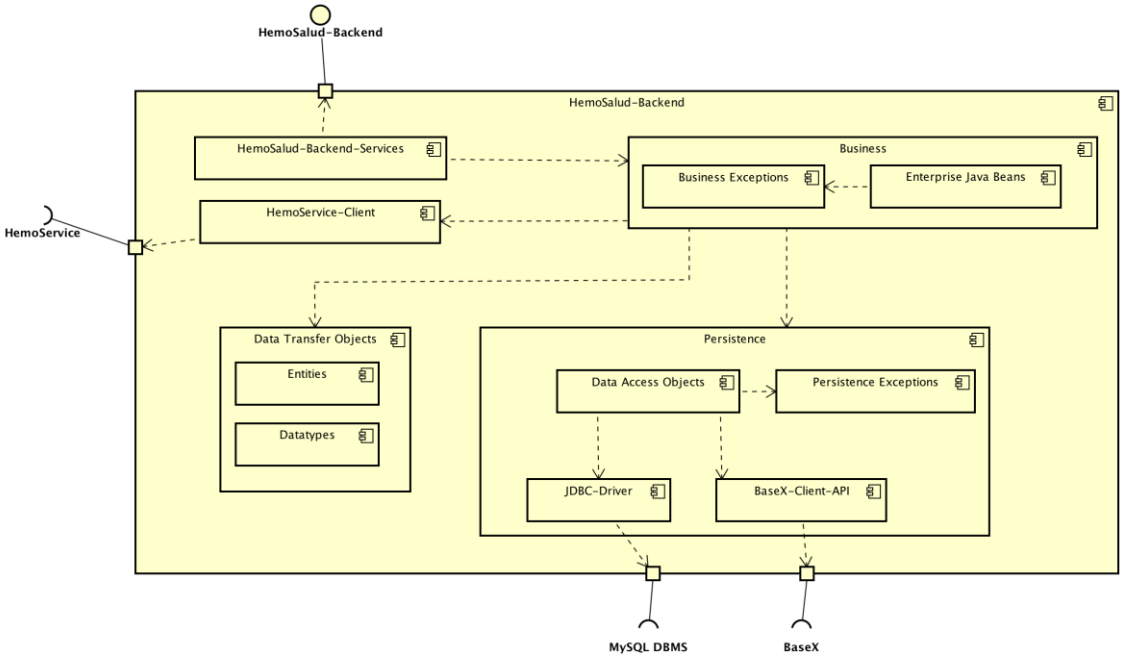

Figura 15 - Vista de Despliegue módulo HemoSalud Backend

Capa	Paquete	Descripción
HemoSalud-Backend-Services		Paquete encargado de disponibilizar los servicios que serán consumidos por HemoSalud-Frontend
HemoService-Client		Consume servicios del módulo HemoService.
Business		
	Business Exceptions	Contiene excepciones que puedan surgir en la capa de negocios.
	Enterprise Java Bean	Componentes que implementan la lógica de negocio de HemoSalud-Backend
Persistence		
	Data Access Objects	Componente responsable del acceso a las bases de datos
	Persistence Exceptions	Contiene excepciones que puedan surgir en la capa de persistencia.
	JDBC Driver	Conector para la comunicación con bases de datos SQL, MySQL.

	BaseX-Client-Api	Conector para la comunicación con bases la base de datos XML, BaseX.
Data Transfer Objects		
	Entities	Entidades destinadas a la persistencia en la base de datos SQL.
	DataTypes	Tipos de datos utilizados para la transferencia de datos de un módulo a otro.

Tabla 5 - Componentes vista de despliegue módulo HemoSalud-Backend

HemoService

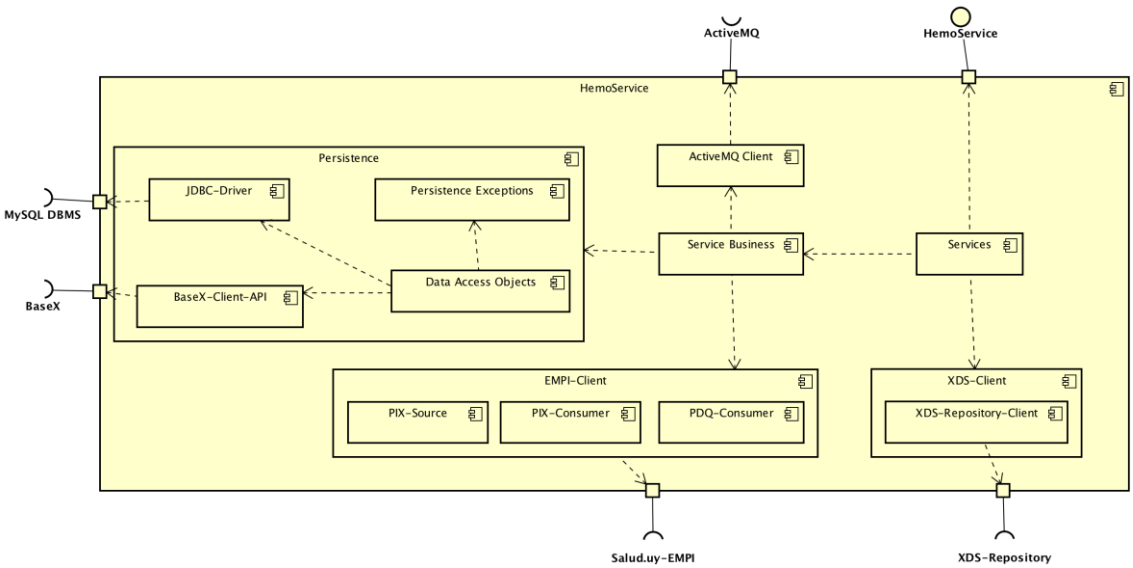

Figura 16 - Vista de despliegue módulo HemoService

Capa	Paquete	Descripción
Persistence		
	Data Access Objects	Componente responsable del acceso a las bases de datos
	Persistence Exceptions	Contiene excepciones que puedan surgir en la capa de persistencia.
	JDBC Driver	Conector para la comunicación con bases de datos SQL, MySQL.

	BaseX-Client-Api	Conector para la comunicación con bases la base de datos XML, BaseX.
EMPI - Client		
	PIX - Source	Implementa el actor PIX-Source para la comunicación con el EMPI.
	PIX - Consumer	Implementa el actor PIX-Consumer para la comunicación con el EMPI.
	PDQ - Consumer	Implementa el actor PDQ-Consumer para la comunicación con el EMPI.
XDS - Cliente		
	XDS - Repository - Client	Paquete que implementa un cliente para la comunicación con el XDS - Repository.
ActiveMQ Client		Cliente para la consumo de documentos CDA desde el ActiveMQ.
Service Business		Encapsula la lógica de negocios existente en HemoService.
Services		Servicios expuestos por HemoService para la comunicación con YoDono y HemoService.

Tabla 6 - Componentes vista de despliegue módulo HemoService

3.5. Modelo de datos

En esta sección se encuentra el diagrama del modelo de datos utilizado para el almacenamiento de datos en la base de datos SQL. El mismo se presenta divido en tres partes (Figura 17, Figura 18 y Figura 19). Para una mejor comprensión del mismo esta sección puede complementarse con el Anexo 3, en donde puede verse el detalle del modelo.

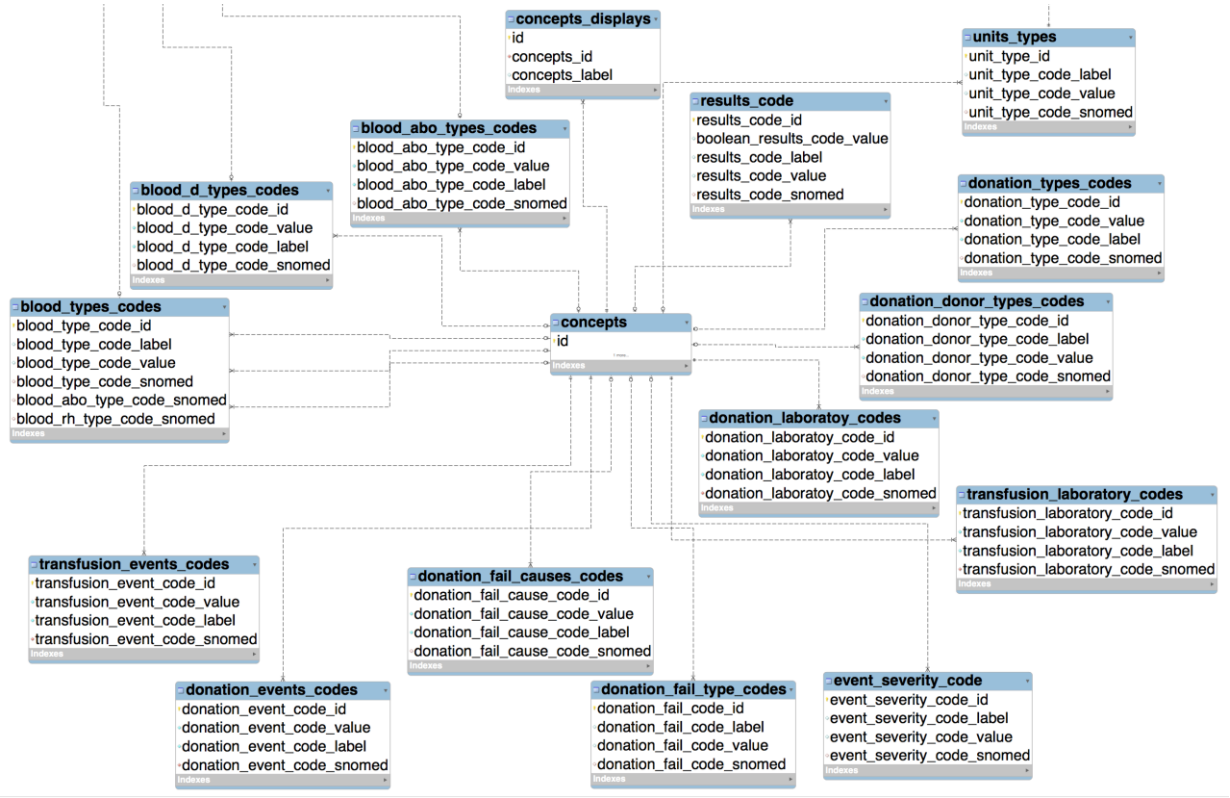

Figura 17 - Modelo de datos parte 1

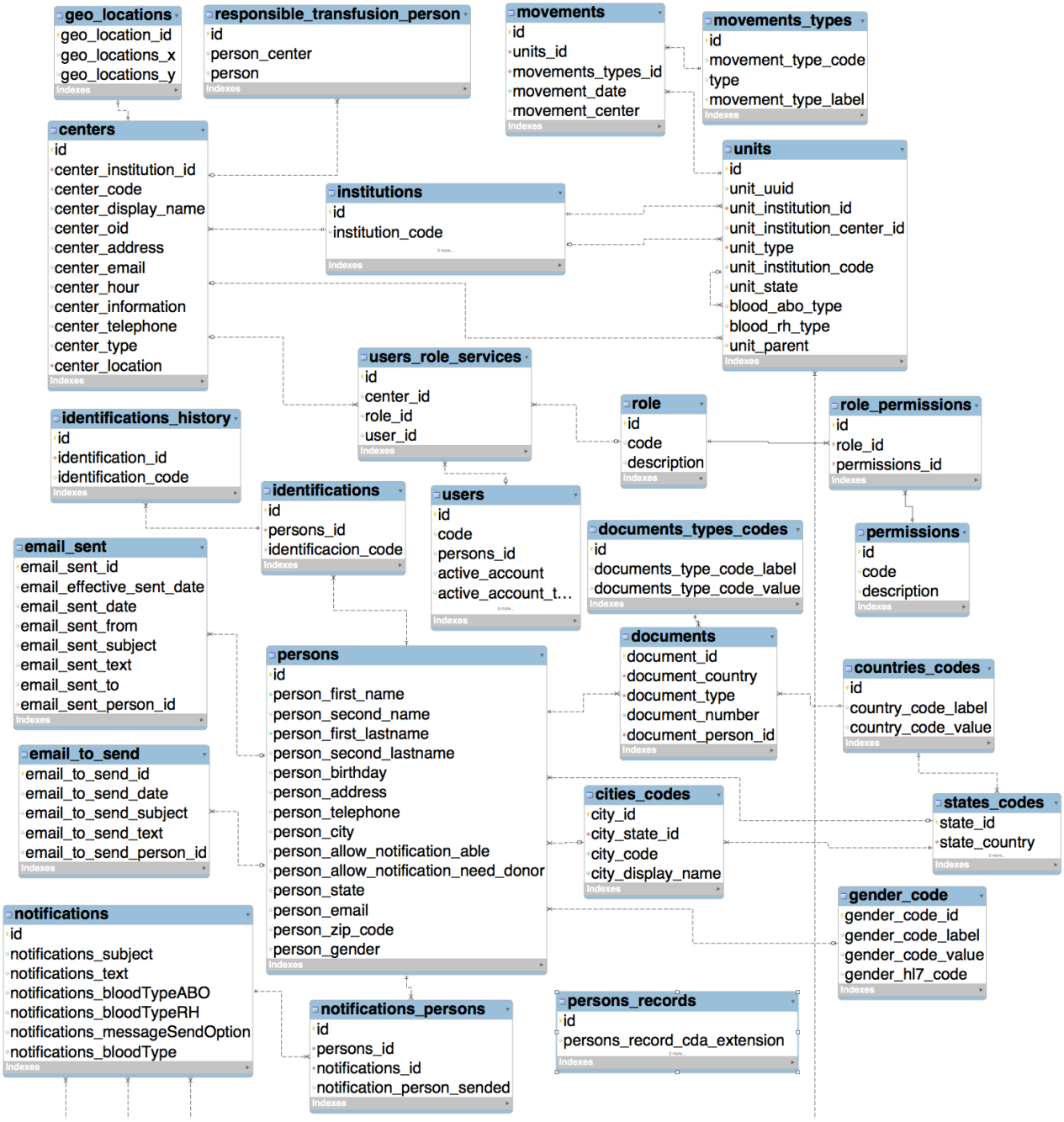

Figura 18 - Modelo de datos parte 2

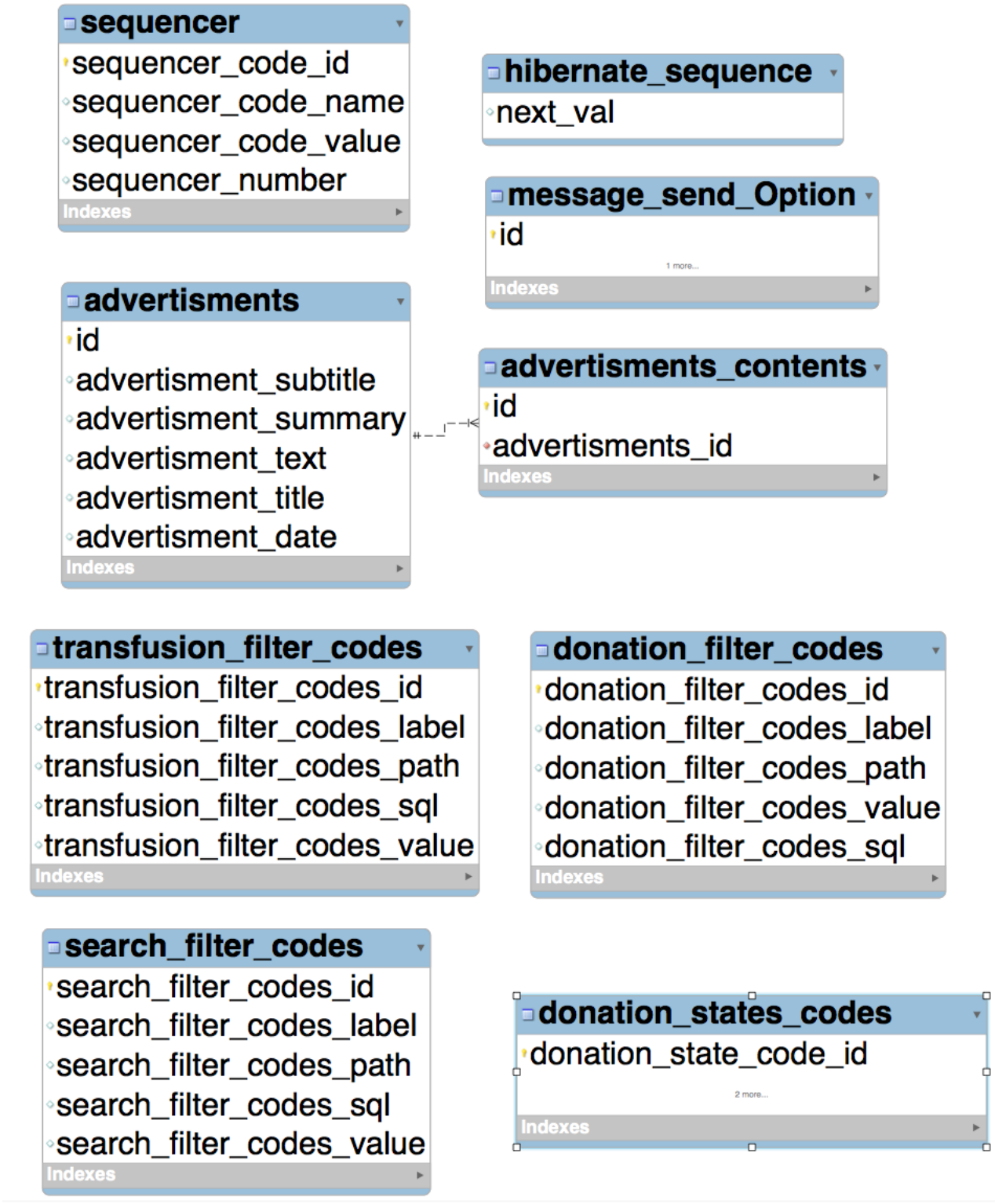

Figura 19 - Modelo de datos parte 3

3.6. YoDono

YoDono es una aplicación web responsiva multilenguaje para uso de todos los ciudadanos. Tiene la finalidad de empoderar al ciudadano poniendo disponible información considerada relevante y permite tener una herramienta de contacto con el ciudadano donde se comparte cierta información bidireccionalmente. Esta aplicación busca ayudar a fomentar las donaciones voluntarias de sangre a través del acceso a la información y del envío de notificaciones personalizadas a los ciudadanos.

3.6.1. Acceso a la aplicación

YoDono pone la información de carácter público a disposición del común de la gente sobre los distintos bancos de sangre existentes en el país, las condiciones para donar y la preparación antes de donar entre otras. Esta información es accesible por cualquier persona sin necesidad de iniciar sesión. Por otro lado YoDono brinda al ciudadano la posibilidad de acceder a su información clínica personal relacionada a la hemoterapia, como ser las donaciones y transfusiones de sangre realizada en el tiempo en cualquier institución del país. Esta información es privada a cada ciudadano y por lo tanto requiere que registren mediante autenticación segura.

Para la creación de los usuarios junto con las credenciales de acceso a la aplicación se evaluaron varias alternativas. Por un lado la creación del usuario manualmente por el ciudadano desde la aplicación YoDono. Por otro lado la creación del usuario al tener un primer contacto con una institución de salud y comunicación al ciudadano de una clave de acceso para luego completar el proceso de primer inicio. Por último la creación del usuario al tener un primer contacto con una institución de salud y envió de email para completar proceso de primer inicio.

La primera opción implica la creación del usuario desde la aplicación YoDono ingresando cierta información necesaria como en la gran mayoría de los sistemas. Este mecanismo no es aplicables en sistemas con información sensible como YoDono ya que no es posible determinar que la persona que está creando el usuario es realmente quien dice ser.

La segunda opción implica que al momento de que una persona toma contacto con una institución se le genere una clave de acceso, para que luego se autentique por primera vez. Esta opción es utilizada en sistemas con información sensible o de alta seguridad como bancos o sistemas con información médica. Las principales desventajas que se le encontraron a este mecanismo y por lo cual fue descartado son que el ciudadano debe conservar la clave de acceso que se le entrega en la institución y luego recordar el sitio donde ingresar para completar el proceso de primer inicio, y que el personal de la salud debe crearle el usuario al ciudadano en alguna herramienta disponible por HEMOLOGICA. Teniendo en cuenta que las instituciones tienen su propio sistema de gestión donde ingresan los datos del ciudadano, se debería repetir el proceso de ingreso de datos, lo que haría tediosa la tarea del trabajador pudiendo llevar esto a la no utilización. En este caso se descartó que el sistema de gestión del banco se comunique directamente con HEMOLOGICA para la creación del usuario, ya que esto implica que interactúe con HEMOLOGICA al momento del ingreso de datos del ciudadano y de todas formas el trabajador de la salud deberá entregar la clave de acceso con las desventajas marcadas en el punto anterior.

La tercera opción y la elegida consiste en que se cree el usuario en el momento en que un ciudadano toma contacto con una institución, pero que se le envíe por el email que la persona entregó el hipervínculo para realizar el proceso de primer inicio. Con esto se evita

que el ciudadano deba recordar la clave de acceso y solo puede ser accesible por la persona que conoce las credenciales del email provisto. Por otro lado para evitar el doble ingreso de datos se decidió crear el usuario al momento de importar el documento CDA correspondiente al acto médico, por lo que el trabajador de la salud no participa en ningún paso del proceso de creación de usuarios y no se entorpece su trabajo.

Algunas consideraciones tomadas en el proceso de creación de los usuarios fueron que luego de completado el proceso de primer inicio, las siguientes veces que un ciudadano toma contacto con una institución sea la misma o no, el proceso no se repite. Si bien se está dejando de lado a los ciudadanos que hoy en día no hacen uso del email, se considera que cada vez van a ser menos los que no lo utilicen ya que su uso es cada vez más masivo y se está utilizando como forma de comunicación desde muchos organismos del estado, lo que va a incluir a gente que hoy en día no lo consideraba necesario. Por otro lado al utilizar un mecanismo de login único, si se creara el usuario desde otra plataforma ya no será necesario el proceso de primer inicio al leer el primer documento clínico de la persona.

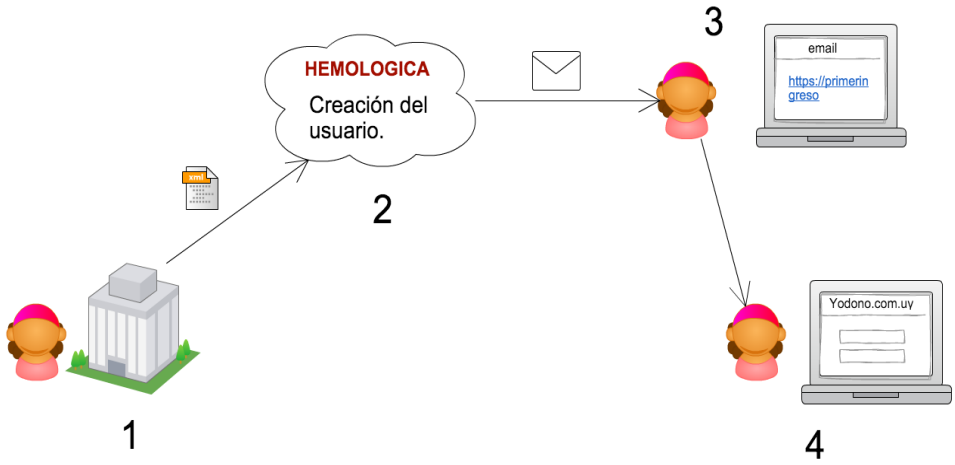

Figura 20 - Esquema primer inicio en YoDono

En la Figura 20 se refleja el proceso de primer inicio en la aplicación YoDono el cual consta de los siguientes pasos:

1. Un ciudadano concurre a una institución para donar sangre o realizarse una transfusión y se envía la información clínica a través de un documento CDA a la plataforma HEMOLOGICA.
2. La plataforma HEMOLOGICA recibe el documento, al no tener registrado al usuario lo crea y envía un mail al ciudadano para el acceso a YoDono.
3. El ciudadano recibe el email e ingresa al hipervínculo recibido.
4. El ciudadano ingresa a la aplicación YoDono donde completa los pasos del primer inicio y accede a su información clínica.

3.6.2. Funcionalidades

En esta sección se describen las funcionalidades de la aplicación YoDono para todos los ciudadanos.

- Ver novedades

Esta funcionalidad permite ver las novedades existentes sobre la sangre en formato de noticia. Las noticias disponibles son administradas por personas específicas desde la aplicación HemoSalud como se explicará en el punto 3. El fin de esta funcionalidad es hacer pública cierta información que se considere relevante, como comunicados a la población, informes, noticias, etc.

- Ver información sobre bancos de sangre

En esta sección se puede acceder a la información de todos los bancos de sangre del país, sean de instituciones privadas o públicas. Para esto se visualiza un mapa donde se puede localizar a los distintos bancos de sangre y junto con ellos información administrativa de cada uno como dirección, horario de atención, forma de contacto, etc.

- Ver requisitos a cumplir para poder donar sangre

Se muestra la lista de todos los requisitos necesarios para poder donar sangre.

- Ver preparación para donar sangre.

Se puede visualizar la preparación que deben tener los ciudadanos antes de concurrir a donar sangre.

- Ver y editar información del usuario.

Los usuarios autenticados en la aplicación tienen la posibilidad de editar cierta información personal, como dirección, teléfono, mail de contacto, entre otros. Cabe señalar que la información del documento y nombres de la persona no son modificables ya que son los utilizados para identificar a la persona en la aplicación.

- Ver y editar aceptación de recibo de notificaciones.

Los ciudadanos con usuarios en YoDono pueden recibir mensajes por email con información considerada relevante. Una persona luego de donar sangre debe esperar una cierta cantidad de tiempo para poder hacerlo nuevamente. Esto hace que muchos no recuerden cuando están aptos y dejen de hacerlo por olvido o desinformación. Esta situación también ocurre cuando un donante es diferido temporalmente por alguna causa. HEMOLOGICA notifica a los ciudadanos cuando ya están disponibles para donar enviándoles un aviso con el fin de recordarles e incentivarlos a que vuelvan a hacerlo. Por otro lado la plataforma HEMOLOGICA permite enviar notificaciones vía email a los ciudadanos con información que se considere apropiada, como campañas de recolección de sangre. Dichos mensajes al igual que el envío de noticias en la sección de novedades se crean desde la aplicación HemoSalud por una persona con permisos especiales.

Para ambos tipos de notificaciones un ciudadanos desde el perfil del usuario puede decidir si acepta recibirlas o no.

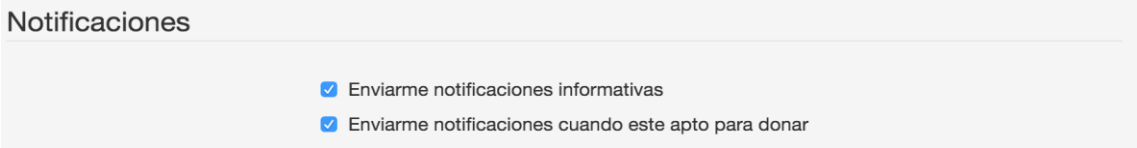

Figura 21 - Ejemplo modificación de aceptación de notificaciones en YoDono

- Ver mis donaciones

YoDono permite que los ciudadanos vean las donaciones que realizaron en el tiempo en cualquier institución. De esta forma los ciudadanos pueden tener acceso a su historia clínica completa de donaciones. Hoy en día esta información no está disponible ni para los ciudadanos ni en la historia clínica electrónica del paciente, en primer lugar porque una persona puede donar en bancos de sangre de instituciones de las cuales no es afiliado y segundo porque en la mayoría de los casos los sistemas informáticos de los bancos de sangre no alimentan a los sistemas de historia clínica de las instituciones.

- Compartir en redes sociales información sobre mis donaciones realizadas.

YoDono como ya se dijo anteriormente busca ayudar a fomentar las donaciones voluntarias de los ciudadanos, con este fin es que existe la posibilidad de compartir en redes sociales como Facebook y Twitter el hecho de haber realizado una donación. Hoy en día las redes sociales son disparadores de noticias y permiten de forma sencilla y gratuita llegar a una gran cantidad de público. Las personas cada vez más publican en las redes sociales actividades que realizan y las utilizan normalmente para generar campañas de concientización sobre temas de interés, se busca con esto que donantes concientizados con la importancia de donar puedan captar nuevos donantes.

La información a compartir refiere al evento de haber realizado una donación y no a los datos clínicos de los pacientes.

- Ver mis transfusiones.

Al igual que en el punto que refiere a las donaciones, YoDono brinda a los ciudadanos la historia clínica completa sobre las transfusiones que tuvo el ciudadano a lo largo del tiempo, en las distintas instituciones en las que fue atendido. De esta forma los ciudadanos conocen los tratamientos que se le realizaron a lo largo de la vida y de haber existido algún inconveniente tenerlos en cuenta en futuras intervenciones.

3.7. HemoSalud

HemoSalud es una aplicación web en múltiples idiomas destinada a ser usada por trabajadores de la salud y personas específicas que estén autorizadas a acceder a información de alcance nacional sobre la sangre, como pueden ser integrantes del Ministerio de Salud Pública u organismos similares.

El objetivo principal del módulo HemoSalud es tener un sitio centralizado en donde se consulte la información de la sangre a nivel nacional. Adicionalmente para los bancos de sangre o centros transfusionales que no tienen sistemas informáticos de gestión, se creó un módulo de registro de transfusiones y donaciones para que la información clínica que manejan no quede por fuera del sistema. De todas formas se entiende y se considera fundamental que todos los centros

tiendan a tener un sistema de gestión especializado en manejar los procesos internos a cualquier organización relacionada a la hemoterapia.

3.7.1. Acceso a la aplicación

El acceso a la aplicación es a través de un usuario y contraseña, no hay funcionalidades de acceso público. Los usuarios son creados para trabajar en un determinado centro de una institución, no está previsto la posibilidad por el momento de que un mismo usuario trabaje en varias instituciones, para contemplar eso, al trabajador se le deben crear dos usuarios, uno para cada lugar de trabajo.

La gestión de alta, modificación y baja de los usuarios no fueron implementada por cuestiones de tiempo y por priorizar otros aspectos del proyecto. Pero si está contemplado en el modelo de datos y en la implementación.

3.7.2. Funcionalidades

En esta sección se describen las funcionalidades de la aplicación HemoSalud para todos los ciudadanos.

- Ver antecedentes de una persona.

HemoSalud permite ver la historia clínica electrónica completa de donaciones y transfusiones de todos los ciudadanos. El hecho de obtener la historia clínica del paciente o potencial donante da seguridad a la realización de los procesos de transfusión y donación. Cuando un ciudadano concurre a un banco de sangre con intención de donar, hoy en día no es posible saber si la persona fue rechazada anteriormente en otro banco de sangre o si no está habilitada por alguna razón. Teniendo esta información disponible se evita realizar procesos innecesarios o aceptar a un donante que no está en condiciones de donar. Por otro lado cuando se va a realizar una transfusión a un paciente, trae grandes ventajas el conocer el historial de transfusiones del mismo, ya que puede evitar situaciones complejas, como puede ser una incompatibilidad entre las sangre que no se detecta con las pruebas realizadas anteriormente a la transfusión y que pueden llevar a situaciones graves para el paciente.

De cada donación registrada a un ciudadano se puede ver:

1. Fecha.
2. Institución y banco de sangre en la que se realizó.
3. Si fue efectuada o no.
4. Tipo de sangre del paciente (si fue efectuada la donación).
5. Reacciones adversas y la severidad que pudieron ocurrir (si fue efectuada la donación).
6. Si fue rechazada o no.
7. Si fue un rechazo temporal o permanente (si es que fue rechazada).
8. Fecha hasta que el donante fue rechazado (si es que fue rechazado temporalmente)

De cada transfusión registrada a un ciudadano se puede ver:

1. Fecha.
2. Institución y centro transfusional en la que se realizó.
3. Producto transfundido.
4. Volumen transfundido.
5. Reacciones adversas y la severidad que pudieron ocurrir.

- Indicadores estadísticos.

HEMOLOGICA al tener alcance nacional hace un gran aporte a la recolección de datos ya que responde una gran cantidad de las preguntas realizadas en el formulario destinado a recolectar los datos para la BGDSS. Para esto se implementó una sección de indicadores la cual permite extraer las preguntas que se identificaron podían ser respondidas por HEMOLOGICA. Estas preguntas son:

1. Número de donantes activos que donaron sangre para un periodo de tiempo según tipo de donante (voluntario, remunerado, reposición).
2. Número de donaciones de sangre entera colectadas para un periodo de tiempo, por tipo de donante (voluntario, remunerado, reposición).
3. Cantidad de donaciones que efectuaron mediante aféresis por tipo de donación (voluntario, remunerado, reposición).
4. Número de donantes potenciales que fueron diferidos por tipo de diferimiento (parcial, permanente).
5. Número de diferimientos por causa de diferimiento (peso bajo, hemoglobina baja, etc).
6. Número de donaciones de sangre extraídas a hombres y mujeres.
7. Número de donaciones de sangre extraídas según la edad del donante.
8. Número y porcentaje de donaciones sometidas a pruebas de detección de infecciones transmisibles por transfusión por tipo de prueba (VIH, hepatitis C, etc).
9. Prevalencia de infecciones en donaciones que resultaron positivas para las pruebas de detección de infecciones transmisibles por transfusión por tipo de prueba (VIH, hepatitis C, etc).
10. Número y porcentaje de infecciones por VIH por tipo de donante (voluntario, remunerado, reposición).
11. Número componentes sanguíneos distribuidos / transfundidos en el país por tipo de producto (plasma, plaquetas, crioprecipitado).
12. Número de pacientes transfundidos en el país.
13. Número de pacientes transfundidos por edad.
14. Número de reacciones adversas graves relacionadas con las transfusiones que se han notificado por tipo de reacción (hemólisis debida a incompatibilidad ABO, hemólisis debida a incompatibilidad RH, etc).

Con el fin de hacer más rica y flexible la generación de los indicadores se definió un conjunto de filtros que permiten personalizar la población que abarca el cuestionario. De esta forma se puede responder a las preguntas para una población de determinada edad, sexo, etc. También es posible generar los indicadores por la institución en la que se está trabajando, permitiendo esto compararlos con los del resto del país y así evaluar la situación de cada institución.

Adicionalmente HEMOLOGICA contiene dos secciones que permiten generar indicadores sobre las donaciones y transfusiones.

Los indicadores que se generan son:

1. Cantidad de donantes
2. Cantidad de donaciones
3. Cantidad de personas transfundidas
4. Cantidad de transfusiones
5. Cantidad de eventos adversos en transfusiones

Si bien estos cinco indicadores están en el cuestionario de la OMS, esta sección permite definir la población a evaluar en el numerador y denominador del indicador, generando esto poder consultar por ejemplo la cantidad de donantes mujeres sobre la cantidad de donantes totales o la cantidad de transfusiones a personas de determinada edad sobre el total.

Como se mencionó anteriormente en los sistemas de información en salud no se debe restringir el ingreso de datos con campos obligatorios o sin opción de no ingresar el dato, esto genera que muchos datos no estén completados y deben ser tomados en cuenta en la generación de un indicador ya que la ausencia de un dato puede hacer que el indicador muestre datos incorrectos. Un ejemplo llevado a un extremo para entender esto: imaginemos que 100 personas donaron sangre de las cuales todas son hombres pero a la mitad no se le ingreso el sexo, si no se tiene en cuenta la ausencia de datos se podría decir que el 50% de los donantes son hombres, lo cual es un error. Por esta razón todos los indicadores generados por HEMOLOGICA muestran la cantidad de "sin datos" encontrados para cada indicador lo que permite decir en el ejemplo anterior que al menos el 50% de los donantes son hombres y hay un 50% de los cuales no se conoce el sexo.

- Creación de campañas de concientización.

La plataforma HEMOLOGICA tiene como objetivo primordial colaborar a aumentar la cantidad de donantes voluntarios del país, para esto se busca concientizar a las personas de la importancia que tiene para los ciudadanos del país el contar con stock suficiente de sangre. HemoSalud brinda dos formas de generar campañas de concientización, el envío de noticias a la aplicación YoDono y el envío de notificación por email a los ciudadanos que así lo quieran. Desde HemoSalud se permite el ingreso de publicaciones las cuales serán visualizadas desde la aplicación YoDono accesible para todos los ciudadanos. Esto permite enviar informes, comunicados o cualquier información que se considere relevante para los ciudadanos. Por otro lado HemoSalud permite enviar mensajes vía email a los ciudadanos que así lo desean. Los mensajes pueden enviarse a todos los ciudadanos o a un conjunto específico, esto se debe a que se puede querer enviar información destinada a un grupo restringido de ciudadanos, como puede ser cuando se solicita donantes de un grupo sanguíneo específico. Entre las opciones existentes para filtrar el conjunto de personas a notificar se encuentran los habilitados, permite enviar mensajes solamente a ciudadanos habilitados para donar; por grupo sanguíneo, permite enviar mensajes solamente a ciudadanos con determinado grupo sanguíneo.

- Vista del stock nacional de sangre y derivados

HemoSalud pone el stock nacional de sangre a disposición del usuario calificado. Permite buscar los centros que contienen determinado producto y así conocer el stock de cada banco. Esto busca hacer un uso más eficiente de las dosis de sangre ya que nos muestra en un mapa los centros que tienen stock, lo que permite detectar el banco más cercano con stock disponible.

En Uruguay los bancos de sangre tienen la obligación de compartir las dosis de sangre ante un pedido de un banco a otro, esto se hace a un determinado costo. Las solicitudes se hacen telefónicamente entre instituciones lo que genera dos grandes inconvenientes, por un lado solo se conoce el stock de los bancos a los que se llama, por otro lado aunque los bancos tienen la obligación de compartir las dosis muchas veces no lo hacen excusándose en la ausencia de stock. Esto implica no hacer un uso eficiente de las unidades de sangre y lo que es más grave aún, se puede llegar a no conseguir una dosis en tiempo lo que puede traer inconvenientes graves para los pacientes. Por último el no contar con una visión general del stock del país no es posible detectar a tiempo determinadas situaciones que requieran la toma de decisiones por parte de las autoridades competentes.

Aunque como se dijo anteriormente todas las instituciones deberían compartir su stock de sangre, se considera un punto controversial y que puede ser rechazado por las instituciones. Debido a esto se propuso prever la existencia de modelar convenios entre instituciones, por lo que un trabajador de cierta institución solo podrá ver el stock de las instituciones con las que tenga convenio. De todas formas un usuario con el perfil correspondiente puede ver el stock de todos los bancos de sangre del país. Tal caso podría corresponder a autoridades del Ministerio de Salud Pública.

Vale aclarar que el alta y baja de convenios entre las instituciones no fue implementada a través de la aplicación, pero sí considerada en el modelo de datos y en el diseño.

- Seguimiento de unidades.

HEMOLOGICA al estar presente en todos los pasos que tiene una dosis de sangre permite tener la trazabilidad completa de la misma. Hoy en día como se dijo anteriormente algunas instituciones ya logran la trazabilidad de la sangre desde la donación hasta la transfusión, pero siempre dentro de esa institución. Cuando una dosis viaja de una institución a otra la trazabilidad se pierde y ya no es posible detectar cual es el origen esa bolsa de sangre. Esto implica que ante un inconveniente no se pueda tomar ciertas medidas que se consideren necesarias, como comunicarse con el donante al cual se le extrajo la sangre a transfundir. Desde HemoSalud se puede ver para cada dosis de sangre la información de la donación origen, los movimientos de stock que pudieran ocurrir y la información de la transfusión si es que la dosis fue transfundida.

Para eso se debe ingresar el número de identificación de la dosis de sangre y se visualizaran los diferentes eventos ocurridos junto con la información de los pacientes involucrados.

Las siguientes funcionalidad aplican solamente a centros que no tengan sistemas informáticos de gestión, las mismas no buscan reemplazarlos, sino que sean utilizados momentáneamente con el fin de que no queden fuera de HEMOLOGICA hasta que utilicen un sistema especializado para la gestión de centros de hemoterapia.

- Lista de donaciones registradas.

Se listan las donaciones registradas por el banco de sangre al que pertenece el usuario que inicio sesión en la aplicación.

- Crear donación.

Esta funcionalidad permite registrar una donación en el sistema junto con los datos de la persona, los análisis realizados y los eventos adversos que pudieran ocurrir. Como se mencionó en la sección 3.3.7, ningún campo del formulario es requerido. Luego de creada la donación se genera los documentos CDA correspondientes los cuales son depositados en una carpeta específica para ser consumidos por HemoService al igual que cualquier sistema de gestión utilizado por otras instituciones.

Se generan dos documentos CDA, uno con la información de la donación junto con los eventos adversos y otro con la información de los análisis de laboratorio como se definió anteriormente.

Los datos a ingresar son:

Persona:

1. País del documento
2. Tipo de documento
3. Número de documento
4. Primer nombre
5. Segundo nombre
6. Primer apellido
7. Segundo apellido
8. Sexo
9. Fecha de nacimiento
10. Departamento de residencia
11. Ciudad
12. Dirección
13. Teléfono
14. Email

Donación:

1. Fecha
2. Tipo de donante (voluntario, reposición, otro)
3. Tipo de donación (común, dirigida, autóloga, etc)
4. Personal responsable
5. Estado (efectuada o no)

Si no es efectuada

6. Tipo rechazo (temporal, transitorio)
7. Motivo rechazo
8. Fecha hasta del rechazo si es temporal.

Si es efectuada

9. Grupo sanguíneo
10. Hora inicio de extracción
11. Hora fin de extracción

12. Código de la donación

Análisis:
1. Tipo de análisis
2. Resultado
3. Fecha

Eventos adversos:
1. Tipo de evento
2. Severidad

- Lista de transfusiones registradas.

Se listan las transfusiones registradas por el banco de sangre al que pertenece el usuario que inicio sesión en la aplicación.

- Crear transfusión.

Al igual que en la creación de donación esta funcionalidad permite el registro de los datos de las transfusiones ocurridas en el centro. No existen campos obligatorios en todo el formulario y se debe ingresar información sobre la persona a la que se le realiza la transfusión, datos sobre la transfusión, análisis pre-transfusionales realizados y eventos adversos que puedan haber ocurrido. Al finalizar el formulario se genera el documento CDA correspondiente que es depositado al igual que los correspondientes a las donaciones en una carpeta para ser utilizado por el módulo de HemoService.

Los datos a ingresar son:

Persona:
1. País del documento
2. Tipo de documento
3. Número de documento
4. Primer nombre
5. Segundo nombre
6. Primer apellido
7. Segundo apellido
8. Sexo
9. Fecha de nacimiento
10. Departamento de residencia
11. Ciudad
12. Dirección
13. Teléfono
14. Email

Transfusión
1. Fecha
2. Producto a transfundir (plasma, plaquetas, etc)
3. Código del producto
4. Código de la donación asociada
5. Institución de la donación asociada

6. Volumen a transfundir
7. Persona responsable de la transfusión

Análisis pre-transfusionales

1. Tipo de análisis
2. Resultado
3. Fecha

Eventos adversos

1. Tipo de evento
2. Severidad

3.8. HemoService

HemoService es el encargado de consolidar la integración entre HEMOLOGICA, los sistemas de gestión de las distintas instituciones y la plataforma de Salud.uy. Debido a esto, es considerado un componente del tipo middleware ya que encapsula toda la interacción con componentes internos y externos al sistema. A continuación se mencionarán los componentes con los que interactúa así como una descripción de alto nivel de dicha interacción.

1. Integración con Salud.uy

HemoService sirve como conector con la plataforma Salud.uy, para esto define un conjunto de funciones las cuales pueden ser consumidas por HemoSalud, YoDono o desde la lógica implementada en HemoService. Las funciones del conector que implementa HemoService son:

- Crear persona en EMPI: Esta función implementa la transacción PIF del perfil PIX/PDQ y es utilizada para enviarle información demográfica o de identificadores de un paciente al EMPI.
- Consultar identificadores de un paciente a partir de datos demográficos: Esta función consulta al EMPI por los identificadores de una persona de la cual conoce datos demográficos pero no el Identificador en el dominio HEMOLOGICA.
- Enviar documento CDA al XDS Repository: Esta funcionalidad permite registrar y almacenar un documento CDA en el XDS Repository local y en el XDS Registry de Salud.uy.

De forma complementaria HEMOLOGICA brinda una plataforma para que los sistemas de las diferentes instituciones notifiquen mediante el envío de mensajes los movimientos de sus respectivos inventarios.

2. Integración con otras Instituciones

HemoService es el encargado de recibir los documentos CDA de las diferentes instituciones, procesarlos y almacenarlos en HEMOLOGICA. Una vez recibido el CDA, este es validado sintácticamente y en caso de ser correcto, el CDA es en primer lugar enviado al XDS Repository de Salud.uy a través de la función mencionada en el punto anterior. Luego es procesado con el fin de identificar a la persona a la que le corresponde el documento. Por último el CDA es

anonimizado para ser almacenado en la base de datos XML junto con un registro en la base de datos relacional que asocia al paciente con el dicho documento.

3. Otras funcionalidades

Adicionalmente HemoService es el responsable de la creación de usuarios para los ciudadanos en YoDono. Para esto al momento de recibir los CDA de las instituciones se crea un usuario al paciente asociando su dirección de correo electrónico a la cuenta. Para que el paciente pueda hacer uso de esta cuenta, HemoService prevé un mecanismo de activación de cuenta para el cual, envía un correo con un hipervínculo de único acceso y por tiempo limitado, para que la persona pueda acceder y activar su usuario. Este mecanismo es opcional y en caso de que el paciente o la institución no deseen que se cree o se creen usuarios (para sus socios) alcanza con no enviar la dirección de correo electrónico de sus pacientes en los documentos CDA.

4. Implementación

4.1. Introducción

En este capítulo se detallan en primer lugar las diferentes tecnologías utilizadas en el desarrollo de HEMOLOGICA así como una breve explicación de cada una. En segundo lugar se especifican los detalles de implementación junto con decisiones tomadas en esta etapa del proyecto.

4.2. Tecnologías utilizadas

1. Lenguaje de programación

Se utilizó Java como lenguaje de programación en toda la aplicación HEMOLOGICA. Java es un lenguaje orientado a objetos de alto nivel, que tiene como principales ventajas el ser multiplataforma, poseer una gran comunidad que aporta una vasta cantidad de API (Application Programming Interface) orientadas a la resolución de problemas comunes y contiene una clara y extensa documentación. La versión de la máquina virtual de java con la que se realizó el desarrollo fue la 8u45.

Se decidió utilizar este lenguaje de programación por las características mencionadas anteriormente, en particular al ser HEMOLOGICA un sistema pensando para estar en manos de un organismo estatal es importante que el mismo utilice y pueda ser implantado bajo tecnologías de software libre, ya que en la ley 19.179 [27] se promueve y da prioridad a sistemas que utilizan este tipo de tecnologías. Por último ambos integrantes del proyecto cuentan con experiencia en el desarrollo de software con tecnologías Java, lo que facilitó el proceso desarrollo.

2. Sistema operativo

Como se dijo anteriormente al ser HEMOLOGICA desarrollada con Java esta es multiplataforma porque lo que se puede utilizar en cualquier sistema operativo. En particular fue probada en Ubuntu 14.04 e IOS 10.11.

3. Servidor web

Se utilizó para el despliegue tanto de HemoSalud, YoDono y HemoService el servidor web de aplicaciones Widfly 9.0 el cual implementa la especificación Java EE, es desarrollado en Java, es multiplataforma y está disponible completamente gratis.

Por otro lado se utilizó un servidor web Apache Tomcat 8.0.11 para JasigCAS, el cual es open source hecho en Java que funciona como contenedor web de Servlets y JSPs (Java Server Pages).

4. Servidor de colas de mensajes

Como servidor de colas de mensajes se utilizó Apache ActiveMQ 5.12 para realizar de forma asincrónica el procesamiento de información proveniente de las instituciones con el fin de mejorar la escalabilidad de la solución. Es de código abierto, proporciona comunicación asincrónica y

soporta distintos protocolos de comunicación como HTTP (Hypertext Transfer Protocol), TCP (Transmission Control Protocol), SSL (Secure Sockets Layer).

5. Base de datos

Como gestor de base de datos relacional se utilizó MySQL en la versión 5.6. MySQL es un sistema de gestión de bases de datos relacionales multihilo y multiusuario desarrollado en C y en C++. Tiene disponible la versión "MySQL Community Server" la cual es OpenSource y se puede descargar gratuitamente para cualquier plataforma.

Como gestor de base de datos XML nativa se utiliza BaseX [28] que soporta lenguajes de consulta estandarizados como XPath y XQuery, está desarrollada en lenguaje Java, tiene licencia de software libre permisiva, su código está disponible en GitHub y cuenta con APIs para distintos lenguajes de programación incluida Java, C#, Perl, PHP, Python así como una API RESTful que facilitan el desarrollo.

6. Servidor de autenticación Single Sign On

Se utilizó como solución para SSO JasigCAS. Esta solución OpenSource, provee diferentes protocolos para SSO como son CAS [29] (Central Authentication Server), SAML (Security Assertion Markup Language), OAuth (Open Authorization), entre otros.

7. Tecnologías

7.1. Hibernate 4.3 - JPA 2.1

JPA (Java Persistence API), es la especificación de una API de persistencia para el lenguaje de programación Java, define el lenguaje de consulta JPQL (Java Persistence Query Language), el cual permite realizar consultas abstrayendo qué motor de bases de datos se está utilizando. Hibernate es una implementación de la especificación JPA, vale aclarar que Hibernate es más que solamente una implementación de JPA ya que añade otras funcionalidades.

7.2. JSF 2.2

JSF (JavaServer Faces), es un framework para aplicaciones web desarrolladas en java que facilita el desarrollo de interfaces de usuario.

7.3. Primefaces 5.2

Primefaces es una librería que contiene un conjunto de componentes enriquecido para la utilización en la generación de páginas web.

7.4. Bootstrap

Bootstrap es un framework para el diseño y composición de páginas web, contiene un conjunto grande de elementos basados en HTML (HyperText Markup Language), CSS (Cascading Style Sheets) y extensiones JavaScript que simplifica el desarrollo de aplicaciones web.

7.5. Spring Integration Framework

Es un framework de código abierto para el desarrollo de flujos de integración entre sistemas. Está orientado para el diseño e implementación de sistemas middleware mediante la utilización de patrones de integración.

7.6. Mirth ESB

Mirth ESB [30], es un ESB (Entreprise Service Bus) especializado para el área de la salud. Mirth aparte de las características normales de un ESB, como la transformación de datos, ruteo de mensajes, disponibilidad de diversos conectores, despliegue y monitorización de las integraciones, soporta los estándares y protocolos más utilizados en el ámbito de la salud como HL7 versión 2 y 3, DICOM, CDA, entre otros. Se decidió utilizar este componente ya que fue sugerido por miembros de Salud.uy y es él utilizado por el organismo. Por otro lado es común su utilización en ámbito de la salud tanto local como internacional.

7.7. Java Message Service

Es un framework de mensajería creado por Sun Microsystems y fue utilizado para la comunicación asincrónica de información a través del servidor de cola de mensajes Apache ActiveMQ con los sistemas de los prestadores de salud.

7.8. XDS Salud.uy

Se utilizaron las implementaciones del XDS Registry y XDS Repository distribuidas por Salud.uy.

7.9. OpenEMPI

Para simular la comunicación con el EMPI de Salud.uy se utilizó el producto OpenEMPI 3.0 Entity Edition [31], el cual fue sugerido por integrantes del programa Salud.uy y es Open Source.

En la Tabla 7 se encuentra un resumen de las distintas tecnologías y estándares utilizados en HEMOLOGICA junto con las versiones correspondientes.

Sistema Operativo	• Multiplataforma [Windows, Linux, Mac]
Software	• Java 8u45
Servidores	• Servidor web: Widfly 9.0 • Servidor de base de datos relacional: MySQL 5.6 • Servidor de base de datos orientada XML: BaseX 8.3
Tecnologías	• Persistencia: Hibernate 4.3 - JPA 2.1 • Interfaz web: Primefaces 5.2 • JSF 2.2 • Bootstrap • Spring Integration Framework

	• Apache ActiveMQ • Mirth ESB
Solución de autenticación	• JasigCas 4.1
Estándares	• Interacción EMPI: HL7 v2 Perfil PIX/PDQ • Documento Clínico: HL7 V3 CDA-R2 • Terminología: SNOMED CT
Seguridad	• SSL/TLS Client authentication. VPN
XDS	• XDS Salud.uy
EMPI	• OpenEMPI 3.0 Entity Edition

Tabla 7 - Tecnologías utilizadas

4.3. Integración con Salud.uy

Como se mencionó anteriormente, Salud.uy dispone de un EMPI para la resolución de la unicidad de las personas y define una arquitectura distribuida para la historia clínica electrónica de los pacientes a nivel nacional. La interacción con ambos componentes es realizada a través de HemoService, que a su vez utiliza los módulos desarrollados por HEMOLOGICA, Hemologica-EMPI-Adapter y Hemologica-XDS-Repository-Adapter para la comunicación con el EMPI y el XDS Repository respectivamente.

El componente Hemologica-EMPI-Adapter es responsable de la creación de los mensajes HL7 para las transacciones con el EMPI. Este componente utiliza las librerías HAPI [32] que facilitan la creación y envío de mensajes HL7 sobre conexiones MLLP (utilizada en el proyecto) o HTTP. Los mensajes utilizados para la comunicación con el EMPI son:

- ADT A04: crear persona
- QBP Q23: para consultar los identificadores de una persona según sus datos demográficos.

El otro componente denominado Hemologica-XDS-Repository-Adapter es el responsable de la comunicación con el Repositorio XDS distribuido por Salud.uy. Para la implementación del adaptador se utilizó la herramienta wsimport la cual permite la generación automática de clientes de servicios web del tipo SOAP a partir del archivo descriptor WSDL. De todas las operaciones presentes en el servicio web del XDS Repository, únicamente se utilizó la llamada “ProvideAndRegisterDocumentSet”. Esta operación realiza de forma transaccional el registro del documento en el XDS Registry y además lo almacena en el XDS Repository, por lo tanto, no fue necesario la implementación de un cliente para consumir los servicios del XDS Registry y prever mecanismos transaccionales.

4.4. Integración con otros sistemas

Como se planteó en el capítulo anterior, HEMOLOGICA no busca interferir en el mercado de los proveedores de software para las instituciones, sino complementarse intercambiando información generada por los sistemas existentes. Este intercambio de información se realiza a través de una arquitectura de middleware que consta de dos partes, por un lado el sistema

middleware local a cada institución quien es el responsable del envío de datos, y por otro lado un sistema centralizado que recibe estos datos.

Como middleware local a cada institución se optó por la utilización de un sistema denominado Mirth Connect. Este producto de software ofrece una gran cantidad de posibilidades y mecanismos de integración que facilitan la extracción, transformación y envío de datos desde las instituciones. En el marco del proyecto se definió que los sistemas existentes de cada institución provean a Mirth de documentos CDA en determinado formato y este último se encarga de enviarlos hacia el sistema central. Los sistemas de las instituciones depositan sus CDA en un directorio visible para el Mirth para que el mismo pueda leerlos y enviarlos. En la Figura 22 puede verse la configuración del canal de integración de Mirth para la extracción de datos del directorio. Mientras que en la Figura 23 se observa la configuración del canal de Mirth necesaria para el envío de los documentos hacia el sistema central.

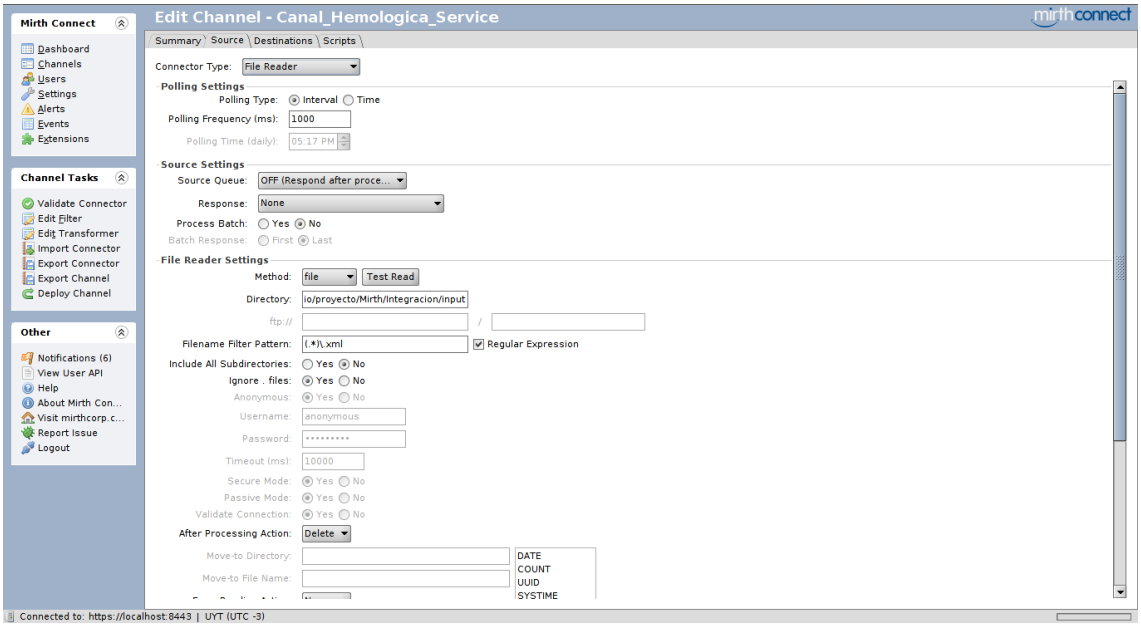

Figura 22 - Canal_Hemologica_Service Source

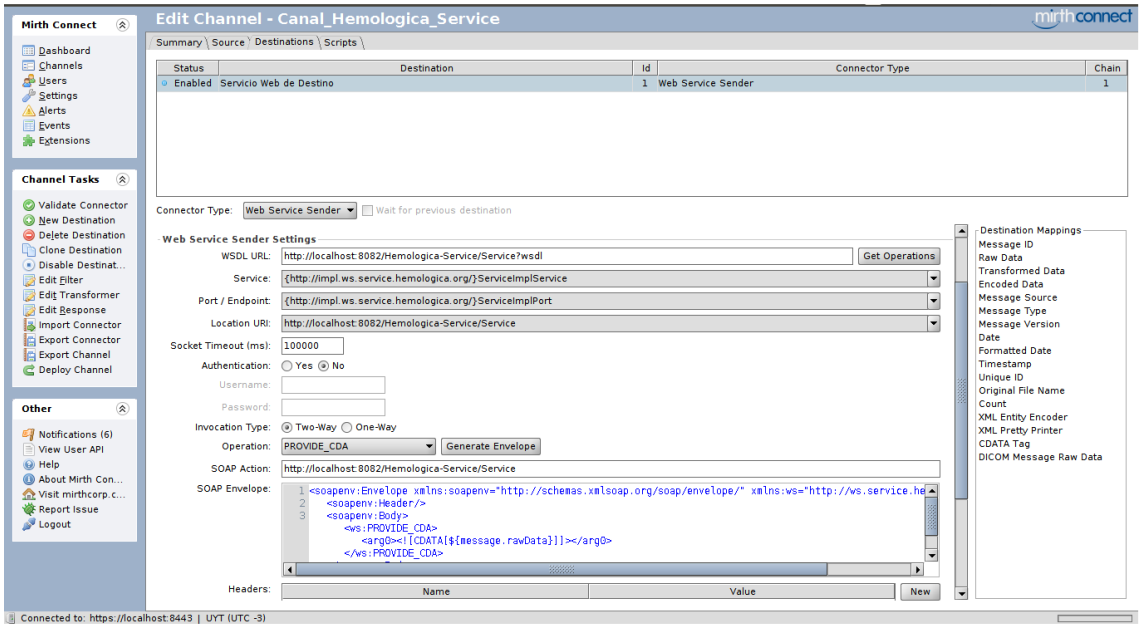

Figura 23 - Canal_Hemologica_Service Destination

El otro componente de esta arquitectura middleware semi-distribuida corresponde a HemoService, el cual se encarga de recibir los datos provenientes desde las instituciones. La recepción de datos tanto de documentos como de notificaciones por movimientos del inventario se realiza a través de un servicio web del tipo SOAP. En el caso de los documentos CDA, se requiere un procesamiento que consta de los siguientes pasos:

- Validarlo sintácticamente.
- Enviarlo al Repositorio XDS.
- Identificar al paciente/donante asociado al CDA intercambiando información con el EMPI de Salud.uy.
- Anonimizar el documento.
- Guardar el documento.
- Generar un usuario para el paciente en la aplicación YoDono y enviar mail para activar la cuenta.

Este procesamiento es implementado por el siguiente flujo de integración que se muestra en la Figura 24.

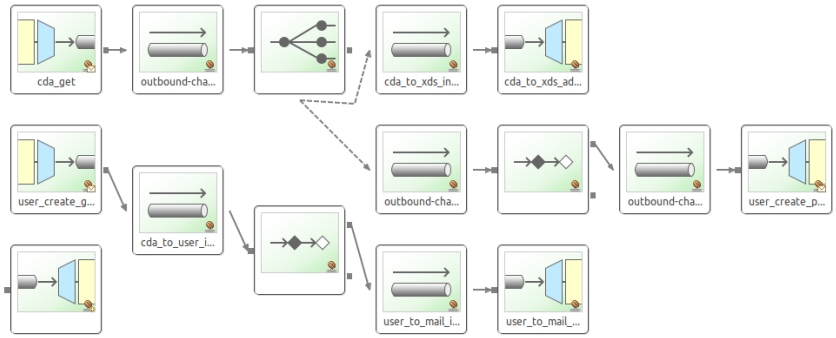

Figura 24 - Flujo de Integración del procesamiento de CDA

Como puede observarse, la interacción con componentes externos así como el procesamiento del documento pueden hacer que el tiempo de respuesta del servicio web resulte alto. Esto ocasionará que las instancias de Mirth en cada institución permanezcan ociosas por un alto período de tiempo esperando por la respuesta de HemoService. Por lo tanto, se definió utilizar un mecanismo de cola de mensajes utilizando Apache ActiveMQ para almacenar de forma momentánea los CDA recibidos. Los CDA son recibidos a través del servicio web y almacenados en la cola de mensajes para su posterior procesamiento. Esto permite que el procesamiento de los documentos se realice de forma asincrónica lo que desbloquea rápidamente al Mirth de la institución para que pueda enviar otro documento, mejorando notablemente la escalabilidad de la solución.

Si bien en el marco del proyecto se definió un único mecanismo de integración para la utilización del Mirth, es necesario destacar que la solución propuesta, permite adaptarse a diferentes escenarios de integración. Tal es el caso de instituciones que cuentan con sistemas que no generan documentos CDA, o generan en un formato diferente al requerido. En estos escenarios puede ocurrir que el costo de adaptar el sistema existente para la generación de documentos resulte muy alto, por lo que puede ser viable la utilización del Mirth para implementar mecanismos de extracciones y transformaciones de datos, e incluso la generación de CDA requeridos.

4.5. Incorporación de SNOMED-CT

HEMOLOGICA utiliza la terminología SNOMED-CT para la codificación de los conceptos médicos. Se identificaron 2 formas posibles de utilización de la terminología, por un lado la codificación de los conceptos y por otro la utilización de un servidor terminológico. La primera de estas opciones consiste en, una vez determinado los conceptos clínicos que serán utilizados, identificar el código SNOMED-CT que le corresponde y almacenarlo para luego poder consultarlo junto con su/sus descripciones, relaciones, etc. Este mecanismo presenta cierta simplicidad al no tener que instalar el servidor terminológico o consumir uno ya existente, simplicidad al consultar por conceptos, elimina dependencia con el servidor terminológico y mejora la performance al no depender de un componente externo.

Por otro lado, la utilización del servidor terminológico implica mantener la estructura y todos los conceptos SNOMED-CT en un servidor disponible para su utilización. Salud.uy liberó la versión uruguaya del estándar y se puede solicitar la licencia desde su web www.hcen.salud.uy. Es posible también utilizar servidores terminológicos ya implementados y disponibilizados como el del Hospital Italiano de Buenos Aires, líder en uso de informática médica de la región, que a través de web services [33] permite realizar consultas al servidor. Al utilizar este mecanismo se evita la gestión de los distintos conceptos SNOMED-CT (concepto, descripción, relación, etc) y no hay necesidad de conocer los conceptos clínicos que serán utilizados.

En HEMOLOGICA se decidió utilizar la codificación de los conceptos ya que se considera que simplifica la implementación y se entiende que no hay ninguna situación que justifique la utilización del servidor terminológico. HEMOLOGICA utiliza conceptos ya conocidos por lo que es posible especificar el código y la descripción al momento de ingresarlos en el sistema, no utiliza la estructura de relaciones que hay entre los términos lo que dificultaría la implementación y mantenimiento de los conceptos. Se utilizó el navegador de SNOMED-CT extensión uruguaya [34] para buscar el código y descripción de cada concepto médico utilizado para luego almacenarlo en el sistema.

En la base de datos SQL utilizada en HEMOLOGICA se definieron 2 entidades, concepts y concepts_displays donde se almacenan los conceptos con sus descripciones SNOMED-CT. Cada termino médico utilizado tiene asociado su concepto SNOMED-CT y con él sus descripciones.

Por ejemplo, en la Figura 25 se puede ver cómo están relacionadas las entidades que representan a los tipos de sangre (A+, A-, B+, B-, etc.), exámenes de laboratorio que se realizan a las donaciones (VIH, Hepatitis C, etc.) y eventos adversos de transfusiones (Incompatibilidad ABO, fiebre, etc.) con los códigos SNOMED-CT en la base de datos. Esto es análogo para todos los conceptos clínicos utilizados en HEMOLOGICA.

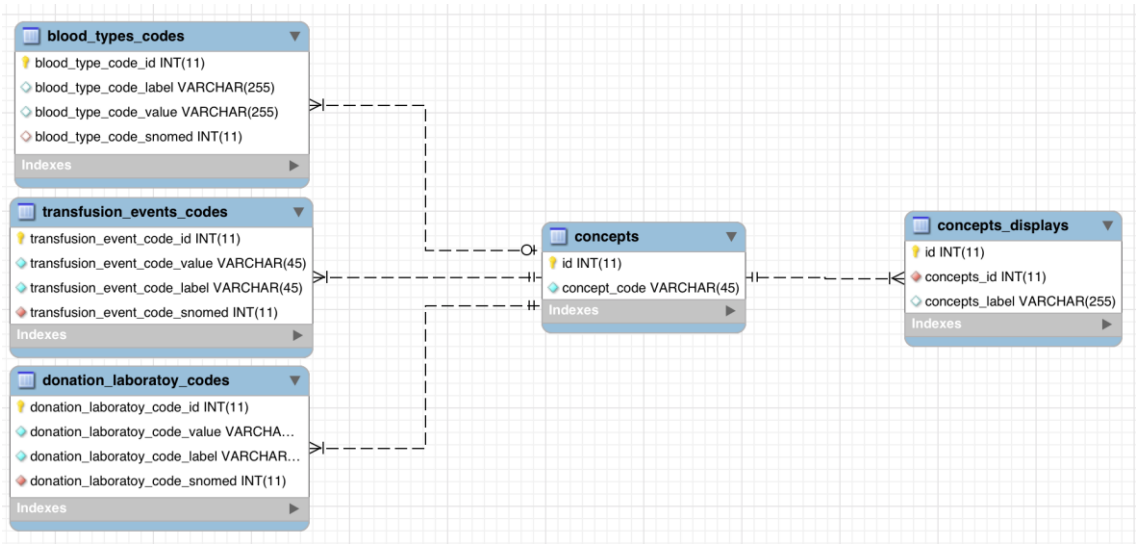

Figura 25 - Diagrama de entidades de la base de datos

4.6. Generación de CDA

HEMOLOGICA definió como forma de intercambio de información con las distintas instituciones de salud, el documento CDA. Para esto se definieron tres estructuras de CDAs distintas una para la donación, otra para la transfusión y por último el correspondiente al resultado de laboratorio de una donación. Estos CDA son nivel 3, de cuerpo estructurado con entradas codificadas, lo que permite lograr interoperabilidad semántica entre sistemas. Si bien los resultados de laboratorio se podrían incluir en el CDA de una donación se decidió separarlo considerando que los análisis pueden ser realizados por laboratorios independientes al banco que realiza la extracción, lo que implica que la información administrativa que contiene el CDA es distinta a la de la donación (lugar donde se generó el análisis, personal responsable, etc). Por otro lado si el banco de sangre y el laboratorio se comunican electrónicamente, el laboratorio debería enviarle al banco de sangre un documento CDA con los resultados, con lo que se ahorraría una parte de la implementación del CDA de la donación.

La definición de los CDA se basa en la "Guía de implementación - estructura mínima nacional del documento clínico HL7 V3 CDA-R2 para uso en el dominio de Salud" [35]" provista por Salud.uy que se basa en la especificación internacional del estándar HL7 [36], en especial HL7 Clinical Document Architecture (CDA) Release 2.0 y de la guía “Quick Start Guide for Simple CDA Release 2.0 Documents” [37].

Esta guía define en detalle la estructura y conceptos del cabezal del documento CDA, pero no abarca la especificación del cuerpo, por lo que para la definición del mismo se tomó en cuenta la especificación de estándar HL7 con el modelo de referencia RIM y ejemplos de CDA disponibles y avalados por HL7. La estructura definida para los documentos CDA, es abstracta y genérica lo que implica que se pueda representar un mismo concepto de distintas formas. Por esto es necesario al definir un CDA que este vaya acompañado de una guía explicativa.

A continuación se definen las estructuras de los documentos CDA, para una donación, transfusión y resultado de laboratorio. En primer lugar se describe el cabezal de los documentos el cual aplica para los tres y luego se especifica la estructura del cuerpo para cada uno de los CDA mencionados anteriormente. En los tres casos el cuerpo es definido de cuerpo estructurado con entradas codificadas, utilizando el estándar SNOMED-CT para la representación de los conceptos clínicos.

4.6.1. Estructura del CDA

Todo CDA tiene como elemento raíz el nodo "ClinicalDocument" junto con tres namespaces como atributos que se usan normalmente en documentos CDA.

1. xmlns="urn:hl7-org:v3" :
2. xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"

3. xsi:schemaLocation="urn:hl7- org:v3 CDA.xsd"

```
<ClinicalDocument xmlns="urn:hl7-org:v3"
    xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
    xsi:schemaLocation="urn:hl7- org:v3 CDA.xsd" >
```

Figura 26 - Nodo raíz del documento CDA

El cuerpo del CDA se representa bajo un único nodo “componente” el cual contiene por ser un CDA de nivel 3 el elemento “structuredBody”, este último contiene a su vez otro elemento “component” que contendrá la información clínica específica. Los tres CDAs tendrán la estructura que se muestra a continuación para la representación del cuerpo del mensaje.

```
<ClinicalDocument xmlns="urn:hl7-org:v3"
        xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
        xsi:schemaLocation="urn:hl7-org:v3 CDA.xsd">

    <!-- ..... HEADER ..... -->

    <component>
        <structuredBody>
            <component>
                <!-- .......... -->
            <component>
        </structuredBody>
    </component>
</ClinicalDocument>
```

Figura 27 - Estructura cuerpo estructurado documento CDA

4.6.2. Cabezal del CDA

En el cabezal o header de un documento CDA se especifica información administrativa del mismo, como la fecha de creación, el identificador, organismo que lo generó, personal de la salud responsable e información del paciente entre otros.

Los elementos mínimos que debe contener el cabezal del documento son:

1. TypeID
2. Id
3. Code
4. EffectiveTime
5. ConfidentialityCode
6. RecordTarget
7. Author
8. Custodian

1. TypeID

Es una referencia a la especificación del estándar CDA Release 2, es el mismo para todos los documentos CDA. Se compone de dos atributos:
root = "2.16.840.1.113883.1.3": Es el OID para los modelos registrados por HL7.
extension = "POCD_HD000040": Identificador único para la descripción del estándar CDA, Release 2.

```
<typeId root="2.16.840.1.113883.1.3" extension="POCD_HD000040"/>
```

Figura 28 - Ejemplo nodo typeId de un documento CDA

2. Id

Representa el identificador único del documento CDA con alcance global, por lo que no puede colisionar con ningún otro documento existente.
Cuenta con dos atributos “root” y “extension”. En el “root” debe ir el OID asignado para la organización que genera el documento y en “extensión” un número manejado por la institución el cual no se puede repetir en ningún documento que se genere.
Para los documentos que genera HEMOLOGICA, el root corresponde el OID “2.16.858.0.0.1.10.2.3.1.1.2.1”.

```
<id root="2.16.858.0.0.1.10.2.3.1.1.2.1" extension="1"/>
```

Figura 29 - Ejemplo nodo id de un documento CDA generado por HEMOLOGICA

3. Code

Este nodo corresponde al tipo de documento que se está generando (donación, transfusión, análisis de laboratorio, descripción operatoria, etc.). Para esta codificación se recomiendo el uso del estándar LOINC, pero si no se encuentra ningún código que se considere aplicable para el documento a generar, se puede utilizar otra codificación.
Los atributos obligatorios de este nodo son “codeSystem” y “code”, donde el primero tiene el OID de la organización que define los códigos y “code” contiene el código que representa el tipo de documento. Adicionalmente y para hacer legible el documento por personas se agregan los atributos “codeSystemName” y “displayName” los cuales contienen el nombre del sistema de codificación y el nombre del tipo del documento respectivamente.

```
<code codeSystem="2.16.840.1.113883.6.1" codeSystemName="LOINC"
    code="11502-2" displayName="Informe de laboratorio"/>
```

Figura 30 - Ejemplo nodo code de un documento CDA de un informe de laboratorio

Este código tiene una gran importancia en la implementación de HEMOLOGICA, ya que con él, el sistema va a determinar si el CDA que recibe corresponde a una donación, una transfusión o un análisis de laboratorio. Para esto se definió junto con el asesoramiento de Salud.uy los siguientes códigos a utilizar:

- Donación de sangre: 33720-4

- Informe de laboratorio: 11502-2
- Transfusión de Sangre: 10416-6

4. EffectiveTime

Refleja la fecha y hora que se generó el documento CDA, están codificados según la norma ISO - 8601 en su forma extendida (yyyymmddhhmmss). Si el documento es modificado o transformado esta fecha no debe ser modificada.

```
<effectiveTime value="20150715195500"/>
```

Figura 31 - Ejemplo nodo effectiveTime de un documento CDA

5. ConfidentialityCode

Define la confidencialidad del documento, tiene como atributos "codeSystem" y "code" que corresponde el primero al OID del tipo de codificación a utilizar, será siempre "2.16.840.1.113883.5.25" representando el sistema de confidencialidad utilizado por HL7 y en "code" el código que representa el tipo de confidencialidad que aplica en el documento. Hay tres opciones posibles para este campo y son N=Normal, R=Restricted, V=Very Restricted. Se define para los tres tipos de CDA utilizados en HEMOLOGICA la confidencialidad Normal.

```
<confidentialityCode codeSystemName="Confidentiality" code="N"
    codeSystem="2.16.840.1.113883.5.25" displayName="normal"/>
```

Figura 32 - Ejemplo nodo confidentialityCode de un documento CDA con confidencialidad normal

6. RecordTarget

Representa a la persona a la que le corresponde el documento clínico, el paciente. Normalmente coincide con la persona al que se le está realizando la observación o procedimiento, pero hay casos que no como el de un feto. Como nodo hijo del "RecordTarget" se encuentra el nodo "patientRole" que representa a la persona y tiene los siguiente nodos hijos "id" y "patient" como elementos mínimos y como campo adicional agregado para el uso desde HEMOLOGICA el nodo "telecom".

Id

Es el identificador de la persona y debe alinearse a la especificación de identificación de personas elaborada por Salud.uy y explicada anteriormente en la sección 2.2.6.

```
<id  root="2.16.858.1.858.68909.35679873"/>
```

Figura 33 - Ejemplo de representación del identificador de un paciente con cédula uruguaya en un documento CDA

Patient

Contiene los datos personales y demográficos del paciente. Tiene como nodos hijos los nombres y apellidos del paciente, el sexo y la fecha de nacimiento.

```
<patient classCode="PSN" determinerCode="INSTANCE">

    <!-- Nombres y Apellidos -->
    <name>
        <given>Bruno</given>
        <given>Guillermo</given>
        <family>Strasser</family>
        <family>Mazza</family>
    </name>

    <administrativeGenderCode code="1" displayName="Masculino"
        codeSystem="2.16.858.2.10000675.69600" />

    <birthTime  value="19910223"/>

</patient>
```

Figura 34 - Ejemplo del nodo patient en un documento CDA

Para la representación del sexo se utiliza la codificación propuesta por Salud.uy el cual utiliza la norma ISO 5218:2004 y que define los siguientes códigos para la representación del sexo de una persona:

- 0 : Desconocido
- 1 : Masculino
- 2 : Femenino
- 9 : No aplica

Vale aclarar que para la representación del género las guías de HL7 sugieren la utilización de otro sistema de codificación bajo el OID “2.16.840.1.113883.5.1” que representa la codificación de género definida para HL7 y que tiene los siguientes códigos:

- F : Femenino
- M : Masculino
- UN : Desconocido

Telecom

Es utilizado para representar direcciones de comunicación como ser el email, teléfono, fax, etc. Tiene 2 atributos el “value” que contiene la dirección real y “use” que representa qué tipo de Número o dirección es.

El atributo “value” debe tener el formato URI con utilización de prefijos como:

- tel: para números telefónicos.
- mailto: para direcciones de mail.
- http:// o https:// para direcciones de páginas webs.

Los valores posibles para el atributo “use” son:

- H: Home (Hogar)
    - HP: Primary home (Hogar primario)
    - HV: Vacation home (Casa de vacaciones)
- WP: Work Place (Lugar de trabajo)
    - DIR: Direct/Private (Privado)
    - PUB: Public (Público)
- BAD: Bad/wrong number/address (Número erróneo)
- TMP: Temporary number/address (Número o dirección temporal)
- AS: Answering service (Servicio de ayuda)
- EC: Emergency contact (Contacto de emergencia)
- MC: Mobile contact (Celular)
- PG: Pager (Dispositivo de radio búsqueda)

```
<telecom value="tel:23055765" use="HP"/>
<telecom value="mailto:brunostrasser18@gmail.com" use="HP"/>
```

Figura 35 - Ejemplo de representación de un número de teléfono y email en un documento CDA

En la Figura 36 se muestra un ejemplo de todos los elementos descriptos anteriormente correspondientes al nodo recordTarget.

```
<recordTarget typeCode="RCT" contextControlCode="OP">
    <patientRole classCode="PAT">

        <!-- Identificador del paciente  El root 2.16.858.1.858.68909.35679873 -
                    Código CI = 68909 - CI = 35679873  -->
        <id  root="2.16.858.1.858.68909.35679873"/>

        <!-- Telefono y MAil -->
        <!-- HP: Primary home WP: Work Place -->
        <telecom value="tel:23055765" use="HP"/>
        <telecom value="mailto:brunostrasser18@gmail.com" use="HP"/>

        <patient classCode="PSN" determinerCode="INSTANCE">

            <!-- Nombres y Apellidos -->
            <name>
                <given>Bruno</given>
                <given>Guillermo</given>
                <family>Strasser</family>
                <family>Mazza</family>
            </name>

            <administrativeGenderCode code="1" displayName="Masculino"
                codeSystem="2.16.858.2.10000675.69600" />
            <birthTime  value="19910223"/>

        </patient>
    </patientRole>
</recordTarget>
```

Figura 36 - Nodo recordTarget de una documento CDA

7. Author

Representa al autor de documento, casi siempre es el médico o personal de la salud que realiza el acto clínico. Tiene como nodos hijos requeridos “time” y “assignedAuthor”.

Time

Representa el momento en el que se inició el acto clínico por parte del autor del documento. Al igual que el en el nodo “efectivetime” se basa norma ISO - 8601 en su forma extendida (yyyymmddhhmmss).

```
<time value="20150715202500"/>
```

Figura 37 - Ejemplo de representación del nodo time hijo de author en un documento CDA

AssignedAuthor

Representa al autor del documento y tiene como elemento requerido el identificador de la persona que debe identificarla de forma unívoca. En este caso Salud.uy propone identificar a la persona a través del número de habilitación del profesional. Para esto se genera el elemento “Id” con “root” el OID “2.16.858.2.10000675.69586” correspondiente al registro de profesionales y “extension” el número del profesional. Si no se cuenta con el número de profesional o no aplica se propone la utilización del id de la misma forma con la que se identifica a una persona.

Como elemento opcional al “assignedAuthor”, se agregan los nodos “assignedPerson” y “representedOrganization” que hacen referencia a información adicional del autor y datos sobre la organización que representa el autor.

AssignedPerson

Tiene estructura similar a la representación del nombre del paciente, se le agrega el nodo “prefix” que permite agregarle un prefijo al nombre.

```
<assignedPerson>
    <name>
        <prefix>Dra.</prefix>
        <given>Paula</given>
        <family>Roche</family>
    </name>
</assignedPerson>
```

Figura 38 - Ejemplo del nodo assignedPerson en un documento CDA

RepresentedOrganization

Compuesto por un elemento “root” y “name”, el primero hace referencia al identificador de la organización el cual es el OID asignado por UNAOID y el segundo al nombre.

```
<representedOrganization>
    <id root="2.16.858.0.0.1.10.2.3.6" />
    <name>Hospital de Clinicas</name>
</representedOrganization>
```

Figura 39 - Ejemplo del nodo representedOrganization en un documento CDA

En la Figura 40 se muestra un ejemplo del nodo autor con los componentes mencionados anteriormente.

```
<author typeCode="AUT" contextControlCode="OP">

    <time value="20150715202500"/>

    <assignedAuthor classCode="ASSIGNED">

        <!-- Identificador del profesional de la salud. -->
        <id root="2.16.858.1.858.68909.46714299"/>

        <assignedPerson>
            <name>
                <prefix>Dra.</prefix>
                <given>Paula</given>
                <family>Roche</family>
            </name>
        </assignedPerson>

        <representedOrganization>
            <id root="2.16.858.0.0.1.10.2.3.6" />
            <name>Hospital de Clinicas</name>
        </representedOrganization>

    </assignedAuthor>
</author>
```

Figura 40 - Ejemplo nodo author completo de un documento CDA

8. Custodian

Representa la organización que está encargada de conservar el documento CDA. Para los documentos generados por HEMOLOGICA será éste el “custodian”. Tiene como elemento requerido el nodo “assignedCustodian” que tiene a su vez a “representedCustodianOrganization" como nodo hijo requerido. Este último está compuesto por un identificador y un nombre los cuales contienen al igual que en el nodo “representedOrganization” el identificador de la organización representado por el OID asignado y el nombre respectivamente.

```
<!-- Organización que está a cargo de la conservación del documento-->
<custodian>
    <assignedCustodian>
        <representedCustodianOrganization>
            <!-- OID de Hemologica  -->
            <id root="2.16.858.0.0.1.10.2.3.1.1.2.1"/>
            <name>HEMOLOGICA</name>
        </representedCustodianOrganization>
    </assignedCustodian>
</custodian>
```

Figura 41 - Ejemplo nodo custodian completo de un documento CDA

En la Figura 42 se muestra un ejemplo del cabezal del CDA completo incluyendo todos los componentes mencionados en esta sección.

```xml
<ClinicalDocument xmlns="urn:hl7-org:v3"
    xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
    xsi:schemaLocation="urn:hl7-org:v3 CDA.xsd">

    <typeId root="2.16.840.1.113883.1.3" extension="POCD_HD000040"/>

    <!-- Código que identifica de forma unica el documento - OID es HEMOLOGICA-CDA y
                  extension un numero generado por hemologica -->
    <id root="2.16.858.0.0.1.10.2.3.1.1.1" extension="1"/>

    <!-- Identificación del tipo de documento -->
    <code codeSystem="2.16.840.1.113883.6.1" codeSystemName="LOINC"
        code="11502-2" displayName="Informe de laboratorio"/>

   <!-- Fecha en que se genero el documento -->
    <effectiveTime value="20150715195500"/>

    <!-- confidencialidad - N(normal) - R (restringido) - V (muy restringido)  -->
    <confidentialityCode codeSystemName="Confidentiality" code="N"
        codeSystem="2.16.840.1.113883.5.25" displayName="normal"/>

    <recordTarget typeCode="RCT" contextControlCode="OP">
        <patientRole classCode="PAT">

            <!-- Identificador del paciente  El root 2.16.858.1.858.68909.35679873 -
                      Código CI = 68909 - CI = 35679873  -->
            <id  root="2.16.858.1.858.68909.35679873"/>

            <!-- Telefono y MAil -->
            <telecom value="tel:23055765" use="HP"/>
            <telecom value="mailto:brunostrasser18@gmail.com" use="HP"/>

            <patient classCode="PSN" determinerCode="INSTANCE">

                <!-- Nombres y Apellidos -->
                <name>
                    <given>Bruno</given>
                    <given>Guillermo</given>
                    <family>Strasser</family>
                    <family>Mazza</family>
                </name>

                <administrativeGenderCode code="1" displayName="Masculino"
                    codeSystem="2.16.858.2.10000675.69600" />
                <birthTime  value="19910223"/>

            </patient>
        </patientRole>
    </recordTarget>

    <author typeCode="AUT" contextControlCode="OP">

        <time value="20150715202500"/>

        <assignedAuthor classCode="ASSIGNED">

            <!-- Identificador del profesional de la salud. -->
            <id root="2.16.858.1.858.68909.46714299"/>

            <assignedPerson>
                <name>
                    <prefix>Dra.</prefix>
                    <given>Paula</given>
                    <family>Roche</family>
                </name>
            </assignedPerson>

            <representedOrganization>
                <id root="2.16.858.0.0.1.10.2.3.6" />
                <name>Hospital de Clinicas</name>
            </representedOrganization>

        </assignedAuthor>
    </author>
```

Figura 42 - Ejemplo header completo de un documento CDA generado por HEMOLOGICA

4.6.3. Donación

La estructura del cuerpo del CDA viene dada por la ya mencionada en 4.6.1, como primer elemento dentro de esta estructura se encuentra el nodo “section” que contiene como hijos varios nodos “entry” los encargados de representar la información clínica que se quiere intercambiar. Para la donación se definieron tres nodos “entry”, uno para la representación del procedimiento de donación, otro para los eventos adversos que pudieran ocurrir con motivo de la extracción y por último un nodo que representa el tipo de donante.

1. Entry donación

Está compuesto por un nodo “procedure” que es usado cuando la atención clínica cambia el estado físico del paciente. Este nodo tiene como atributos mandatorios “classCode” y “moodCode”.

- classCode [38]: Muchos de los elementos de los documentos CDA tienen como atributo “classCode” y los que no lo tienen en su gran mayoría contienen el atributo “typeCode”, ambos se utilizan para clasificar formalmente el elemento en el modelo subyacente del CDA. Varios elementos tienen siempre el mismo código como el caso del nodo procedimiento que lleva siempre el valor PROC.
- moodCode [39]: Califica el tiempo y la intención del acto clínico, tiene como valores posibles los siguiente códigos:

    - EVN: Es el valor más común e indica que el evento clínico ya pasó.
    - INT: La declaración clínica está especificada para que pase en el futuro.
      Existen variaciones al código INT como por ejemplo:
        - RQO: La declaración clínica es una solicitud o una orden.
        - APT: La declaración clínica es planeada para un momento específico.
        - ARQ: La declaración clínica es una solicitud para reservar una cita.
        - PRP: Se propone una declaración clínica.
        - PRMS: La declaración clínica se promete.
    - DEF: La declaración clínica es una observación.
    - GOL: La declaración clínica es el objetivo.
    - EVN.CRT: La declaración clínica es una precondición.

En este caso se utiliza el código EVN.

```
<procedure moodCode="EVN" classCode="PROC">
```

Figura 43 - Ejemplo definición del nodo procedure que hace referencia a una donación en un documento CDA

Dentro del “procedure” podemos encontrar los siguientes nodos hijos:

- Id: Representa el identificador único de la donación.
- Code: Representa el tipo de donación realizada, tiene como atributos el sistema de codificación utilizado y el código que corresponde, así como sus nombres para mejorar la legibilidad. El sistema de codificación se define en el atributo “codeSystem”

donde el valor es el OID de SNOMED-CT y el código corresponde al atributo “code” donde irá el código SNOMED-CT que corresponda según el tipo de donación.

```
<code code="233555005" codeSystem="2.16.840.1.113883.6.96"
        codeSystemName="SNOMED-CT" displayName="donación de sangre al azar"/>
```

Figura 44 - Ejemplo de representación del tipo de donación en un documento CDA

- StatusCode [40]: Especifica si la donación fue completada o no. Tiene como atributo “code” donde el valor determina si la donación fue realizada o no. Existen varios valores posibles para este atributo pero los usadas en HEMOLOGICA serán:

  - Completed: donación realizada.
  - Cancelled: donación no realizada.

  Una donación puede no ser realizada cuando un potencial donante concurre a un banco de sangre con intenciones de donar sangre, pero es rechazado antes de la extracción por algún motivo, como puede ser no pasar el formulario de preguntas que se le realizan, no cumplir con las restricciones existentes para donar como el peso u otros. Si bien no se realiza la donación es de gran importancia registrar el evento junto a las causas de diferimiento.

```
<statusCode code="completed" />
```

Figura 45 - Ejemplo de representación del estado de una donación realiza en un documento CDA

- EffectiveTime: Contiene la hora que se inició y finalizó la extracción en los nodos hijos “low” y “high” respectivamente, los cuales tienen la fecha en el formato ya mencionado ISO-8601 en el valor del atributo “value”. Este nodo aplica solamente a donaciones realizadas.

```
<effectiveTime xsi:type="IVL_TS">
    <low value="20140203092205" />
    <high value="20140203111514" />
</effectiveTime>
```

Figura 46 - Ejemplo de representación de la fecha de inicio y fin de una donación de sangre en un documento CDA

- Specimen: Es utilizado para representar a la muestra extraída de sangre, contiene un nodo hijo “specimenRole” con atributo classCode=SPEC que contiene el identificador de la muestra en el nodo hijo “id”. El nodo “id” está compuesto por los atributos “root” y “extension”, este identificador es el utilizado para lograr la trazabilidad completa de la sangre como se explicó en el punto 3.3.6, donde “root” representa el OID asignado a la institución y “extension” el identificador asignado por la institución.

```
<specimen typeCode="SPC">
    <specimenRole classCode="SPEC">
        <id root="2.16.858.0.0.1.10.2.3.1.1.4" extension ="1"/>
    </specimenRole>
</specimen>
```

Figura 47 - Ejemplo de representación del identificador de la muestra extraída de sangre en un documento CDA

- EntryRelationship [41]: Este elemento es utilizado para relacionar distintas declaraciones clínicas entre sí de diferentes formas dependiendo del valor que se asigne al atributo “typeCode”. Una declaración clínica puede ser distintos elementos CDA cómo “procedure”, “act”, “observation”, “organizar” entre otros. En toda “entryRelationship” existe una declaración origen que contiene otra de destino.

  Los distintos valores que puede tener el atributo “typeCode” son:

  - CAUS: El origen cause el destino.
  - COMP: El destino es un componente del origen.
  - GEVL: La observación del origen evaluó el objetivo del destino.
  - MFST: El origen es una manifestación del destino.
  - REFR: El origen y el destino tienen una relación indefinida.
  - RSON: El destino es la razón del origen.
  - SAS: El origen inicia después del destino.
  - SPRT: El destino provee evidencias de apoyo para el origen.
  - SUBJ: El destino es el objetivo del origen.
  - XCRPT: El origen es extraído del destino.

  En caso de una donación realizada se quiere representar el tipo de sangre del donante, para esto se usa una relación del tipo COMP con una “observation” de la siguiente manera:

```
<entryRelationship typeCode="COMP" >
    <!-- Grupo Sanguíneo -->
    <observation classCode="OBS" moodCode="EVN">
        <code code="278151004" codeSystem="2.16.840.1.113883.6.96"
            codeSystemName="SNOMED-CT" displayName="grupo sanguíneo AB Rh(D) positivo" />
    </observation>
</entryRelationship>
```

Figura 48 - Ejemplo de representación del tipo de sangre de un donante en un documento CDA

Para el caso de una donación no realizada o una donación realizada pero rechazada por los resultados de los análisis de laboratorio, se quiere representar la razón del rechazo, el tipo de rechazo y si es temporal por cuánto tiempo no está apto para donar esta persona. Esta situación se modeló a través de una relación del tipo CAUS, la cual contiene una observación con los siguientes nodos hijos:

- Code: Representa la razón del rechazo codificada con la terminología SNOMED-CT.

- Value: Con atributo xsi:type y valor CD que indica que se va representar un código, el cual indica si el rechazo es permanente o temporal, también codificada con terminología SNOMED-CT.
- Value: Con atributo xsi:type y valor PQ que indica que se va a representar una magnitud física, la cual se define con los atributos value y unit que representan conjuntamente la cantidad de días de rechazo. Esto aplica cuando el rechazo es temporal.

```
<entryRelationship typeCode="CAUS" >

    <observation classCode="OBS" moodCode="EVN">
        <!-- Motivo del Rechazo -->
        <code code="161462004" codeSystem="2.16.840.1.113883.6.96" codeSystemName="SNOMED-CT"
        displayName="antecedente de: prueba fallida de donación de sangre (situación)" />

        <value xsi:type="CD" code="14803004" codeSystem="2.16.840.1.113883.6.96"
                displayName="transitorio (calificador)" codeSystemName="SNOMED-CT" />
        <value xsi:type="PQ" value = "60" unit = "days"/>

    </observation>
</entryRelationship>
```

Figura 49 - Ejemplo de representación de una donación con rechazo temporal por 60 días por un antecedente de donación fallido en un documento CDA

2. Entry eventos adversos

Este nodo está compuesto por el elemento “observation” ya que los eventos adversos relacionados a la donación son actos observados por el personal de la salud a diferencia del anterior que refiere a un acto específico realizado por una persona. Luego para cada evento adverso ocurrido se genera una relación del tipo CAUS a través del nodo “entryRelationship” con una observación que contendrá los siguientes nodos hijos:

- Code: Representa el tipo de reacción adversa codificada con la terminología SNOMED-CT.
- InterpretationCode: Representa la severidad del evento adverso también codificado con SNOMED-CT.

```
<!-- Eventos adversos -->
<entry>
    <observation classCode="OBS" moodCode="EVN">

        <!-- EVENTOS ADVERSOS SI CORRESPONDE -->
        <entryRelationship typeCode="CAUS" >
            <observation classCode="OBS" moodCode="EVN">
                <code code="404640003" codeSystem="2.16.840.1.113883.6.96"
                    codeSystemName="SNOMED-CT" displayName="mareo" />
                <interpretationCode  code="267008002" codeSystem="2.16.840.1.113883.6.96"
                    codeSystemName="SNOMED-CT" displayName="leve"></interpretationCode>
            </observation>
        </entryRelationship>
    </observation>
</entry>
```

Figura 50 - Ejemplo de representación de la observación de mareo leve causado por una donación en un donante en un documento CDA

3. Entry tipo de donante

Para representar el tipo de donante se definió otro nodo “entry” el cual tiene un nodo hijo “observation” que tiene a su vez otro nodo hijo “code” que representa el tipo donante. Para codificar los tipos de donantes no se encontró un código adecuado en la terminología

SNOMED-CT por lo que se definió un sistema de codificación interno a HEMOLOGICA el cual debe ser utilizado por las organizaciones que interoperen con esta.
Códigos posibles:

- 1: Voluntario
- 2: Donante de reposición.
- 3: Otro.

```
<entry>
   <observation classCode="OBS" moodCode="EVN">
       <code code="1" displayName="Donante voluntario"></code>
   </observation>
</entry>
```

Figura 51 - Ejemplo de representación del tipo de donante voluntario en documento CDA

4.6.4. Análisis de laboratorio

Con el fin de representar los distintos análisis de laboratorios realizados sobre una donación, se define bajo el nodo “entry” el elemento “organizer” el cual es usado para representar actos clínicos que por su naturaleza tienen diferentes componentes, como en este caso los diferentes análisis. Tiene como nodos hijos los siguientes elementos:

- Id: Es el código único que representa al análisis.
- StatusCode: Al igual que en la “entry” de donación representa el estado del análisis. En este caso se contempla solamente el caso de un análisis completado.
- EffectiveTime: Contiene el día que se realiza el análisis.
- Specimen: Es análogo al de la donación, es usado para identificar la muestra de sangre que se está analizando y es utilizado para asociar los análisis a la donación.
- Component: Para cada análisis realizado a la sangre se agrega un nodo “component” el cual contiene un nodo hijo del tipo “observation” con los siguientes elementos como nodos hijos que describen cada prueba:
-
    - Id: Código de identificación única de la prueba.
    - Code: Código de la prueba realizada codificada con SNOMED-CT.
    - StatusCode: Estado de la prueba. En este caso se contempla solamente el caso de un análisis completado.
    - EffectiveTime: Contiene el día que se realiza el análisis.
    - Value: Representa si el resultado del análisis es positivo o negativo codificado con la terminología SNOMED-CT.

```
<organizer classCode="BATTERY" moodCode="EVN">

    <!-- Código de identificacion de las pruebas realizadas. -->
    <id root="7d5a02b0-67a4-11db-bd13-0800200c9a66"/>
    <statusCode code="completed"/>
    <effectiveTime value="201508125"/>

    <!-- id Muestra -->
    <specimen typeCode="SPC">
        <specimenRole classCode="SPEC">
            <id root="2.16.858.0.0.1.10.2.3.1.1.4" extension ="2"/>
        </specimenRole>
    </specimen>

    <component>
        <!-- Sifilis -->
        <observation classCode="OBS" moodCode="EVN">
            <!-- Código de identificacion unica de la prueba. -->
            <id root="7d5a02b0-67a4-11db-bd13-0800200c9a66"/>
            <!-- Código Snomed Ct de la prueba del laboratorio. -->
            <code code="40675008" displayName="Prueba serológica para la detección de sífilis"
                codeSystem="2.16.840.1.113883.6.96" codeSystemName="SNOMED-CT"/>
            <statusCode code="completed"/>
            <effectiveTime value="201508125"/>
            <!-- Resultado -->
            <value xsi:type="CO" code="260385009" displayName="Negative"
                codeSystem="2.16.840.1.113883.6.96" codeSystemName="SNOMED-CT" />
        </observation>
    </component>
```

Figura 52 - Ejemplo de representación de un análisis de detección de sífilis a una donación de sangre con resultado negativo en un documento CDA

4.6.5. Transfusión

En el caso de la representación de la transfusión, los análisis pre-transfusionales se definieron dentro del CDA de la transfusión a diferencia de los análisis de la donación ya que se entiende que en ese caso lo realizan las mismas personas y son específicos para el momento de la transfusión. Por esta razón es que se definieron 2 nodos hijos al elemento “structuredBody” del tipo “component” los cuales representan uno a la información específica del acto transfusional y el otro que contiene los datos sobre los análisis pre-transfusionales realizados.

1. Component acto transfusional

El elemento “component” tiene como nodo hijo al igual que el de la donación una “entry” la cual tiene como nodo hijo el elemento “procedure”, el cual hace referencia al acto transfusional realizado. Este último tiene como nodos hijos los siguientes:

- Id: Identificador único de la transfusión.
- Code: Código que representa a una transfusión codificado con SNOMED-CT.
- StatusCode: Estado de la transfusión. En este caso se contempla solamente el caso de una transfusión completada.
- EffectiveTime: Contiene la hora que se inició y finalizó la transfusión en los nodos hijos “low” y “high” respectivamente, los cuales tienen la fecha en el formato ISO-8601 en el valor del atributo “value”.
- Specimen: En este caso se tiene dos nodos del tipo “specimen” los cuales identifican uno a la muestra de la donación del cual el producto a transfundir fue

generado, y el otro especifica el identificador del producto a transfundir. A través del nodo hijo specimenPlayingEntity del specimenRole se especifica con codificación SNOMED-CT cual corresponde a cada concepto.

```
<!-- id producto a transfundir -->
<specimen typeCode="SPC">
    <specimenRole classCode="SPEC">
        <id root="2.16.858.0.0.1.10.2.3.1.1.3" extension="1"/>
        <specimenPlayingEntity>
            <code code="122564002" codeSystem="2.16.840.1.113883.6.96" codeSystemName="SNOMED-CT"
                displayName="espécimen de hemoderivado obtenido de una bolsa de sangre (espécimen)"></code>
        </specimenPlayingEntity>
    </specimenRole>

</specimen>

<!-- id Donacion -->
<specimen typeCode="SPC">
    <specimenRole classCode="SPEC">
        <id root="2.16.858.0.0.1.10.2.3.1.1.4" extension ="2"/>

        <specimenPlayingEntity>
            <code code="122563008" codeSystem="2.16.840.1.113883.6.96" codeSystemName="SNOMED-CT"
                displayName="espécimen obtenido de una bolsa de sangre de un paciente (espécimen)"></code>
        </specimenPlayingEntity>
    </specimenRole>
</specimen>
```

Figura 53 - Ejemplo de representación de los identificadores de la muestra de donación y producto a transfundir en un documento CDA

- EntryRelationship: Para especificar el tipo de producto a transfundir se creó una relación del tipo COMP con una “observation” la cual contiene el código SNOMED-CT correspondiente. Para representar el volumen transfundido, se creó otra “entryRelationship” en este caso del tipo SPRT también con una “observation” la cual contiene el código SNOMED-CT que representa la magnitud métrica y el valor con la cantidad realmente transfundida.

```
<entryRelationship typeCode="COMP" >
    <observation classCode="OBS" moodCode="EVN">
        <code code="256395009" codeSystem="2.16.840.1.113883.6.96"
            codeSystemName="SNOMED-CT" displayName="plaquetas"></code>
    </observation>
</entryRelationship>

<entryRelationship typeCode="SPRT" >
    <observation classCode="OBS" moodCode="EVN">
        <code code="118565006" codeSystem="2.16.840.1.113883.6.96"
            codeSystemName="SNOMED-CT" displayName="volumen (propiedad) (calificador)"></code>
        <value xsi:type="PQ" value="90" unit="ml"/>
    </observation>
</entryRelationship>
```

Figura 54 - Ejemplo de representación del producto y volumen transfundido en un documento CDA

- Por último de forma análoga a los eventos adversos de una donación se definen los eventos adversos de la transfusión.

2. Component análisis pre-transfusionales

   Los análisis pre-transfusionales realizados ante una transfusión, se representan de la misma forma que los análisis de laboratorio realizados a una donación. Ver 78.

Los ejemplos completos de los 3 CDA se encuentran en el Anexo 2.

HEMOLOGICA genera los tres tipos de CDA descriptos anteriormente desde su aplicación HemoSalud, para esto se construyó un documento XSD (XML Schema Definition Language) que representa la estructura de los tres CDA. Luego utilizando la herramienta XSD2Java provista por Apache Axis se generó el modelo de clases java con anotaciones JAXB (Java Architecture for XML Binding) que permiten representar la estructura de los CDA. El framework JAXB permite la serialización y deserialización de objetos a formato XML y viceversa.

Una vez generados los documentos CDA correspondientes, son alojados en una carpeta específica para luego ser consumidos por el sistema HemoService. Estos documentos son sometidos al mismo proceso que los CDA generados por las distintas instituciones de salud. Si bien se podía evitar hacer pasar a estos CDA por el mecanismo de intercambio definido en HemoService, se consideró importante que todos los CDA cumplan el mismo proceso, generando un solo mecanismo de importación de CDA al sistema, lo que facilita el desarrollo y mantenibilidad del software. Por otra parte esta decisión colaboró con el testeo de la integración de información clínica al sistema a través de HemoSalud.

4.7. Almacenamiento de CDA

Para el almacenamiento y recuperación de los CDA recibidos y generados por HEMOLOGICA se utilizó la base de datos XML nativa BaseX, la cual soporta lenguajes de consulta estandarizados como XPath y XQuery, está desarrollada en lenguaje java, tiene una interfaz gráfica que permite visualizar los documentos de forma amigable y construir consultas XPath y XQuery, tiene licencia de software libre permisiva y su código está disponible en GitHub. Por otro lado BaseX cuenta con APIs para distintos lenguajes de programación incluido java, c#, Perl, PHP, Python así como una api RESTful que facilitan el desarrollo.

Para esto se generó un proyecto Java "Hemologica-XmlDataBase-Connection" el cual implementa un conector a la base de datos XML y que utiliza la API Java provista por la herramienta. Este conector abstrae las funciones necesarias a realizar sobre la base de datos como, alta y recuperación de documentos. Se definieron tres bases de datos distintas dentro de BaseX, Hemologica-Donations, Hemologica-Transfusions y Hemologica-Laboratory que almacenan las donaciones, transfusiones y resultados de laboratorio respectivamente. Esta separación de CDA se debe a que las estructuras de los documentos CDA de estos 3 conceptos difieren en gran medida.

Como se mencionó en el capítulo anterior, HEMOLOGICA busca la construcción de una base de datos clínica que permita realizar estudios estadísticos sobre datos anonimizados. Por esta razón, previo al almacenamiento de los CDA en la base de datos XML los datos personales del paciente contenidos bajo el elemento “patient” son extraídos, logrando así que los datos clínicos no queden asociados a los datos patronímicos de la persona. Por otro lado en la base de datos relacional se guardan los datos personales de las personas junto con las referencias a los CDA almacenados en BaseX. Estas referencias se obtienen del elemento “id” del CDA, el cual contienen los atributos “root” y “extension” que hacen referencia al OID de la institución que envía el CDA y al identificador único del CDA en dicha institución. De esta forma la información clínica de las personas es almacenada bajo un mecanismo híbrido utilizando tanto la base de datos XML como la base de datos relacional. A continuación se muestra un diagrama del mecanismo de almacenamiento híbrido de datos personales y datos clínicos.

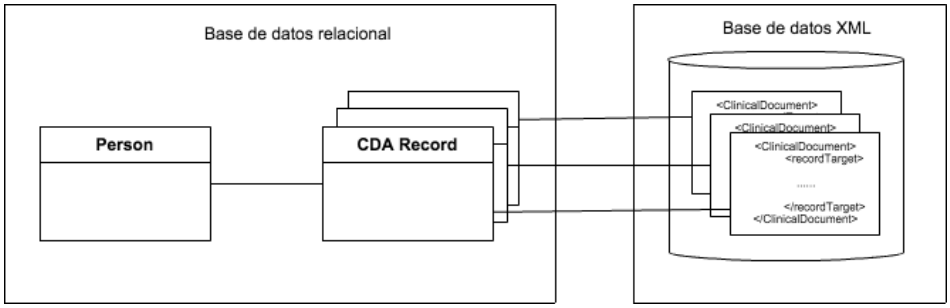

Figura 55 - Diagrama de almacenamiento de los datos clínicos de una persona

4.8. Unicidad de las personas

HEMOLOGICA delega la responsabilidad del reconocimiento de si dos registros de personas corresponden al mismo individuo al EMPI provisto por Salud.uy. Para ello se implementó de manera parcial el actor PIX y PDQ para suministrar datos patronímicos de personas al EMPI y consultar por los mismos. Se creó un dominio específico para HEMOLOGICA en el EMPI, utilizando el OID del proyecto registrado en la UNAOID. La implementación fue realizada de forma parcial debido a que el EMPI de Salud.uy no cuenta con la funcionalidad que permite notificar a los demás actores cuando se realiza un “merge” de dos registros.

Cada vez que en HEMOLOGICA se registra un nuevo paciente, se realiza una consulta PDQ al EMPI con los datos demográficos de la persona, con el fin de consultar los distintos identificadores que tiene registrados el EMPI. Si dentro de éste existe uno del dominio HEMOLOGICA, significa que la persona ya está registrada en el sistema y ya se tiene el identificador con el cual HEMOLOGICA lo reconoce. En caso contrario, se considera que la persona no está registrada en el sistema por lo que se le genera un identificador el cual se le va a enviar al EMPI a través de la transacción PIF, Patient Identity Feed del perfil PIX. El EMPI como se mencionó anteriormente puede en algún momento agrupar registros de personas que reconoce como iguales, esto puede hacer que una persona tenga dos identificadores del dominio HEMOLOGICA, lo que implica que la persona está duplicada en el sistema. Esto sumado a que el EMPI no notifica a las aplicaciones ante un evento de agrupación llevó a establecer un protocolo para la corrección de identificadores dentro de HEMOLOGICA el cual es realizado al momento de consultar por los identificadores de la misma.

El protocolo consiste de los siguientes pasos:

1. Obtener todos los identificadores de HEMOLOGICA (sólo los de su dominio) de una persona.
2. Se elige uno de estos identificadores
3. Se modifican todas las referencias de los registros clínicos de las identificaciones de la persona, para que hagan referencia al identificador elegido en el paso anterior.

Si bien este mecanismo permite recomponer los registros de una persona a medida que se reciben CDA de la misma, no nos garantiza la unicidad de las personas en todo momento. Esto último es de relativa importancia para HEMOLOGICA ya que al realizar estudios estadísticos sobre los datos clínicos es probable que documentos CDA de la misma persona se consideren de distintas en HEMOLOGICA cuando en el EMPI ya fueron unificadas. Para entender mejor esto, es necesario recurrir a un simple ejemplo, la cantidad de donantes. Supongamos que a lo

largo del año 2015 100 personas se presentaron a donar sangre de forma voluntaria en dos ocasiones y todas las donaciones fueron realizadas con éxito. Debido a un error humano a 20 de estas personas, se les ingresó mal alguno de sus datos patronímicos en la segunda donación que realizaron, por lo que el EMPI las registró como dos personas diferentes en cada una de las donaciones. En este momento en HEMOLOGICA y en el EMPI figuran 120 personas diferentes correspondientes a esos 100 donantes. El EMPI al cabo de unos pocos días reconoce este error y corrige su registro interno pero no notifica a los demás sistemas. Si estas 20 personas no recurren nuevamente a donar sangre o no se realizan una transfusión, HEMOLOGICA no recibirá nuevos CDA, por lo que no realizará el protocolo para la corrección de identificadores. Bajo este escenario la unicidad de las personas no se cumple y el indicador de la cantidad de donantes en 2015 obtenido a través de HEMOLOGICA será 120 en lugar de 100.

En la búsqueda de soluciones para este problema, surgen 3 alternativas para implementar, la primer alternativa es recomponer los registros de una persona a medida que se reciben CDA de la misma, la segunda consta de ejecutar una tarea programada para arreglar los identificadores de todas las personas registradas en el sistema realizando el protocolo definido para cada una de ellas, la tercera es utilizar tanto la primera como la segunda alternativa.

La segunda opción no parece ser viable debido a la cantidad potencial de personas del sistema (3 millones aprox. población de Uruguay), ya que implicaría para cada persona registrada, realizar el protocolo de corrección de identificadores mencionado anteriormente. Si la segunda opción no es viable, entonces la tercera tampoco lo es, por lo que se optó por realizar el ajuste de los identificadores al momento de recibir los CDA corriendo el riesgo de que no se cumpla la unicidad tal como se menciona en el ejemplo.

Esto se solucionaría si el EMPI realizará notificaciones frente a cambios en los identificadores. Para ello es necesario que el mismo implemente el actor PIXUN y HEMOLOGICA el actor PIXC. De esta forma HEMOLOGICA no necesitaría recibir nuevos CDA de una persona para corregir sus identificadores, sino que recibirá una notificación del EMPI en caso de ser necesario un ajuste. Esto último es lo que propone IHE para la interacción del EMPI con el XDS Registry como implementación de una arquitectura PIX/PDQ versión 3 [42].

4.9. Separación de datos personales de datos clínicos

Como se mencionó en la sección 4.7, la asociación de una persona con sus datos clínicos se hace referenciando desde el registro clínico a una identificación de una persona. Dicha referencia nos permite saber cuáles son los datos clínicos de una persona y de qué persona son determinados datos clínicos. Es de vital importancia proteger esta asociación para evitar que un usuario malintencionado pueda acceder a la base de datos y extraer los datos clínicos de todas las personas del sistema. Alternativas comunes para la protección de datos corresponden a la utilización de algoritmos de hashing, cifrado o una combinación de ambas como es el caso de la firma electrónica. La utilización de algoritmos de hashing en este caso no es aplicable, debido a que puede ocasionar colisiones por ser función inyectiva sobre el dominio de los identificadores de las personas. Además, esta misma inyectividad genera que la función que se aplica para proteger los datos no sea invertible, por lo que obliga a optar si queremos saber los datos clínicos de una persona o de quién son determinados datos clínicos. Como en HEMOLOGICA deseamos

contar con esta doble navegabilidad en la asociación de personas y registros clínicos, no nos queda otra alternativa que utilizar un algoritmo de cifrado para la protección de datos. En el caso puntual del proyecto se aplica un mecanismo de cifrado conocido como AES (ADVANCED ENCRYPTION STANDARD) [43] con una clave secreta de 128 bits. Por otro lado, en el estándar CDA los datos personales del paciente asociado al evento clínico se encuentran juntos en un mismo documento. Estos datos personales del paciente son de utilidad en HEMOLOGICA cuando recibe los CDA desde una institución y son utilizados por el actor PIS para enviar los datos del paciente al EMPI y por el actor Document Source al enviar el documento al XDS Repository de Salud.uy, pero luego no es necesario que los datos personales continúen en el documento CDA a ser guardado en la base de datos XML. Por este motivo, previo a ser almacenado el CDA, se remueven los datos personales del paciente. Con estos dos mecanismos descriptos queda claro que los datos personales y los datos clínicos no sólo son almacenados de forma separada, sino que se encuentra fuertemente protegida su asociación mediante un algoritmo de encriptación.

AES es un esquema de cifrado simétrico en bloques adoptado como estándar por Estados Unidos. La NSA (Agencia de Seguridad Nacional de los Estados Unidos) lo consideró lo suficientemente seguro como para poder almacenar información clasificada [44] y hasta el 2005 no se ha encontrado ningún ataque exitoso contra AES. Tomando en cuenta estas consideraciones es que se decidió utilizar este algoritmo para proteger la asociación de datos personales y datos clínicos. Si bien AES otorga un gran nivel de seguridad, de nada sirve utilizarlo si no se protege correctamente la clave del algoritmo. Para esto se utilizó un almacén de claves del tipo Java KeyStore (JKS) para almacenarla, y la apertura de este almacén de claves está protegida con una contraseña. Esta contraseña se encuentra presente en el código fuente de la aplicación y es utilizada para abrir el almacén y poder utilizar la clave AES. Por lo tanto solamente se puede obtener la información clínica de las personas si se tiene acceso a la base de datos, permiso de lectura sobre el almacén de claves que contiene la clave AES y conocer la contraseña del almacén de claves presente en el código fuente de la aplicación. En particular si un usuario malintencionado logra acceder a la bases de datos de HEMOLOGICA al no tener acceso a la clave AES no va a poder saber a qué personas le corresponden los actos clínicos.

4.10. Trazabilidad de la sangre

Como se mencionó en la sección 3.3.6 la trazabilidad de la sangre es realizada a través del envío de información de identificadores en los CDA y mediante el envío de notificaciones de movimientos en el inventario. En el primero de estos mecanismos, la identificación es enviada en los CDA utilizando el elemento “specimen” asociado a los actos clínicos de cada uno de los diferentes tipos de CDA recibidos. En cada uno de estos especímenes, las instituciones deben especificar el identificador alfanumérico utilizado y un OID correspondiente a la institución. Tanto en la donación como en el resultado de laboratorio el espécimen tiene como objetivo la identificación de la muestra extraída de la donación. En el CDA correspondiente a una transfusión se definió que las instituciones deben especificar tanto el identificador del hemocomponente a transfundir como el identificador de la muestra de la donación asociada a dicho hemocomponente. Por lo tanto, el procedimiento asociado a la transfusión en el CDA contiene dos especímenes, uno para el hemocomponente y otro para la donación.

Por otro lado HEMOLOGICA recibe notificaciones de los diferentes movimientos de las unidades de sangre de las instituciones y son almacenados en la base de datos. En cada uno de

los mensajes enviados, las instituciones pueden notificar una lista de los movimientos y de cada uno de estos se especifica:

1. Centro que registra el movimiento
2. Tipo de movimiento: 0 si corresponde a un ingreso al inventario y 1 si corresponde a una salida.
3. Código de la unidad utilizado por el centro
4. Tipo de unidad: tipo de producto, por ejemplo: glóbulos rojos, plaquetas, plasma, etc.
5. Tipo de sangre: corresponde al tipo de sangre ABO y D.
6. Unidad padre: en caso de que la unidad provenga de otra unidad anterior, como puede ser el caso de una unidad de glóbulos rojos que provenga de otra de sangre entera.

En caso de ser un movimiento de la muestra recabada en una donación en el atributo del punto 3 se especifica el identificador de la muestra al igual que en el espécimen de la donación y en caso de que sea un movimiento de un hemocomponente derivado de una donación el identificador de la muestra de la donación debe ser explicitado en el atributo del punto número 6. De esta forma es que se logra la trazabilidad completa desde la donación hasta la transfusión incluyendo los diferentes movimientos de inventario que pudieran ocurrir.

4.11. Inventario Nacional de Unidades

Una vez visto de qué manera se realiza la trazabilidad de unidades, el siguiente paso es analizar de qué forma es reconstruida la información del inventario a partir de la información de los movimientos de las unidades. Cada unidad de sangre es almacenada en la base de datos junto con sus movimientos asociados y es con éstos que se determina si una unidad está disponible o no. Para conocer si una unidad se encuentra disponible o no en el inventario, basta con determinar si el último movimiento realizado es de ingreso al inventario. Para obtener entonces el inventario nacional se debería analizar todas las unidades registradas y calcular si el último movimiento es de ingreso, esto haría que el costo de procesamiento crezca rápidamente a medida que transcurre el tiempo, produciendo una degradación en el sistema. Debido a esto en cada unidad de sangre se especifica un estado el cual indica si la unidad esta activa o no. Este estado no puede ser determinado únicamente por el tipo de movimiento registrado ya que las notificaciones de inventario pueden llegar a destiempo, y el registro de un movimiento de ingreso no implica que no haya ocurrido una salida para esa unidad. Por esta razón cada vez que se registra un movimiento se determina el estado de la unidad teniendo en cuenta todos los movimientos registrados. De esta forma para determinar el inventario basta con obtener todas las unidades con estado activo.

4.12. Estudios Estadísticos

Dentro de las preguntas definidas en la sección 3.7.2 del cuestionario de la OMS para la generación de la BGDSS podemos identificar 2 tipos, las que distinguen a la cantidad de personas (cantidad de donantes, cantidad de transfundidos) y las que no. Para las segundas, las consultas se realizan directamente sobre las distintas bases de datos XML y se responden realizando consultas XQuery sobre el total de las donaciones, transfusiones y resultados de laboratorio según corresponda.

Para el primer caso donde es necesario identificar si 2 actos clínicos son de la misma persona, las consultas deben ser híbridas entre la base de datos SQL y la XML. Esto se debe que, al no tener un identificador global de las personas, los documentos CDA de un mismo ciudadano van a tener distintos identificadores lo que hace imposible determinar solo con los documentos si dos CDA corresponden a la misma persona. Para estas preguntas entonces, es necesario consultar primero la base de datos SQL que tiene la asociación de persona con documentos y luego sobre estos documentos realizar la consulta XQuery necesaria.

4.13. Notificaciones a los ciudadanos

Como se mencionó anteriormente HEMOLOGICA envía notificaciones a los ciudadanos cuando están nuevamente aptos para donar, para esto se implementó utilizando la librería cron4j una tarea programada destinada a ser ejecutada 1 vez por día y que determina a través de los datos clínicos de los pacientes si ese día el ciudadano está apto nuevamente para donar, en caso que así sea le envía la notificación correspondiente. Por otro lado cuando se quiere desde HemoSalud enviar un mensaje a los ciudadanos que así lo deseen, los mismos son enviados de forma asincrónica con el fin de no bloquear al usuario que envía la notificación. Ambos tipos de mensajes son almacenados en la base de datos dejando así registro de todos los mensajes enviados por el sistema.

4.14. Seguridad

El control de acceso en las aplicaciones YoDono y HemoSalud es de vital importancia debido a que utilizan información sensible de las personas. En el caso de YoDono el punto crítico se encuentra cuando un ciudadano desea ver información de sus donaciones y transfusiones. Para este caso, es necesario que el usuario se encuentre autenticado y así poder determinar qué persona es y poder obtener sus datos clínicos.

Distinto es el caso de HemoSalud, en el cual existen diferentes actores que deben contemplarse para poder permitir diferentes tipos de acceso a la información. Por tal motivo, se utiliza un modelo basado en roles y permisos en donde los permisos se definen de manera estática y los roles son creados y asociados a un conjunto de permisos. A su vez estos roles son asociados dinámicamente a usuarios y centros asistenciales (“centers”). En la base de datos estas asociaciones se reflejan de la siguiente manera:

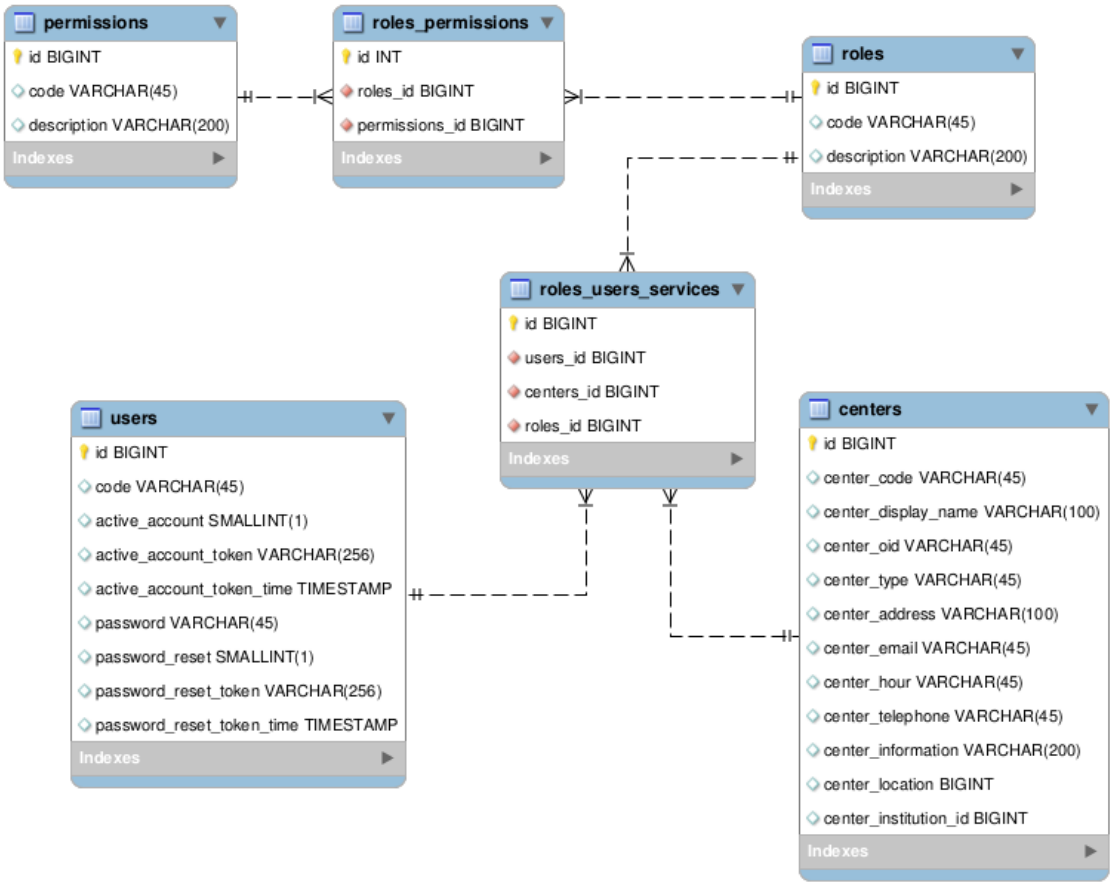

Figura 56 - Modelo de permisos en la base de datos

Una vez que el usuario se encuentra autenticado, se obtiene toda la información acerca de sus roles, servicios y permisos, lo cuales son utilizados por HemoSalud para filtrar las funcionalidades disponibles. Si bien esto fue tomado en cuenta en el diseño e implementación del sistema, el filtrado de las funcionalidades no está implementado.

4.15. Single-Sign-On

En el marco del proyecto, utilizamos una solución para SSO Open Source conocida como JasigCAS utilizando el protocolo CAS basado en tickets.

Como se mencionó en la sección 3.4 se utilizan dos instancias de JasigCAS, una para HemoSalud y otra para YoDono. Esto se debe básicamente a dos factores, en primer lugar a que HemoSalud se encuentra disponible en una VPN y YoDono debe ser de acceso público. En segundo lugar para HemoSalud se debe autenticar sólo al personal de los centros asistenciales, mientras que para YoDono se debe autenticar sólo los ciudadanos y lo hacen a través de usuarios distintos.

El proceso de autenticación comienza cuando un usuario solicita un recurso de la aplicación para el cual se requiere estar autenticado. El componente CAS Filter intercepta esta solicitud y redirige al usuario a JasigCAS para autenticarse. El usuario obtiene el formulario de autenticación y envía sus credenciales a través del mismo. JasigCAS valida las credenciales y en caso de ser correctas, redirige al usuario nuevamente al recurso que solicitó inicialmente pero junto con un ticket que garantiza su autenticación. La aplicación recibe la solicitud nuevamente del recurso pero esta vez junto con el ticket de autenticación. Para corroborar que el usuario se autenticó de

forma correcta, la aplicación valida el ticket con JasigCAS y en caso de ser correcto, la aplicación crea una sesión para dicho usuario. Cuando el usuario intente acceder nuevamente a la misma aplicación, el mismo ya contendrá una sesión para la misma y no se solicitará el ticket de autenticación. Cuando el usuario acceda a una segunda aplicación, la misma lo redirigirá nuevamente a JasigCAS, pero en este caso el usuario se dirige con el ticket de autenticación utilizado para la primer aplicación. Por lo tanto JasigCAS no solicita nuevamente el ingreso de las credenciales, sino que redirige al usuario a la segunda aplicación indicándole que le envíe el ticket de autenticación que posee. La segunda aplicación, al recibir el ticket de autenticación del usuario, realiza el mismo proceso de validación que la primera aplicación y crea una sesión para dicho usuario. En el Anexo 5 se muestra el diagrama de secuencia completo del proceso de autenticación.

Este protocolo es implementado por el componente CAS Filter, el cual es incluido en las aplicaciones HemoSalud y YoDono como una librería y requiere de la especificación de un Java Servlet en el archivo descriptor web.xml de la siguiente forma:

```
<!-- CAS FILTER -->
<filter>
    <filter-name>CAS Filter</filter-name>
    <filter-class>edu.yale.its.tp.cas.client.filter.CASFilter</filter-class>
    <init-param>
        <param-name>edu.yale.its.tp.cas.client.filter.loginUrl</param-name>
        <param-value>http://hemologica-yodono-cas:8444/Hemologica-Yodono-CAS/login</param-value>
    </init-param>
    <init-param>
        <param-name>edu.yale.its.tp.cas.client.filter.validateUrl</param-name>
        <param-value>http://hemologica-yodono-cas:8444/Hemologica-Yodono-CAS/serviceValidate</param-value>
    </init-param>
    <init-param>
        <param-name>edu.yale.its.tp.cas.client.filter.serverName</param-name>
        <param-value>localhost:8080</param-value>
    </init-param>
</filter>

<filter-mapping>
    <filter-name>CAS Filter</filter-name>
    <url-pattern>/*</url-pattern>
</filter-mapping>

<!-- CAS FILTER -->
```

Figura 57 - Configuración CAS Filter en web.xml en YoDono

Los parámetros de configuración de CAS Filter son:

edu.yale.its.tp.cas.client.filter.loginUrl	URL de login de JasigCas
edu.yale.its.tp.cas.client.filter.validateUrl	URL donde JasigCAS valida los tickets
edu.yale.its.tp.cas.client.filter.serverName	Servidor y puerto del servicio que se está filtrando con CAS Filter

Tabla 8 - Parámetros de configuración Jasig CAS

Por más parámetros de configuración se puede consultar la página web de JasigCAS.

5. Pruebas realizadas

5.1. Introducción

En este capítulo se presentan las diferentes pruebas que se realizaron sobre HEMOLOGICA, los resultados obtenidos y las conclusiones sobre el estado del prototipo implementado.

5.2. Simulador de Integración

Debido a que en el marco del proyecto no se llevaron a cabo gestiones con instituciones de salud con el fin de lograr una verdadera integración que permita utilizar un conjunto de datos de prueba lo más próximo a la realidad posible, se desarrolló un componente denominado Hemologica-Service-Client-Stub cuyo objetivo consiste en simular un sistema de una institución. A través de este componente se generan CDA con datos aleatorios, los cuales son depositados en un directorio para que el componente Mirth los envíe a HemoService. Además de CDA este componente genera notificaciones de movimientos en el inventario del banco de sangre.

La generación de los CDA se realiza a partir de un conjunto reducido de escenarios típicos que corresponden a:

- Donación de sangre rechazada
- Donación de sangre exitosa
- Transfusión de sangre exitosa.

Cada uno de estos escenarios implica la creación de uno o varios documentos CDA así como el envío de notificaciones de movimientos en el inventario. La creación de los documentos CDA se realiza utilizando plantillas previamente definidas y datos aleatorios de pacientes y unidades. Estos últimos son reemplazados en el cabezal de la plantilla correspondiente y depositado en un directorio visible por el Mirth.

Para las donaciones rechazadas se cuenta con un único CDA de Donación indicando que la misma no ha podido ser efectuada debido a un evento previo a la extracción.

En el caso del escenario correspondiente a una donación exitosa, el mismo cuenta de las siguientes etapas:

- Generación aleatoria de un Donante
- Generación aleatoria de Unidades
- Generación de CDA de Donación
- Generación de CDA de Resultados de Laboratorio
- Generación de notificaciones para inventario

La generación del Donante consta de generar de forma aleatoria: nombres, apellidos, edad, documento y tipo de sangre. Para la generación de una unidad se genera un UUID (Universal Unique Identifier) que identificará a la unidad de sangre entera extraída al paciente. Con estos datos cargados en la plantilla se logran armar el CDA de Donación y el de Resultados de Laboratorio.

En cuanto a las notificaciones del inventario, se genera una notificación que contiene:

- Entrada de una unidad de sangre entera con el UUID generado para el CDA de la Donación.

- Salida de una unidad de sangre entera con el UUID generado para el CDA de la Donación.
- Entrada de una unidad de plaquetas con un nuevo UUID indicando como unidad padre a la unidad de sangre entera de la Donación.
- Entrada de una unidad de glóbulos rojos con un nuevo UUID indicando como unidad padre a la unidad de sangre entera de la Donación.
- Entrada de una unidad de plasma con un nuevo UUID indicando como unidad padre a la unidad de sangre entera de la Donación.

Estos movimientos corresponden al proceso de fraccionamiento en hemocomponentes realizado en los bancos de sangre de forma usual.

La generación de CDA correspondientes a Transfusiones consiste en generar de forma aleatoria únicamente el paciente que va a recibir la transfusión. Esto se debe a que a diferencia de la Donación, los identificadores de las unidades a ser transfundidas al paciente son extraídos a partir de los UUID generados para los movimientos de hemocomponentes. Esto implica que una vez ingresadas los datos aleatorios correspondientes a una donación típica, se utilizan los datos de los hemocomponentes obtenidos del fraccionamiento para generar el CDA de la transfusión. La simulación de una transfusión implica además la generación de movimientos en el inventario correspondientes a la salida de las unidades a ser transfundidas.
Siguiendo este mecanismo, se generaron de forma aleatoria:

- 50 Instancias del escenario 1: 50 CDA de donación rechazada
- 100 Instancias del escenario 2:
    - 100 CDA de donación exitosa
    - 100 CDA de resultados de laboratorio
    - 100 ingresos de unidades de sangre entera
    - 100 salidas de unidades de sangre entera
    - 100 ingresos de unidades de glóbulos rojos
    - 100 ingresos de unidades de plaquetas
    - 100 ingresos de unidades de plasma
- 60 Instancias del escenario 3:
    - 20 CDA de transfusiones de glóbulos rojos
    - 20 CDA de transfusiones de plaquetas
    - 20 CDA de transfusiones de plasma

Es necesario notar que no todas las unidades del inventario generado por las donaciones fueron transfundidas. Esto se realiza con el fin de que el inventario no esté vacío y pueda verse a través de HemoSalud.

Si bien la simulación de instituciones mediante la generación de datos aleatorios permite realizar pruebas de estrés sobre las aplicaciones, los escenarios definidos no cubren la gran diversidad de escenarios posibles. Por lo tanto, es necesario definir un conjunto más amplio de escenarios aumentando el conjunto de variables de los CDA, como por ejemplo: resultados de laboratorio aleatorios y rechazo de donación en función de estos resultados. De forma análoga los análisis pre-transfusionales puede tener resultados aleatorios que impidan o no realizar la transfusión y eviten bajas en el inventario.

La introducción de nuevas variables agregaría una gran complejidad del componente Hemologica-Service-Client-Stub lo cual por cuestiones de tiempo no se realizó. De todos modos, el hecho de que las instituciones de salud provean datos reales y/o anonimizados permitiría

abarcar un conjunto mayor de escenarios posibles y puede volver innecesario incrementar la complejidad del simulador.

5.3. Pruebas unitarias

A medida que se fueron desarrollando las diferentes funcionalidades a nivel de los backends correspondientes a HemoSalud y YoDono, se fueron creando pruebas unitarias utilizando la herramienta SoapUI. Para crear las pruebas unitarias, en primer lugar se creó un proyecto REST de SoapUI para cada uno de los backends de HemoSalud y YoDono, y se especificaron los diferentes recursos publicados cada servicio. Una vez definidos los recursos, se creó un único TestCase el cual contiene llamadas de pruebas a todos los recursos del servicio. Las llamadas de prueba fueron creadas en base a la definición de los recursos contemplando diferentes valores en los parámetros. En la Figura 58 puede verse el proyecto SoapUI del tipo REST creado para realizar las pruebas sobre el backend de YoDono.

En el caso de HemoService, se creó un proyecto SoapUI del tipo SOAP que permitió el envío de documentos CDA a través de la operación “PROVIDE_CDA” y notificaciones de movimientos de stock a través de la operación “IMPORT_MOVEMENTS”. De igual forma que con YoDono, se creó la definición del servicio y luego se generó un TestCase para las llamadas de prueba. En particular la definición del servicio fue creada a partir del archivo descriptor WSDL del servicio de HemoService, el cual es publicado de forma automática al hacer el despliegue de la aplicación.

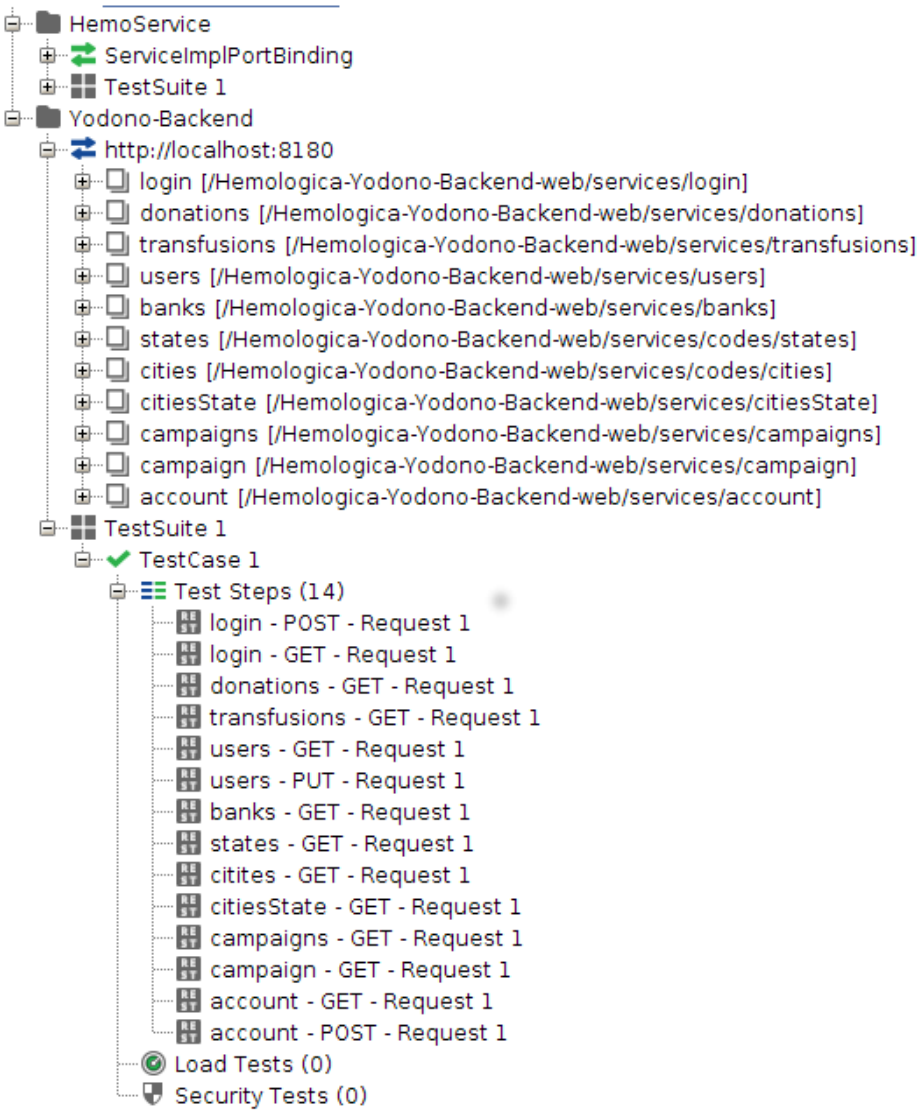

Figura 58 - Proyecto SoapUI tipo REST para YoDono

5.4. Pruebas de caja negra

Las pruebas de caja negra se realizaron a través de la interfaz web de las aplicaciones HemoSalud y YoDono ejecutando mediante el ingreso de datos a través de formularios de búsqueda o de ingreso de datos. Al igual que con las pruebas unitarias, no se diseñaron casos de prueba que permitan cubrir el amplio conjunto de funcionalidades del sistema.

Las pruebas realizadas en esta etapa consistieron en el ingreso de donaciones y transfusiones desde HemoSalud a través de las funcionalidades previstas para centros no informatizados. Luego se validó que los datos ingresados se pudieran recuperar tanto desde HemoSalud, a través de las funcionalidades de consulta de antecedentes, ver donaciones y ver transfusiones; como desde YoDono, a través de las funcionalidades de ver mis donaciones y ver mis transfusiones. Por otro lado, se validó que los datos ingresados fueran consistentes con los datos obtenidos de los reportes generados por HemoSalud en la sección de Indicadores, y al

consultar el stock nacional y de un determinado banco de sangre. Otro de los mecanismos validados durante esta etapa, fue la creación automática de usuarios de YoDono a partir de la recepción de un documento CDA por parte de HemoService. En cuanto a la integración de HemoService con la plataforma de Salud.uy se validó que las nuevas personas generadas en el ingreso de donaciones y transfusiones fueran registradas en el OpenEMPI bajo el dominio de HEMOLOGICA, a través de su interfaz web de administración. También se verificó que los CDA fuesen recibidos correctamente por el XDS de Salud.uy consultando directamente sobre la base de datos del mismo.

5.5. Conclusiones

Si bien no se realizaron pruebas exhaustivas sobre las funcionalidades consideramos que las mismas no son necesarias en el marco del proyecto académico, dado que el objetivo es el diseño y prototipado de una solución que satisfaga las funcionalidades que define la problemática planteada. De todos modos, para la puesta en producción del sistema deben realizarse pruebas más precisas sobre las funcionalidades y el diseño de casos de prueba mediante la aplicación de técnicas de testing. Estas últimas permiten cubrir un amplio conjunto de escenarios logrando cierto grado de correctitud. Además es necesario la construcción de un ambiente para pruebas que permita realizar de mejor forma las pruebas de carga. También es importante contar con un conjunto de datos de prueba provisto por las instituciones de forma que nos permita acercarnos más aún a la realidad actual.

6. Gestión de Proyecto

6.1. Introducción

En este capítulo se presentan el proceso de desarrollo que tuvo el proyecto así como las horas invertidas.

6.2. Gestión

El proyecto constó de 4 partes bien definidas, en primer lugar se realizó un análisis de situación o requerimientos junto con el doctor Jorge Bove, director de Hemoterapia de IMPASA y quien ideó el proyecto. Junto con esto se realizó un estudio sobre los temas relacionados a la informática en la salud a nivel nacional e internacional. De esta primera etapa surgieron los documentos de “Estado del Arte”, “Especificación de Requerimientos” y “Diccionario de Datos”. Este último sirvió para comprender mejor la realidad adecuándose a los términos técnicos utilizados y como primera aproximación al modelo de datos.

En segundo lugar se realizó el diseño y arquitectura de la solución propuesta junto con un conjunto de mockups (ver Anexo 6) los cuales fueron usados para validar la idea y mostrar la interacción propuesta con los usuarios. Si bien en esta etapa no se realizó un documento correspondiente a la arquitectura, se realizaron los diagramas correspondientes al estándar de Arquitectura 4+1.

La tercera etapa y la más extensa en tiempo fue la de desarrollo en la cual se implementó el prototipo descrito anteriormente.

Por último se realizó el testing de las aplicaciones el cual incluyó pruebas funcionales que permitieron verificar la integración de todos los sistemas que conforman HEMOLOGICA.

Las horas dedicadas al proyecto se registraron en la herramienta TeamWork, plataforma web para gestión de proyectos que ofrece una versión gratuita. TeamWork permite crear tareas y registrar horas invertidas para cada tarea, así como generar reportes discriminando por fechas, tareas entre otras. Si bien la herramienta ofrece una gran cantidad de funcionalidades se utilizó solamente con el fin de registrar las horas invertidas por parte del grupo.

La fecha que se toma como inicio del proyecto es el 1 de abril del 2015 y fin el 15 de marzo.

Horas totales invertidas

El proyecto de grado tiene una carga horaria de 15 horas semanales por integrante durante 8 meses, esto da un total de 1032 horas (15*2*8*4.3) estipuladas de duración, el proyecto HEMOLOGICA llevo 1200 horas, si bien incurrió 168 horas de más se considera que está dentro de lo normal por lo extenso del proyecto y el cual fue pensado originalmente para ser realizado por 3 estudiantes.

La Tabla 9 muestra la cantidad de horas invertidas por los dos integrantes del equipo por mes durante todo el proyecto.

Año	Mes	Horas	Porcentaje
2015	Abril	56	4,7 %
2015	Mayo	85	7,1 %
2015	Junio	87	7,3 %
2015	Julio	56	4,7 %
2015	Agosto	96	8,0 %
2015	Setiembre	124	10,3 %
2015	Octubre	166	13,8 %
2015	Noviembre	108	9,0 %
2015	Diciembre	140	11,7 %
2016	Enero	77	6,4 %
2016	Febrero	102	8,5 %
2016	Marzo	103	8,6 %
Total		1200	

Tabla 9 - Horas dedicadas por mes

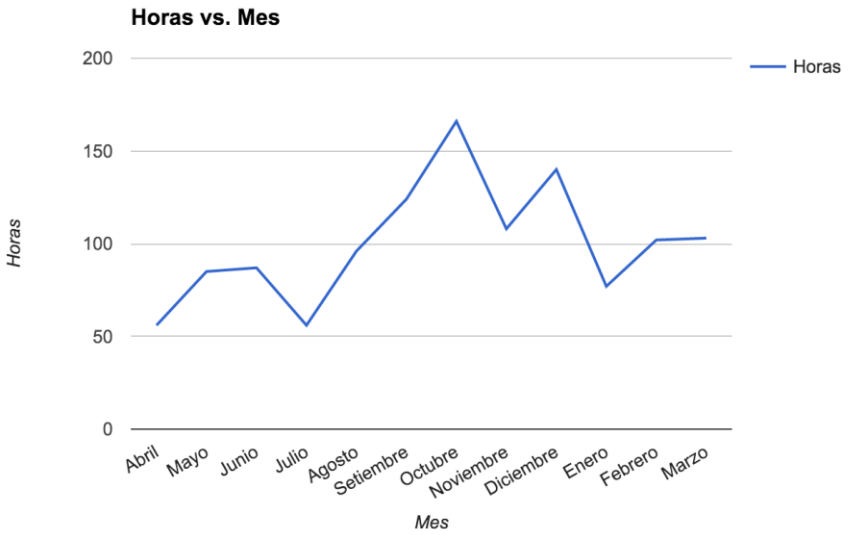

Figura 59 - Gráfica de horas invertidas por mes

Del análisis del esfuerzo realizado se destaca el pico de los meses de setiembre y octubre de 2015 que correspondieron a la preparación y muestra de HEMOLGOICA en Ing. Demuestra, durante la cual fue sometido a comentarios y pruebas del público y de los docentes de otras especialidades que se interesaron. El resultado en cuanto a gestión es que el plazo a cumplir tuvo el efecto de lograr un avance en poco tiempo y de recoger opiniones que pueden resumirse en lo siguiente:

1. Las personas reconocen que se olvidan de cuando están aptos para donar y que sería útil el envío de mensajes recordatorios.

2. Fue visto como provechoso la implementación del sistema y que varias de sus funcionalidades pueden aplicarse a otras realidades tales como el caso de la donación y trasplante de órganos.
3. Se reafirmó la percepción que se tenía respecto a la dificultad en el intercambio de información entre instituciones debido a resistencias de las mismas.

En la Tabla 10 se puede ver la distribución de esfuerzo según las tareas realizadas en el proyecto.

Tarea	Horas	Porcentaje
Estudio y Análisis	153	12,8 %
Diseño y Arquitectura	161	13,4 %
Desarrollo	480	40,0 %
Testing	130	10,8 %
Documentación	196	16,3 %
Ingeniería de Muestra	80	6,7 %
Total	1200	

Tabla 10 - Horas dedicadas por tipo de tarea

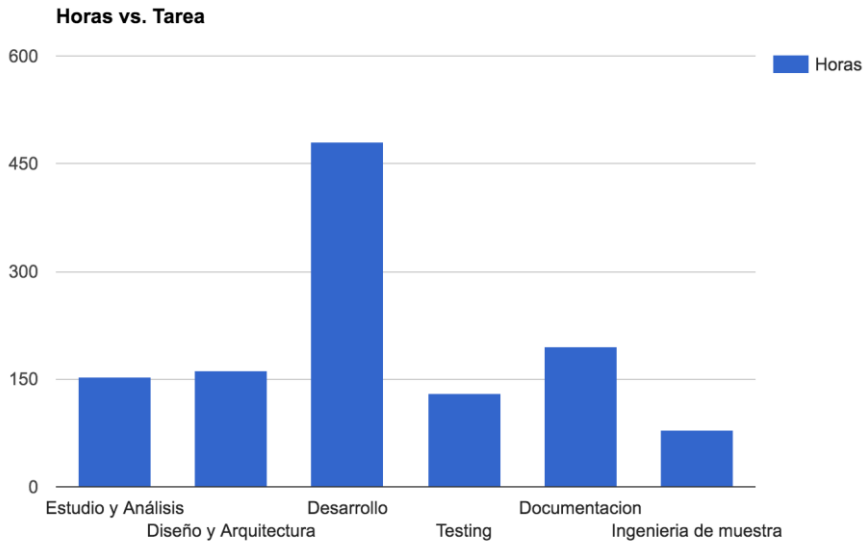

Figura 60 - Distribución de cantidad de horas por tipo de actividad

7. Conclusiones

7.1. Introducción

En este capítulo se especifican las principales conclusiones del proyecto así como un análisis del posible trabajo a futuro, y un resumen de las principales dificultades encontradas.

7.2. Logros

La implementación de una plataforma de integración como HEMOLOGICA se considera de real importancia en el sistema de salud uruguayo ya que permite tener una visión en tiempo real del estado de la sangre a nivel nacional, mejorar la eficiencia del sistema y brindar una mejor y más segura atención a todos los ciudadanos. La falta de donantes voluntarios en el país es una realidad y HEMOLOGICA podría ser un gran aporte al llegar a todos los ciudadanos del país a través de su aplicación web y del uso de notificación. Esto último fue visto muy positivo en donantes que por motivos de olvido no concurren con frecuencia a donar.

Para lograr un real funcionamiento de la plataforma HEMOLOGICA, es necesario que su implantación venga acompañada de una regulación por parte del estado, ya que es necesario que los sistemas de gestión de las instituciones alimenten a la plataforma con los documentos CDA correspondientes y con los movimientos de stock.

Se considera un acierto la utilización del EMPI como sistema centralizado a nivel nacional para el mantenimiento de los datos demográficos de las personas y sus identificadores. Sin embargo se cree necesario la implementación completa del perfil PIX/PDQ, para así contar con la transacción PIXUN que notifica a los distintos sistemas que utilizan el EMPI el evento de agrupación de dos registros de personas, para que realicen las acciones que consideren necesarias.

La implementación de la regulación que indica la obligación de la separación de los datos personales de los clínicos se torna difícil de aplicar ante un escenario de almacenamiento de documentos CDA, si bien es posible anonimizar estos con mecanismos de encriptación como el explicado en los capítulos anteriores, esto hace engorrosa la implementación y le agrega lógica a la implementación del perfil XDS.

La no utilización de un identificador global por parte del EMPI, hace que los distintos CDA, queden asociados a distintos identificadores, lo que vuelve difícil la utilización de esta base de datos con fines estadísticos. No es posible sin consultar al EMPI determinar si dos documentos clínicos asociados a identificadores distintos corresponden a la misma persona.

Por otro lado, la utilización de una base de datos XML se considera un acierto ya que permite alterar lo menos posible los documentos CDA recibidos evitando la perdida de datos durante el procesamiento. De todos modos, el cambio de paradigma de la utilización de una base de datos documental implicó cierta dificultad para su utilización y complejizó ciertas consultas que terminaron utilizando ambas bases de datos para resolverse.

7.3. Dificultades encontradas

7.3.1. Conflicto de Intereses entre instituciones

Unos de los inconvenientes encontrados a la implantación de la plataforma HEMOLOGICA, es la resistencia de las instituciones a compartir la información del stock de unidades de sangre. Esto se debe a que aún no incorporan los posibles beneficios de HEMOLOGICA para sus pacientes, y mantienen el esquema de un banco cerrado o semi-cerrado. Si bien se tomó la decisión de manejar convenios entre las aplicaciones, para lograr un uso realmente eficiente de las dosis no debería existir restricción alguna por parte de ninguna institución.

7.3.2. Plataforma de Salud.uy

Si bien la plataforma Salud.uy sirvió de gran apoyo durante el desarrollo de proyecto a través de los recursos que ofrece, desde cursos que se dieron de apoyo y de la buena voluntad de quienes la integran para responder dudas que surgieron, la plataforma Salud.uy está en pleno desarrollo. Esto implica que existan aspectos no definidos aún, como el producto EMPI a usar y las transacciones a implementar, que ciertos recursos no estuvieran disponibles a tiempo y que se encontraran bugs en implementaciones brindadas.

7.3.3. Dificultad de comunicación con actores privados involucrados

Como se mencionó anteriormente HEMOLOGICA no busca reemplazar los sistemas de gestión existentes, si no que estos alimenten a la plataforma para lograr la integración. Se encontró falta de voluntad de colaborar de parte de actores privados relevantes de la industria Uruguaya. Este no es un punto menor ya que los sistemas de gestión de estas empresas deben comunicarse con HEMOLOGICA a través del mecanismo descripto en los capítulos anteriores.

7.4. Trabajo a futuro

7.4.1. Versionado de documentos CDA

En esta instancia no se contempló el versionado de documentos CDA, ni la edición de las donaciones y transfusiones registradas en HemoSalud. Los documentos CDA soportan este mecanismo mediante la utilización del elemento “revision” que permite indicar que un CDA corresponde a una nueva versión de otro. Esta funcionalidad debería contemplarse tanto para los CDA recibidos de las instituciones con los generados por HEMOLOGICA, así como definir protocolos que establezcan quiénes pueden realizar revisiones y de cuáles documentos.

7.4.2. Gestión de solicitudes de dosis de Sangre entre instituciones.

El hecho de integrar la información del stock de todos los bancos permite mejorar la eficiencia del uso de las dosis, de todas formas en esta versión de HEMOLOGICA las personas que utilizan el sistema deben identificar el banco de sangre que consideren más óptimo para luego realizar el pedido manualmente. Se considera una mejora importante, que sea HEMOLOGICA quien a través de un algoritmo de optimización indique a qué banco solicitarle las dosis y que se realice desde la aplicación la gestión de solicitud y aceptación de los pedidos. El algoritmo de optimización para tomar la decisión, aparte de la variable distancia debe tomar en cuenta otras como el stock, cantidad de pacientes en cada institución, uso histórico de dosis por parte del banco entre otras.

7.4.3. Nuevos canales de notificación

Tanto para el envío de notificaciones informativas como para la comunicación ante el primer acceso de los ciudadanos a YoDono, HEMOLOGICA podría incorporar nuevos canales de comunicación además del e-mail como puede ser el SMS y push notification en caso de una aplicación móvil.

7.4.4. Auditoría

Otro punto importante que quedó pendiente es la implementación de un mecanismo de auditoría que realice el registro de todas las acciones que se realicen en el sistema de forma tal que permita determinar quién realizó cierta acción y en qué momento.

8. Bibliografía

[1] SUAT, 06 14 2013. [En línea]. Available: https://www.suat.com.uy/novedad/85-la-importancia-de-donar-sangre/. [Último acceso: 21 02 2016].

[2] HL7, [En línea]. Available: http://www.hl7.org/about/index.cfm?ref=common. [Último acceso: 04 03 2016].

[3] LOINC, [En línea]. Available: https://loinc.org/. [Último acceso: 04 03 2016].

[4] CIE 10, [En línea]. Available: http://www.cie10.org/. [Último acceso: 25 02 2016].

[5] SNOMED-CT, [En línea]. Available: http://www.ihtsdo.org/snomed-ct. [Último acceso: 04 03 2016].

[6] M. E. Cortés, «¿El ocaso de HL7 V3?,» HL7 en Español, 14 12 2013. [En línea]. Available: http://hl7es.blogspot.com.uy/2013/12/el-ocaso-de-hl7-v3.html. [Último acceso: 13 02 2016].

[7] FHIR, [En línea]. Available: https://www.hl7.org/fhir/. [Último acceso: 04 03 2016].

[8] International Health Terminology Standards Development Organisation, Guía de introducción a SNOMED-CT, Segunda edición (EE.UU.) ed., 22-02-2014.

[9] IHE International, Patient Identifier Cross-Reference HL7 V3 (PIXV3) and Patient Demographic Query HL7 V3 (PDQV3), 10-08-2009.

[10] Patient Identifier Cross-Referencing, 24 02 2011. [En línea]. Available: http://wiki.ihe.net/index.php?title=Patient_Identifier_Cross-Referencing. [Último acceso: 13 02 2016].

[11] Patient Demographics Query, 10 04 2010. [En línea]. Available: http://wiki.ihe.net/index.php?title=Patient_Demographics_Query. [Último acceso: 13 02 2016].

[12] OID, [En línea]. Available: http://www.oid-info.com/#oid. [Último acceso: 21 02 2016].

[13] ISO OID, [En línea]. Available: http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=54012. [Último acceso: 05 03 2016].

[14] Salud.uy, [En línea]. Available: http://salud.gub.uy/. [Último acceso: 06 03 2016].

[15] Primer Release de la Extensión Uruguaya de SNOMED-CT, [En línea]. Available: http://www.agesic.gub.uy/innovaportal/v/4829/1/agesic/primer-release-de-la-extension-uruguaya-de--snomed-ct%C2%AE.html. [Último acceso: 05 03 2016].

[16] UNAOID, [En línea]. Available: http://unaoid.gub.uy/. [Último acceso: 06 03 2016].

[17] Unidad Nacional de Asignación de OID, Buenas Prácticas sobre el uso de identificadores de Objetos (OID), Montevideo, 2011.

[18] OMS, Seguridad de la Sangre, Base Global de Datos sobre la Seguridad de la Sangre (BGDSS) 2012, 2012.

[19] Disponibilidad y seguridad de la sangre a nivel mundial, 06 2015. [En línea]. Available: http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs279/es/. [Último acceso: 06 03 2016].

[20] NHS Blood and Transplant, [En línea]. Available: https://www.blood.co.uk/. [Último acceso: 07 03 2016].

[21] Canadian Blood Services, [En línea]. Available: https://www.blood.ca. [Último acceso: 07 03 2016].

[22] Perfil de los Sistemas de Salud de la República Oriental del Uruguay, Washington, D.C: Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud, Septiembre 2009.

[23] SISSAN, [En línea]. Available: http://sissan.com.uy/. [Último acceso: 08 03 2016].

[24] Ministerio de Salud Pública, Decreto N° 385/000, Montevideo, 26 de diciembre de 2000.

[25] Unidad Reguladora y de Control de Datos Personales, Decreto N° 396/003, Montevideo, 20 de setiembre de 2003.

[26] Introduction to Single Sign-On, [En línea]. Available: http://www.opengroup.org/security/sso/sso_intro.htm. [Último acceso: 08 03 2016].

[27] Ley 19.179, Montevideo, 27 de diciembre de 2013.

[28] BaseX, [En línea]. Available: http://basex.org/. [Último acceso: 12 03 2016].

[29] CAS Porotocl 3.0 Especification, 13 01 2015. [En línea]. Available: https://jasig.github.io/cas/development/protocol/CAS-Protocol-Specification.html. [Último acceso: 14 03 2016].

[30] Mirth ESB, [En línea]. Available: https://www.mirth.com/. [Último acceso: 15 03 2016].

[31] OpenEMPI, [En línea]. Available: http://www.openempi.org/. [Último acceso: 17 03 2016].

[32] HAPI, [En línea]. Available: http://hl7api.sourceforge.net/. [Último acceso: 18 03 2016].

[33] Salud.uy, Servidor Terminológico, [En línea]. Available: https://hcen.salud.uy/web/pub/servidor-terminologico. [Último acceso: 19 03 2016].

[34] SNOMED-CT Uruguay, [En línea]. Available: http://uy.termspace.com/. [Último acceso: 19 03 2016].

[35] Programa Salud.uy , Guía de implementación - estructura mínima nacional del documento clínico HL7 V3 CDA-R2 para uso en el dominio de Salud, 26/08/2013.

[36] HL7, HL7 Clinical Document Architecture, Release 2.0, 09/25/2005.

[37] HL7, Quick Start Guide for CDA R2, 1-11-2005.

[38] CDA Pro, The classCode attribute, [En línea]. Available: http://www.cdapro.com/know/25031. [Último acceso: 21 03 2016].

[39] CDA Pro, The moodCode attribute, [En línea]. Available: http://www.cdapro.com/know/25027. [Último acceso: 21 03 2016].

[40] CDA Pro, The statusCode element, [En línea]. Available: http://www.cdapro.com/know/25035. [Último acceso: 21 03 2016].

[41] CDA Pro, The entryRelationship element, [En línea]. Available: http://www.cdapro.com/know/25043. [Último acceso: 21 03 2016].

[42] J. Mussi, N. Domeij, K. Wiiting y C. Parisot, XDS Patient Identity Management White Paper, 4-03-2011.

[43] NIST, Federal Information Processing Standards Publication 197, 26 de noviembre de 2001.

[44] NSA, CNSS Policy No. 15, Fact Sheet No. 1, Junio 2003.

[45] Geocom - Salud.Uy, Plan de Acción Operativo para implantar la HCEN en el Sistema de Salud uruguayo, 01/05/2014.

[46] Salud.uy, Guía para la Gestón de OID, 2013-01 ed., 09-09-2013.

[47] Cross-Enterprise Document Sharing, 05 04 2013. [En línea]. Available: http://wiki.ihe.net/index.php?title=Cross-Enterprise_Document_Sharing. [Último acceso: 13 02 2016].

[48] ACC, HIMSS, RSNA, Cross-Enterprise Document Sharing-b (XDS.b), 15-08-2007.

Anexo 1 - Base de datos XML, XPath y XQuery

1.1. Introducción

En este apartado se describe la investigación realizada sobre la utilización de bases de datos XML junto con los estándares XPath y XQuery para la recuperación y actualización de datos.

1.2. XPath

XPath (XML Path Language), es un lenguaje de consulta específico para utilizar en documentos XML, permite buscar y seleccionar elementos en el documento utilizando la estructura jerárquica que tiene el XML.

Si se procesa un documento XML a través de un analizador o parser, se genera de la estructura inicial, un árbol de nodos que lo representa.

Ej:

```xml
<!-- Grupo de personas -->
<Personas>
   <Persona sexo="Femenino">
      <Nombre>Ana</Nombre>
      <Apellido>Fernandez</Apellido>
      <Hijos>
         <Hijo>
            <Persona sexo="Masculino">
               <Nombre>Lucia</Nombre>
               <Apellido>Gomez</Apellido>
            </Persona>
         </Hijo>
      </Hijos>
   </Persona>
   <Persona sexo="Masculino">
      <Nombre>Juan</Nombre>
      <Apellido>Perez</Apellido>
      <Hijos>
         <Hijo>
            <Persona sexo="Masculino">
               <Nombre>Pedro</Nombre>
               <Apellido>Perez</Apellido>
            </Persona>
         </Hijo>
         <Hijo>
            <Persona sexo="Femenino">
               <Nombre>Andrea</Nombre>
               <Apellido>Perez</Apellido>
            </Persona>
         </Hijo>
      </Hijos>
   </Persona>
</Personas>
```

Figura 62 - Ejemplo documento XML

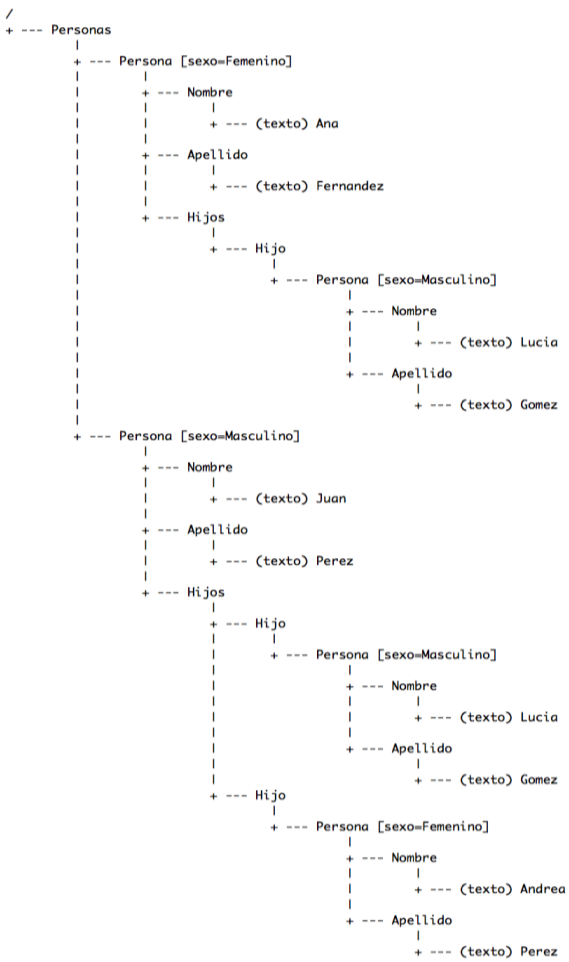

Figura 61 - Ejemplo documento XML en formato árbol.

Este árbol tiene una estructura común a cualquier documento XML: un nodo inicial, nodos intermedios que dependen del nodo inicial y finaliza con elementos denominados hojas. Es en base a esta estructura que XPath define su lenguaje de consulta.

Tipos de nodos:

- Nodo raíz: Está representado por el carácter "/", no se debe confundir el elemento raíz con el nodo raíz, en el ejemplo el elemento raíz es "Personas". El elemento raíz está dentro del nodo raíz.
- Nodo elemento: Todos los elementos del árbol son nodos elementos dentro del árbol, a su vez todos tienen como padre a un nodo elemento salvo el elemento raíz que tiene como padre el nodo raíz. Todo nodo elemento puede tener como hijos otros nodos elemento o nodos hoja.
- Nodo atributo: Es un nodo incluido en un elemento, actúa como etiqueta del nodo que lo contiene y tiene la estructura de clave-valor.
- Nodo texto: Son elementos hojas del árbol, representa a todos los caracteres que están entre etiquetas en el documento y no tienen nodos hijos.
- Nodo comentario: Un nodo comentario contiene información para quien lee el documento, como aclaraciones o forma de uso. Este nodo puede tener nodo padre pero no nodos hijos.
- Nodo de instrucciones de proceso: Representa una instrucción de procesamiento. Al igual que el nodo comentario, tiene nodo padre pero no nodos hijo.

Para los nodos se definen las siguientes relaciones entre ellos:

- Padre: El nodo anterior a un elemento, cada elemento y atributo tiene un solo padre.
- Hijo: Los nodos elemento pueden tener cero, uno o más hijos.
- Hermanos: Los nodos que tienen el mismo padre.
- Ancestros: Un nodo padre, el padre de ese nodo, etc.
- Descendientes: Uno nodo hijo, los nodos hijo de ese nodo, etc.

XPath utiliza expresiones de manejo de rutas para realizar las búsquedas dentro del documento XML, algunas de las expresiones más usadas son:

Nombre nodo	Busco por el nombre del nodo.
/	Busca desde el nodo raíz.
//	Busca en cualquier parte del documento.
@	Selecciona un atributo
..	Selecciona el nodo padre
.	Selecciona el nodo actual.

Para buscar nodos específicos o nodos con algún valor específico XPath utiliza predicados, los cuales son expresiones dentro de los caracteres " [" y "] ".

Algunos de los predicados más utilizados son:

/nodo/nodoHijo[1]	Devuelve el primer nodo hijo del elemento raíz.
/nodo/nodoHijo[last()]	Devuelve el último nodo hijo del elemento raíz.
/nodo/[position()<3]	Devuelve los primeros 2 nodos hijos del elemento raíz.
/nodo/nodoHijo[@atr='a']	Devuelve los nodos hijos del elemento raíz que tenga el atributo "atr" con valor "a"
/nodo/nodoHijo[@atr='a']/nodoNieto	Devuelve los nodos hijos de los elementos hijos del elemento raíz que tenga el atributo "atr" con valor "a"

Estas expresiones son evaluadas para producir un objeto, que tendrá uno de los siguientes tipos básicos:

- Conjunto de nodos (una colección desordenada de nodos sin duplicados)
- Booleano (verdadero o falso)
- Número (un número en punto flotante)
- Cadena (una secuencia de caracteres)

Ej: Los siguientes ejemplos hacen referencia al documento XML de la Figura 62.

La expresión Xpath "/Personas/Persona/Nombre" devuelve los nodos con los nombres de las personas que están bajo el nodo raíz, en este caso:

<Nombre>Ana</Nombre>
<Nombre>Juan</Nombre>

La expresión Xpath "/Personas/Persona/Nombre/text()" devuelve los nombres de las personas que están bajo el nodo raíz, en este caso:

Ana
Juan

Si en cambio se realiza la consulta "//Persona/Nombre" esta devuelve todos los nodos nombres de las personas en cualquier parte del documento XML, en este caso:

<Nombre>Ana</Nombre>
<Nombre>Lucia</Nombre>
<Nombre>Juan</Nombre>

<Nombre>Pedro</Nombre>
<Nombre>Andrea</Nombre>

1.3. XQuery

XQuery es un lenguaje de consulta diseñado para realizar búsquedas sobre conjuntos o colecciones de documentos XML. Es un lenguaje funcional que a diferencia de los lenguajes procedurales clásicos que ejecutan una lista de comandos, cada consulta es evaluada y devuelve un resultado. XQuery utiliza expresiones XPath para acceder a determinadas partes de un documento XML. Una consulta XQuery es una expresión que lee una secuencia de datos en XML y devuelve como resultado otra secuencia de datos en XML. La sintaxis elemental del lenguaje se compone de 5 clausulas: For, Let, Where, Order by, Return.

- For: Selecciona una colección de nodos.
- Let: Pone el resultado de una expresión en una variable XQuery.
- Where: Filtrar el resultado dependiendo de la expresión utilizada al igual que en el lenguaje SQL.
- Order by: Utilizado para ordenar los resultados según el criterio utilizado.
- Return: Construye el resultado de la consulta, después de ser evaluada por la cláusula where y order by.

Ej: Si ejecutamos la siguiente expresión al documento de la Figura 62

```
for $var in doc("personas")/Personas/Persona
let $c := count($var/Hijos/Hijo)
where $c > 0
order by $c descending
return $var
```

El resultado será el conjunto de nodos "Persona" que tengan nodos "hijo" ordenados por cantidad de nodos "hijo" de forma descendente:

```
<Persona sexo="Masculino">
  <Nombre>Juan</Nombre>
  <Apellido>Perez</Apellido>
  <Hijos>
     <Hijo>
        <Persona sexo="Masculino">
           <Nombre>Pedro</Nombre>
           <Apellido>Perez</Apellido>
        </Persona>
     </Hijo>
     <Hijo>
        <Persona sexo="Femenino">
           <Nombre>Andrea</Nombre>
           <Apellido>Perez</Apellido>
        </Persona>
     </Hijo>
  </Hijos>
</Persona>
<Persona sexo="Femenino">
  <Nombre>Ana</Nombre>
  <Apellido>Fernandez</Apellido>
  <Hijos>
     <Hijo>
        <Persona sexo="Masculino">
           <Nombre>Lucia</Nombre>
           <Apellido>Gomez</Apellido>
        </Persona>
     </Hijo>
  </Hijos>
</Persona>
```

Figura 63 - Resultado de una consulta XQuery

1.4. Base de datos XML

Una base de datos XML es un software que persiste datos en formato XML y que permite consultarlos, actualizarlos y eliminarlos.

- XML habilitados

Almacenan la información en bases de datos tradicionales pero permiten el ingreso en formato XML, que previo a ser almacenado es formateado a la estructura deseada. De forma inversa al momento de recuperarlo, la estructura inicial del XML es generada a partir del esquema de almacenamiento de la base de datos.

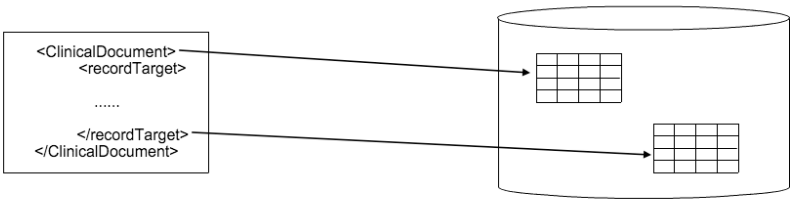

Figura 64 - Diagrama de almacenamiento en Base de datos XML habilitada

- XML nativo

Son bases de datos cuyo objetivo principal es el almacenamiento de documentos XML y tienen a éste como unidad básica de almacenamiento y gestión. Este tipo de bases de datos no tienen necesidad de transformar los documentos a otras estructuras y son capaces de guardar y recuperar el documento de manera intacta. Definen un modelo lógico de acuerdo al documento XML el cual debe incluir como mínimo elementos, atributos, manejo de CDATA y orden del documento.

Características:

- Tienen como unidad lógica de almacenamiento y gestión el documento XML.
- Soportan lenguajes de consulta XML.
- Permite almacenar cualquier tipo de documento XML que esté bien formado, sin necesidad de tener definido un modelo previo.
- Representan como "nodos" todos los elementos del documento XML.
- Preservar el orden del documento, las instrucciones de procesamiento, los comentarios, las secciones CDATA y las entidades.

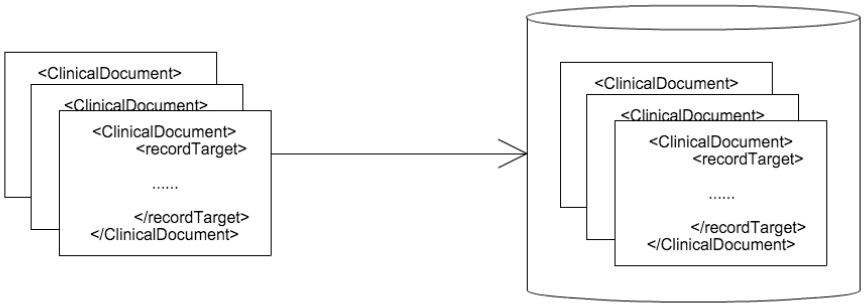

Figura 65 - Diagrama de almacenamiento en base de datos XML nativa

Anexo 2 - Estructura CDA

1.1. Introducción

En este apartado se muestran las estructuras completas de los CDA de donación, transfusión y resultados de laboratorio, utilizados en la definición de la estructura de cada CDA antes mencionado.

1.2. Donación

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>

<ClinicalDocument
 xmlns="urn:hl7-org:v3"
 xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
 xsi:schemaLocation="urn:hl7-org:v3 CDA.xsd">

 <typeId root="2.16.840.1.113883.1.3" extension="POCD_HD000040"/>

 <id root="2.16.858.0.0.1.10.2.3.1.1.2.1" extension="1"/>

 <!-- Identificación del tipo de documento -->
 <code codeSystem="2.16.840.1.113883.6.1" codeSystemName="LOINC"
       code="33720-4" displayName="Donacion de sangre"/>

 <!-- Fecha en que se genero el documento -->
 <effectiveTime value="20150715195500"/>

 <!-- confidencialidad - N(normal) - R (restringido) - V (muy restringido)  -->
<confidentialityCode codeSystemName="Confidentiality" code="N"
       codeSystem="2.16.840.1.113883.5.25" displayName="normal"/>

 <recordTarget typeCode="RCT" contextControlCode="OP">
       <patientRole classCode="PAT">

   <!-- Identificador del paciente  El root 2.16.858.1.858.68909.35679873 -
                            Código CI = 68909 - CI = 35679873  -->
       <id root="2.16.858.1.858.68909.35679873"/>

       <!-- Telefono y MAil -->
       <telecom value="tel:23055765" use="HP"/>
       <telecom value="mailto:brunostrasser18@gmail.com" use="HP"/>

       <patient classCode="PSN" determinerCode="INSTANCE">

              <!-- Nombres y Apellidos -->
              <name>
                     <given>Bruno</given>
                     <given>Guillermo</given>
                     <family>Strasser</family>
                     <family>Mazza</family>
              </name>

              <administrativeGenderCode code="1" displayName="Masculino"
                     codeSystem="2.16.858.2.10000675.69600"/>
              <birthTime value="19910223"/>
```

```
        </patient>
    </patientRole>
  </recordTarget>

  <author typeCode="AUT" contextControlCode="OP">

        <time value="20150715202500"/>

        <assignedAuthor classCode="ASSIGNED">

              <!-- Identificador del profesional de la salud. -->
              <id root="2.16.858.1.858.68909.46714299"/>

              <assignedPerson>
                    <name>
                          <prefix>Dra.</prefix>
                          <given>Paula</given>
                          <family>Roche</family>
                    </name>
              </assignedPerson>

              <representedOrganization>
                    <id root="2.16.858.0.0.1.10.2.3.6"/>
                    <name>Hospital de Clinicas</name>
              </representedOrganization>

        </assignedAuthor>
  </author>

<!-- Organización  que  está  a  cargo  de  la conservación del  documento-->
<custodian>
        <assignedCustodian>
              <representedCustodianOrganization>
                    <!-- OID de Hemologica  -->
                    <id root="2.16.858.0.0.1.10.2.3.1.1"/>
                    <name>HEMOLOGICA</name>
              </representedCustodianOrganization>
        </assignedCustodian>
</custodian>

  <!--  ******************************************************    CDA Body
 ******************************************************  -->
<component>

 <structuredBody>
  <component>
    <section>
     <entry>
      <procedure moodCode="EVN" classCode="PROC">

        <!-- identificador de la donación realizada -->
        <id root="64af26d5-88ef-4169-ba16-c6ef16a1824f"/>

        <!-- código de SNOMED-CT del tipo de donación realizada -->

         <code code="233555005" codeSystem="2.16.840.1.113883.6.96"
          codeSystemName="SNOMED-CT" displayName="donación de sangre al azar"/>

         <statusCode code="completed"/>

         <!-- Hora de la donacion -->

         <effectiveTime xsi:type="IVL_TS">
```

```
            <low value="20140203092205"/>
            <high value="20140203111514"/>
        </effectiveTime>
        <!-- OID HEMOLOGICA-Muestra-Donaciones = 2.16.858.0.0.1.10.2.3.1.1.4 -->

        <!-- Identificador de la muestra extraída -->
        <specimen typeCode="SPC">
            <specimenRole classCode="SPEC">
                <id root="2.16.858.0.0.1.10.2.3.1.1.2.1.4" extension="1"/>
            </specimenRole>
        </specimen>

        <entryRelationship typeCode="COMP">

            <!-- Grupo Sanguíneo -->
            <observation classCode="OBS" moodCode="EVN">
                <code code="278151004" codeSystem="2.16.840.1.113883.6.96"
                      codeSystemName="SNOMED-CT"
                     displayName="grupo sanguíneo AB Rh(D) positivo"/>
             </observation>
        </entryRelationship>

      </procedure>

     </entry>

     <!-- Eventos adversos -->
     <entry>
            <observation classCode="OBS" moodCode="EVN">

                <!-- EVENTOS ADVERSOS SI CORRESPONDE -->
               <entryRelationship typeCode="CAUS">
                  <observation classCode="OBS" moodCode="EVN">
                        <code code="404640003" codeSystem="2.16.840.1.113883.6.96"
                        codeSystemName="SNOMED-CT" displayName="mareo"/>

                        <interpretationCode code="267008002"
                               codeSystem="2.16.840.1.113883.6.96" c
                               odeSystemName="SNOMED-CT"
                               displayName="leve">
                        </interpretationCode>
                   </observation>
               </entryRelationship>
            </observation>
    </entry>

     <entry>
            <observation classCode="OBS" moodCode="EVN">
                <code code="1" displayName="Donante voluntario"></code>
            </observation>
     </entry>

    </section>
   </component>
  </structuredBody>
 </component>

</ClinicalDocument>
```

1.3. Resultado de laboratorio

```xml
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<ClinicalDocument
   xmlns="urn:hl7-org:v3"
   xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
   xsi:schemaLocation="urn:hl7-org:v3 CDA.xsd">

  <typeId root="2.16.840.1.113883.1.3" extension="POCD_HD000040"/>

  <id root="2.16.858.0.0.1.10.2.3.1.1.2.1" extension="1"/>

 <!-- Identificación del tipo de documento -->
  <code codeSystem="2.16.840.1.113883.6.1" codeSystemName="LOINC"
         code="11502-2" displayName="Informe de laboratorio"/>

 <!-- Fecha en que se genero el documento -->

 <effectiveTime value="20150715195500"/>

 <!-- confidencialidad - N(normal) - R (restringido) - V (muy restringido)  -->
 <confidentialityCode codeSystemName="Confidentiality" code="N"
       codeSystem="2.16.840.1.113883.5.25" displayName="normal"/>

 <recordTarget typeCode="RCT" contextControlCode="OP">
       <patientRole classCode="PAT">

        <!-- Identificador del paciente  El root 2.16.858.1.858.68909.35679873 -
                        Código CI = 68909 - CI = 35679873  -->
       <id root="2.16.858.1.858.68909.35679873"/>

       <!-- Telefono y MAil -->
       <telecom value="tel:23055765" use="HP"/>
       <telecom value="mailto:brunostrasser18@gmail.com" use="HP"/>

       <patient classCode="PSN" determinerCode="INSTANCE">

              <!-- Nombres y Apellidos -->
              <name>
                     <given>Bruno</given>
                     <given>Guillermo</given>
                     <family>Strasser</family>
                     <family>Mazza</family>
              </name>

              <administrativeGenderCode code="1" displayName="Masculino"
                     codeSystem="2.16.858.2.10000675.69600"/>
              <birthTime value="19910223"/>
       </patient>
  </patientRole>
 </recordTarget>

 <author typeCode="AUT" contextControlCode="OP">

       <time value="20150715202500"/>

       <assignedAuthor classCode="ASSIGNED">

          <!-- Identificador del profesional de la salud. -->
           <id root="2.16.858.1.858.68909.46714299"/>
             <assignedPerson>
                     <name>
                            <prefix>Dra.</prefix>
                            <given>Paula</given>
                            <family>Roche</family>
```

```
                </name>
            </assignedPerson>

            <representedOrganization>
                <id root="2.16.858.0.0.1.10.2.3.6"/>
                 <name>Hospital de Clinicas</name>
            </representedOrganization>

        </assignedAuthor>
 </author>

 <!-- Organización  que  está  a  cargo  de  la conservación del  documento-->
 <custodian>
       <assignedCustodian>
            <representedCustodianOrganization>
                <!-- OID de Hemologica  -->
                <id root="2.16.858.0.0.1.10.2.3.1.1"/>
                <name>HEMOLOGICA</name>
            </representedCustodianOrganization>
       </assignedCustodian>
 </custodian>

 <!--  ******************************************************    CDA Body
*****************************************************  -->
 <component>
  <structuredBody>
   <component>
    <section>

       <entry>
         <organizer classCode="BATTERY" moodCode="EVN">

            <!-- Código de identificacion de las pruebas realizadas. -->
            <id root="7d5a02b0-67a4-11db-bd13-0800200c9a66"/>
            <statusCode code="completed"/>
            <effectiveTime value="201508125"/>

            <!-- id Muestra -->
            <specimen typeCode="SPC">
                <specimenRole classCode="SPEC">
                    <id root="2.16.858.0.0.1.10.2.3.1.1.2.1.4"
                        extension="1"/>
                </specimenRole>
            </specimen>
            <component>

            <!-- Sifilis -->
               <observation classCode="OBS" moodCode="EVN">

                  <!-- Código de identificacion unica de la prueba. -->
                  <id root="7d5a02b0-67a4-11db-bd13-0800200c9a66"/>

                  <!-- Código Snomed Ct de la prueba del laboratorio. -->
                  <code code="40675008"
                        displayName="Prueba serológica para la detección de sífilis"
                        codeSystem="2.16.840.1.113883.6.96"
                        codeSystemName="SNOMED-CT"/>
                        <statusCode code="completed"/>
                  <effectiveTime value="201508125"/>

                  <!-- Resultado -->
                  <value xsi:type="CO" code="260385009" displayName="Negative"
                  codeSystem="2.16.840.1.113883.6.96"
                  codeSystemName="SNOMED-CT"/>
```

```
            </observation>
        </component>

        <component>
          <!-- HIV -->
          <observation classCode="OBS" moodCode="EVN">

                <!-- Código de identificacion unica de la prueba. -->
                <id root="a38a9e20-74e5-4b75-83a3-f58180d39fe7"/>

                <!-- Código Snomed Ct de la prueba del laboratorio. -->
                <code code="31676001"
                       displayName="prueba para antígeno del virus de la
                       inmunodeficiencia humana"
                       codeSystem="2.16.840.1.113883.6.96"
                       codeSystemName="SNOMED-CT"/>
                <statusCode code="completed"/>
                <effectiveTime value="201508125"/>

                <!-- Resultado -->
                <value xsi:type="CO" code="260385009" displayName="Negative"
                   codeSystem="2.16.840.1.113883.6.96"
                   codeSystemName="SNOMED-CT"/>
          </observation>
        </component>
      </organizer>
     </entry>
    </section>
   </component>
  </structuredBody>
 </component>
</ClinicalDocument>
```

1.4. Transfusión

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<ClinicalDocument
   xmlns="urn:hl7-org:v3"
   xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
   xsi:schemaLocation="urn:hl7-org:v3 CDA.xsd">

  <typeId root="2.16.840.1.113883.1.3" extension="POCD_HD000040"/>

  <id root="2.16.858.0.0.1.10.2.3.1.1.2.1" extension="1"/>
  <!-- Identificación del tipo de documento -->
  <code codeSystem="2.16.840.1.113883.6.1" codeSystemName="LOINC"
        code="10416-6" displayName="Transfusion de sangre"/>


 <!-- Fecha en que se genero el documento -->
 <effectiveTime value="20150715195500"/>

       <confidentialityCode codeSystemName="Confidentiality" code="N"
       codeSystem="2.16.840.1.113883.5.25" displayName="normal"/>

 <recordTarget typeCode="RCT" contextControlCode="OP">
       <patientRole classCode="PAT">

        <!-- Identificador del paciente  El root 2.16.858.1.858.68909.35679873 -
                        Código CI = 68909 - CI = 35679873  -->
       <id root="2.16.858.1.858.68909.35679873"/>
```

```
            <!-- Telefono y MAil -->
            <telecom value="tel:23055765" use="HP"/>
            <telecom value="mailto:brunostrasser18@gmail.com" use="HP"/>

            <patient classCode="PSN" determinerCode="INSTANCE">

                    <!-- Nombres y Apellidos -->
                  <name>
                        <given>Bruno</given>
                        <given>Guillermo</given>
                        <family>Strasser</family>
                        <family>Mazza</family>
                  </name>

                  <administrativeGenderCode code="1" displayName="Masculino"
                        codeSystem="2.16.858.2.10000675.69600"/>
                  <birthTime value="19910223"/>
            </patient>
       </patientRole>
      </recordTarget>

      <author typeCode="AUT" contextControlCode="OP">
            <time value="20150715202500"/>
            <assignedAuthor classCode="ASSIGNED">

                <!-- Identificador del profesional de la salud. -->
                 <id root="2.16.858.1.858.68909.46714299"/>
                  <assignedPerson>
                        <name>
                              <prefix>Dra.</prefix>
                              <given>Paula</given>
                              <family>Roche</family>
                        </name>
                  </assignedPerson>

                  <representedOrganization>
                        <id root="2.16.858.0.0.1.10.2.3.6"/>
                         <name>Hospital de Clinicas</name>
                  </representedOrganization>

             </assignedAuthor>
      </author>

      <!-- Organización que está a cargo de la conservación del documento-->
      <custodian>
            <assignedCustodian>
                  <representedCustodianOrganization>
                        <!-- OID de Hemologica  -->
                        <id root="2.16.858.0.0.1.10.2.3.1.1"/>
                        <name>HEMOLOGICA</name>
                  </representedCustodianOrganization>
            </assignedCustodian>
      </custodian>

 <!--  ******************************************************     CDA Body
*****************************************************  -->
      <component>
        <structuredBody>
          <component>
            <section>
              <entry>
                <procedure moodCode="EVN" classCode="PROC">
                      <!-- identificador de la transfusion realizada -->
```

```
                <id root="64af26d5-88ef-4169-ba16-c6ef16a1824f"/>

                <!-- código de SNOMED-CT del procedimient de la transfusión -->
                <code code="54790000" codeSystem="2.16.840.1.113883.6.96"
                       codeSystemName="SNOMED-CT"
                       displayName=" transfusión de un componente sanguíneo
                       (procedimiento)"/>
                <statusCode code="completed"/>
                <!-- Hora de la Transfusión -->
                <effectiveTime xsi:type="IVL_TS">
                       <low value="20140203092205-0700"/>
                       <high value="20140203111514-0700"/>
                </effectiveTime>
                <!-- id producto a transfundir -->
                <specimen typeCode="SPC">
                   <specimenRole classCode="SPEC">
                       <id root="2.16.858.0.0.1.10.2.3.1.1.3" extension="1"/>
                       <specimenPlayingEntity>
                          <code code="122564002" codeSystem="2.16.840.1.113883.6.96"
                              codeSystemName="SNOMED-CT"
                               displayName="espécimen de hemoderivado obtenido de una bolsa
                               de sangre (espécimen)"></code>
                         </specimenPlayingEntity>
                   </specimenRole>
                 </specimen>

            <!-- id Donacion -->
           <specimen typeCode="SPC">
             <specimenRole classCode="SPEC">
                <id root="2.16.858.0.0.1.10.2.3.1.1.4" extension="2"/>
                    <specimenPlayingEntity>
                       <code code="122563008" codeSystem="2.16.840.1.113883.6.96"
                           codeSystemName="SNOMED-CT"
                               displayName="espécimen obtenido de una bolsa de sangre de un
                               paciente (espécimen)"></code>
                    </specimenPlayingEntity>
             </specimenRole>
          </specimen>

          <!-- Prodcuto -->
          <entryRelationship typeCode="COMP">
           <observation classCode="OBS" moodCode="EVN">
                <code code="256395009" codeSystem="2.16.840.1.113883.6.96"
                   codeSystemName="SNOMED-CT" displayName="plaquetas"></code>
             </observation>
           </entryRelationship>

          <entryRelationship typeCode="SPRT">
           <observation classCode="OBS" moodCode="EVN">
                <code code="118565006" codeSystem="2.16.840.1.113883.6.96"
                   codeSystemName="SNOMED-CT"
                       displayName="volumen (propiedad) (calificador)"></code>
                <value xsi:type="PQ" value="90" unit="ml"/>
           </observation>
          </entryRelationship>
</procedure>

  </entry>

  <!-- Eventos adversos -->
   <entry>
         <observation classCode="OBS" moodCode="EVN">

         <!-- EVENTOS ADVERSOS SI CORRESPONDE -->
```

```
            <entryRelationship typeCode="CAUS">
                  <observation classCode="OBS" moodCode="EVN">
                         <code code="341009" codeSystem="2.16.840.1.113883.6.96"
                                   codeSystemName="SNOMED-CT"
                            displayName="reacción de incompatibilidad ABO"/>
                                <interpretationCode code="267008002"
                         codeSystem="2.16.840.1.113883.6.96"
                  codeSystemName="SNOMED-CT" displayName="leve">
                  </interpretationCode>
                  </observation>
             </entryRelationship>
            </observation>
       </entry>
    </section>
   </component>

   <component>
    <!-- ANALISIS PRE TRANSFUSIONALES -->
    <section>
     <entry>
      <organizer classCode="BATTERY" moodCode="EVN">
         <statusCode code="completed"/>
         <component>
          <observation classCode="OBS" moodCode="EVN">

              <id root="7d5a02b0-67a4-11db-bd13-0800200c9a66
           <!-- 252314007 - prueba de transfusión sanguínea-->
              <effectiveTime value="201508125"/>
              <code code="77020008" codeSystem="2.16.840.1.113883.6.96"
                codeSystemName="SNOMED-CT" displayName="prueba de Coombs directa
              (procedimiento)"/>
              <value xsi:type="CO" code="260385009" displayName="Negative"
                   codeSystem="2.16.840.1.113883.6.96"codeSystemName="SNOMED-CT"/>

         </observation>
       </component>
      </organizer>
     </entry>
    </section>
   </component>
  </structuredBody>
</ClinicalDocument>
```

Anexo 3 - Modelo de datos

1.1. Introducción

En esta sección se muestran las distintas entidades existentes en la base de datos de HEMOLOGICA junto con la explicación de su uso y sus atributos.

1.2. Tablas

La siguiente tabla lista todas las entidades existentes en la base de datos y su descripción.

Tabla	Tipo	Descripción
advertisements	Datos	Campañas.
blood_abo_types_codes	Codiguera	Tipos de sangre ABO.
blood_d_types_codes	Codiguera	Tipos de sangre Rh.
blood_types_codes	Codiguera	Tipos de sangre compuestos, con referencia a blood_abo_types_codes y blood_d_types_codes.
centers	Datos	Centros asistenciales (Bancos de Sangre y/o Centros Transfusionales).
cities_codes	Codiguera	Codificación de Ciudades.
concepts	Codiguera	Términos SNOMED-CT.
concepts_displays	Codiguera	Sinónimos (y Multilenguaje) de los términos SNOMED-CT.
countries_codes	Codiguera	Codificación de Países.
documents	Datos	Documentos de Identificación de las personas. Por ejemplo: UY-CI-1234567.
documents_types_codes	Codiguera	Tipos de Documentos reconocidos.
donation_donor_types_codes	Codiguera	Tipos de donantes.
donation_events_codes	Codiguera	Tipos de eventos adversos de donaciones.
donation_fail_causes_codes	Codiguera	Causas del rechazo de la donación.
donation_fail_types_codes	Codiguera	Tipos de rechazo de la donación.
donation_filter_codes	Codiguera	Tipos de filtros de donaciones.
donation_laboratoy_codes	Codiguera	Codificación de análisis de laboratorio asociados a la donación.
donation_states_codes	Codiguera	Estados de la donación.
donation_types_codes	Codiguera	Tipos de donación: Común, Aféresis, etc.
donation_events_codes	Codiguera	Codificación de eventos adversos asociados a la donación.
email_sent	Datos	Histórico mails enviados.
email_to_send	Datos	Mails a enviar.
event_severity_code	Codiguera	Severidad de los eventos adversos.
gender_code	Codiguera	Tipos de género.
geo_locations	Datos	Coordenadas geográficas de ubicaciones para Google Map.
identifications	Datos	Identificaciones de Personas en el EMPI.
identifications_history	Datos	Historial de Identificaciones de Personas en el EMPI.
institutions	Datos	Instituciones, por ejemplo: ASSE, CASMU, etc.
message_send_Option	Codiguera	Opciones para el envío de mensajes.
movements	Datos	Movimientos de unidades.

movements_types	Codiguera	Tipos de movimientos.
notifications	Datos	Notificaciones a ciudadanos.
notifications_persons	Datos	Relación a notificaciones.
permissions	Seguridad	Conjunto de permisos de la aplicación.
persons	Datos	Información Personal de las Personas.
persons_records	Datos	Contiene la relación entre las personas y sus CDA guardados en el BaseX.
responsible_transfusion_person	Datos	Personas responsables de realizar transfusiones.
results_code	Codiguera	Tipos de resultados de laboratorio.
role	Seguridad	Roles de la aplicación.
role_permissiones	Seguridad	Relaciones de roles y permisos.
search_filter_codes	Codiguera	Tipos de filtros genéricos.
sequencer	Datos	Secuenciadores del sistema.
state_codes	Codiguera	Codificación de Estados.
transfusion_events_codes	Codiguera	Codificación de eventos adversos asociados a la transfusión.
transfusion_filter_codes	Codiguera	Tipos de filtros de transfusiones.
transfusion_laboratory_codes	Codiguera	Codificación de análisis de laboratorio asociados a la transfusión.
units	Datos	Unidades del Stock Nacional: Sangre entera, Plaquetas, Plasma, Glóbulos Rojos, etc.
units_types	Codiguera	Tipos de Unidades del Stock: Sangre entera, Plaquetas, Plasma, Glóbulos Rojos, etc.
users	Seguridad	Usuarios.
users_role_services	Seguridad	Relaciones de roles, usuarios y servicios.

Tabla 11 - Tablas de bases de datos

1.3. Atributos

A continuación se muestran para cada tabla del punto anterior, los atributos junto con las descripciones.

- Advertisements

Columna	Index	Tipo	Descripción
id	PK	BIGINT	Identificador en la base de datos
advertisment_subtitle		VARCHAR	Subtitulo
advertisment_summary		LONGTEXT	Resumen
advertisment_text		LONGTEXT	Texto principal

advertisment_title		VARCHAR	Título
advertisment_date		DATE	Fecha

Tabla 12 - Tabla Advertisements

- blood_abo_types_codes

Columna	Index	Tipo	Descripción
blood_abo_type_code_id	PK	BIGINT	Identificador en la base de datos
blood_abo_type_code_value		VARCHAR	Valor
blood_abo_type_code_label		VARCHAR	Nombre
blood_abo_type_code_snomed	FK	BIGINT	Identificador del código SNOMED-CT

Tabla 13 - Tabla blood_abo_types_codes

- blood_d_types_codes

Columna	Index	Tipo	Descripción
blood_d_type_code_id	PK	BIGINT	Identificador en la base de datos
blood_d_type_code_value		VARCHAR	Valor
blood_d_type_code_label		VARCHAR	Nombre
blood_d_type_code_snomed	FK	BIGINT	Identificador del código SNOMED-CT

Tabla 14 - Tabla blood_d_types_codes

- blood_types_codes

Columna	Index	Tipo	Descripción
blood_type_code_id	PK	BIGINT	Identificador en la base de datos
blood_type_code_label		VARCHAR	Valor
blood_type_code_value		VARCHAR	Nombre
blood_type_code_snomed	FK	BIGINT	Identificador del código SNOMED-CT
blood_abo_type_code_snomed	FK	BIGINT	Identificador del código SNOMED-CT componente ABO
blood_rh_type_code_snomed	FK	BIGINT	Identificador del código SNOMED-CT componente RH

Tabla 15 - Tabla blood_types_codes

- centers

Columna	Index	Tipo	Descripción
center_id	PK	BIGINT	Identificador en la base de datos
center_code		VARCHAR	Código
center_display_name		VARCHAR	Nombre
center_oid		VARCHAR	OID del centro
center_location	FK	BIGINT	Geolocalización
center_institution_id	FK	BIGINT	FK a la Institución asociada
center_address		VARCHAR	Dirección
center_email		VARCHAR	Email de contacto
center_hour		VARCHAR	Horario de atención
center_information		VARCHAR	Información adicional
center_telephone		VARCHAR	Teléfono
center_type		BIGINT	Tipo (banco, centro transfusional, ambos)

Tabla 16 - Tabla centers

- cities_codes

Columna	Index	Tipo	Descripción
city_id	PK	BIGINT	Identificador en la base de datos
city_code		VARCHAR	Código
city_display_name		VARCHAR	Nombre
city_state_id	FK	BIGINT	Departamento al cual corresponde

Tabla 17 - Tabla cities_codes

- concepts

Columna	Index	Tipo	Descripción
id	PK	BIGINT	Identificador en la base de datos
concept_code		VARCHAR	Código SNOMED-CT

Tabla 18 - Tabla concepts

- concepts_displays

Columna	Index	Tipo	Descripción

id	PK	BIGINT	Identificador en la base de datos
concepts_id		VARCHAR	Valor
concepts_label		VARCHAR	Nombre

Tabla 19 - Tabla concepts_displays

- countries_codes

Columna	Index	Tipo	Descripción
id	PK	BIGINT	Identificador de la base de datos
country_code_label		VARCHAR	Nombre
country_code_value		VARCHAR	Valor

Tabla 20 - Tabla countries_codes

- documents

Columna	Index	Tipo	Descripción
document_id	PK	BIGINT	Identificador en la base de datos
document_country		VARCHAR	País del documento
document_type		VARCHAR	Tipo de documento
document_number			Número
document_person_id	FK		Identificador de la persona

Tabla 21 - Tabla documents

- documents_types_codes

Columna	Index	Tipo	Descripción
blood_type_code_id	PK	BIGINT	Identificador en la base de datos
blood_type_code_label		VARCHAR	Valor
blood_type_code_value		VARCHAR	Nombre
blood_type_code_snomed	FK	BIGINT	Identificador del código SNOMED-CT
blood_abo_type_code_snomed	FK	BIGINT	Identificador del código SNOMED-CT componente ABO
blood_rh_type_code_snomed	FK	BIGINT	Identificador del código SNOMED-CT componente RH

Tabla 22 - Tabla documents_types_codes

- donation_donor_types_codes

Columna	Index	Tipo	Descripción
donation_donor_type_code_id	PK	BIGINT	Identificador en la base de datos
donation_donor_type_code_label		VARCHAR	Nombre
donation_donor_type_code_value		VARCHAR	Valor
donation_donor_type_code_snomed	FK	BIGINT	Identificador del Código SNOMED-CT

Tabla 23 - Tabla donation_donor_type_codes

- donation_events_codes

Columna	Index	Tipo	Descripción
donation_event_code_id	PK	BIGINT	Identificador en la base de datos
donation_event_code_value		VARCHAR	Valor
donation_event_code_label		VARCHAR	Nombre
donation_event_code_snomed	FK	BIGINT	Identificador del Código SNOMED-CT

Tabla 24 - Tabla donation_events_codes

- donation_fail_causes_codes

Columna	Index	Tipo	Descripción
donation_fail_cause_code_id	PK	BIGINT	Identificador en la base de datos
donation_fail_cause_code_value		VARCHAR	Valor
donation_fail_cause_code_label		VARCHAR	Nombre
donation_fail_cause_code_snomed	FK	BIGINT	Identificador del Código SNOMED-CT

Tabla 25 - Tabla donation_fail_causes_codes

- donation_fail_types_codes

Columna	Index	Tipo	Descripción
donation_fail_code_id	PK	BIGINT	Identificador en la base de datos
donation_fail_code_label		VARCHAR	Nombre
donation_fail_code_value		VARCHAR	Valor
donation_fail_code_snomed	FK	BIGINT	Identificador del Código SNOMED-CT

Tabla 26 - Tabla donation_fail_causes_codes

- donation_filter_codes

Columna	Index	Tipo	Descripción
donation_filter_codes_id	PK	BIGINT	Identificador en la base de datos
donation_filter_codes_label		VARCHAR	Nombre
donation_filter_codes_path		VARCHAR	Ruta en el CDA
donation_filter_codes_value		VARCHAR	valor
donation_filter_codes_sql		VARCHAR	Query de opciones en la base de datos

Tabla 27 - Tabla donation_filter_codes

- donation_laboratoy_codes

Columna	Index	Tipo	Descripción
donation_laboratoy_code_id	PK	BIGINT	Identificador en la base de datos
donation_laboratoy_code_label		VARCHAR	Nombre
donation_laboratoy_code_value		VARCHAR	Valor
donation_laboratoy_code_snomed	FK	BIGINT	Identificador del Código SNOMED-CT

Tabla 28 - Tabla donation_laboratory_codes

- donation_states_codes

Columna	Index	Tipo	Descripción
donation_state_code_id	PK	BIGINT	Identificador en la base de datos
donation_state_code_label		VARCHAR	Nombre
donation_state_code_value		VARCHAR	Valor

Tabla 29 - Tabla donation_states _codes

- donation_types_codes

Columna	Index	Tipo	Descripción
donation_type_code_id	PK	BIGINT	Identificador en la base de datos
donation_type_code_label		VARCHAR	Nombre
donation_type_code_value		VARCHAR	Valor
donation_type_code_snomed	FK	BIGINT	Identificador del Código SNOMED-CT

Tabla 30 - Tabla donation_types_codes

- donation_events_codes

Columna	Index	Tipo	Descripción
donation_event_code_id	PK	BIGINT	Identificador en la base de datos
donation_event_code_label		VARCHAR	Nombre
donation_event_code_value		VARCHAR	Valor
donation_event_code_snomed	FK	BIGINT	Identificador del código SNOMED-CT

Tabla 31 - Tabla donation_events_codes

- email_sent

Columna	Index	Tipo	Descripción
email_sent_id	PK	BIGINT	Identificador en la base de datos
email_effective_sent_date		DATE	Fecha en la cual se envió el mail
email_sent_date		DATE	Fecha en la cual se creó el mail
email_sent_from		VARCHAR	Remitente
email_sent_subject		VARCHAR	Asunto del mail
email_sent_text		LONGTEXT	Texto del mail
email_sent_to		VARCHAR	Destinatario
email_sent_person_id	FK	BIGINT	Identificador de la persona

Tabla 32 - Tabla email_sent

- email_to_send

Columna	Index	Tipo	Descripción
email_to_send_id	PK	BIGINT	Identificador en la base de datos
email_to_send_date		DATE	Fecha en la cual se creó el mail

email_to_send_subject		VARCHAR	Asunto del mail
email_to_send_text		LONGTEXT	Texto del mail
email_to_send_person_id	FK	BIGINT	Identificador de la persona

Tabla 33 - Tabla email_to_send

- event_severity_code

Columna	Index	Tipo	Descripción
event_severity_code_id	PK	BIGINT	Identificador en la base de datos
event_severity_code_label		VARCHAR	Nombre
event_severity_code_value		VARCHAR	Valor
event_severity_code_snomed	FK	BIGINT	Identificador del Código SNOMED-CT

Tabla 34 - Tabla event_severity_code

- gender_code

Columna	Index	Tipo	Descripción
gender_code_id	PK	BIGINT	Identificador en la base de datos
gender_code_label		VARCHAR	Nombre
gender_code_value		VARCHAR	Valor para Salud.uy
gender_hl7_code		BIGINT	Código HL7

Tabla 35 - Tabla gender_code

- identifications

Columna	Index	Tipo	Descripción
id	PK	BIGINT	Identificador en la base de datos
persons_id	FK	BIGINT	Identificador de la persona
identificacion_code		VARCHAR	Código

Tabla 36 - Tabla identifications

- identifications_history

Columna	Index	Tipo	Descripción
id	PK	BIGINT	Identificador en la base de datos
identification_id	FK	BIGINT	Identificador de la identificación
identification_code		VARCHAR	Valor

Tabla 37 - Tabla identifications_history

- Institutions

Columna	Index	Tipo	Descripción
institution_id	PK	BIGINT	Identificador en la base de datos
institution_code		VARCHAR	Código
institution_oid		VARCHAR	OID
institution_name		VARCHAR	Nombre

Tabla 38 - Tabla institutions

- message_send_option

Columna	Index	Tipo	Descripción
id	PK	BIGINT	Identificador en la base de datos
label		VARCHAR	Nombre
code		VARCHAR	Código

Tabla 39 - Tabla message_send_option

- movements

Columna	Index	Tipo	Descripción
id	PK	BIGINT	Identificador en la base de datos
units_id	FK	BIGINT	Identificador de la unidad
movements_types_id	FK	BIGINT	Identificador del tipo de movimiento
movement_date		DATE	Fecha
movement_center	FK	BIGINT	Identificador del centro

Tabla 40 - Tabla movements

- movements_types

Columna	Index	Tipo	Descripción
id	PK	BIGINT	Identificador en la base de datos
movement_type_code		VARCHAR	Código
type		bit	Indica si es de entrada o de salida
movement_type_label	FK	BIGINT	Nombre

Tabla 41 - Tabla movements_types

- notifications

Columna	Index	Tipo	Descripción
id	PK	BIGINT	Identificador en la base de datos
notifications_subject		VARCHAR	Asunto
notifications_text		LONGTEXT	Texto del mensaje
notifications_bloodTypeABO	FK	BIGINT	Identificador del tipo de sangre que se le quiere enviar el mensaje
notifications_bloodTypeRH	FK	BIGINT	Identificador del tipo de sangre que se le quiere enviar el mensaje
notifications_messageSendOption	FK	BIGINT	Identificador de a que personas enviar el mensaje
notifications_bloodType	FK	BIGINT	Identificador del tipo de sangre que se le quiere enviar el mensaje

Tabla 42 - Tabla notifications

- notifications_persons

Columna	Index	Tipo	Descripción
id	PK	BIGINT	Identificador en la base de datos
persons_id	FK	BIGINT	Identificador de la persona
notifications_id	FK	BIGINT	Identificador de la notificación
notification_person_sended		BIGINT	Código de estado de la notificación (enviado, no enviado, error)

Tabla 43 - Tabla notifications_persons

- permissions

Columna	Index	Tipo	Descripción
id	PK	BIGINT	Identificador en la base de datos
code		VARCHAR	Código
description		VARCHAR	Descripción

Tabla 44 - Tabla permissions

- persons

Columna	Index	Tipo	Descripción
person_id	PK	BIGINT	Identificador en la base de datos

person_first_name		VARCHAR	Primer nombre
person_second_name		VARCHAR	Segundo nombre
person_first_lastname		VARCHAR	Primer apellido
person_second_lastname		VARCHAR	Segundo apellido
person_birthday		DATE	Fecha de nacimiento
person_address		VARCHAR	Dirección
person_telephone		VARCHAR	Teléfono
person_city	FK	BIGINT	Departamento
person_allow_notification_able		BIT	Acepta notificaciones cuando este apta para donar
person_allow_notification_need_donor		BIT	Acepta notificaciones informativas
person_state	FK	BIGINT	Ciudad
person_email		VARCHAR	Email de contacto
person_zip_code		VARCHAR	Código postal
person_gender		BIGINT	Sexo

Tabla 45 - Tabla persons

- persons_records

Columna	Index	Tipo	Descripción
id	PK	BIGINT	Identificador en la base de datos
person_record_identification_id			Identificador de la persona
persons_record_cda_extension		VARCHAR	Extension del CDA asociado
persons_record_cda_root		VARCHAR	Root del CDA asociado

Tabla 46 - Tabla persons_records

- responsible_transfusion_person

Columna	Index	Tipo	Descripción
id	PK	BIGINT	Identificador en la base de datos
person_center	FK	BIGINT	Identificador del centro
person	FK	BIGINT	Identificador de la persona

Tabla 47 - Tabla responsable_transfusion_person

- results_code

Columna	Index	Tipo	Descripción
results_code_id	PK	BIGINT	Identificador en la base de datos
boolean_results_code_value		BIT	Valor booleano del resultado
results_code_label		VARCHAR	Nombre
results_code_value		VARCHAR	Valor
results_code_snomed	FK	BIGINT	Identificador del Código SNOMED-CT

Tabla 48 - Tabla results_code

- role

Columna	Index	Tipo	Descripción
id	PK	BIGINT	Identificador en la base de datos
code		VARCHAR	Código del permiso
description		VARCHAR	Descripción

Tabla 49 - Tabla role

- role_permissions

Columna	Index	Tipo	Descripción
id	PK	BIGINT	Identificador en la base de datos
role_id	FK	BIGINT	Identificador del rol
permissions_id	FK	BIGINT	Identificador del permiso

Tabla 50 - Tabla role_permissions

- search_filter_codes

Columna	Index	Tipo	Descripción
search_filter_codes_id	PK	BIGINT	Identificador en la base de datos
search_filter_codes_label		VARCHAR	Nombre
search_filter_codes_path		VARCHAR	Ruta en el CDA
search_filter_codes_sql		VARCHAR	Query de opciones en la base de datos
search_filter_codes_value		VARCHAR	valor

Tabla 51 - Tabla search_filter_codes

- sequencer

Columna	Index	Tipo	Descripción
sequencer_code_id	PK	BIGINT	Identificador en la base de datos
sequencer_code_name		VARCHAR	Nombre
sequencer_code_value		VARCHAR	Valor
sequencer_number		VARCHAR	Número

Tabla 52 - Tabla secuencer

- state_codes

Columna	Index	Tipo	Descripción
state_id	PK	BIGINT	Identificador en la base de datos
state_code		VARCHAR	Código
state_display_name		VARCHAR	Nombre
state_country_id	FK	BIGINT	País al cual corresponde

Tabla 53 - Tabla state_codes

- transfusion_events_codes

Columna	Index	Tipo	Descripción
transfusion_event_code_id	PK	BIGINT	Identificador en la base de datos
transfusion_event_code_value		VARCHAR	Valor
transfusion_event_code_label		VARCHAR	Nombre
transfusion_event_code_snomed	FK	BIGINT	Identificador del Código SNOMED-CT

Tabla 54 - Tabla transfusion_events_codes

- transfusion_filter_codes

Columna	Index	Tipo	Descripción
transfusion_filter_codes_id	PK	BIGINT	Identificador en la base de datos
transfusion_filter_codes_label		VARCHAR	Nombre
transfusion_filter_codes_path		VARCHAR	Ruta en el CDA
transfusion_filter_codes_sql		VARCHAR	Query de opciones en la base de datos
transfusion_filter_codes_value		VARCHAR	Valor

Tabla 55 - Tabla transfusion_filter_codes

- transfusion_laboratory_codes

Columna	Index	Tipo	Descripción
transfusion_laboratory_code_id	PK	BIGINT	Identificador en la base de datos
transfusion_laboratory_code_value		VARCHAR	Valor
transfusion_laboratory_code_label		VARCHAR	Nombre
transfusion_laboratory_code_snomed	FK	BIGINT	Identificador del Código SNOMED-CT

Tabla 56 - Tabla transfusion_laboratory_codes

- units

Columna	Index	Tipo	Descripción
id	PK	BIGINT	Identificador en la base de datos
unit_uuid		VARCHAR	UUID que la identifica
unit_institution_code	FK	BIGINT	Identificador de la institución
unit_state		BIT	Indica si esta activa o no

Tabla 57 - Tabla units

- units_types

Columna	Index	Tipo	Descripción
unit_type_id	PK	BIGINT	Identificador en la base de datos
unit_type_code_label		VARCHAR	Valor
unit_type_code_value		VARCHAR	Nombre
unit_type_code_snomed	FK	BIGINT	Identificador del código SNOMED-CT

Tabla 58 - Tabla units_types

- users

Columna	Index	Tipo	Descripción
id	PK	BIGINT	Identificador en la base de datos
code	UK	VARCHAR	Código
persons_id		VARCHAR	Identificador de la persona
active_account		VARCHAR	Indica si la cuenta esta activa o inactiva
active_account_token		VARCHAR	token enviado al usuario para activar su cuenta
active_account_token_time		VARCHAR	timestamp de cuando se le envió el token al usuario
password		VARCHAR	password
password_reset		BIT	Indica si se reseteo la cuenta
password_reset_token		VARCHAR	token enviado al usuario para reactivar su cuenta
password_reset_token_time		VARCHAR	timestamp de cuando se le envió el token al usuario para resetear la cuenta
user_type		INT	Indica si es usuario YoDono o HemoSalud

Tabla 59 - Tabla users

- users_role_services

Columna	Index	Tipo	Descripción
id	PK	BIGINT	Identificador en la base de datos
center_id	FK	BIGINT	Identificador del centro
role_id	FK	BIGINT	Identificador del rol
user_id	FK	BIGINT	Identificador del usuario

Tabla 60 - Tabla users_role_services

Anexo 4 - Diagramas de secuencia

1.1. Introducción

En esta sección se presentan los diagramas de secuencia diseñados para la interacción entre los diferentes actores de HEMOLOGICA partiendo de los principales casos de uso.

1.2. Casos de uso

A continuación se presentan los casos de uso considerados relevantes para el diseño de la arquitectura del sistema.

- Importar CDA desde una institución
- Ver antecedentes de una persona
- Nueva Persona
- Nueva Donación
- Nueva Transfusión
- Obtener Indicadores
- Registrar movimiento stock
- Ver stock
- Ver mis Donaciones
- Ver mis Transfusiones

1.3. Diagramas de secuencia

Para cada caso de uso del punto anterior se presenta el diagrama de secuencia correspondiente. Para casos de uso con lógica similares no se realizaron nuevamente los diagramas ya que no aportaban nuevas interacciones.

Vista Lógica

1.3.1. Importar CDA desde una institución

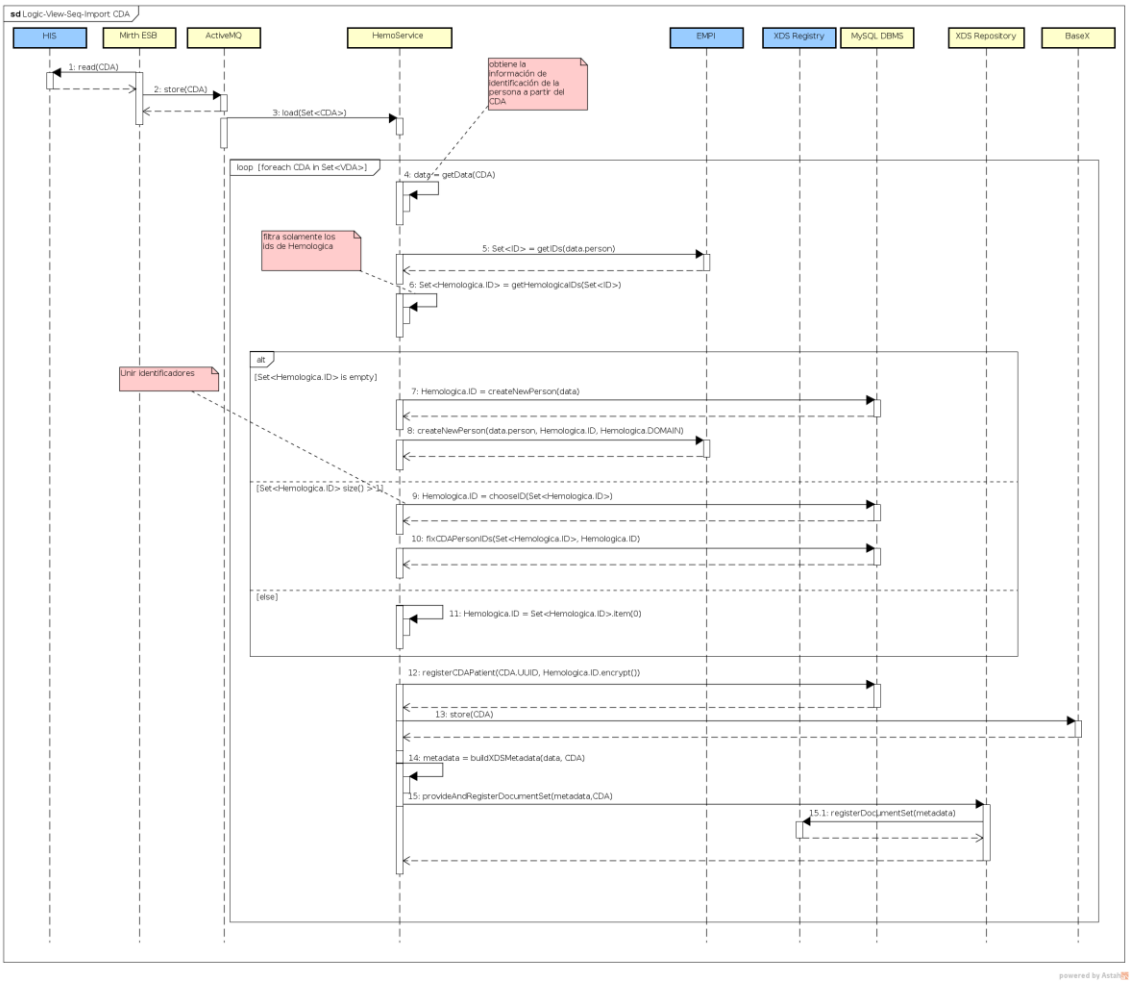

Figura 66 - Vista Lógica - Importar CDA

1.3.2. Agregar nueva donación

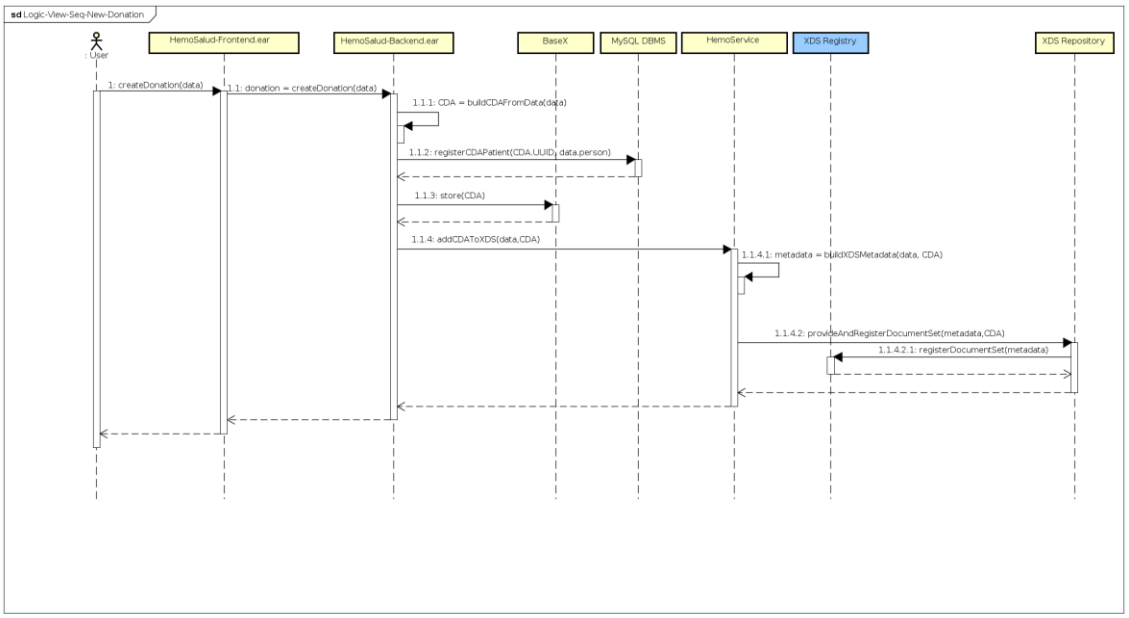

Figura 67 - Vista Lógica - Nueva Donación

1.3.3. Agregar nueva transfusión

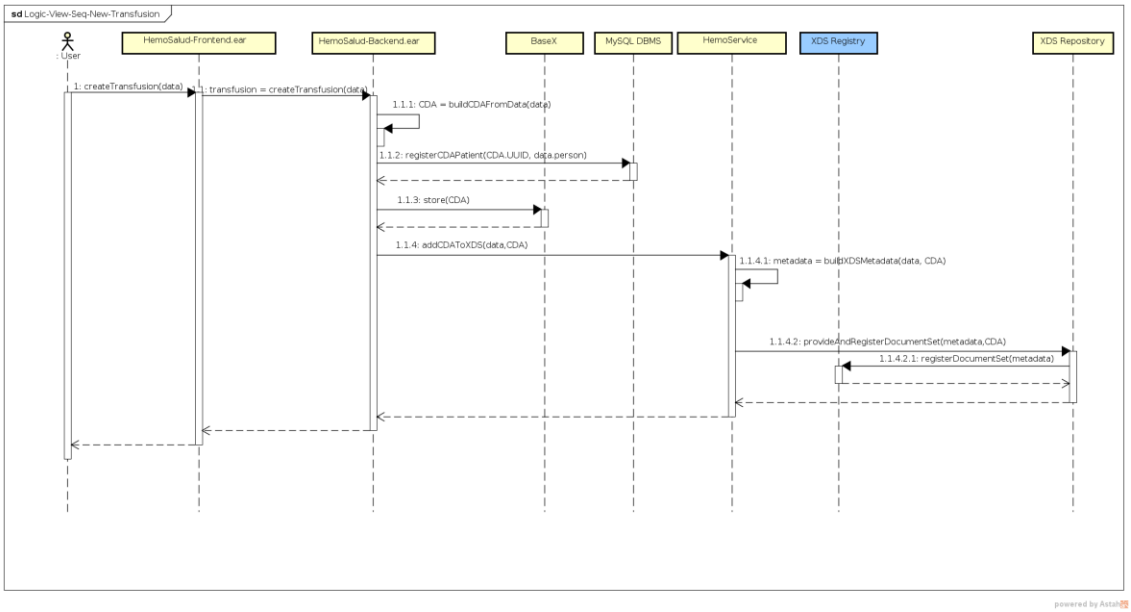

Figura 68 - Vista Lógica - Nueva Transfusión

1.3.4. Agregar nueva persona

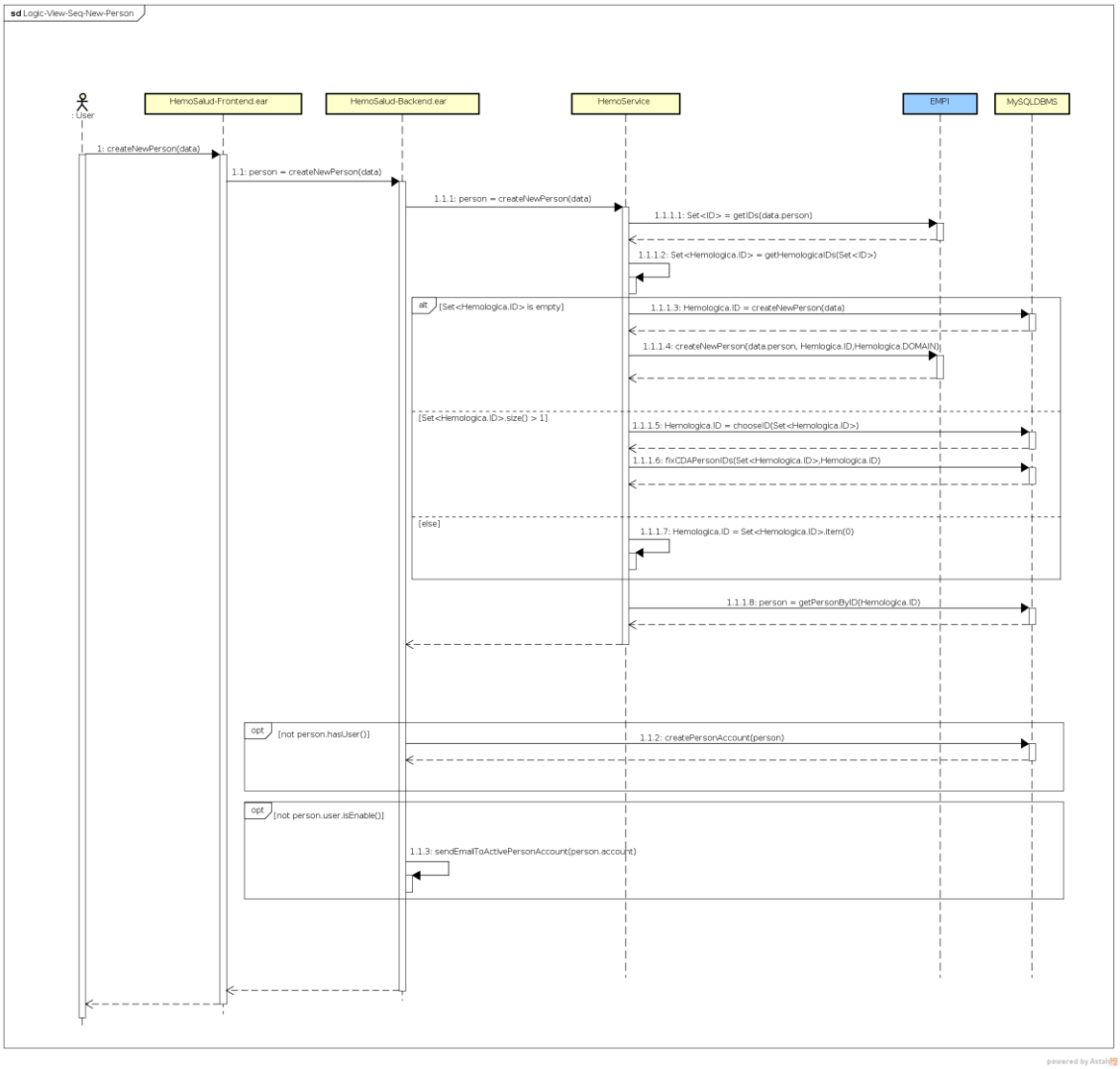

Figura 69 - Vista Lógica - Nueva Persona

1.3.5. Registrar movimientos de stock

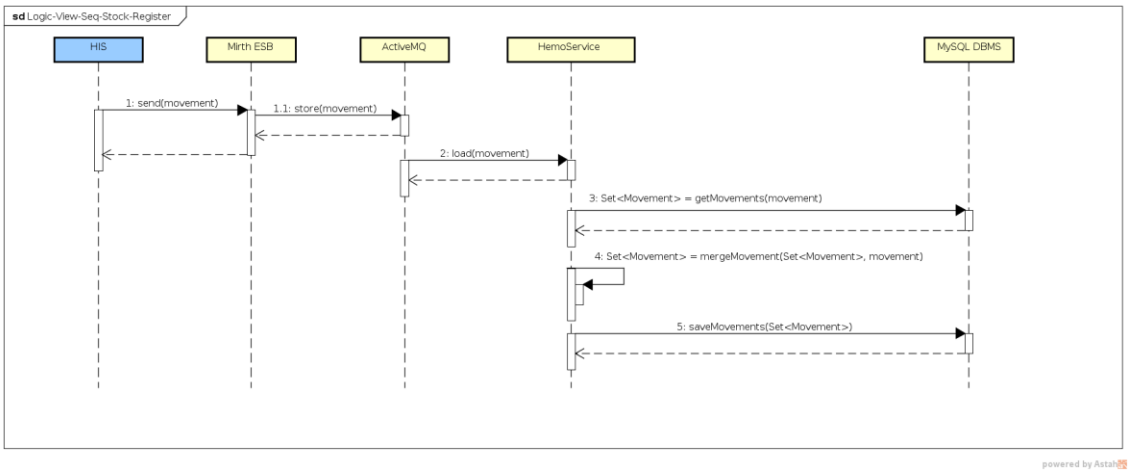

Figura 70 - Vista Lógica - Registrar Stock

1.3.6. Obtener Indicador

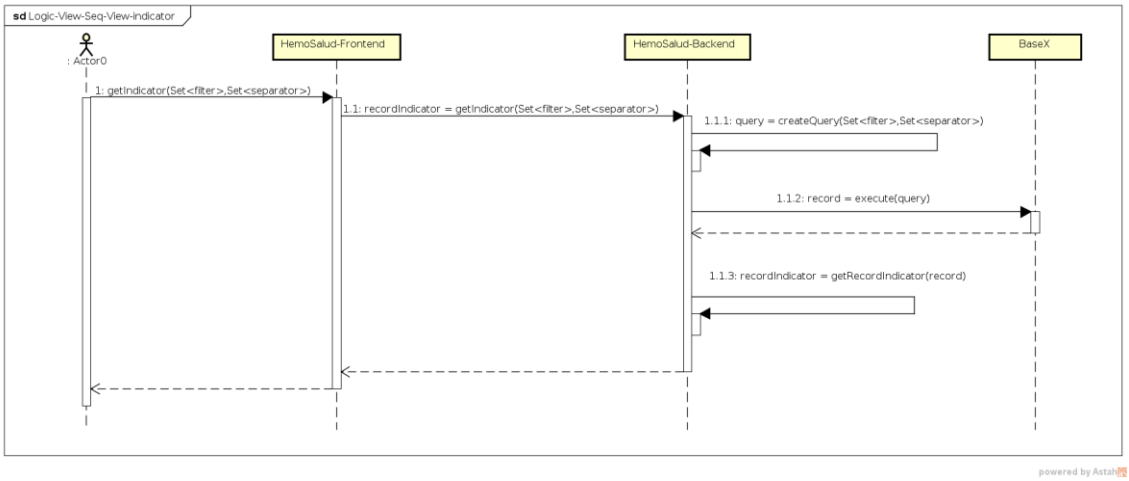

Figura 71 - Vista Lógica - Obtener Indicador

1.3.7. Ver mis donaciones

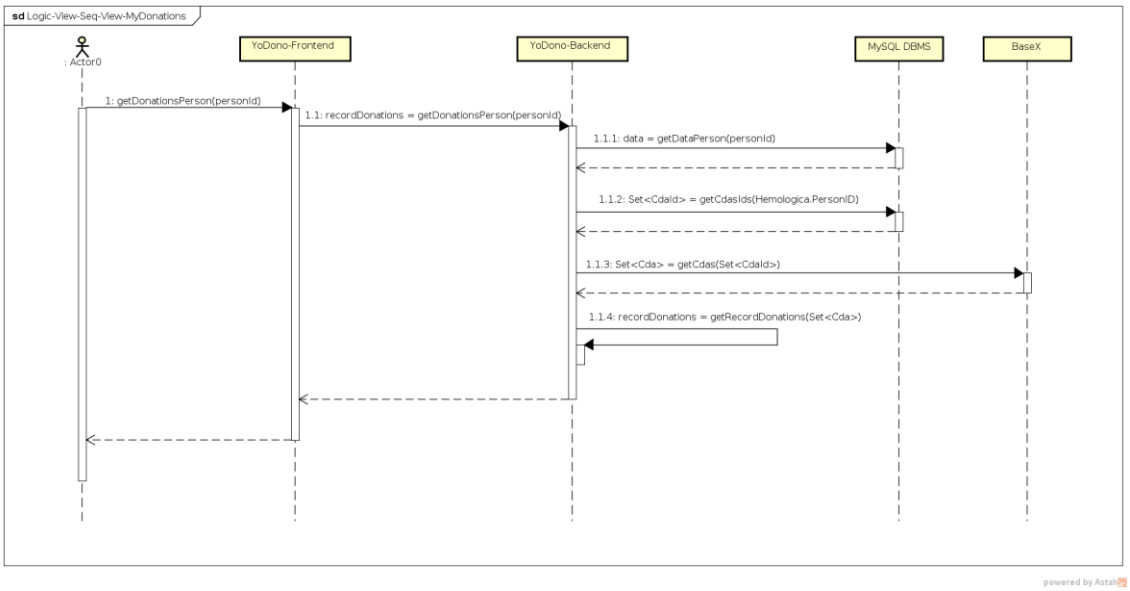

Figura 72 - Vista Lógica - Ver mis donaciones

1.3.8. Ver stock

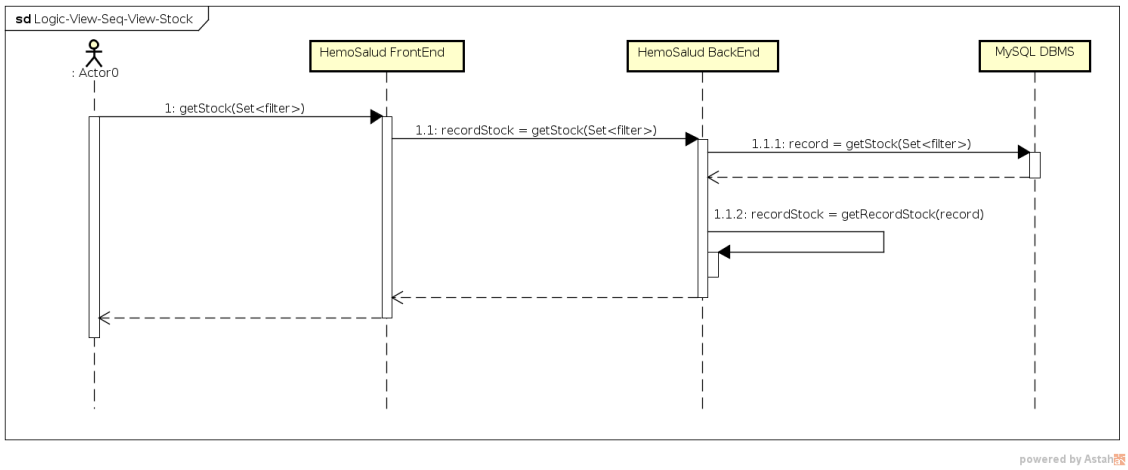

Figura 73 - Vista Lógica - Ver Stock

1.3.9. Importar CDA de una institución

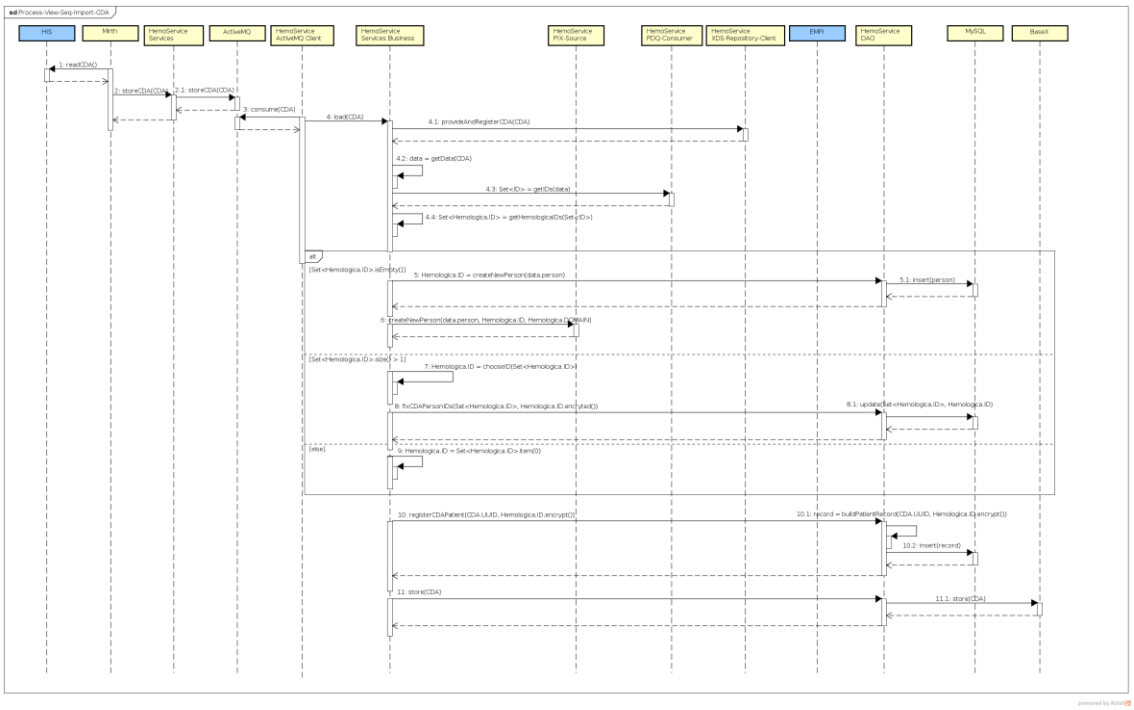

Figura 74 - Vista de Procesos - Importar CDA

1.3.10. Obtener Indicador

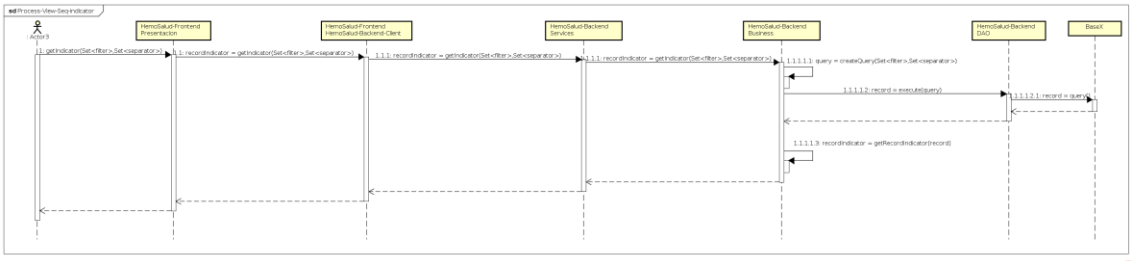

Figura 75 - Vista de Procesos - Obtener Indicador

1.3.11. Agregar nueva donación

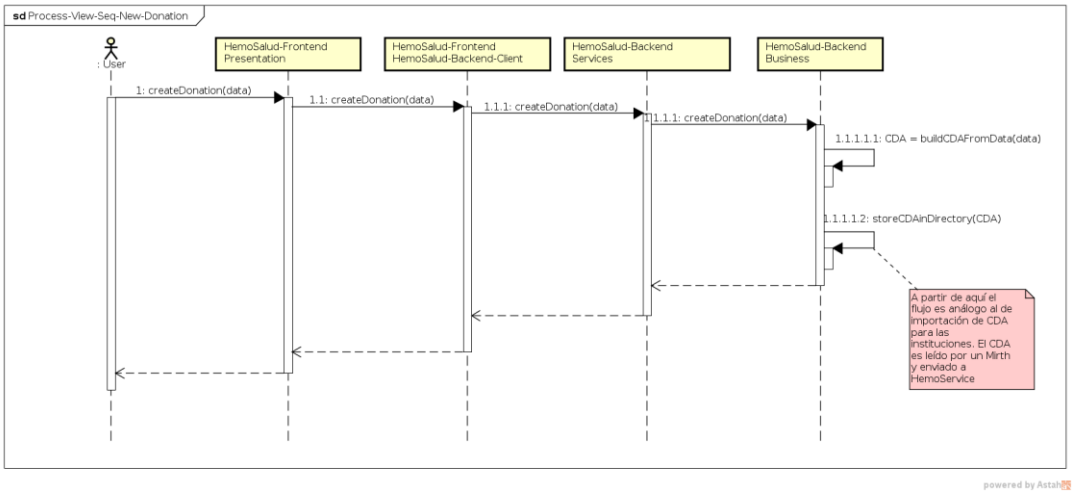

Figura 76 - Vista de Procesos - Agregar nueva donación

1.3.12. Agregar nueva persona

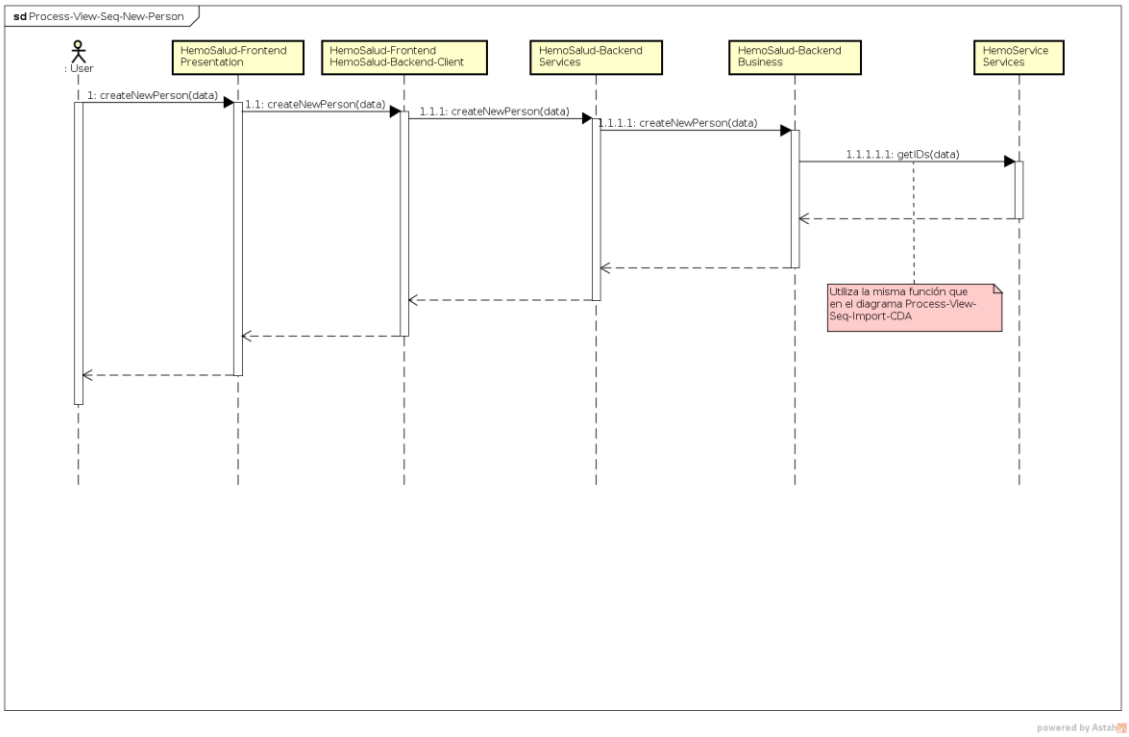

Figura 77 - Vista de Procesos - Agregar nueva persona

1.3.13. Agregar nueva transfusión

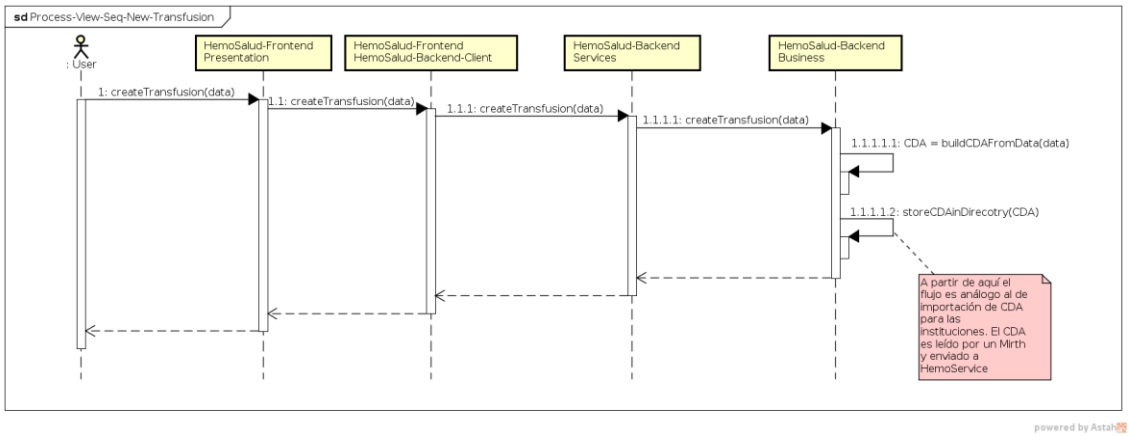

Figura 78 - Vista de Procesos - Agregar nueva transfusión

1.3.14. Obtener antecedentes de una persona

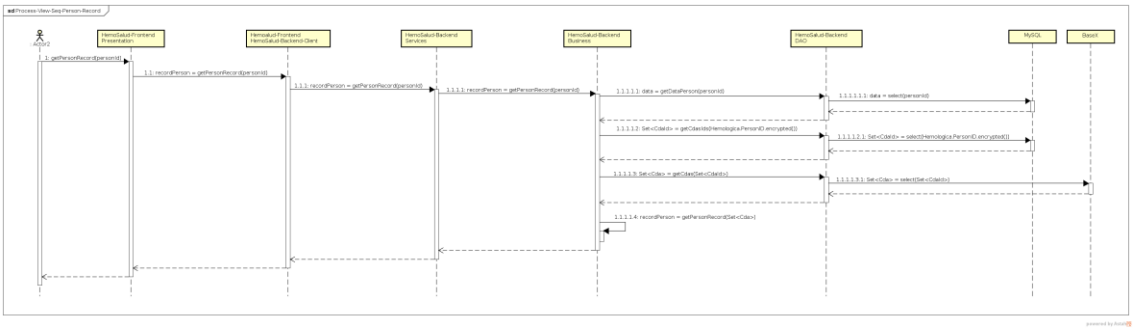

Figura 79 - Vista de Procesos - Obtener antecedentes

1.3.15. Registrar movimientos de inventario

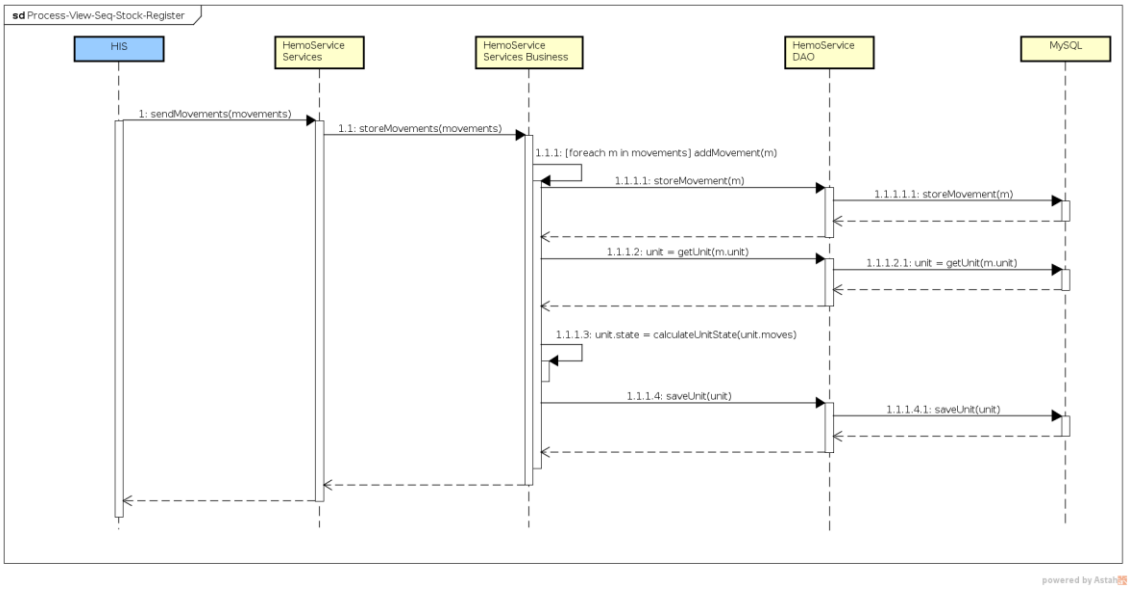

Figura 80 - Vista de Procesos - Registrar movimientos de inventario

1.3.16. Ver mis donaciones

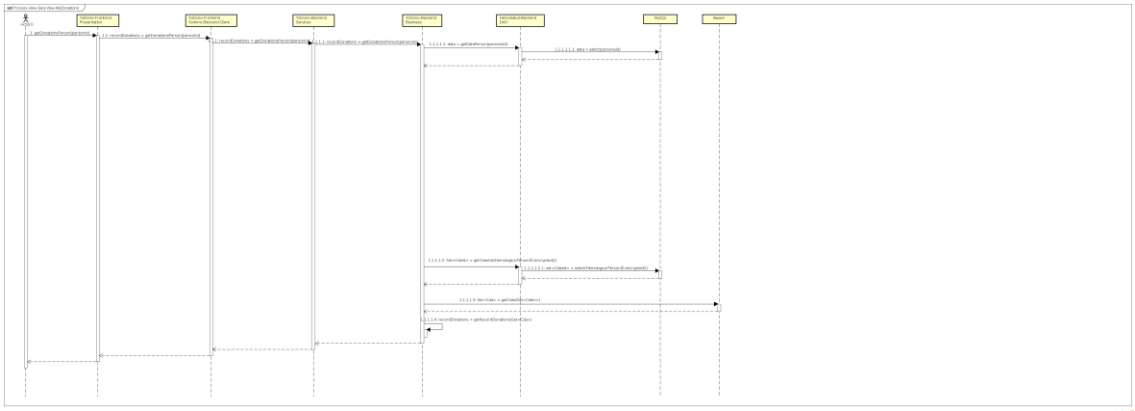

Figura 81 - Vista de Procesos - Ver mis donaciones

1.3.17. Ver stock

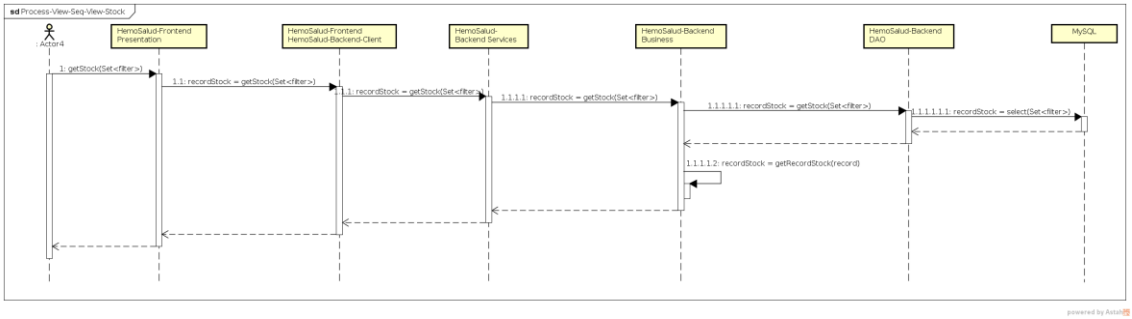

Figura 82 - Vista de Proceso - Ver stock

Anexo 5 - Diagrama de secuencia proceso SSO

1.1. Introducción

En esta sección se presenta el diagrama de secuencia completo que muestra los pasos correspondientes al proceso de autenticación mediante el mecanismo de SSO con autenticación basada en tickets.

1.2. Diagrama de secuencia

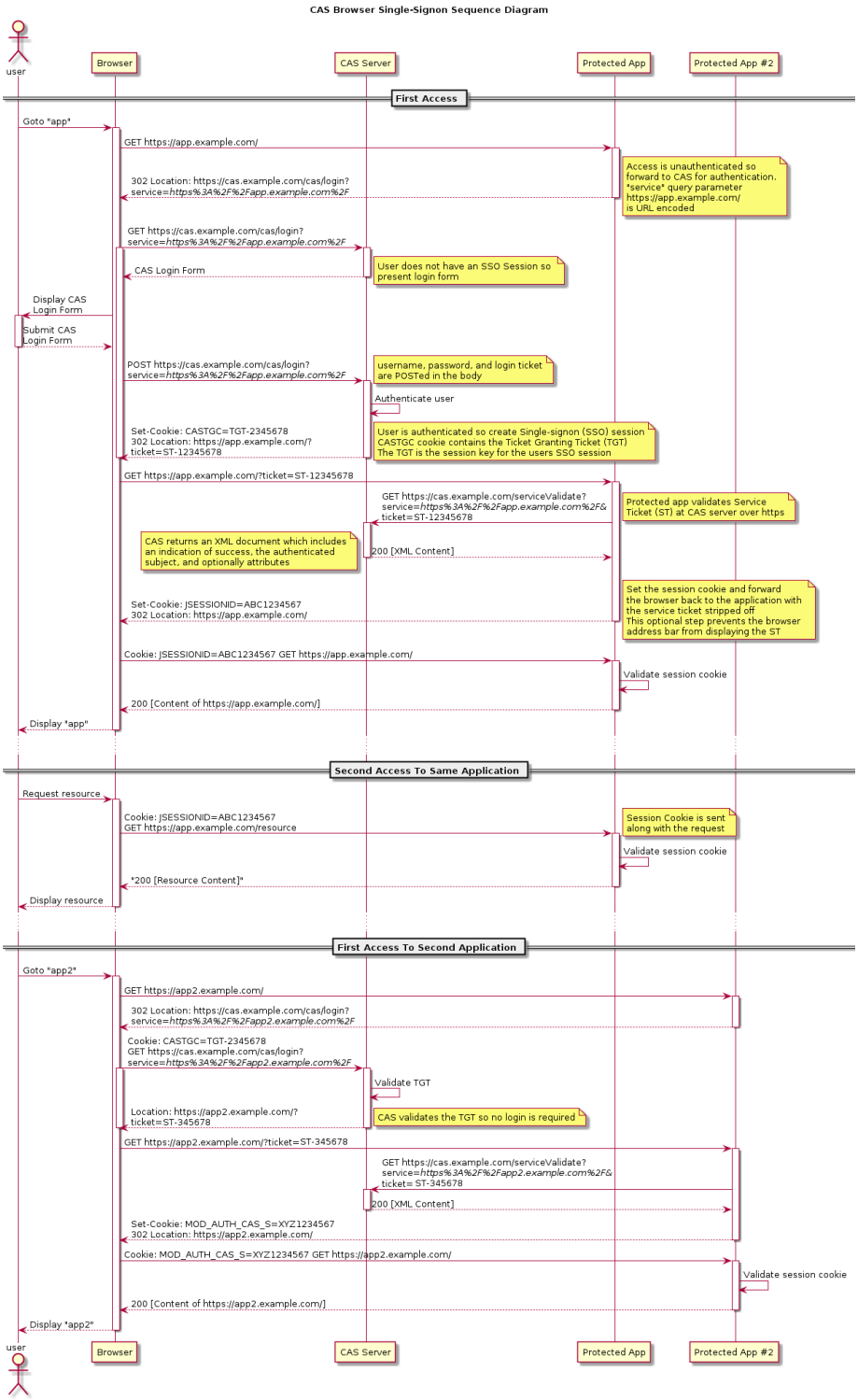

Figura 83 - Diagrama de secuencia proceso autenticación SSO.
Fuente: https://wiki.jasig.org/display/casc/using+casfilter, Último acceso 19-03-2016.

Anexo 6 - Mockups YoDono y HemoSalud

1.1. Introducción

En este anexo se presentan los mockups realizados en la etapa de diseño tanto para la aplicación YoDono como para HemoSalud, los mismos fueron utilizados como referencia para la implementación de las diferentes.

1.2. YoDono

- Mis donaciones

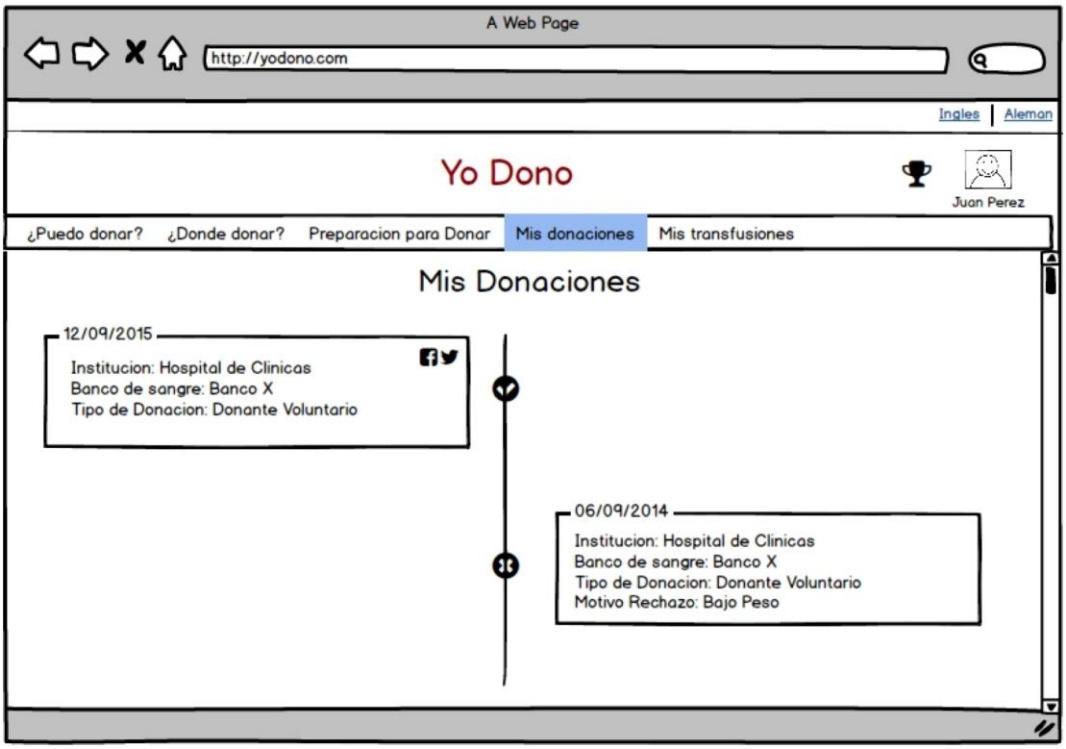

Figura 84 - Mockup YoDono - Mis donaciones

- Mis transfusiones

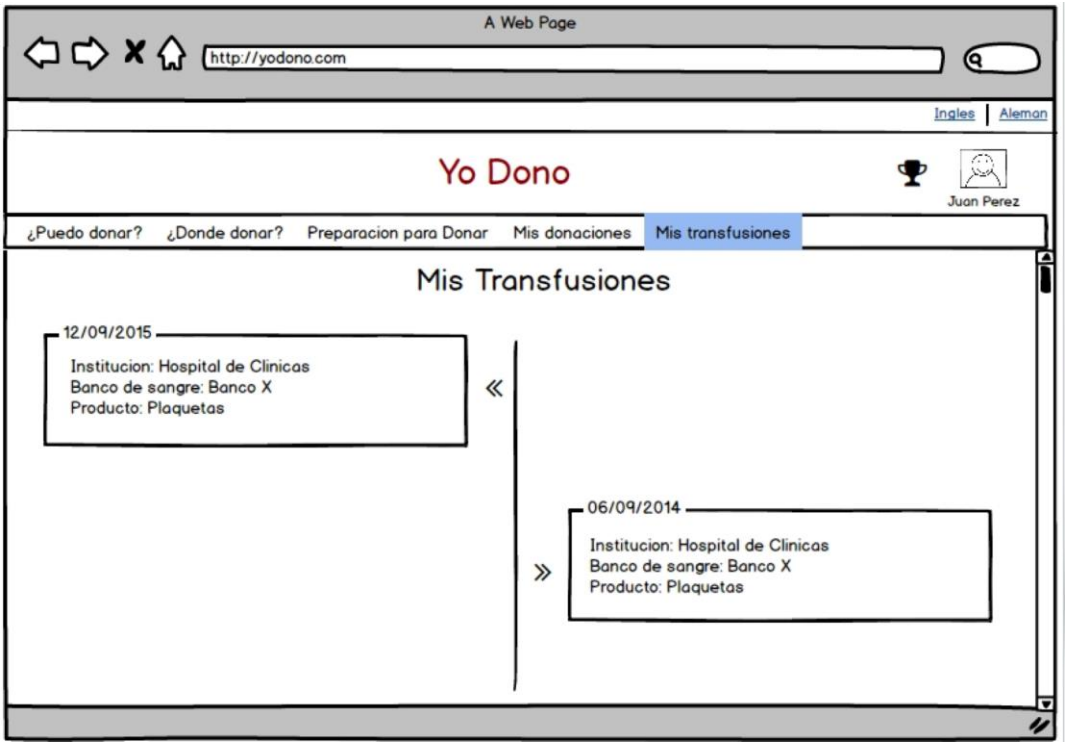

Figura 85 - Mockup YoDono - Mis transfusiones

- Mis datos

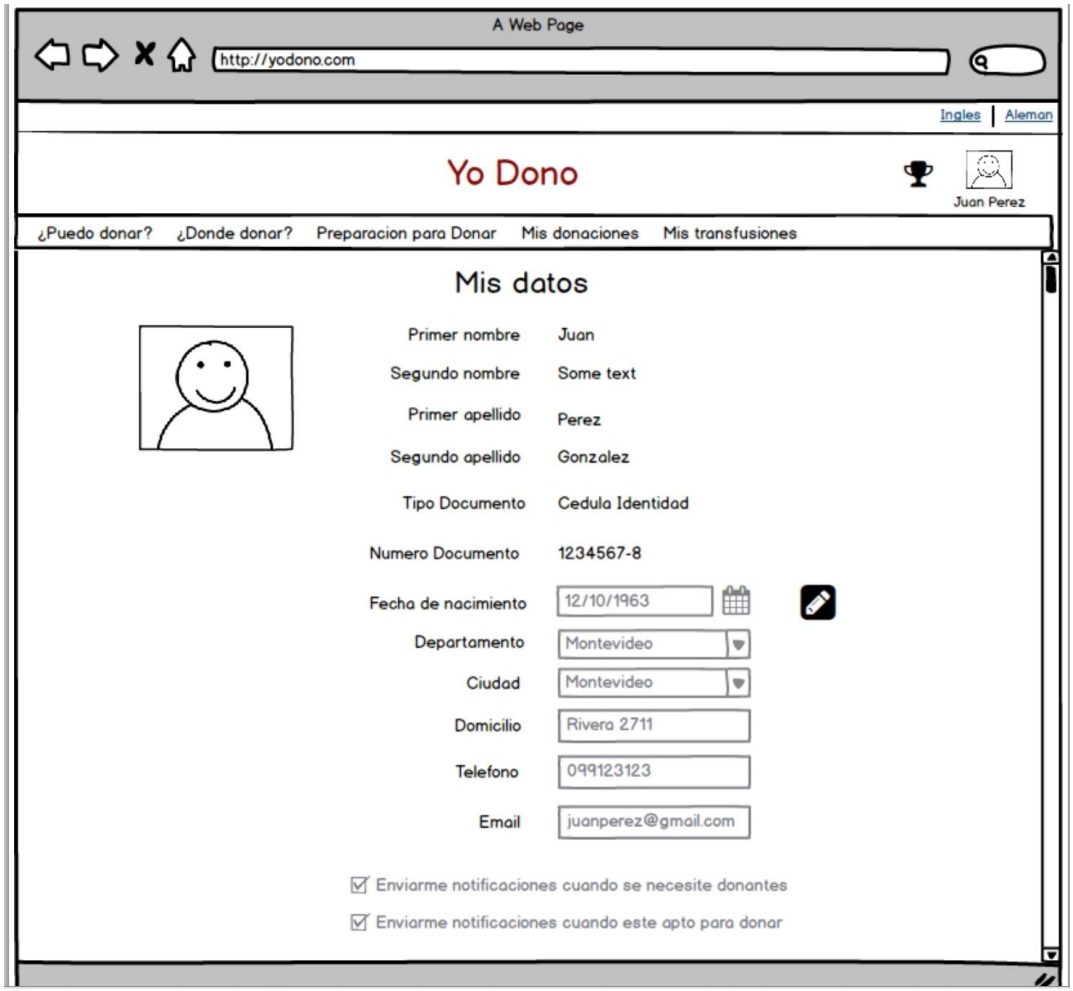

Figura 86 - Mockup YoDono - Mis datos

- ¿Dónde donar?

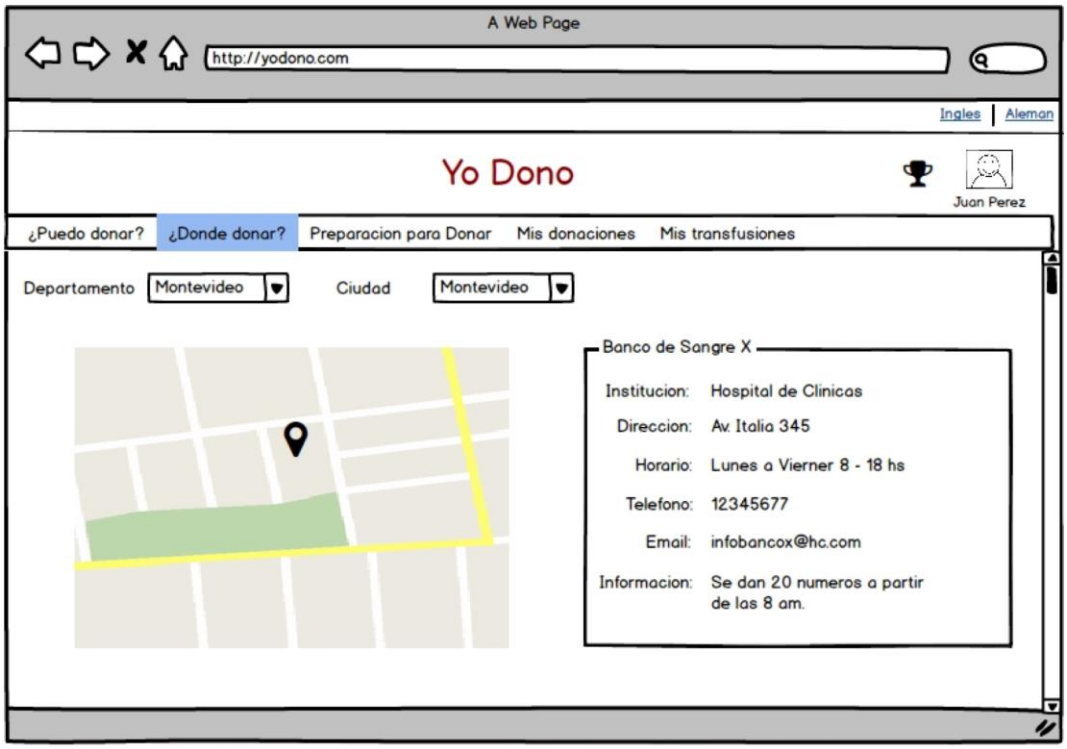

Figura 87 - Mockup YoDono - ¿Dónde donar?

- ¿Puedo donar?

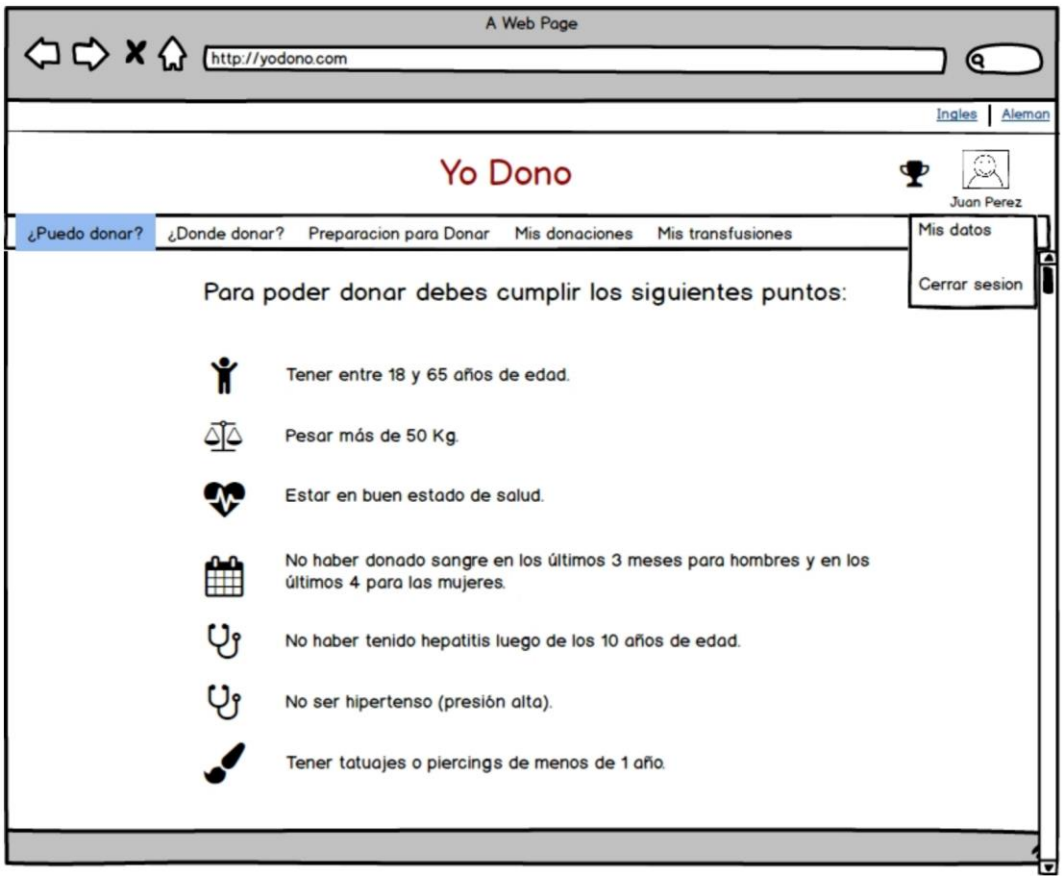

Figura 88 - Mockup YoDono - ¿Puedo donar?

- Preparación para donar

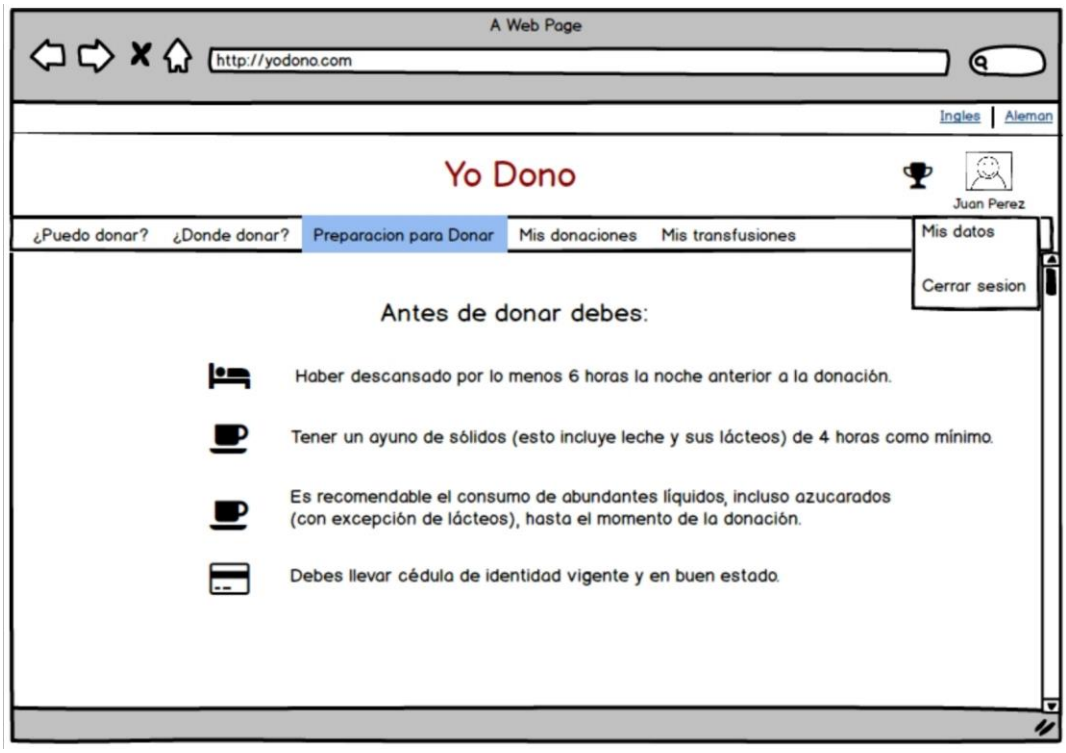

Figura 89 - Mockup YoDono - Preparación para donar

1.3. HemoSalud

- Donaciones

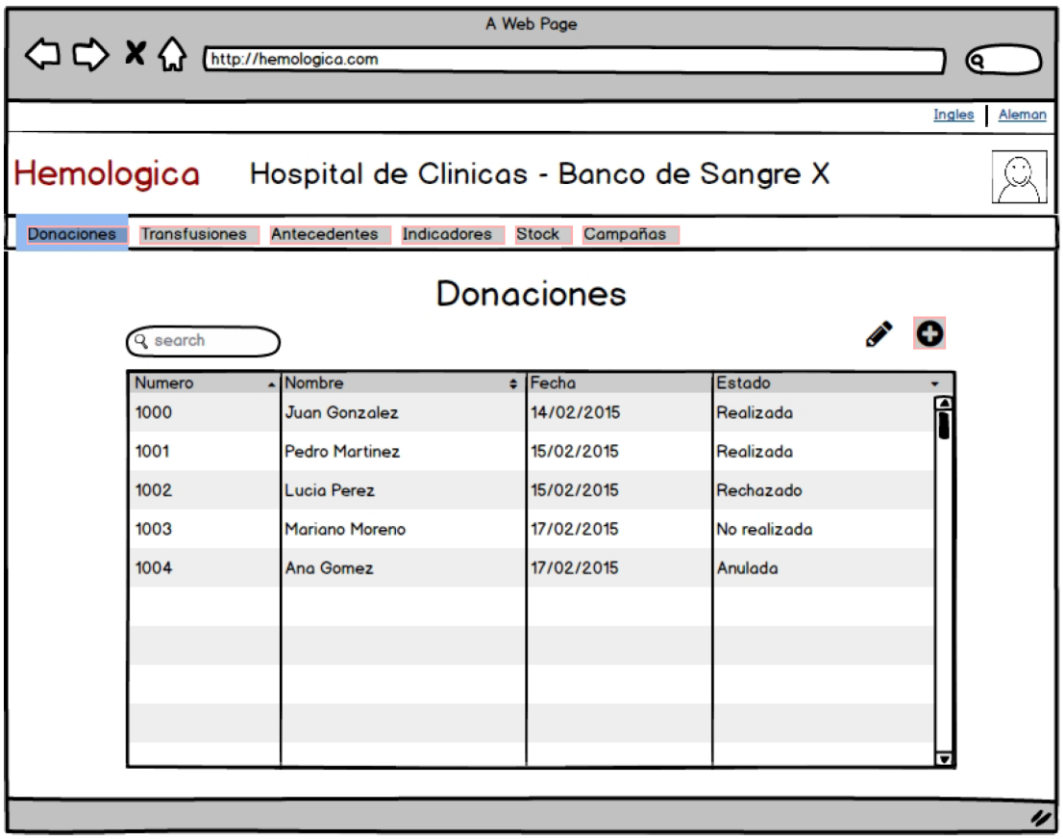

Figura 90 - Mockup HemoSalud - Donaciones

- Nueva donación

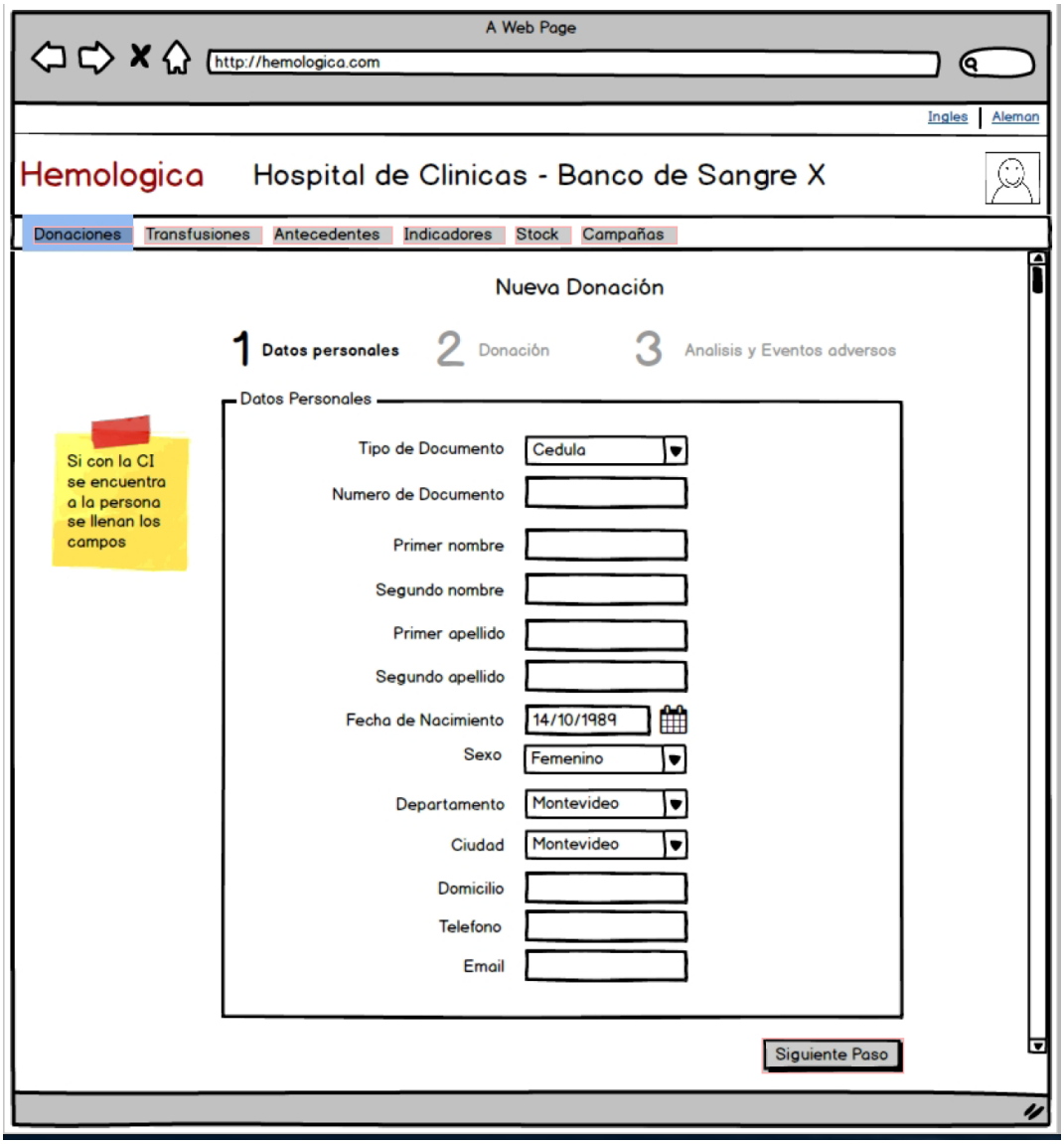

Figura 91 - Mockup HemoSalud - Nueva donación paso 1

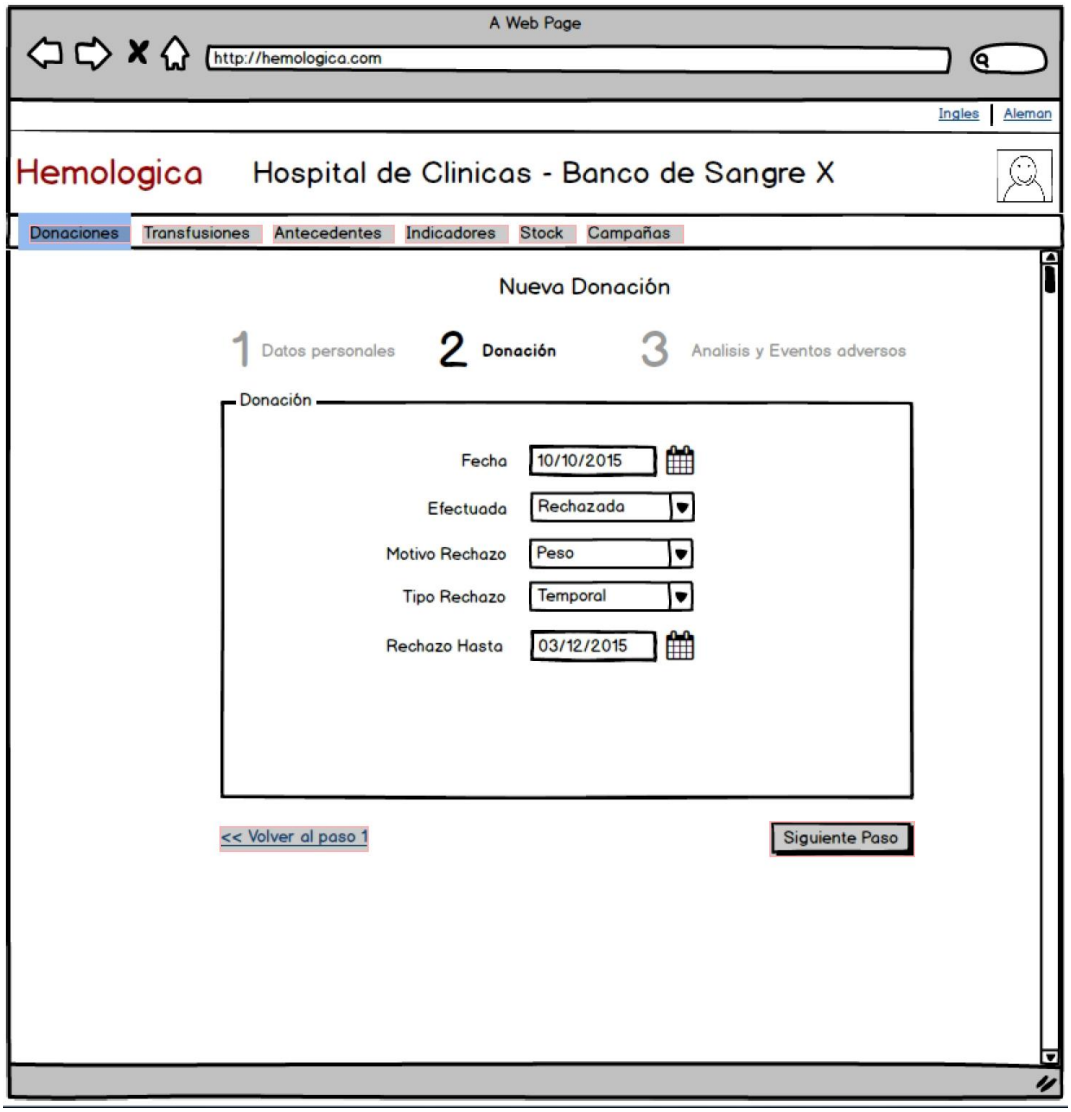

Figura 92 - Mockup HemoSalud - Nueva donación paso 2

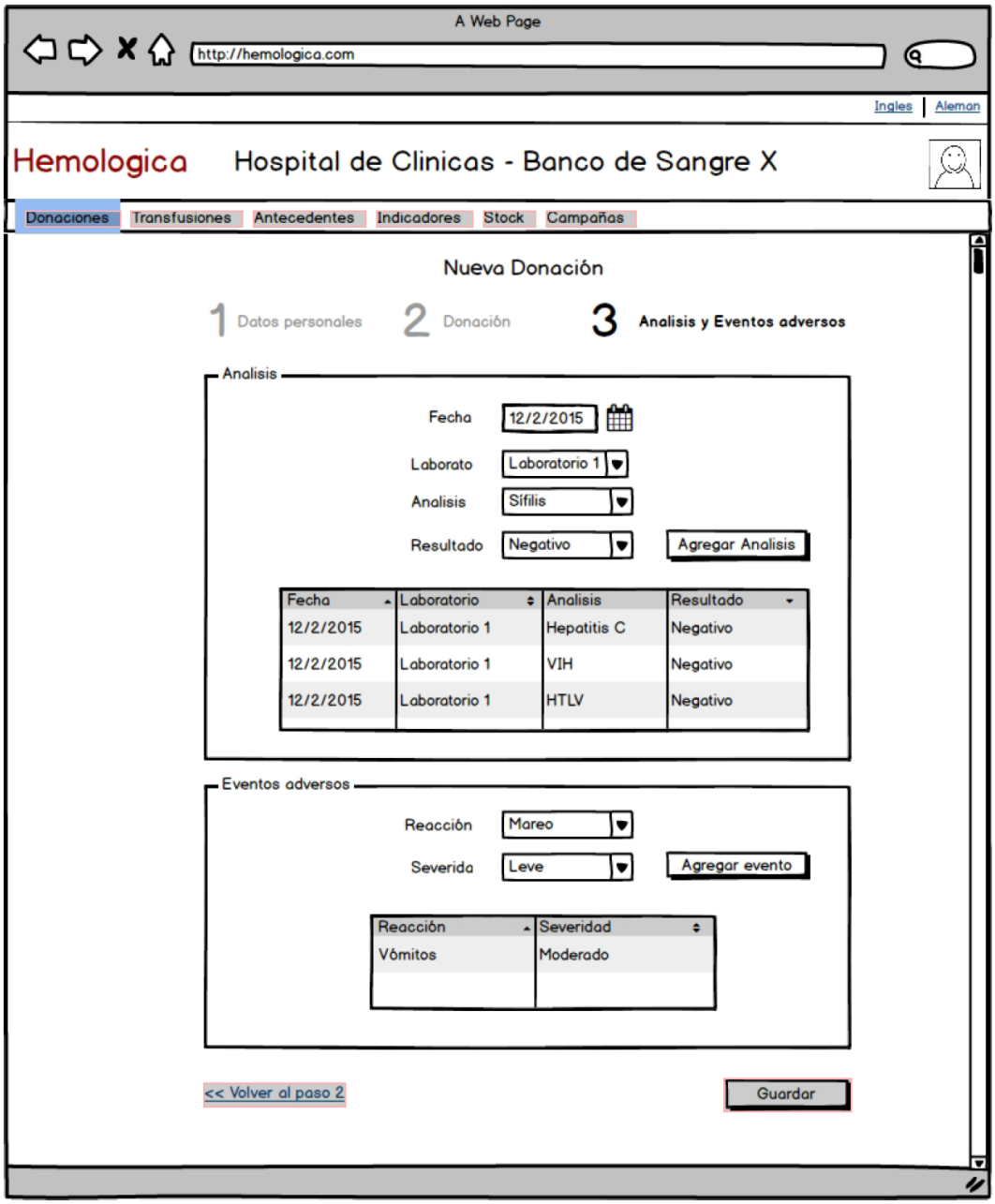

Figura 93 - Mockup HemoSalud - Nueva donación paso 3

- Antecedentes

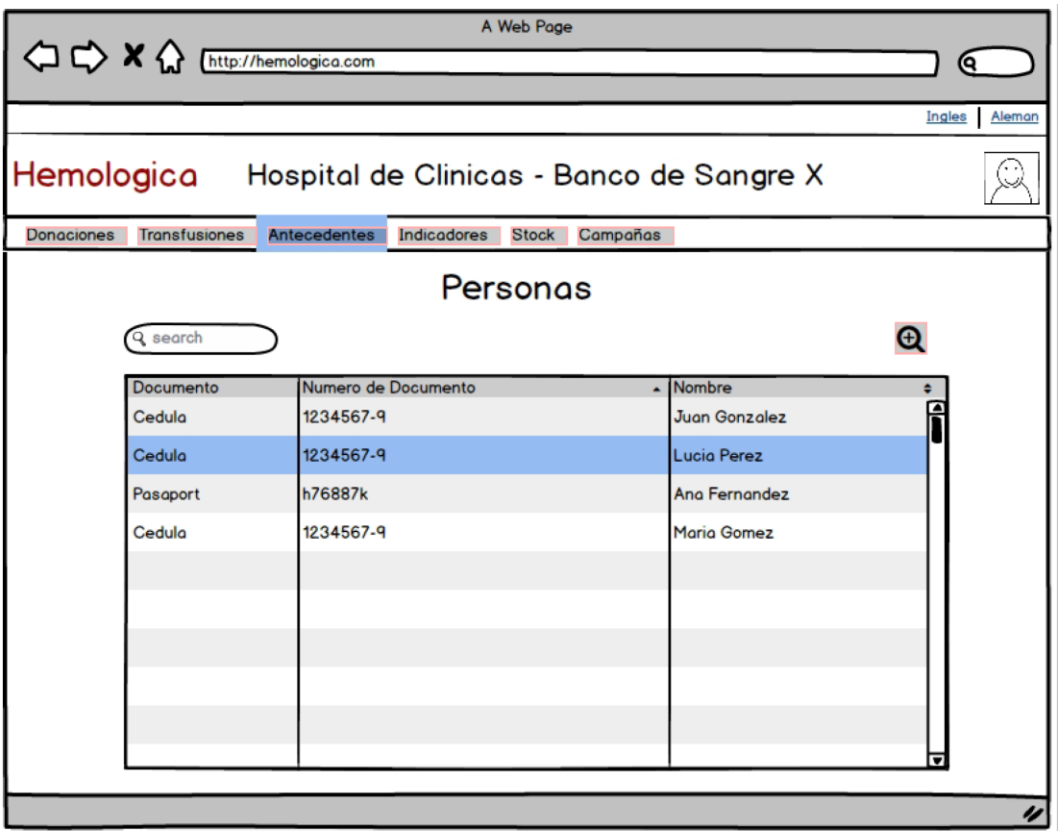

Figura 94 - Mockup HemoSalud - Antecedentes paso 1

Figura 95 - Mockup HemoSalud - Antecedentes paso 2

- Indicadores

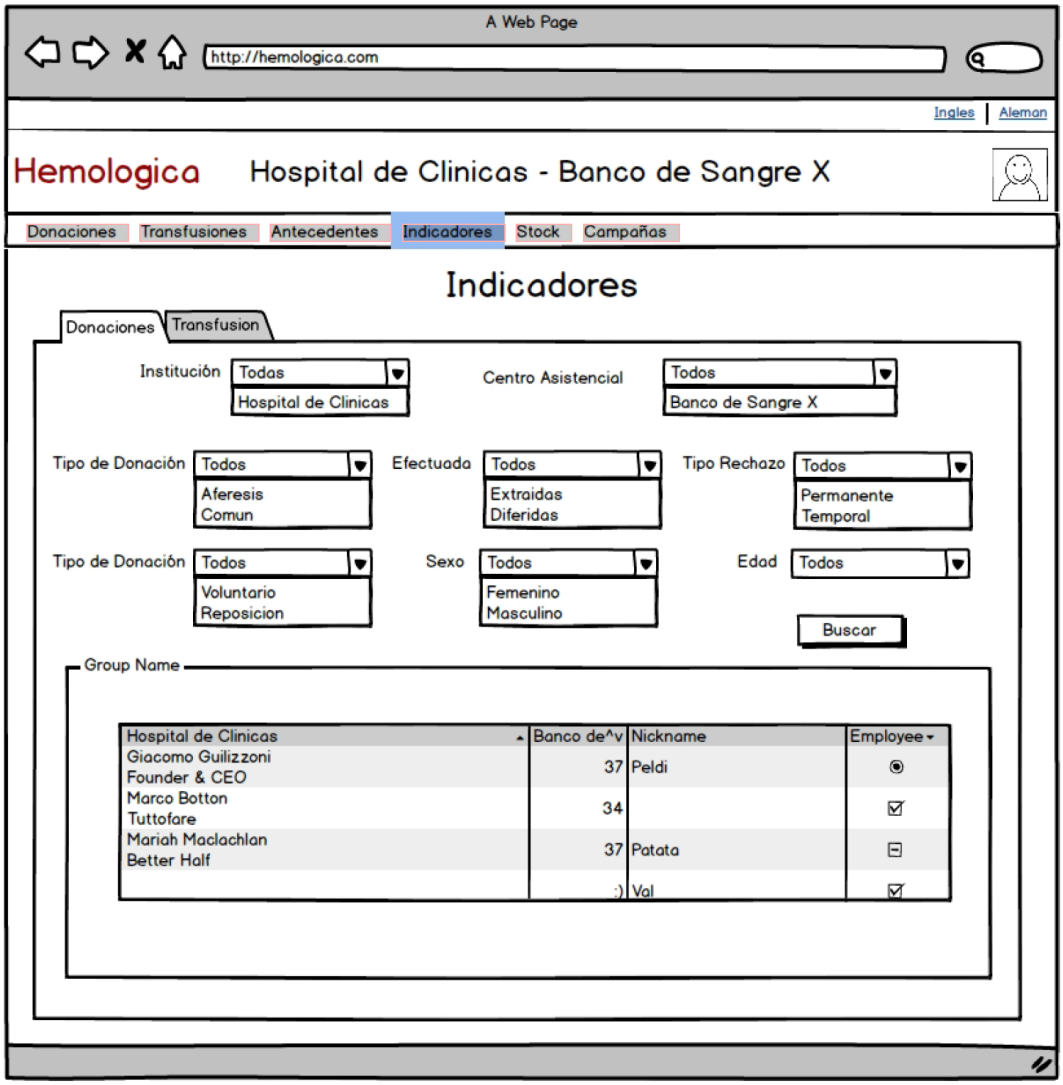

Figura 96 - Mockup HemoSalud - Indicadores

- Stock

Figura 97 - Mockup HemoSalud - Stock

- Campañas

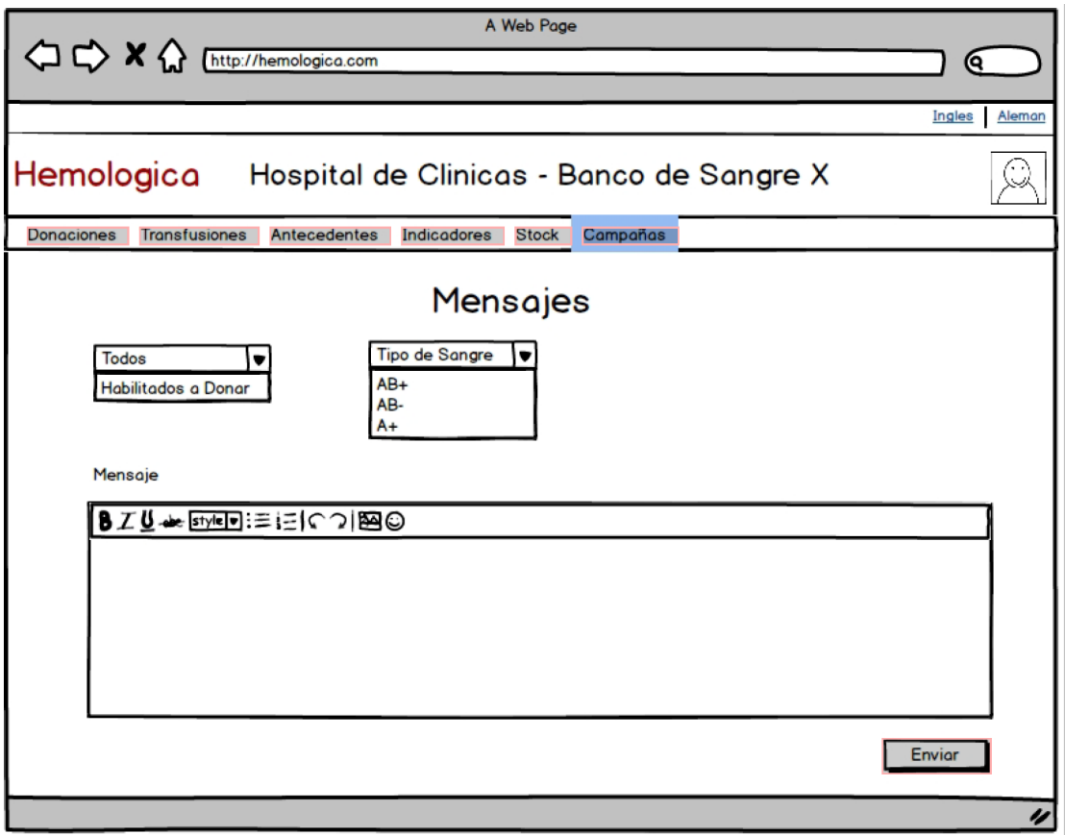

Figura 98 - Mockup HemoSalud - Campañas

Anexo 7 - Capturas de pantallas YoDono y HemoSalud

1.1. Introducción

En este anexo se muestran las diferentes pantallas de la aplicación YoDono y HemoSalud.

1.2. YoDono

- Noticias

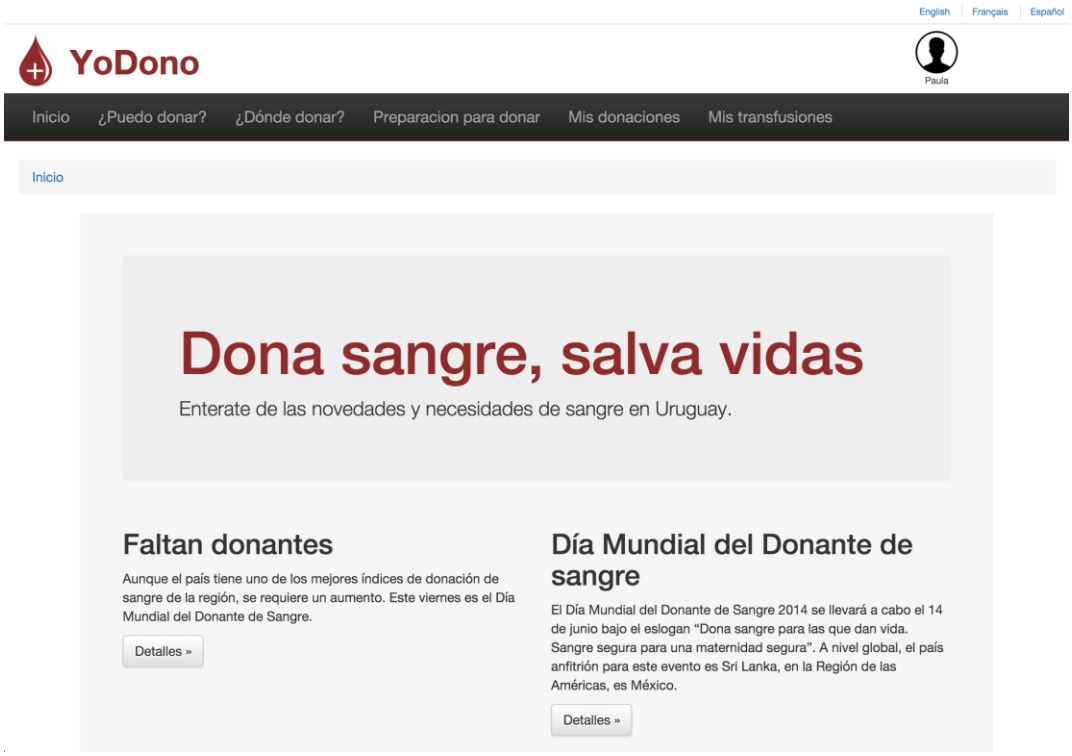

Figura 99 - YoDono - Noticias

- ¿Puedo donar?

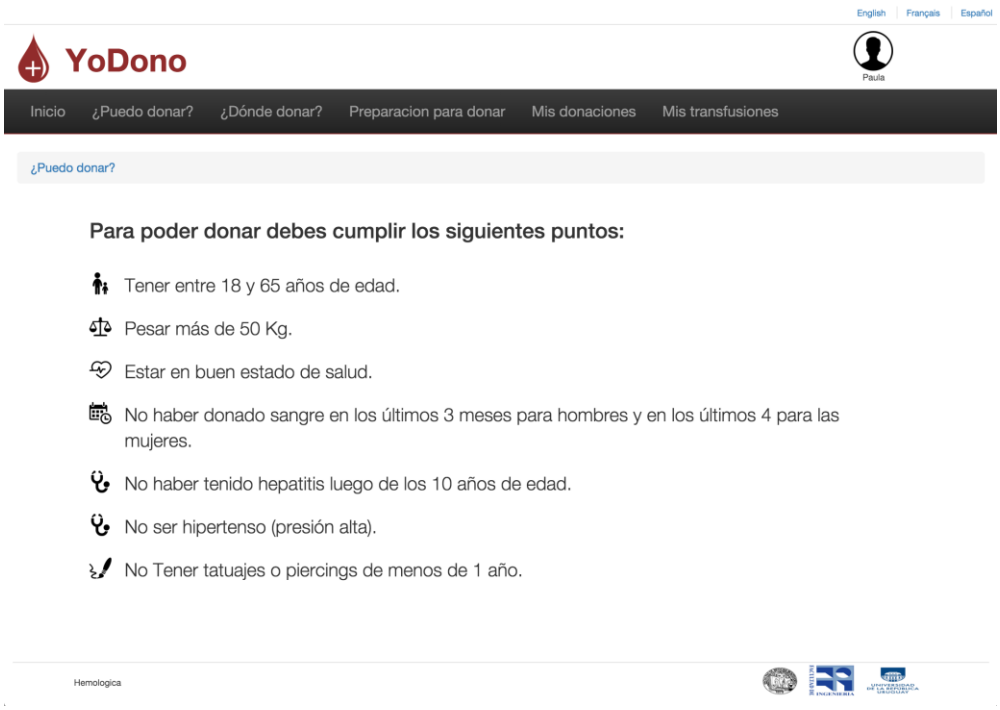

Figura 100 - YoDono - ¿Puedo donar?

- Preparación para donar

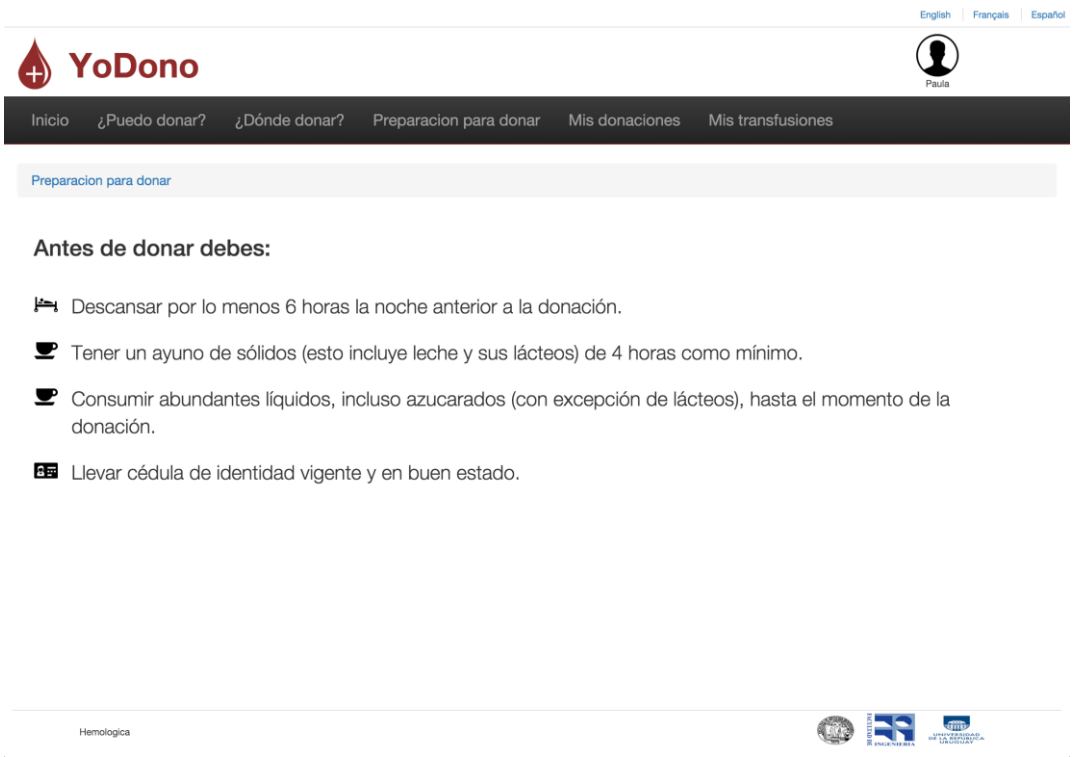

Figura 101 - YoDono - Preparación para donar

- ¿Dónde donar?

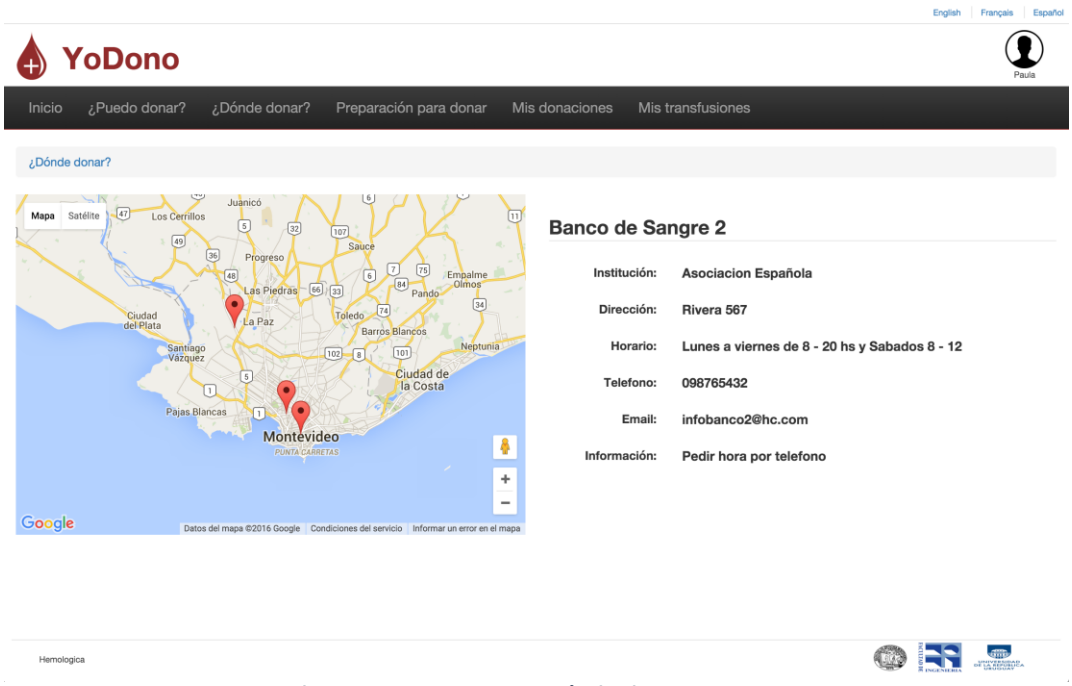

Figura 102 - YoDono - ¿Dónde donar?

- Mis donaciones

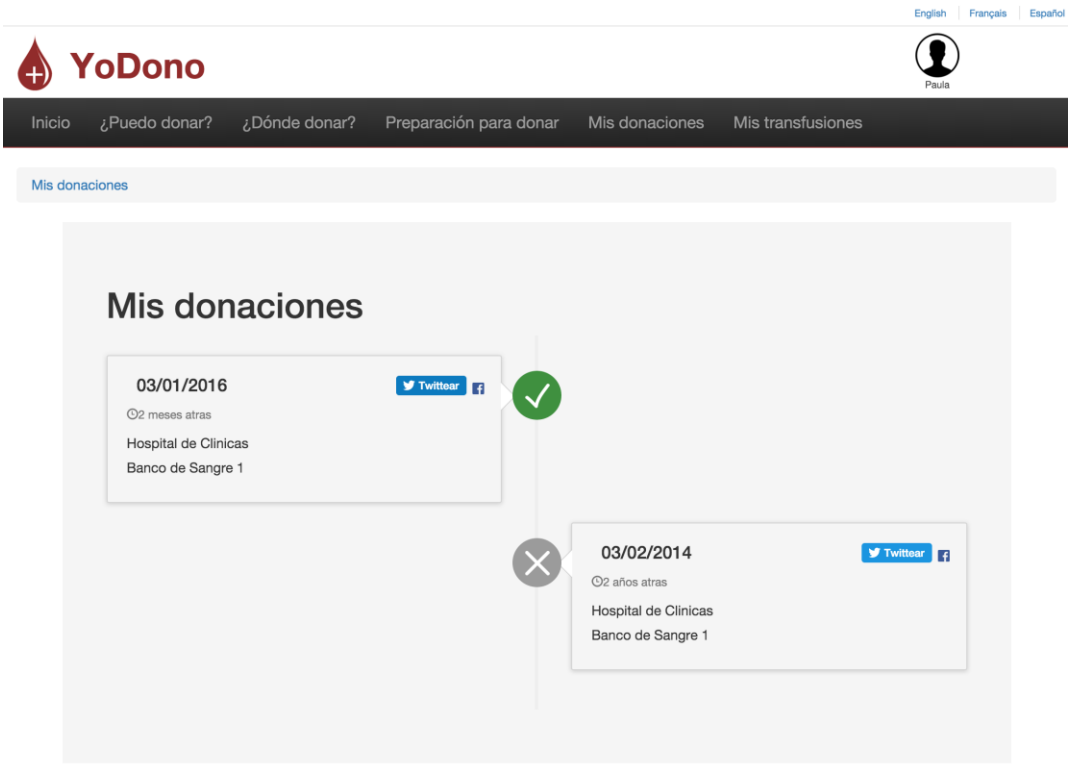

Figura 103 - YoDono - Mis donaciones

- Mis transfusiones

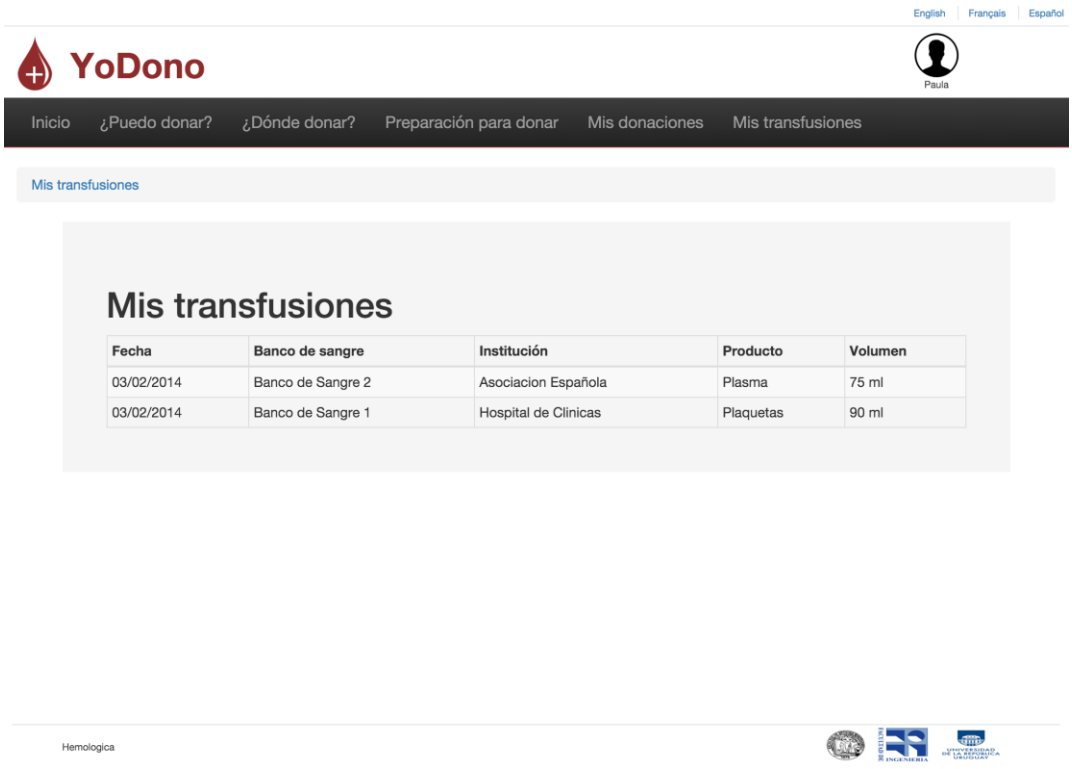

Figura 104 - YoDono - Mis transfusiones

- Mi perfil

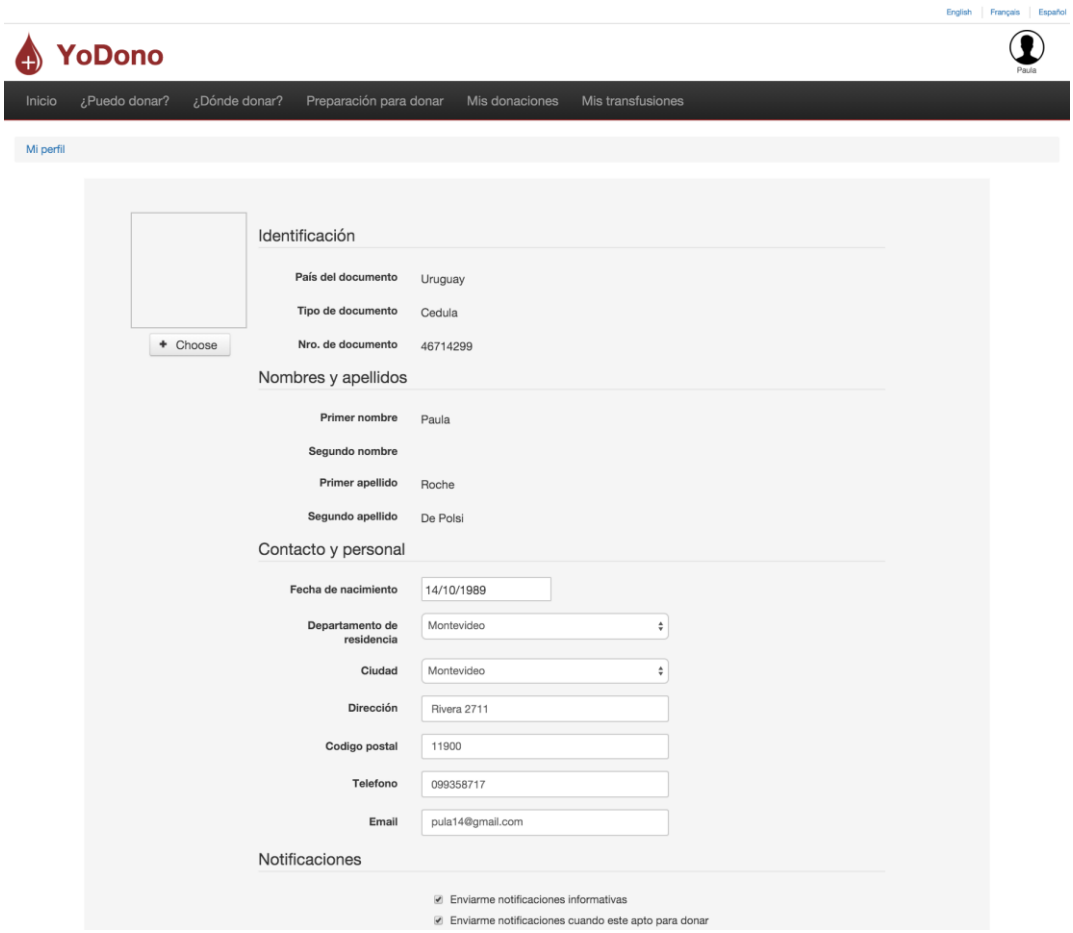

Figura 105 - YoDono - Mi perfil

1.3. HemoSalud

- Donaciones

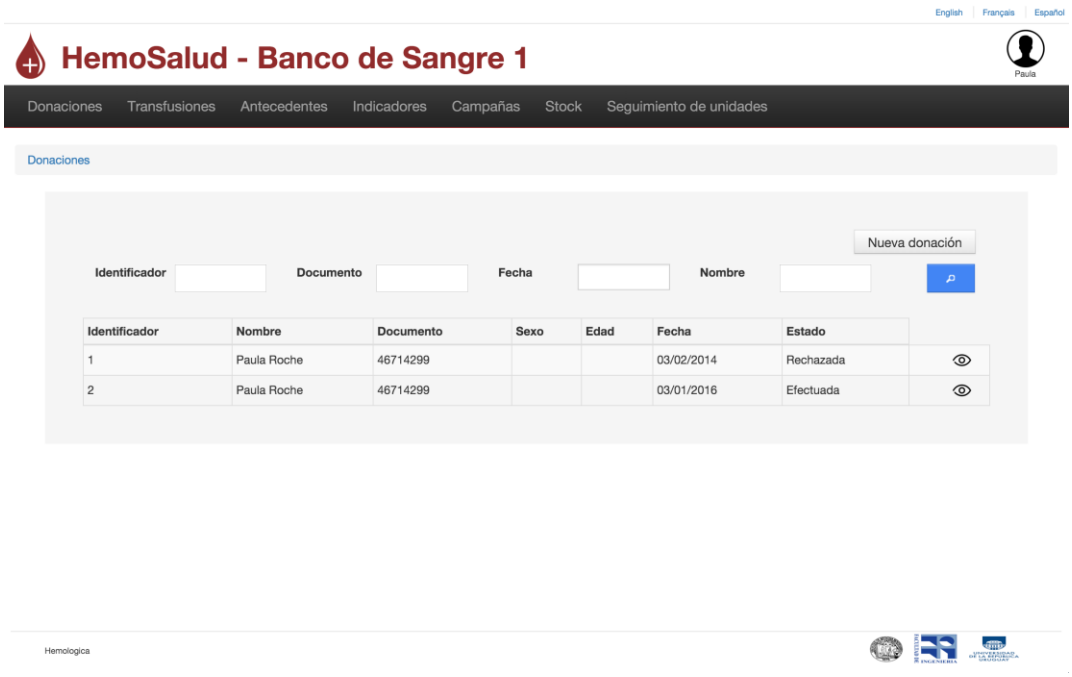

Figura 106 - HemoSalud - Donaciones

- Nueva donación

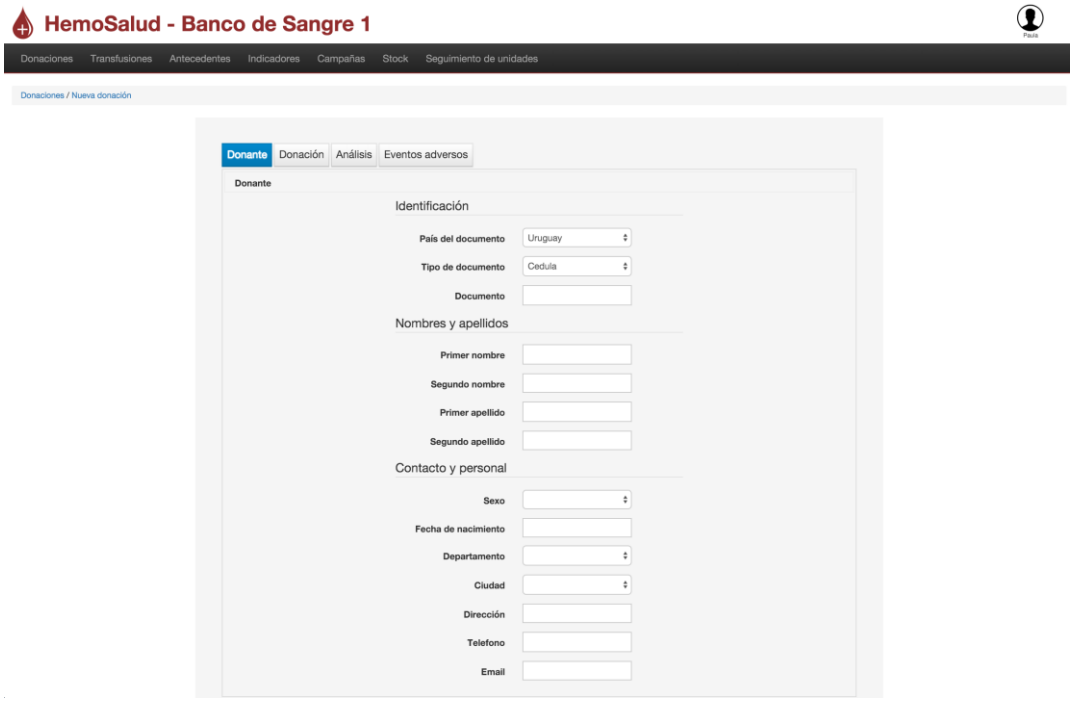

Figura 107 - HemoSalud - Nueva donación paso 1

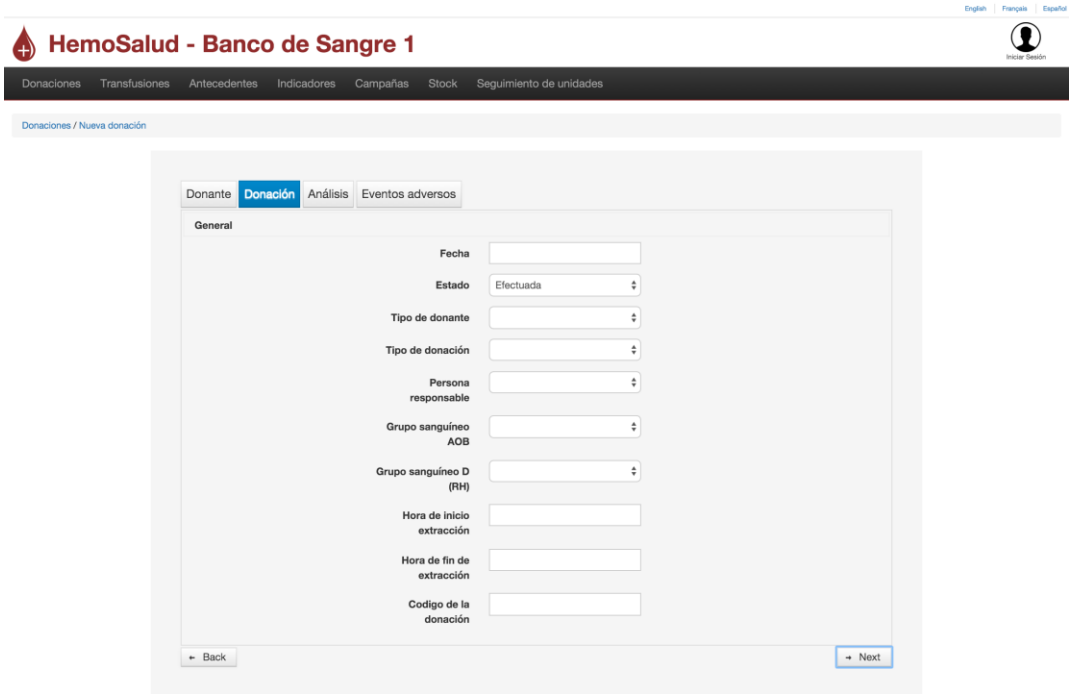

Figura 108 - HemoSalud - Nueva donación paso 2

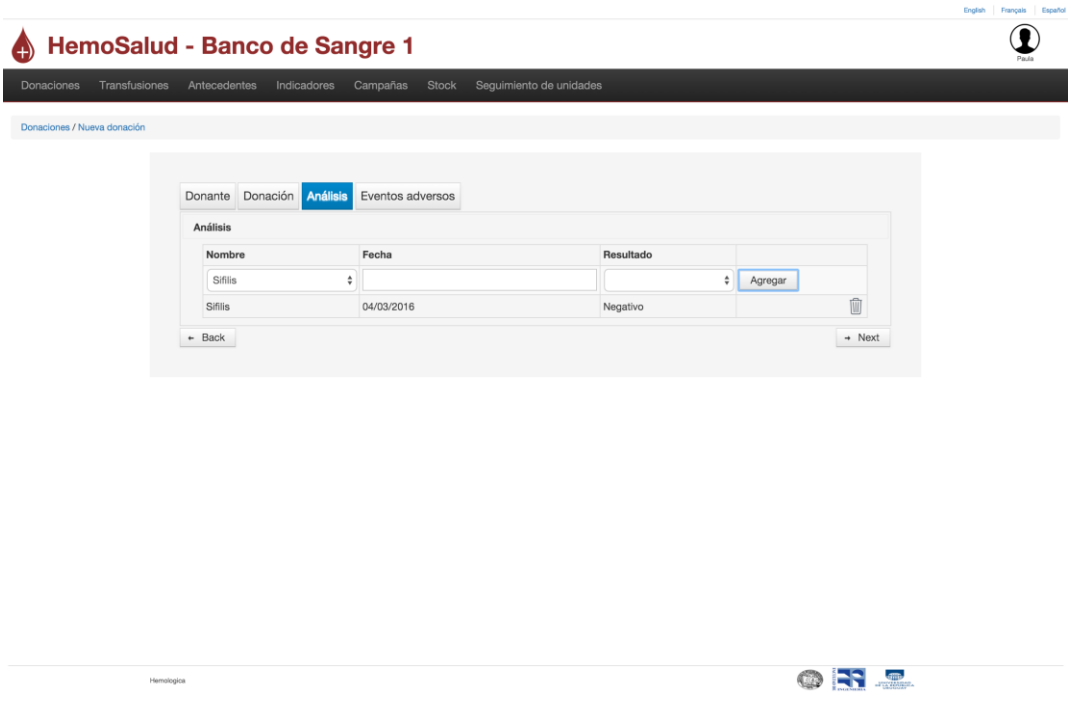

Figura 109 - HemoSalud - Nueva donación paso 3

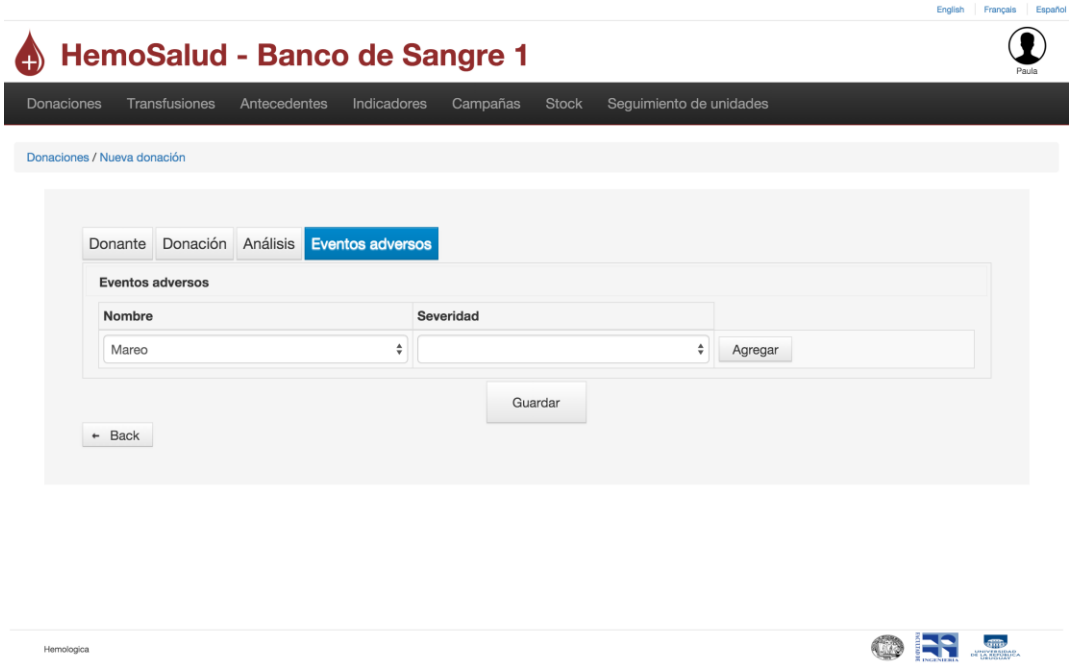

Figura 110 - HemoSalud - Nueva donación paso 4

- Transfusiones

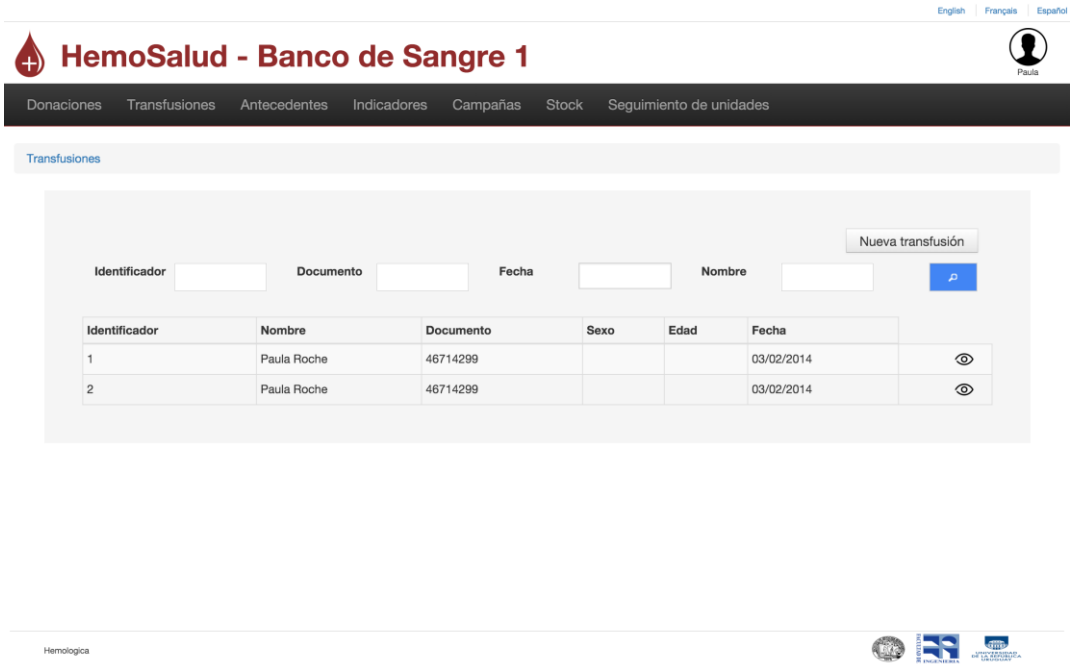

Figura 111 - HemoSalud - Transfusiones

- Nueva transfusión

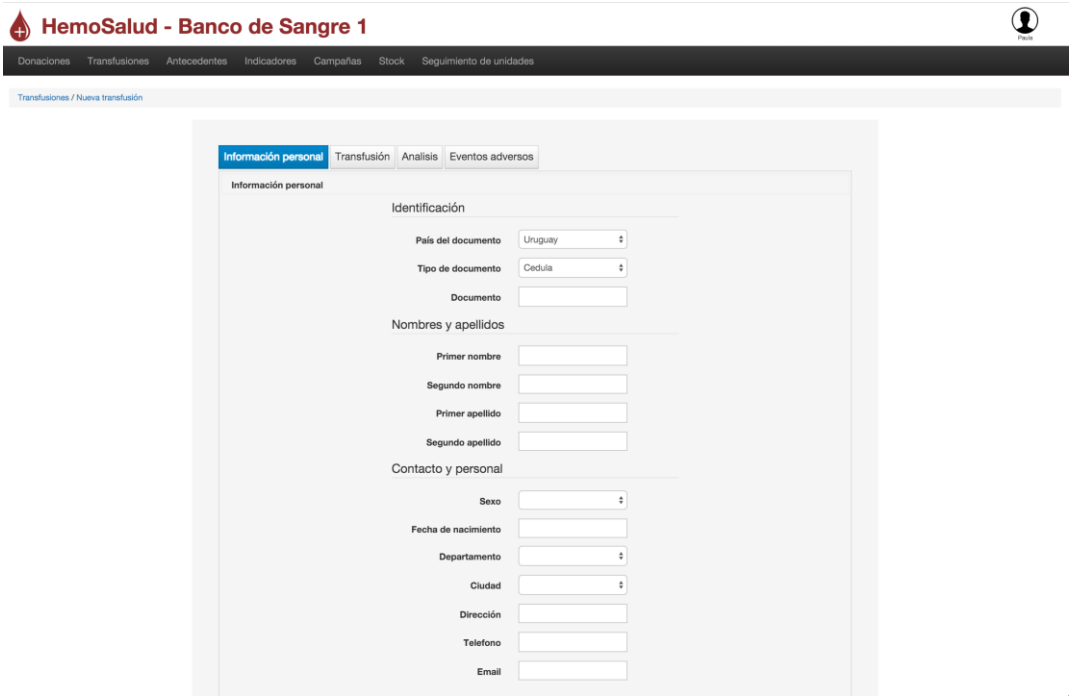

Figura 112 - HemoSalud - Nueva transfusión paso 1

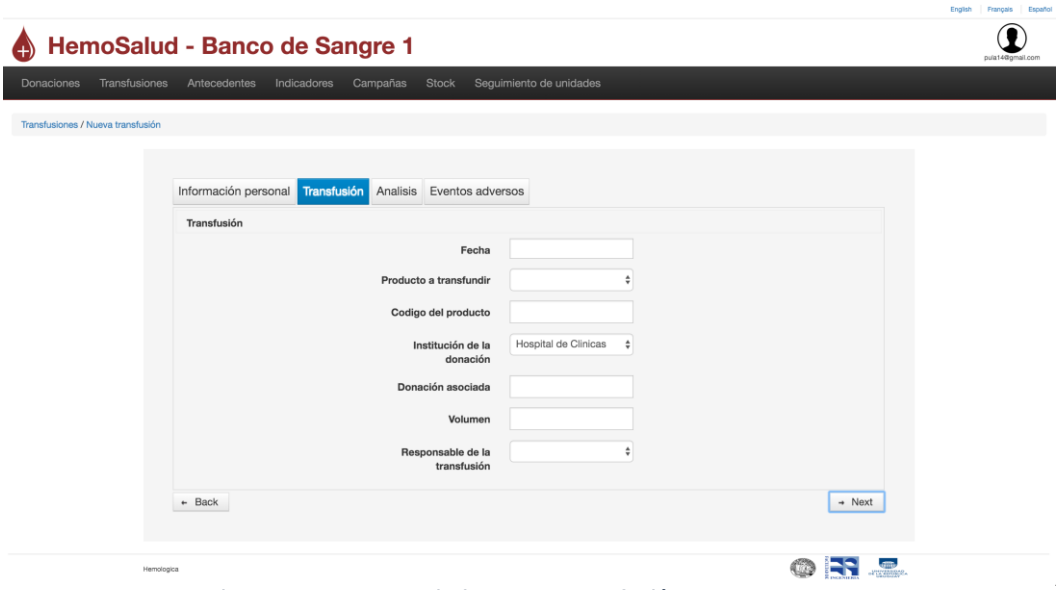

Figura 113 - HemoSalud - Nueva transfusión paso 2

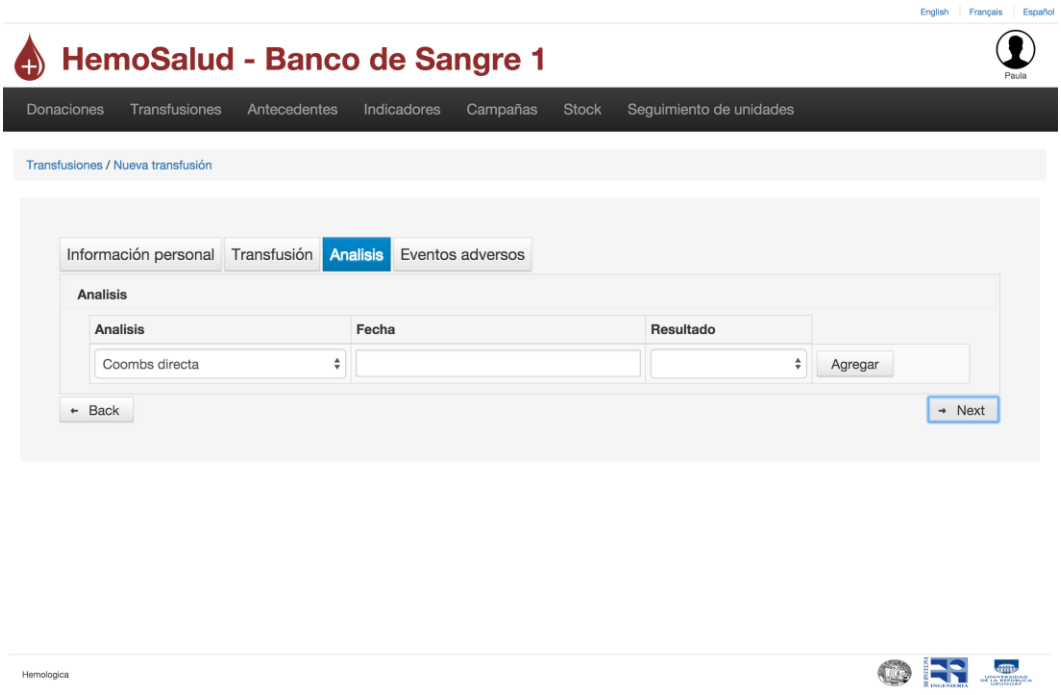

Figura 114 - HemoSalud - Nueva transfusión paso 3

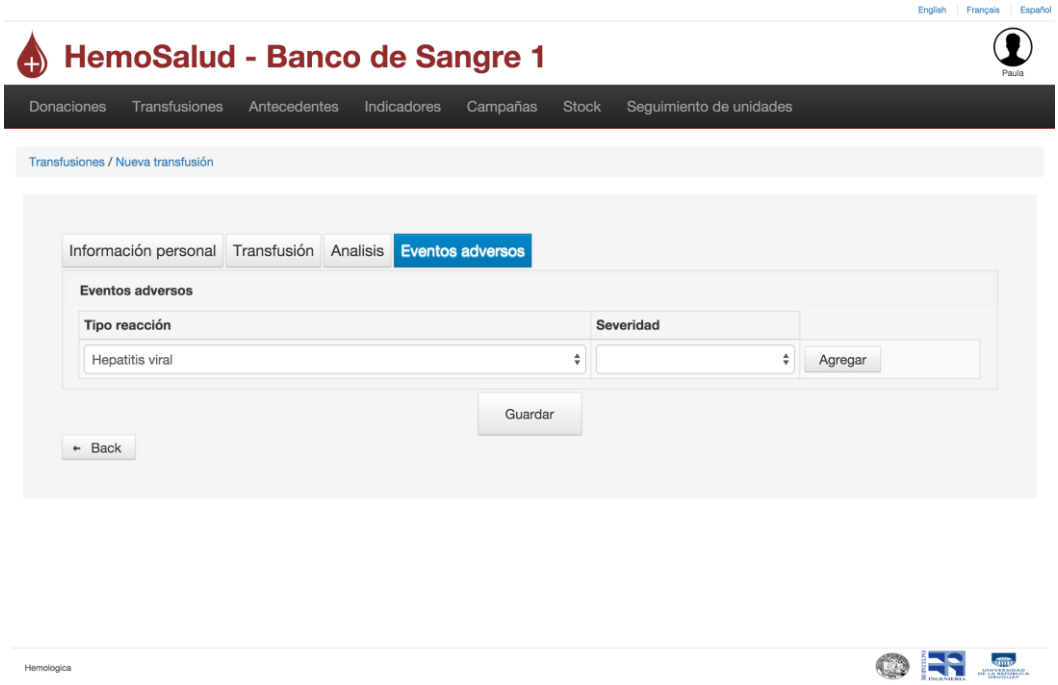

Figura 115 - HemoSalud - Nueva transfusión paso 4

- Antecedentes

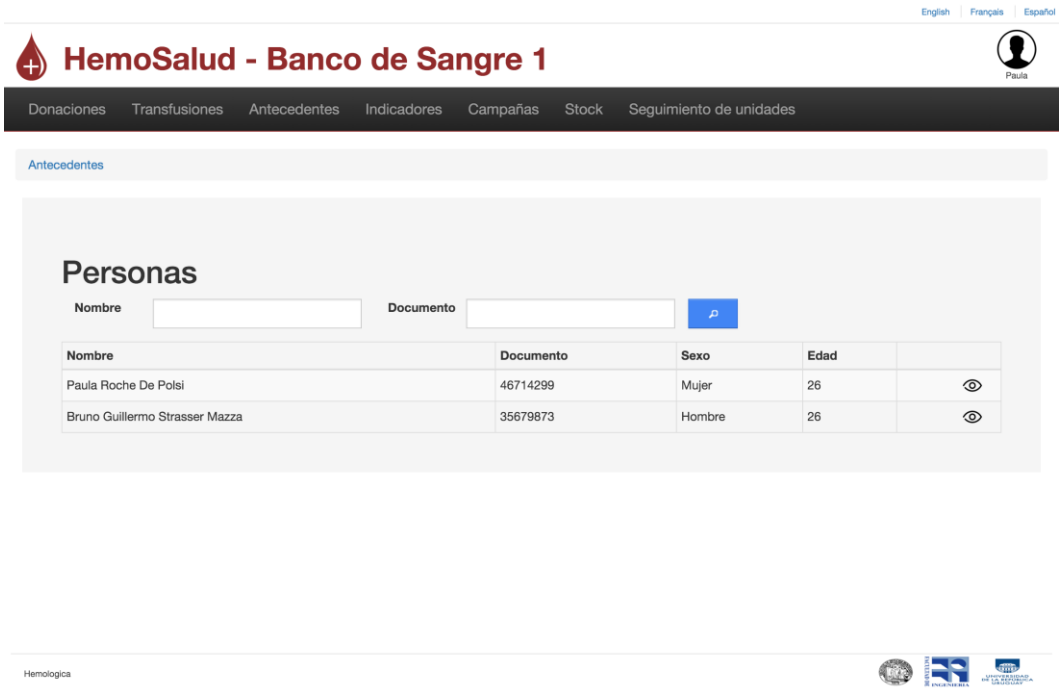

Figura 116 - HemoSalud - Antecedentes paso 1

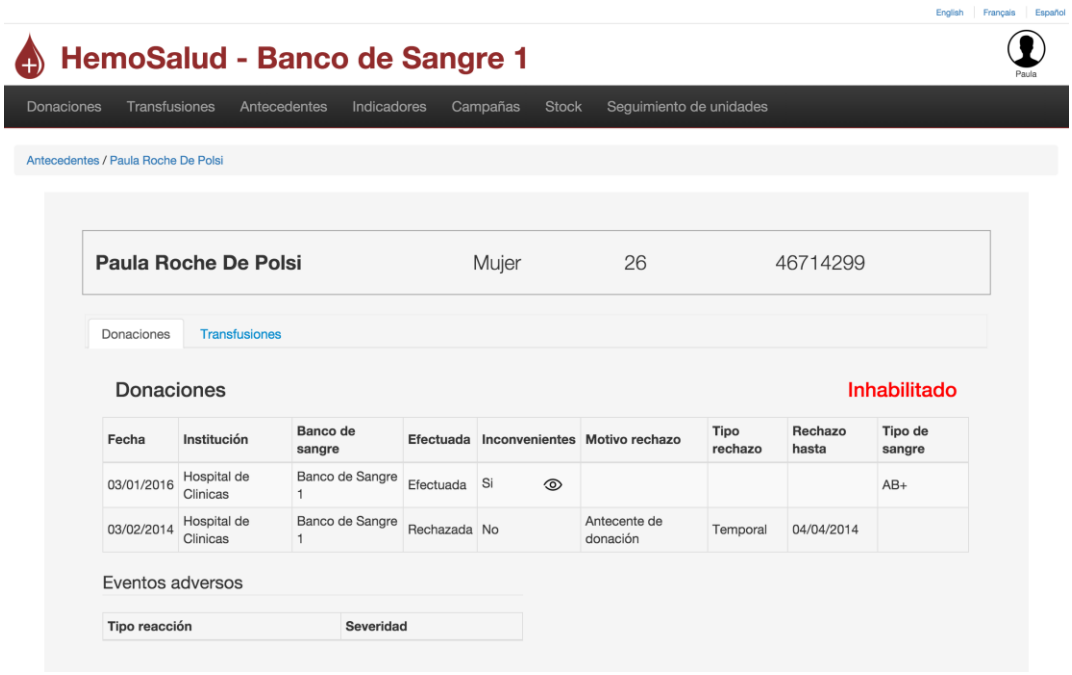

Figura 117 - HemoSalud - Antecedentes paso 2

- Indicadores

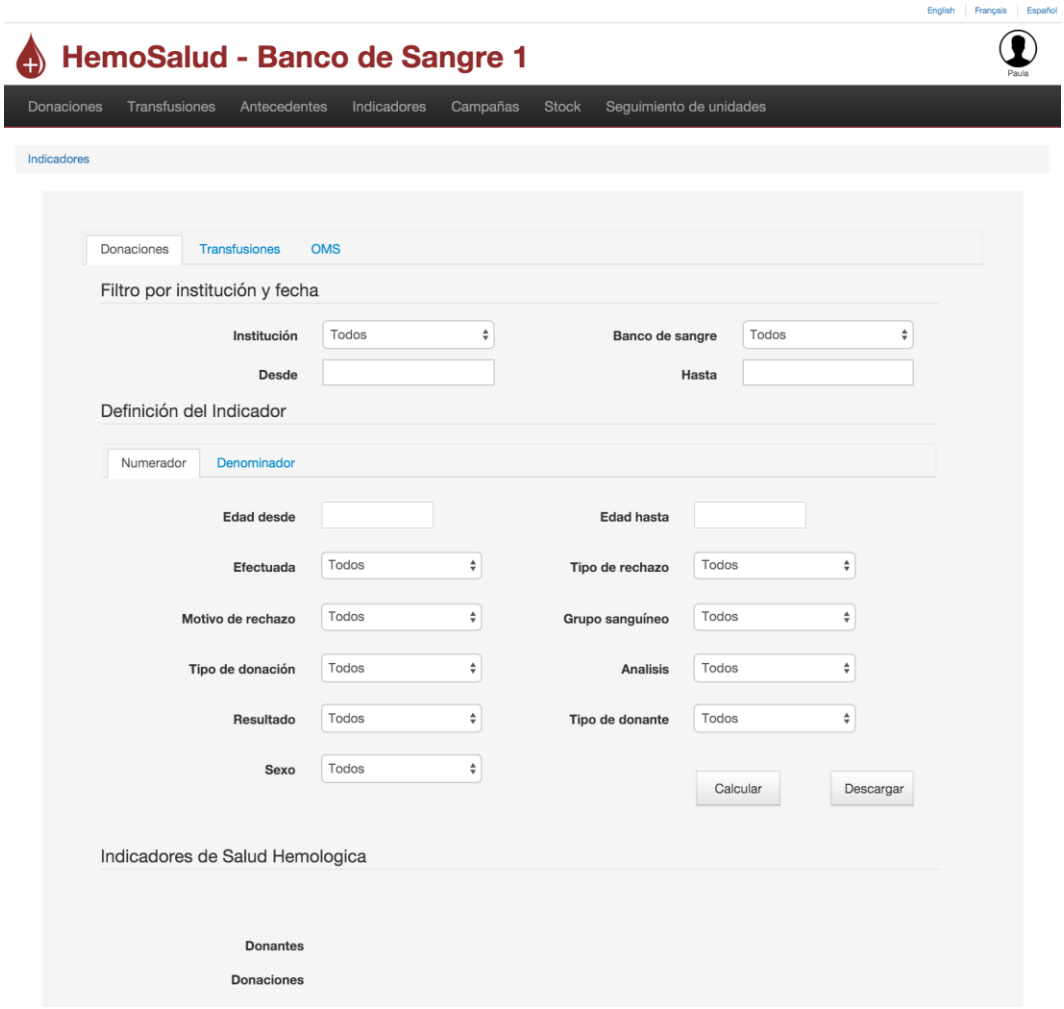

Figura 118 - HemoSalud - Indicadores donaciones

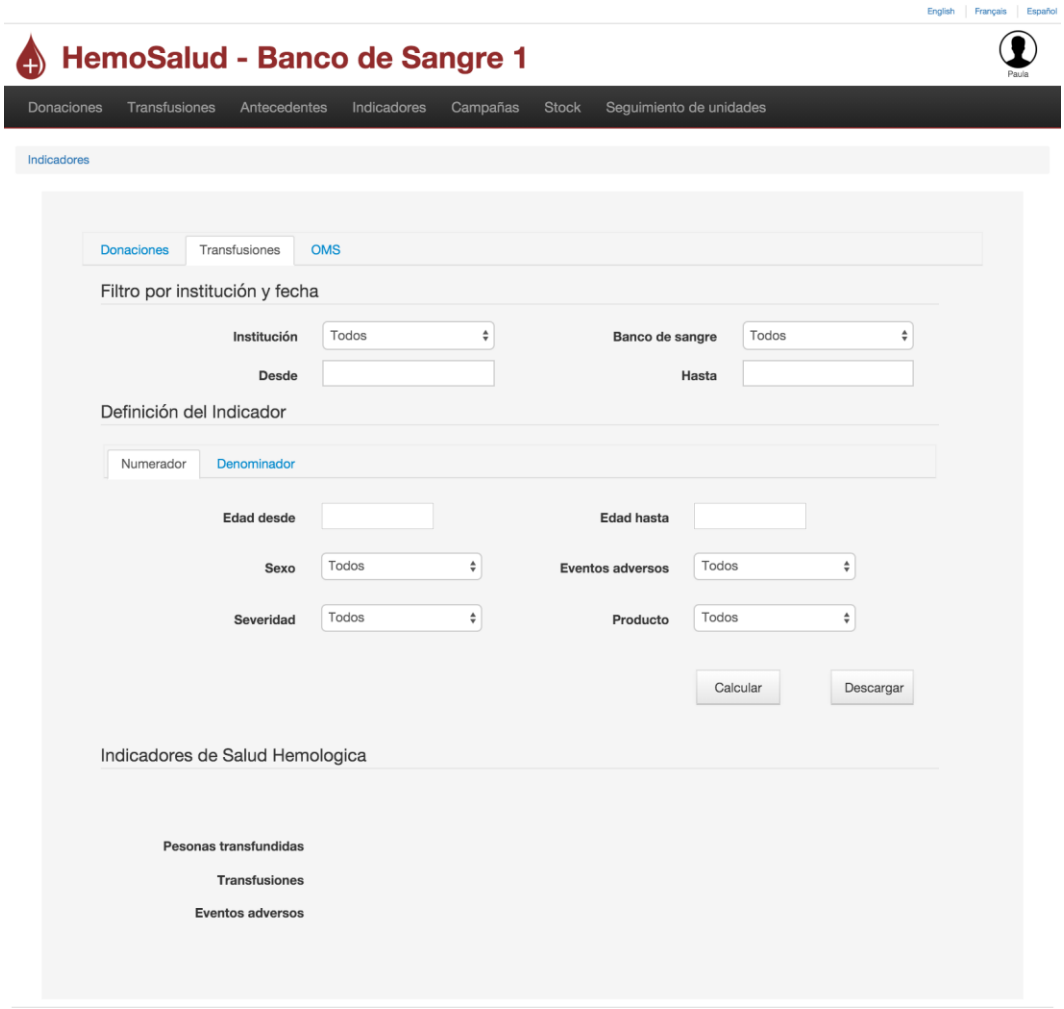

Figura 119 - HemoSalud - Indicadores transfusiones

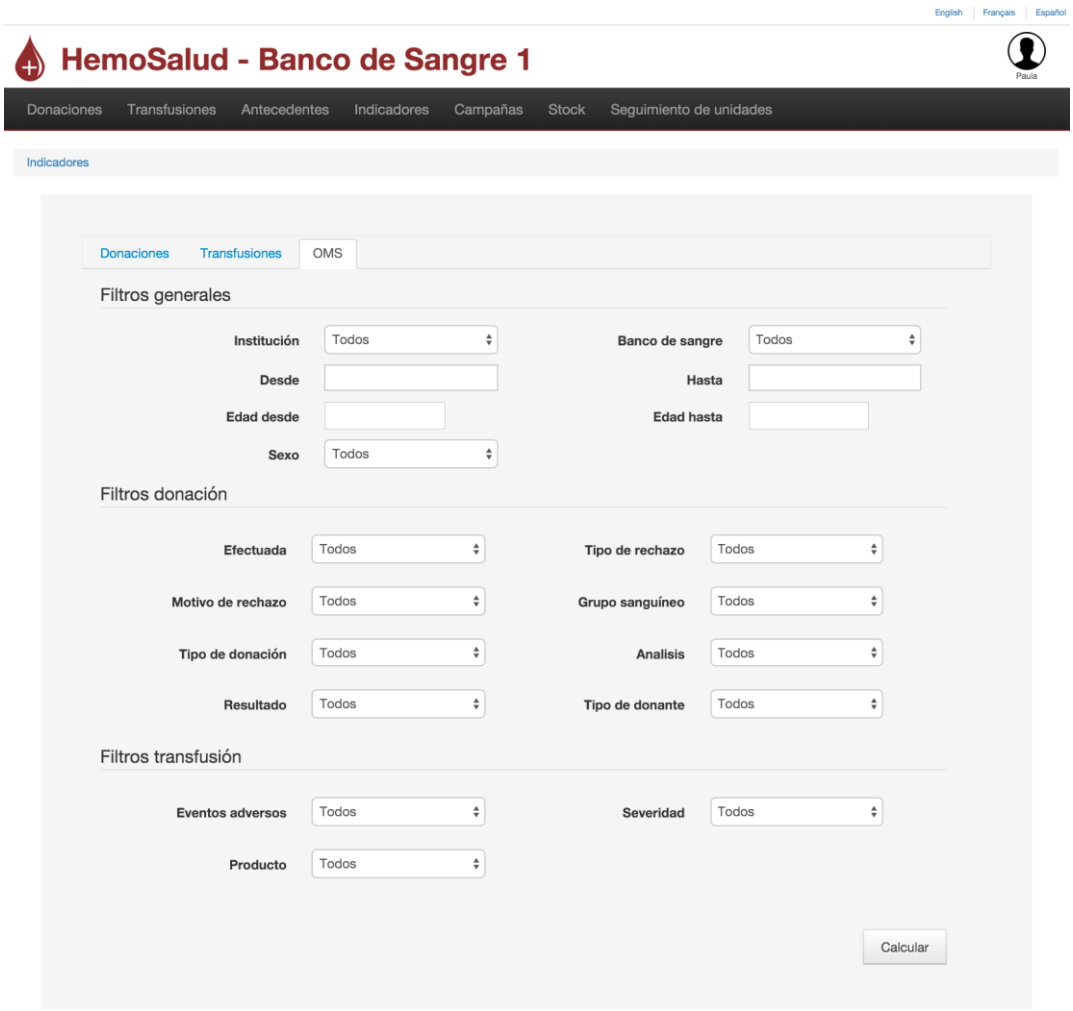

Figura 120 - HemoSalud - Indicadores OMS

- Campañas

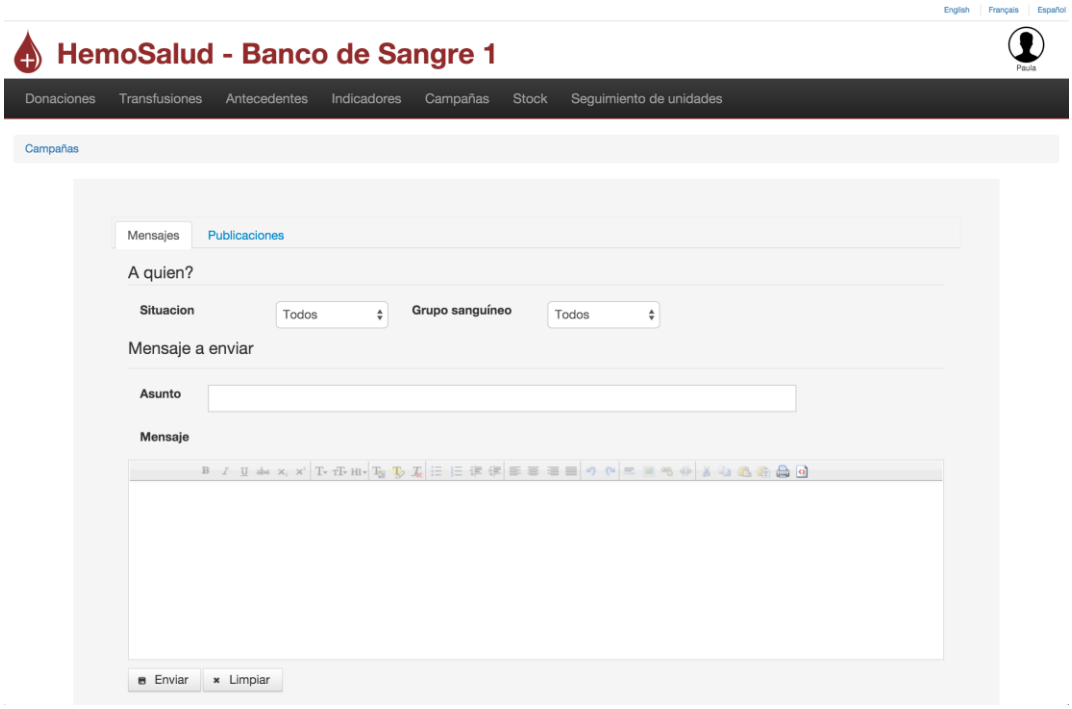

Figura 121 - HemoSalud - Campañas envió emails

Figura 122 - HemoSalud - Campañas envió de noticias.

- Stock

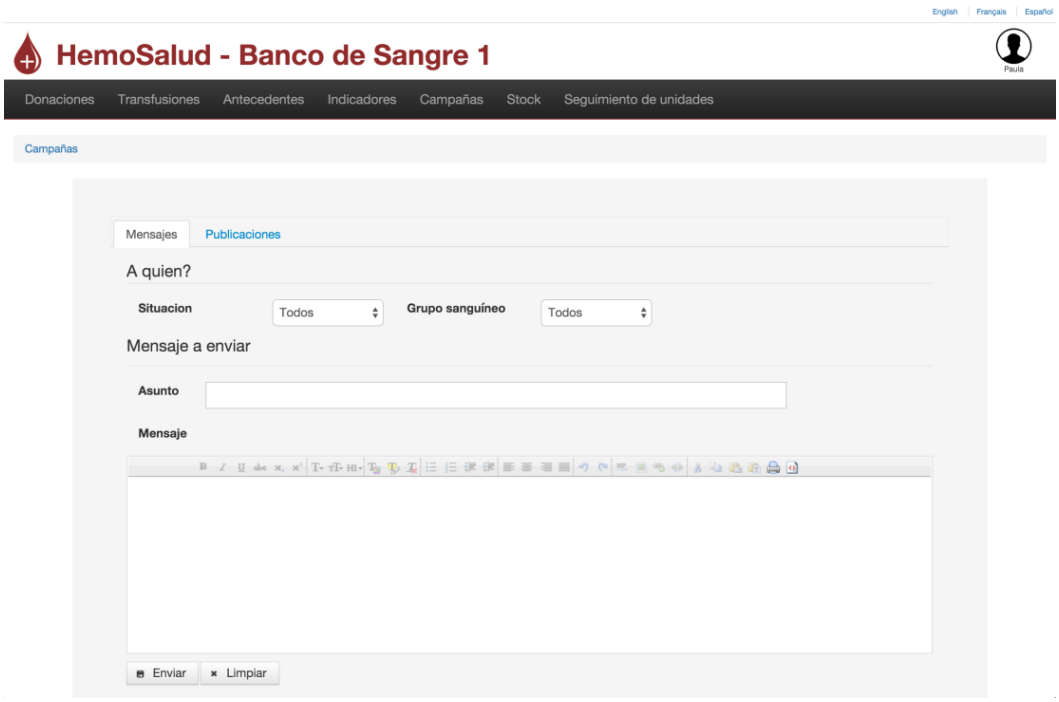

Figura 123 - HemoSalud - Stock

- Seguimiento

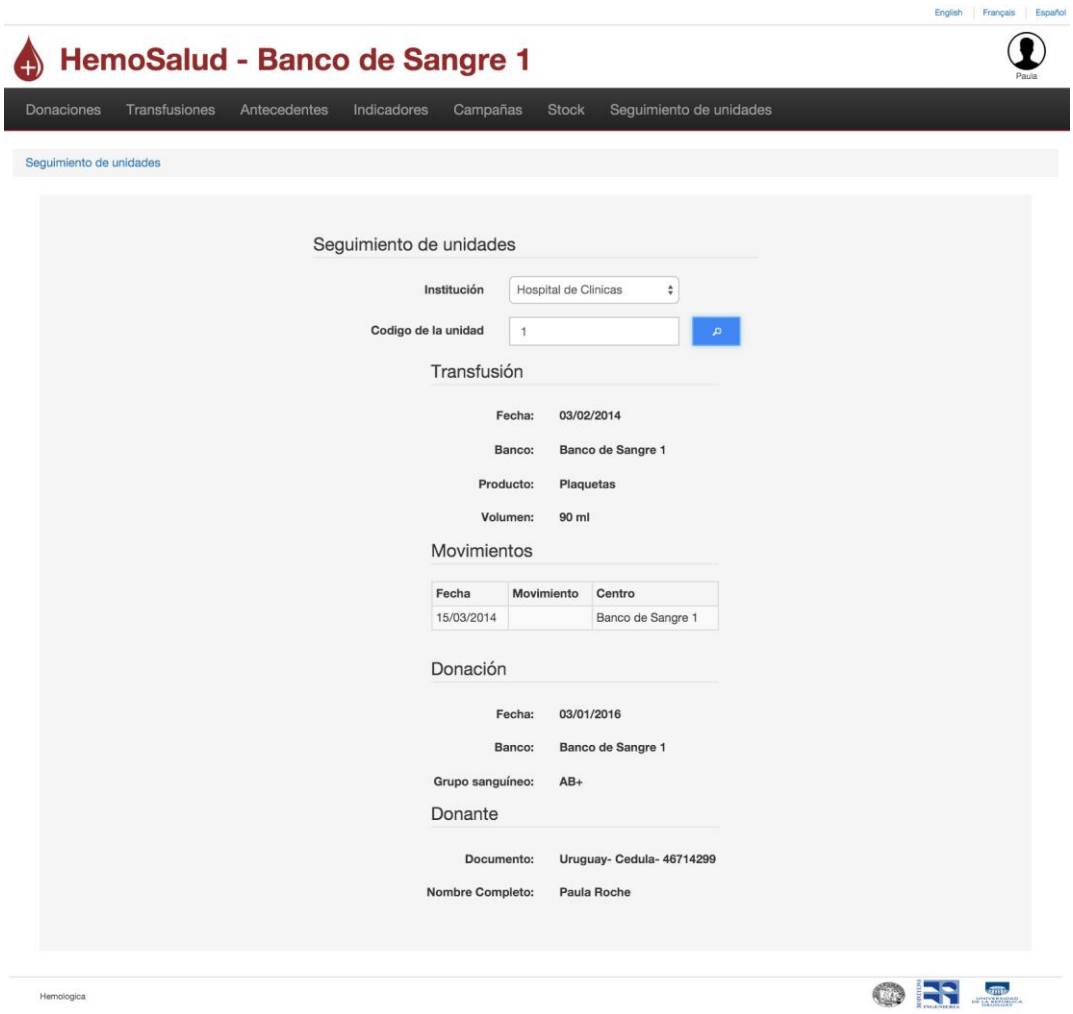

Figura 124 - HemoSalud - Seguimiento de unidades