

**DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN API PARA LA  
EXPLOTACIÓN DEL CONOCIMIENTO DEL MÓDULO  
GESTOR DE ENSAYOS CLÍNICOS EN UNA  
ARQUITECTURA CLOUD CEIB I+D ORIENTADA A  
ESCLEROSIS MÚLTIPLE**

AUTOR  
DIEGO T. GUIJARRO PERAL

TUTOR  
JOSÉ MARÍA SALINAS SERRANO

DEPARTAMENTO DCCIA

CURSO  
2013-2014

# 1.ÍNDICE

## [1.ÍNDICE](#)

## [2. INTRODUCCION](#)

### [2.1 MOTIVACIÓN](#)

### [2.2 INTRODUCCIÓN Y PROBLEMÁTICA ACTUAL](#)

## [3. CONTENIDOS](#)

### [3.1 ESTADO DEL ARTE](#)

#### [3.1.1 LA ARQUITECTURA CLOUD CEIB I+D](#)

##### [3.1.1.1 VISIÓN GENERAL DEL SISTEMA](#)

##### [3.1.1.2 HIS](#)

##### [3.1.1.3 CEIBANON](#)

##### [3.1.1.4 SE](#)

##### [3.1.1.5 GEBID](#)

##### [3.1.1.6 BIKE](#)

#### [3.1.2 NeuroBIM-MS, UN EJEMPLO PRÁCTICO DE CLOUD CEIB I+D ORIENTADO A LA INVESTIGACIÓN DE LA ESCLERÓISIS MÚLTIPLE.](#)

##### [3.1.2.1 VISION GENERAL DEL SISTEMA](#)

##### [3.1.2.2 SISTEMA DE INFORMACION HOSPITALARIO - HIS](#)

##### [3.1.2.3 ANONIMIZADOR-ENRUTADOR - CEIBANON](#)

##### [3.1.2.4 GESTOR DE ENSAYOS CLÍNICOS - GEBID](#)

##### [3.1.2.5 MOTOR DE CONOCIMIENTO - BIKE](#)

#### [3.1.3 XNAT, PLATAFORMA OPEN SOURCE PARA LA GESTIÓN DE ENSAYOS CLÍNICOS](#)

##### [3.1.3.1 VISIÓN GENERAL DE LA PLATAFORMA](#)

### [3.2 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA API](#)

#### [3.2.1 INSTALACIÓN DE XNAT](#)

#### [3.2.2 EL MODELO DE DATOS DE GEBID NEUROBIM-MS](#)

#### [3.2.3 ACCESO A LOS DATOS DE XNAT](#)

#### [3.2.4 API: MODELO PROPUESTO](#)

## [4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES](#)

## [5. BIBLIOGRAFÍA Y ENLACES DE INTERÉS](#)

## 2. INTRODUCCION

### 2.1 MOTIVACIÓN

Este documento corresponde a la memoria del proyecto de la asignatura de sistemas informáticos de 5º curso de la ingeniería informática (plan 2001). Mi experiencia en el campo de la informática sanitaria, mi obsesión por intentar realizar un proyecto que se pudiese llevar a cabo y que éste fuese útil, han condicionado en buena medida la elección del mismo, que no me ha resultado en absoluto fácil.

A mi juicio, buena parte del uso de la informática aplicada a la sanidad radica en la gestión y la posibilitación del acceso al conocimiento de una manera más o menos cómoda. La motivación del proyecto surge al comprobar que, a pesar todos los recursos y avances existentes, los investigadores médicos (en la realización de sus ensayos clínicos) disponen de poca accesibilidad a repositorios de bioimagen<sup>1</sup> con fines de investigación. La solución Cloud CEIB I+D basada en tecnologías open source ([Salinas, JM et al. , 2012](#)), es un marco arquitectónico que pretende dar solución a esta problemática. Base del proyecto de Nodo en imagen poblacional de la comunidad valenciana dentro del proyecto EuroBioImaging. Ofrece a la comunidad científica una serie de servicios, modelos y herramientas que facilitan la gestión del conocimiento de la imagen médica. a la comunidad científica mediante una serie de servicios de I+D. Y en particular el sistema NEUROBIM-MS, implementación del modelo CLOUD CEIB I+D, que permite la gestión y extracción de conocimientos de las imágenes de pacientes con esclerosis múltiple diagnosticada.

Abordar una implementación de la misma sería una tarea osada para una sola persona y totalmente fuera del ámbito de un proyecto de sistemas informáticos. Así pues, este proyecto se focaliza en el desarrollo e implementación de una API de comunicación, que va a permitir la explotación del conocimiento del módulo gestor de ensayos clínicos GEBID de NeuroBIM-MS (una instancia real basada en la arquitectura Cloud CEIB I+D orientada al estudio de la esclerosis múltiple), de forma que se pueda integrar en sus sistemas de información (SADI).

### 2.2 INTRODUCCIÓN Y PROBLEMÁTICA ACTUAL

La neuroimagen es la representación, en forma de imagen paramétrica del cerebro, recogida por diferentes técnicas (modalidades), especialmente la obtenida mediante resonancia magnética (RM). Dicha imagen, una vez informada por un facultativo especializado, supone un recurso de gran ayuda y muy valioso tanto en el campo del tratamiento médico, como en el de la investigación médica.

---

<sup>1</sup> entendemos por bioimagen, o imagen médica, al conjunto de técnicas y procesos usados para generar imágenes completas o parciales del cuerpo humano con el propósito de aplicar procedimientos clínicos o para la investigación médica. (Ródenas, J et al.,2006)

Pero toda esta información presenta un inconveniente de base a los investigadores de ensayos clínicos: y es la dificultad de obtener bancos de imágenes válidas que cumplan una serie de criterios. Esto se produce por varios motivos, de entre los que se puede enumerar los siguientes:

- la heterogeneidad de los sistemas de adquisición de imagen junto con sus variados formatos de almacenamiento.
- la dificultad en el acceso a bancos y repositorios de conocimiento.
- a veces la escasa estructuración de este tipo de información con respecto a la historia clínica del paciente y el desconocimiento de fuentes y repositorios para la gestión y almacenamiento.

Todos juntos hacen que resulte muy complejo el acceso y gestión de manera más o menos directa y eficiente de datos de pacientes con esclerosis múltiple.

## 3. CONTENIDOS

### 3.1 ESTADO DEL ARTE

En este apartado se define la arquitectura CLOUD CEIB I+D y la instancia NeuroBIM-MS, base de los sistemas que se utilizarán en el desarrollo de este proyecto.

#### 3.1.1 LA ARQUITECTURA CLOUD CEIB I+D

##### 3.1.1.1 VISIÓN GENERAL DEL SISTEMA

La Conselleria de Sanitat de la Comunitat Valenciana dispone de un banco centralizado de bioimagen (GIMD<sup>2</sup>). Dicho banco, se nutre de las imágenes captadas e informadas por los distintos sistemas de archivado y transmisión de imágenes departamentales (PACS) de los Servicios de Radiología de los Hospitales de la Comunidad Valenciana, y es un repositorio de un gran valor.

Cloud CEIB I+D, sistema de gestión y extracción de conocimiento de la imagen médica, es una propuesta de arquitectura que nace con la finalidad de gestionar y extraer el conocimiento de la bioimagen almacenada en dicho banco. De forma muy resumida, se puede decir que esta arquitectura permite la explotación de cualquier banco de imágenes médicas y la posterior transmisión de los informes estructurados hacia terceros sistemas.

---

<sup>2</sup> Gestión de la Imagen Médica Centralizada de la Conselleria de Sanitat. Sistema encargado del almacenamiento centralizado de toda imagen médica. Su fuente de información es toda imagen generada en los diferentes centros sanitarios de la Comunidad Valenciana.

Se define a continuación las partes que constituyen la arquitectura Cloud CEIB I+D. Ésta consta de cuatro módulos: Sistema de información Sanitario (HIS), motor de búsqueda (SE), gestor de ensayos clínicos y proyectos de investigación de bioimagen para I+D (GEBID), anonimizador (CEIBANON) y motor de conocimiento (BIKE).

#### 3.1.1.2 HIS

Podemos ver el HIS como el módulo representativo que engloba todos los sistemas del sistema sanitario, que dentro del contexto de Cloud CEIB I+D realizará peticiones al catálogo de servicios del mismo e incorporará la información obtenida, complementando con información de calidad la Historia electrónica del paciente (HSE) lo que permitirá mejorar la atención del mismo.

#### 3.1.1.3 CEIBANON

CEIBANON es un módulo que recibe imágenes DICOM de GIMD, realiza una anonimización de parte de su contenido y las envía al otro nodo GEBID para su posterior análisis. Permite diferentes tipos de anonimización, desde la alteración del texto de las cabeceras DICOM hasta la deformación a nivel de imagen de partes que imposibiliten el reconocimiento del paciente.

#### 3.1.1.4 SE

Motor de búsqueda: SE, es la herramienta que interactúa con la capa de aplicación de GIMD para la extracción de casos de interés a partir de la información solicitada por parte de la comunidad científica para la realización de ensayos clínicos y proyectos de investigación.

#### 3.1.1.5 GEBID

Es uno de los módulos más importantes del sistema. Se encarga de proporcionar a la comunidad científica una plataforma y un conjunto de herramientas que permiten gestionar la bioimagen obtenida de GIMD para su ensayo clínico. Se basa en la implantación de una instancia customizada de XNAT. Plataforma opensource diseñada para la gestión de conjuntos de imágenes. El apartado 3.1.3 se dedica por completo a esta plataforma opensource.

De cara a este proyecto, es el módulo donde focalizaré toda la atención, puesto que es el repositorio que utilizará la API para ofrecer su servicios.

#### 3.1.1.6 BIKE

Es el motor de conocimiento. El módulo central que se encargara de extraer el conocimiento (para alimentar la HSE) del GIMD a través del análisis y postproceso de la bioimagen.

Dentro de BIKE se definen los siguientes módulos:

- **BIKE-Postproceso**, encargado de ofrecer al profesional de la visión de un conjunto de herramientas de postproceso de imagen en un entorno de alta computación.

- **BIKE-Cuantificador**, sistema de creación y validación de biomarcadores. Para la ayuda a la decisión por imagen (diagnóstico, pronóstico, tratamiento).
- **BIKE-Datamining**, sistema que facilita la explotación de la información almacenada en la imagen DICOM a partir de herramientas de minería de datos.
- **BIKE-Clasificador**, sistema de clasificación de la bioimagen a partir de la extracción de biomarcadores para la generación de sistemas de ayuda al diagnóstico (SADI).

### 3.1.2 NeuroBIM-MS, UN EJEMPLO PRÁCTICO DE CLOUD CEIB I+D ORIENTADO A LA INVESTIGACIÓN DE LA ESCLEROSIS MÚLTIPLE.

#### 3.1.2.1 VISION GENERAL DEL SISTEMA

Cloud CEIB I+D es un proyecto real, en fase de desarrollo continuo, que ha servido de base para la implementación de instancias como NeuroBIM-MS, sistema de gestión y extracción de conocimiento de imágenes de pacientes con esclerosis múltiple diagnosticada. El objetivo principal de NeuroBIM-MS es ofrecer a los sistemas de información sanitarios una serie de informes de valor añadido para el profesional que le van a permitir mejorar la calidad de la información de la historia clínica electrónica (HSE) en pacientes con esclerosis múltiple.

NeuroBIM-MS está formado por cuatro módulos, que se detallan más adelante:

- Sistema de información hospitalario (HIS)
- Anonimizador-enrutador
- Gestor de ensayos clínicos
- Motor de conocimiento

#### 3.1.2.2 SISTEMA DE INFORMACION HOSPITALARIO - HIS

HIS define la comunicación del sistema de información hospitalario - mediante la petición de servicios - con el resto del sistema NeuroBIM-MS. En este caso HIS utiliza el aplicativo de gestión de informes radiológicos ORION-RIS de la Conselleria de Sanitat de la Generalitat Valenciana. La comunicación es bidireccional: por un lado y como primera fase ORION-RIS identifica los estudios de los que se desea que formen parte de NeuroBIM-MS. Y por otro lado HIS consulta el catálogo de servicios disponibles de ORION-RIS para la recepción de informes de valor añadido generados a partir de los estudios enviados en la primera fase.

#### 3.1.2.3 ANONIMIZADOR-ENRUTADOR - CEIBANON

Cualquier información que le llegue a NeuroBIM-MS proveniente del HIS debe ofrecerse anonimizada, preservando así el anonimato del paciente. Para realizar este proceso NeuroBIM-MS utiliza el módulo CEIBANON, definido en CloudCEIB I+D. La función de

CEIBANON es doble ya que no solo anonimiza sino que ofrece servicios de enrutamiento, enviando los estudios anonimizados hacia el módulo GEBID de gestión de ensayos clínicos mediante el protocolo DICOM.

#### 3.1.2.4 GESTOR DE ENSAYOS CLÍNICOS - GEBID

Dentro del proyecto NeuroBIM-MS se debe trabajar con multitud de datos e imágenes que se reciben desde CEIBANON. Para ello se necesita una herramienta que permita la gestión de los mismos sirviendo de fuente para el resto de módulos del sistema. Esa es la razón de ser de éste módulo, que está basado en una instancia de XNAT<sup>3</sup>. GEBID define un modelo de datos (escalable) que permite el almacenamiento de la información básica del paciente y de los estudios de RM incorporados (sesión). Los estudios se estructuran en proyectos.

Es obvio que previa a cualquier extracción de conocimiento de GEBID hay que diseñar algún mecanismo que permita solicitar a CEIBANON que nos proporcione el identificador del paciente/sesión de GEBID ya que los datos están anonimizados.

#### 3.1.2.5 MOTOR DE CONOCIMIENTO - BIKE

El subsistema BIKE NeuroBIM-MS posibilita el análisis de las imágenes y la obtención de biomarcadores<sup>4</sup> y la generación de informes. Es el módulo encargado de la extracción de conocimiento de las imágenes almacenadas en el gestor de estudios GEBID NeuroBIM-MS y además proporciona al mismo informes de valor añadido.

Estos resultados se retornan al gestor de ensayos clínicos GEBID NeuroBIM-MS donde son incluidos en el modelo de datos definido y desde donde se ponen a disposición de la API motivo de este proyecto.

### **3.1.3 XNAT, PLATAFORMA OPEN SOURCE PARA LA GESTIÓN DE ENSAYOS CLÍNICOS**

El módulo gestor de ensayos clínicos de NeuroBIM-MS se basa en la implantación de una instancia customizada de XNAT. Plataforma opensource diseñada para la gestión de conjuntos de imágenes.

#### 3.1.3.1 VISIÓN GENERAL DE LA PLATAFORMA

XNAT (eXtensible Neuroimaging Archive Toolkit) es una plataforma opensource de software de imágenes, desarrollada con tecnología Java por el Grupo de Investigación en Neuroinformática de la Universidad de Washington. Las funciones básicas de XNAT

---

<sup>3</sup> eXtensible Neuroimaging Archive Toolkit, herramienta opensource basada en Java y desarrollada por el grupo de investigación en neuroinformática de la Universidad de Washington.

<sup>4</sup> un biomarcador es un indicador de un estado biológico. Debe poder medirse objetivamente y ser evaluado como indicador de un proceso biológico normal, estado patogénico o de respuesta a un tratamiento farmacológico [Wikipedia]

gestionan: la importación, archivo, procesamiento y distribución segura de imágenes y datos de los estudios relacionados. Gracias a su flexibilidad, XNAT utiliza como plataforma de gestión y compartición de una amplia gama de ensayos clínicos basados en bioimagen.

XNAT soporta una amplia variedad de métodos para cargar los datos, incluyendo: Importación de datos DICOM tanto de la imagen como los metadatos, extraídos directamente desde nodos DICOM (como un escáner o RM)

En los estudios de neuroimagen (NIH) se requiere compartir los datos para que terceros investigadores puedan beneficiarse de ese conocimiento. En este ámbito XNAT provee múltiples niveles de acceso y proporciona controles para configurar qué datos son accesibles por quién.

Todos los datos almacenados en la plataforma XNAT se asocian a un proyecto definido por el usuario. Esta asociación es la base del modelo de seguridad XNAT: los usuarios (investigadores) tienen acceso a los datos por medio de uno o más proyectos. Por lo tanto para gestionar/subir imágenes a XNAT primero debes crear un proyecto y asignárselas. Dentro del modelo de datos de XNAT, el proyecto es la entidad que agrupa los diferentes pacientes (sujetos), estudios y series pertenecientes a cada ensayo clínico.

#### **Añadir Variables Personalizadas, extender el esquema xdat**

El núcleo básico de XNAT se define sobre un esquema XML que representa las estructuras más comunes de datos de neuroimagen. Este modelo de datos del núcleo de XNAT queda definido en un documento XSD (XML schema) *xnat.xsd*. Este esquema puede extenderse con otros documentos XSD, lo que permite contruir representaciones personalizadas de datos de neuroimagen. En la mayoría de las ocasiones, este modelo de datos es suficiente. Pero si no fuese así, XNAT puede ser extendido con nuestras propias personalizaciones del modelo. Sin embargo cuando queremos añadir unas pocas variables, XNAT proporciona un interface desde su site para añadir de forma dinámica esas variables y ahorrarnos la tarea de diseñar esquemas XML. Son las conocidas como Custom Vars.

## **3.2 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA API**

Este apartado corresponde con la vertiente práctica del proyecto en sí. Para llevar a cabo el diseño de la API y, para no comprometer el sistema NeuroBIM-MS, el primer paso ha sido el de instalar una instancia de XNAT y duplicar en ella el modelo de datos de NeuroBIM-MS para esclerosis múltiple extendiendo el modelo de XNAT por defecto y una vez comprendido, empezar con el diseño, implementación y pruebas de la API.

### **3.2.1 INSTALACIÓN DE XNAT**

XNAT es opensource desarrollado con tecnología Java. Por tanto, permite desplegar una instancia del mismo tanto en entornos Windows como en Linux y está disponible para

arquitecturas de 32 y de 64 bits. Personalmente me he decantado por desplegarlo en Linux (tal como recomienda el Grupo de Investigación en Neuroinformática de la Universidad de Washington) en una distribución Linux Debian 7.1.0 (wheezy) con kernel 3.4 con 2 procesadores y 4GB de RAM.

Es una instalación, que sin llegar a ser en exceso compleja, me ha presentado algún que otro contratiempo. Sobretudo al trabajar detrás de un proxy, bajar los repositorios XNAT desde un sistema de versionado usando Mercurial (hg) y desplegar XNAT ya que utiliza Maven 1 para descargar los repositorios y librerías necesarias.

### 3.2.2 EL MODELO DE DATOS DE GEBID NEUROBIM-MS

Los datos almacenados en XNAT se estructuran dentro de proyectos, esto es la base del sistema de seguridad. Ya que los usuarios podrán acceder a los datos para los cuales tengan acceso al proyecto donde estén asignados. Por lo tanto para gestionar/subir imágenes a XNAT primero se debe crear un proyecto y asignarle los niveles de acceso correspondientes.

Los datos de los experimentos de XNAT se asocian a un sujeto. A su vez, a un sujeto se le pueden realizar múltiples experimentos(MRSessions). Y a su vez, cada experimento, puede constar de una serie de sesiones (ImageSessions) en las que se captura la bioimagen desde una modalidad. Lo que queda claro es que para poder subir imágenes a un proyecto de XNAT, es necesario crear un sujeto y asociárselas a través de las sesiones de imagen (ScanData) de un experimento (MRSession). Los datos extendidos de NeuroBIM-MS se realiza sobre *xnat:MRSession* y a *xnat:Subject* y se realiza mediante la interfaz gráfica de XNAT, añadiendo una serie de campos que los investigadores en esclerosis múltiple han indicado.

### 3.2.3 ACCESO A LOS DATOS DE XNAT

XNAT ofrece un servicio Restful (Xnat Rest API) para poder gestionar su funcionalidad, y es la base que utiliza el API desarrollado en este proyecto para acceder a los datos de NeuroBIM-MS. El objetivo de este trabajo es crear un modelo por capas capaz de desacoplar las llamadas de la tecnología subyacente (XNAT). Ya que si se operase directamente con la restful que ofrece XNAT, tendríamos varios problemas:

1. El investigador que solicite XNAT debe disponer de una herramienta capaz de lanzar llamadas securizadas a la XnatREST API nativa.
2. Además el investigador debe conocer con profundidad la API de XNAT para realizar la llamada correcta y los identificadores de los sujetos de los experimentos en NeuroBIM.

3. El sistema resultante quedaría excesivamente acoplado a la plataforma XNAT. Si en un futuro se migra la plataforma (o cambiase la XnatREST API) tendríamos un grave problema en ese servicio porque quedaría totalmente inservible, teniendo que volver a diseñarla e implementarla.

#### 3.2.4 API: MODELO PROPUESTO

El modelo propuesto queda desacoplado de la plataforma gracias a un sistema de dos capas. La High Level API y la Low Level API. Además de ser una solución escalable a otros proyectos que no sea NeuroBIM-MS.

1. La **High Level API** (HLA) , pone a disposición de las aplicaciones externas de investigadores una serie de capacidades (mediante Web Services) que les posibilita lanzar peticiones, no sólo contra NeuroBIM-MS sino contra cualquier proyecto que siga la arquitectura Cloud Ceib I+D. HLA hace uso de los servicios la capa LLA. Para poder interoperar con otros sistemas, la respuesta será enviada mediante un web service.
2. La **Low Level API** (LLA), realiza una doble función: por un lado es la capa encargada de suministrar servicios a HLA y por otro ofrece un frontal a aplicaciones PHP que permite lanzar peticiones contra NeuroBIM-MS, contestando con Objetos PHP. Encargada de recibir las llamadas y convertirla en peticiones HTTP con CloudCeibREST, recibirá la respuesta de la plataforma XNAT vía HTTP y lo interpretará para devolver una serie de Objetos PHP si actúa como frontal o bien devolver XML/JSON para la capa superior HLA.

Sus otros servicios son: el SubjectRequester cuya misión es desanonimizar números de SIP al ID de NeuroBIM. Y el QueryBuilder que es el bloque encargado de traducir cada subllamada a la petición REST que entenderá la plataforma NeuroBIM-MS (en este caso XNAT). QueryBuilder también almacena información de los proyectos como su uri, y los id internos de los proyectos,. entre otra información. De esta forma el investigador no debe preocuparse por conocer más información que la que necesita, delegando toda esta responsabilidad en la LLA.

La figura muestra el modelo de capas así como su localización dentro del proyecto NeuroBIM-MS.

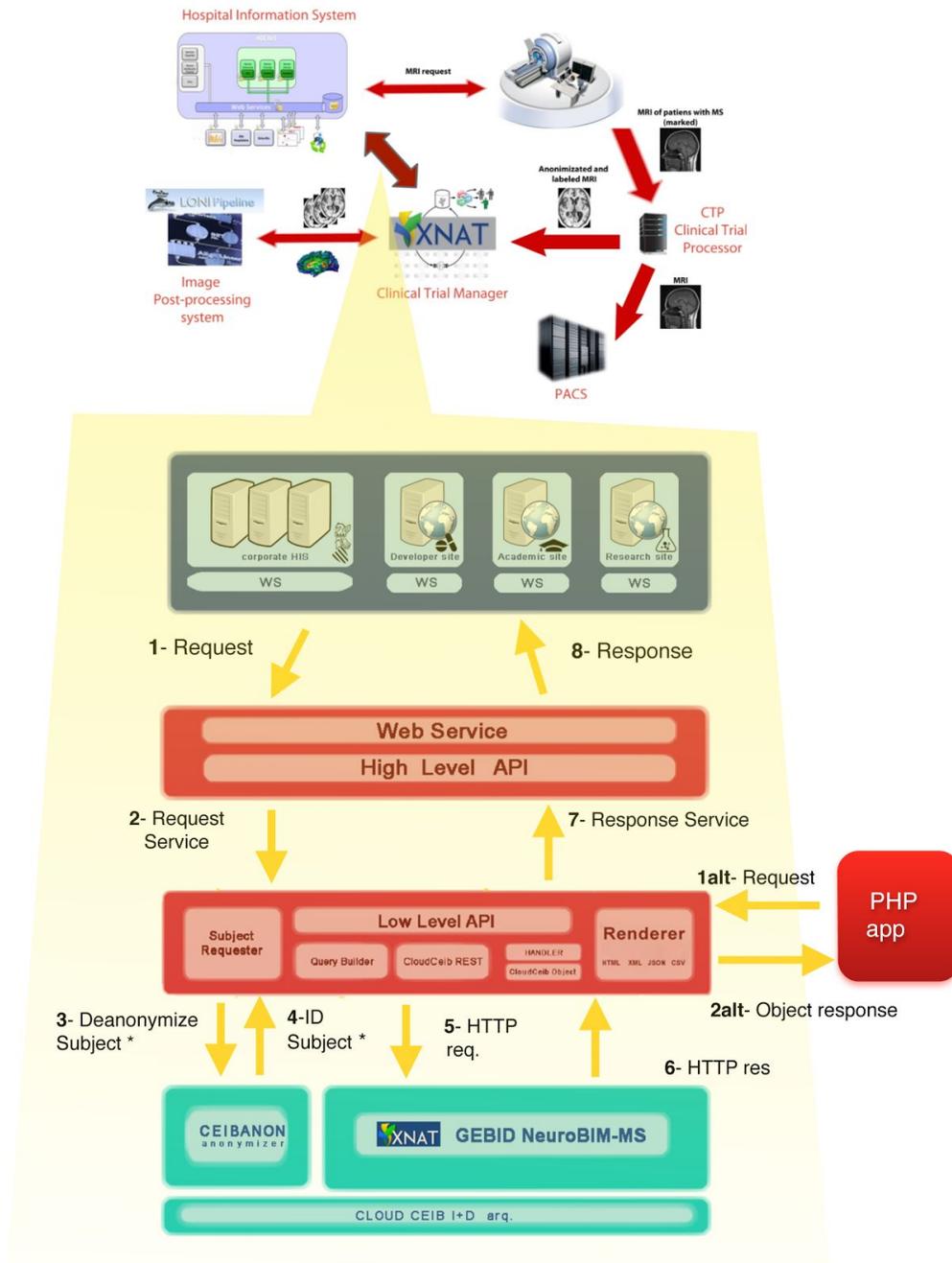


fig 4. Arquitectura de la API de este proyecto englobada dentro de NeuroBIM-MS.

En la **Low Level API** (LLA) encontramos:

### Query Builder:

Capa encargada de traducir la parte de la llamada de la HLA en la cadena que NeuroBIM-MS ( XNAT REST API) es capaz de interpretar. Además mantiene información sobre el contexto de cada proyecto. Esto es, las url de los proyectos y los ID de los

mismos que NeuroBIM-MS (o cualquier otro proyecto) comprenderá. Recibe como entradas la petición y el identificador que la API asigna al proyecto proporcionando las uri de peticiones http.

### **CloudCeibREST**

Módulo de petición hacia XNAT (NeuroBIM-MS). Es, en su base, un cliente http especializado que lanza las llamadas que recibe del QueryBuilder a la XNAT REST API. Dispone de un sistema de fábricas de manejadores (Handlers Factory) que permite manejar cualquier tipo de respuesta. Y fábricas de objetos (CloudCeib Object Factory) donde se mapean las respuestas.

### **Handler**

Es un elemento muy importante en esta capa y el que permite que el sistema sea escalable a otros proyectos. Es capaz de manejar y mapear cada objeto de datos de cada proyecto. Recibe un XML de la respuesta a la petición http y lo mapea creando un objeto determinado (CloudCeib Object). El diseño escalable del sistema hace que podamos incluir tantos Handler como necesitemos, pudiendo así cubrir cualquier proyecto definido en la instancia de XNAT, y no sólo NeuroBIM-MS.

### **CloudCeib Object**

Objeto local que representa a un objeto del modelo de datos de NeuroBIM y que forma la respuesta en sí a una petición a LLA. Son los objetos manejados y creados en tiempo de ejecución por los handlers. Y que la LLA usará para generar la respuesta a una petición. Si queremos escalar el sistema, es junto al Handler, el objeto que se debe extender.

### **Subject Requester**

Submódulo encargado de localizar (si procediese) el identificador GEBID de un paciente dado. Habla directamente con CEIBANON. Recibe un número SIP (identificador del paciente en el HIS corporativo) y localiza el proceso de desanonimización para conseguir el ID del paciente en el proyecto NeuroBIM-MS.

### **Renderer**

Cuando LLA actúa como frontal para aplicaciones PHP, es la capa que se encarga de formatear el contenido para la vista del modelo MVC. Mediante este objeto, LLA es capaz de devolver el contenido en diferentes formatos de renderizado. Por ejemplo en HTML para presentar en una web o en XML o JSON para exportar a un ERP externo, o CSV para generar contenidos en Excel. Necesitaré implementar tantos renderers como quiera, en el proyecto de momento sólo está el renderer HTML.

### **HLA**

En la High Level API básicamente encontramos un servicio web (con seguridad SSL) que permite la interoperabilidad siguiendo estándares SOA. Dicho Web Service ofrecerá unas capacidades que serán las consultas/peticiones que permite NeuroBIM-MS.

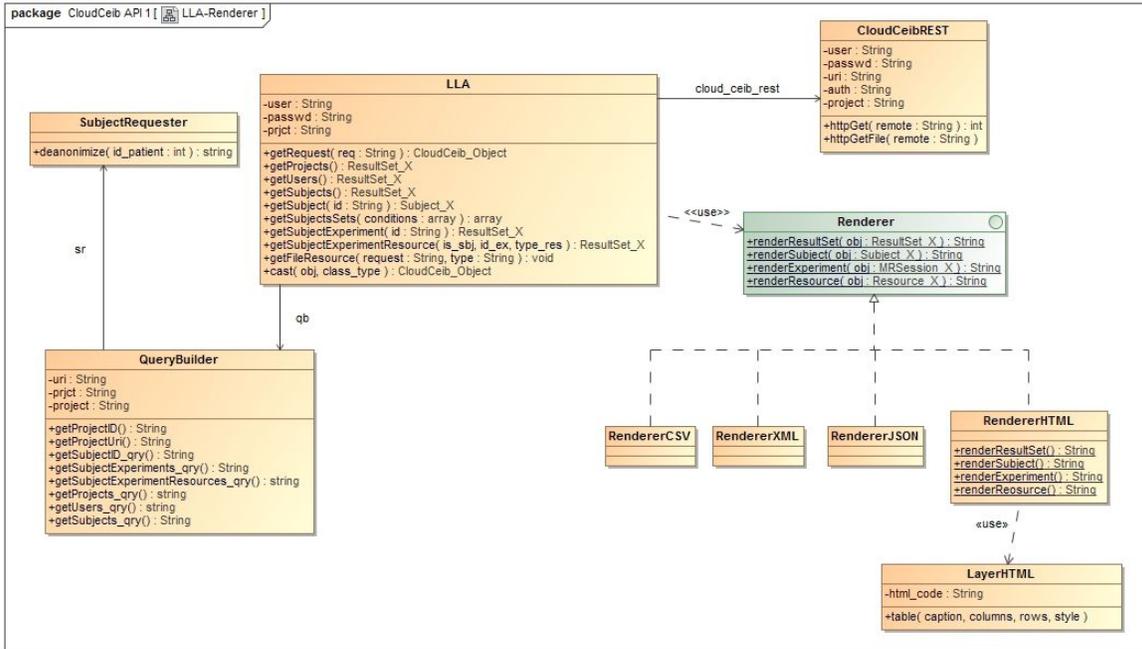


fig 5. Arquitectura de la API: Diagrama de clases LLA-1

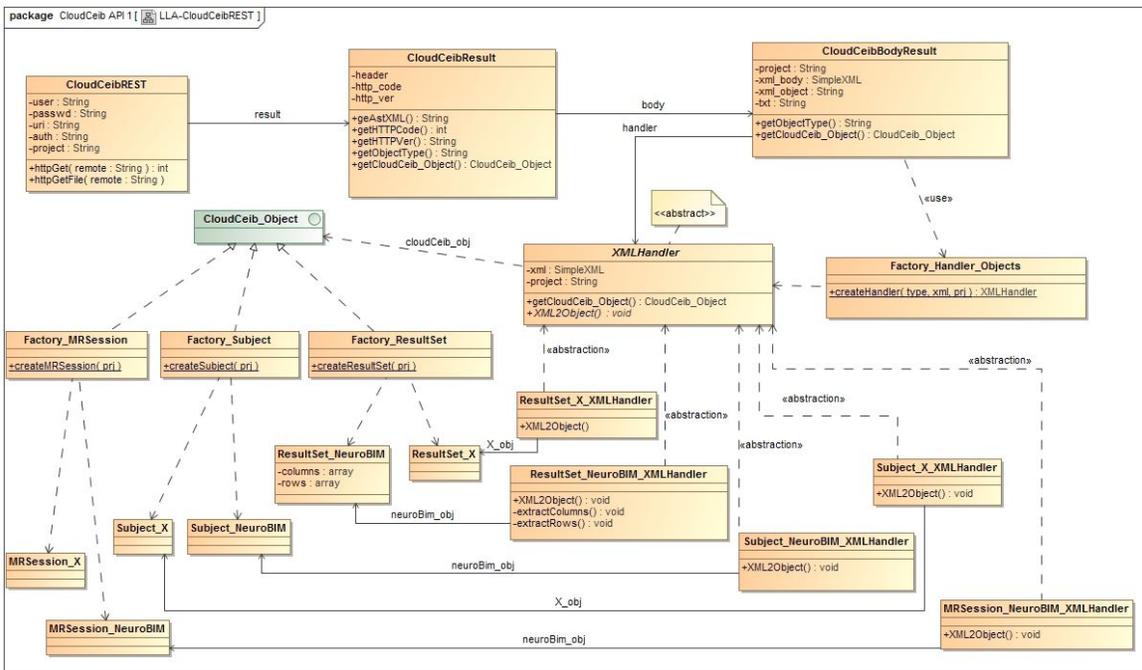


fig 6. Arquitectura de la API: Diagrama de clases LLA-2

## 4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Considero que es un proyecto muy completo, puesto que llevar a cabo una sola persona un proyecto de esta envergadura obliga a tener que conocer y trabajar con casi todas las ramas estudiadas a lo largo de la ingeniería informática. Desde la administración de sistemas hasta la pura programación y gestión del desarrollo de un proyecto software.

De forma cronológica al proyecto: primero hay que tener conocimientos de Sistemas Operativos y de Administración de Sistema Informáticos para poder crear la máquina con el sistema operativo que albergará la instancia de XNAT, al ser tecnología Java necesitaré instalar y configurar el jdk y posteriormente instalar Tomcat en un entorno multiusuario como es Linux. Además hay que administrar sistemas para instalar y configurar correctamente base de datos (Postgresl 9.3) que es indispensable para la correcta ejecución de la instancia de XNAT, así como el scripting en el shell Linux para crear y lanzar los scripts necesarios de configuración del entorno, como por ejemplo el script que crea las tablas de la base de datos, los permisos sobre ciertos ficheros y ciertas configuraciones de Tomcat.

Para dotar de interoperabilidad con diferentes plataformas, hay que echar mano de los conocimientos aprendidos en Sistema Operativos Distribuidos, sobre todo en el diseño e implementación de un cliente HTTP y en cómo va a ofrecer la API al exterior sus servicios desde la HLA. Para poder traducir las llamadas entre la HLA y la LLA y parsear los datos xml que se reciben por parte de NeuroBIM-MS he tenido que recurrir a las técnicas aprendidas en Procesadores de Lenguaje. Igualmente debo aplicar mis conocimientos de Programación (POO) e Ingeniería del Software (patrones GOF y gestión del proyecto) para abordar el tema de la programación de la AP y la gestión de todo el proyecto. Sin olvidar asuntos menores, pero muy importantes, como: la gestión de la descarga de repositorios de XNAT con Mercurial. Y de conocimiento de Sistemas Distribuidos y Redes al abordar los servicios web y las comunicaciones con terceros nodos. Igualmente se debe conocer Maven (sobretudo trabajando detrás de un proxy como ha sido mi caso) como herramienta de despliegue de aplicaciones Java.

No quiero dejar de mencionar el proceso de aprendizaje de todo lo relacionado con bioimagen, CLOUD CEIB I+D y NeuroBIM-MS que ha supuesto que me sumerja en el mundo de la imagen médica, su gestión, protocolos, postproceso, etc. He tenido que dedicarle muchas horas de lectura y pruebas ensayo/error para poder llegar a comprender el entorno y el objetivo, y finalmente darle sentido al proyecto dentro del ecosistema de CLOUD CEIB I+D.

## 5. BIBLIOGRAFÍA Y ENLACES DE INTERÉS

Serrano, J. M. S., Quevedo, M. A. C., de la Iglesia-Vaya, M., Martí-Bonmatí, L., & Valenzuela, R. (2012, May). R and D Cloud CEIB: Management and Knowledge Extraction System for Bioimaging in the Cloud. In *Biomedical Engineering and Biotechnology (iCBEB), 2012 International Conference on* (pp. 469-472). IEEE.

<http://www.debian.org>

<http://www.postgresql.org/download/linux/debian/>

[https://wiki.postgresql.org/wiki/Instalación\\_en\\_Linux](https://wiki.postgresql.org/wiki/Instalación_en_Linux)

<http://www.xnat.org>

<https://wiki.xnat.org/display/XNAT16/XNAT+1.6+Installation+Guide>

<http://srsn.san.gva.es/xnat>

<https://wiki.xnat.org/display/XNAT16/4.+Developer+Documentation>

[https://groups.google.com/forum/?hl=es#!forum/xnat\\_discussion](https://groups.google.com/forum/?hl=es#!forum/xnat_discussion)

<https://www.rsna.org/MIRC.aspx>

<https://www.rsna.org/ctp.aspx>

<http://fsl.fmrib.ox.ac.uk/fsl/fslwiki/>

<http://www.w3.org/Protocols/>