

# Taller de Sistemas Empresariales

## Laboratorio 2025

Instituto de Computación - Facultad de Ingeniería  
Universidad de la República

### 1. Motivación

La integración de sistemas de software operando en diferentes organizaciones de salud es cada vez más necesaria para intercambiar datos y llevar a cabo procesos de atención médica de manera coordinada [1]. Esta integración es fundamental, por ejemplo, para consultar la historia clínica completa de un usuario de servicios de salud, que puede estar distribuida en diferentes organizaciones (p. ej. laboratorios, prestadores de salud).

En Uruguay, el Sistema Nacional Integrado de Salud (SNIS) [2] reglamenta el derecho a la protección de la salud de los habitantes del país y establece el marco para que accedan a servicios integrales de salud, brindados tanto por prestadores públicos como privados. El SNIS apunta a que los habitantes del país cuenten con servicios de salud de la mejor calidad posible, accesibles lo más efectivamente posible e implementados globalmente de forma lo más racional posible, tendiendo al «aprovechamiento racional de los recursos humanos, materiales, financieros y de la capacidad sanitaria instalada y a instalarse» [3].

Para lograr estos objetivos se requiere una fluida y sistemática integración entre todos los actores de salud de Uruguay, por lo que desde hace varios años está en funcionamiento la Historia Clínica Electrónica Nacional (HCEN) [4].

La HCEN se apoya en una Plataforma de Salud Digital que incluye, entre otros componentes, el Índice Nacional de Usuarios de Salud (INUS), el Registro Nacional de Documentos Clínicos (RNDC) y Servicios HCEN. Los Servicios HCEN permiten el intercambio de información clínica entre distintos actores del ecosistema. En particular, estos servicios permiten a un prestador dar de alta usuarios en el INUS, registrar metadatos de documentos clínicos en el RNDC, recuperar de este registro la lista de documentos clínicos asociados a un usuario, y recuperar documentos clínicos específicos alojados en otros prestadores.

En este laboratorio se propone implementar el esquema general de la HCEN, haciendo foco en los componentes INUS, RNDC y la configuración de políticas de acceso por parte de los usuarios de salud. Además, se apunta a brindar una alternativa ágil para actores del sistema de salud que, no siendo prestadores integrales o parciales, desean integrarse al sistema (p. ej. clínicas, laboratorios).

## 2. Descripción General

Como se puede observar en la Figura 1, la solución a construir (**hcen.uy**) cuenta con un «componente central», un «componente móvil» y un «componente periférico», que interactúan con otros «nodos periféricos» y «sistemas externos». Estos elementos permiten brindar funcionalidades a cuatro tipos de usuarios: «Administrador HCEN», «Usuario de Salud», «Profesional de Salud» y «Administrador Clínica».

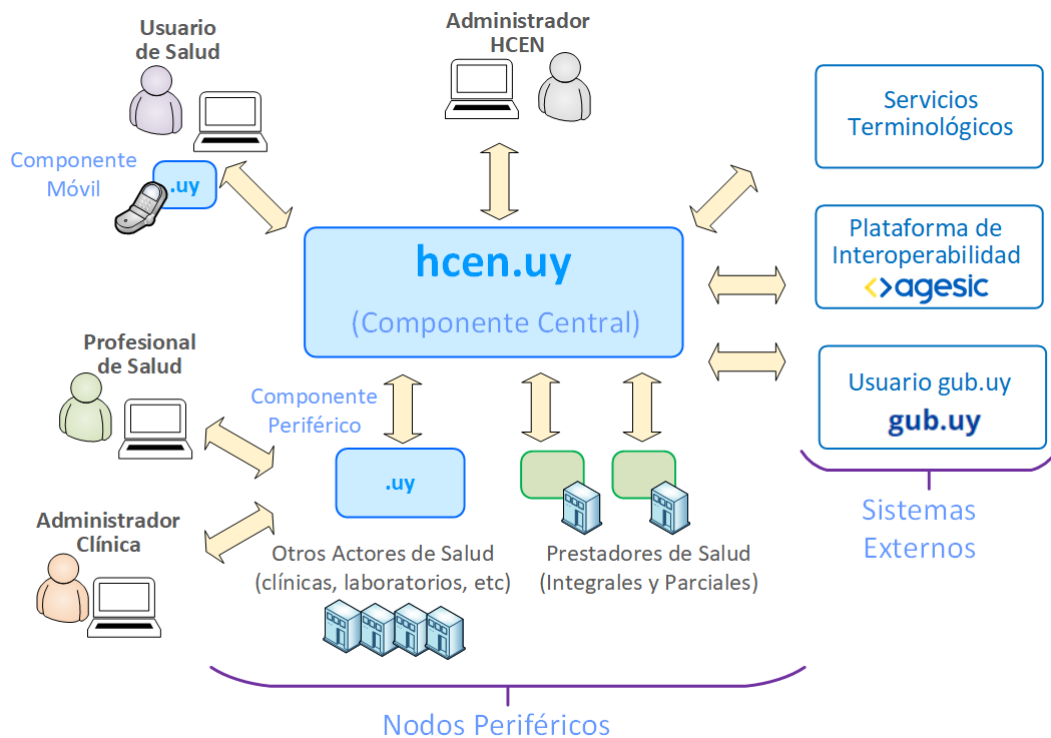


Figura 1: Descripción General de hcen.uy

El «componente central» debe contar con un «Portal Admin HCEN» y un «Portal para Usuarios de Salud». El «Portal Admin HCEN» debe brindar funcionalidades para la configuración de la plataforma, así como para la administración del «componente periférico». El «Portal para Usuarios de Salud» debe brindar funcionalidades para los «Usuarios de Salud», que permitan obtener su información clínica así como configurar políticas para su acceso.

El «componente móvil» (en comunicación con el central) debe brindar funcionalidades similares a las provistas por el «Portal para Usuarios de Salud».

El «componente periférico» sigue un modelo multi-tenant [5] y debe contar con un «Portal Admin Clínica» y un «Portal para Profesionales de Salud». El «Portal Admin Clínica» debe brindar funcionalidades para la administración de una Clínica (p. ej. ABM de profesionales de salud). El «Portal para Profesionales de Salud» debe brindar funcionalidades orientadas a estos profesionales (p. ej. consultar historia clínica, registrar documento clínico).

## 3. Requerimientos Funcionales

Esta sección presenta los requerimientos funcionales de la plataforma.

### 3.1. Portal para Usuarios de Salud

1. Autenticación de usuarios mediante Usuario gub.uy<sup>1</sup>.
2. Visualización de historia clínica.
3. Gestión de políticas de acceso sobre historia clínica (p. ej. otorgados a clínicas, profesionales con determinada especialidad).
4. Configuración de notificaciones a recibir en componente Móvil (p. ej. nuevo pedido de acceso, nuevo acceso a historia clínica).
5. Visualización de accesos a historia clínica (i.e. quién consultó la historia clínica y cuándo).

### 3.2. Componente Móvil

1. Autenticación de usuarios mediante Usuario gub.uy.
2. Recepción de notificaciones (p. ej. nuevo pedido de acceso, nuevo acceso a historia clínica).
3. Obtener resumen digital del paciente (p. ej. utilizando IPS-FHIR<sup>2</sup>)

### 3.3. Portal Admin HCEN

1. Autenticación de usuarios mediante Usuario gub.uy.
2. Gestión de clínicas.
3. Reportes y análisis agregados de datos asociados al INUS, RNDC y políticas de acceso (p. ej. evolución en tiempo de nueva información y accesos).

### 3.4. Portal Admin Clínica

1. Autenticación de usuarios mediante mecanismo interno.
2. Gestión de usuarios de salud de la clínica (incluyendo interacción con INUS).
3. Gestión de profesionales de salud de la clínica, incluyendo su especialidad.
4. Modificar el look & feel y logos para personalizar el portal de la clínica.
5. Habilitar soporte para la conexión como nodo periférico.

---

<sup>1</sup><https://www.gub.uy/agencia-gobierno-electronico-sociedad-informacion-conocimiento/comunicacion/publicaciones/documentacion-tecnica-id-uruguay/documentacion-tecnica-id-uruguay/id-0>

<sup>2</sup><https://build.fhir.org/ig/HL7/fhir-ips/>

### 3.5. Portal para Profesionales de Salud

1. Autenticación de usuarios mediante mecanismo interno.
2. Alta de documentos clínicos (incluyendo registro de metadatos en RNDC).
3. Acceso a la historia clínica de un paciente. Se debe poder acceder tanto a documentos clínicos alojados en la clínica como a documentos alojados en otras clínicas o nodos periféricos, a través del nodo central y de acuerdo a las políticas de acceso definidas por los usuarios.
4. Solicitar acceso a documento clínico.

### 3.6. Prestadores de Salud

La plataforma debe brindar una implementación de referencia para estos componentes, que cuente con una interfaz de servicios que permita obtener un documento clínico.

### 3.7. Integración con Otros Sistemas

Esta sección describe las formas de establecer la integración del «componente central» con los nodos periféricos y sistemas externos.

#### 3.7.1. Integración con Plataforma de Interoperabilidad

La integración entre *hcen.uy* y la Plataforma de Interoperabilidad (PDI) se lleva a cabo para obtener datos de los «Usuarios de Salud», que permitan establecer si cumple las condiciones para poder hacer uso de la plataforma.

En particular, el «componente central» tiene que consumir el Servicio Básico de Información<sup>3</sup> ofrecido por DNIC para obtener la fecha de nacimiento del usuario y comprobar que es mayor de edad.

Dado que los servicios de la PDI<sup>4</sup> no son públicos, se deben implementar servicios que los representen respetando (en la medida de lo posible) su interfaz.

---

<sup>3</sup><https://www.gub.uy/agencia-gobierno-electronico-sociedad-informacion-conocimiento/politicas-y-gestion/servicio-basico-informacion>

<sup>4</sup><https://www.gub.uy/agencia-gobierno-electronico-sociedad-informacion-conocimiento/tematica/catalogo-plataforma-interoperabilidad>

### 3.7.2. Integración con Componentes en Nodos Periféricos

El «componente central» se tiene que integrar con «nodos periféricos» en tres situaciones:

1. La integración se da cuando desde el «componente central» se solicita información clínica de un usuario, ya sea porque el usuario la quiere obtener desde el «Portal para Usuarios de Salud» o porque un «Profesional de Salud» la quiere consultar desde un «nodo periférico». Esta integración requiere que los componentes cuenten con una interfaz bien definida, a través de la cual el «componente central» pueda interactuar para obtener la información clínica de los «Usuarios de Salud».
2. La integración ocurre cuando en un componente alojado en un nodo periférico se da de alta un usuario o un documento clínico. Esta integración requiere que el «componente central» cuente con una interfaz bien definida, a través de la cual los componentes en los nodos periféricos puedan enviar la información requerida para actualizar el INUS (en caso de un alta de usuario) o el RNDC (en caso de un alta de documento clínico).
3. La integración se da cuando desde el «componente central» se realiza el alta de una clínica. Esta integración requiere que el «componente periférico» cuente con una interfaz bien definida, a través de la cual el «componente central» pueda enviar la información requerida para que una clínica pueda comenzar a utilizar los portales ofrecidos por el «componente periférico».

Se recomienda fuertemente consultar más detalles sobre las interacciones de los puntos 1 y 2 en [6].

### 3.7.3. Integración con Usuario gub.uy

Esta integración se da al momento de realizar la autenticación de usuarios utilizando Usuario gub.uy.

## 4. Requerimientos No Funcionales

### 4.1. Aspectos de Comunicación

1. La comunicación entre el componente central y la PDI debe realizarse mediante Web Services SOAP.
2. La comunicación entre el componente móvil y el componente central debe realizarse mediante Web Services REST.
3. La comunicación entre el componente central y los componentes en los nodos periféricos debe realizarse utilizando los mecanismos más adecuados

según el caso. Se debe analizar, por ejemplo, si estas interacciones deben ser one-way, request-response, sincrónicas, asincrónicas, etc.

## 4.2. Aspectos de Seguridad

1. Proteger la contraseña de usuarios utilizando funciones hash con salt en su almacenamiento.
2. Las interacciones del componente central con los componentes periféricos, plataformas y componente móvil deben realizarse utilizando HTTPS.

## 4.3. Aspectos de Escalabilidad y Performance

1. Diseñar el sistema para que sea escalable horizontalmente a nivel de servidor Web o servidor de aplicaciones. Para esto se recomienda no guardar estado de forma local en servidores Web / de aplicación.
2. Identificar situaciones de uso pico de la plataforma y modelar la realidad de uso prevista.
3. Realizar una prueba de performance del sistema siguiendo la realidad planteada con los siguientes objetivos:
  - a) Verificar que los tiempos de respuesta no se degraden a lo largo de la prueba
  - b) Encontrar el punto de quiebre del sistema
  - c) Identificar cuellos de botella que impiden que la aplicación responda de forma aceptable.

## 4.4. Aspectos de Cubrimiento con Pruebas

Se apunta a tener un cubrimiento de aproximadamente 80 % de la lógica del sistema con pruebas automatizadas y al menos una prueba por cada servicio. Analizar el impacto que tiene el nivel de cubrimiento logrado en el funcionamiento de la plataforma.

## 4.5. Aspectos de Ejecución

El componente central debe ejecutarse en la solución Elastic Cloud<sup>5</sup> de ANTEL, para lo cual se entregarán códigos promocionales.

Los componentes periféricos deben ejecutarse en otras soluciones Platform as a Service (PaaS) o Infrastructure as a Service (IaaS) que brinden cuentas gratuitas<sup>6</sup>.

---

<sup>5</sup>[https://minubeantel.uy/index.php?NAME\\_PATH=Elastic\\_Cloud](https://minubeantel.uy/index.php?NAME_PATH=Elastic_Cloud)

<sup>6</sup>ver <https://education.github.com/pack>

## 5. Requerimientos Opcionales

Los grupos de ingeniería deberán realizar al menos tres (3) puntos de requerimientos opcionales, mientras que los del tecnólogo al menos un (1) punto.

1. Integración con LLM para alguna de las funcionalidades de la plataforma. - 1 punto
2. Chat y videollamada entre usuarios y profesionales de salud (componente periférico). - 1 punto
3. Utilización de una base de datos NoSQL (p. ej: documental, grafos) para la persistencia de una parte de los datos del sistema. - 1 punto
4. Utilización de herramientas orientadas a la calidad del código fuente (p. ej. Sonarqube). - 1 punto
5. Firmar digitalmente un documento clínico para garantizar su integridad (componente periférico). - 1 punto
6. Integración entre grupos. Integrarse como nodo periférico a la solución de otro grupo (bidireccional). - 1 punto
7. Automatización de instalación inicial de la plataforma (p. ej. utilizando Ansible, Terraform, etc). - 1 punto
8. Utilización de Blockchain para alguna de las funcionalidades de la plataforma. - 1 punto
9. Utilización de Servicios Terminológicos<sup>7</sup> para alguna de las funcionalidades de la plataforma. - 1 punto

---

<sup>7</sup><https://arquitecturadegobierno.agesic.gub.uy/docs/salud/modelos-referencia/arquitectura-negocio/servicios-complementarios>

## 6. Plazos de Entrega

- Primera Entrega Arquitectura y Diseño: 15 de Setiembre
- Segunda Entrega Arquitectura y Diseño: 6 de Octubre
- Entrega Prototipo Arquitectura: 20 de Octubre
- Entrega Preliminar Artículo Técnico: 27 de Octubre
- Entrega Prototipo Avanzado: 3 de Noviembre
- Entrega Final: 17 de Noviembre
- Presentaciones Finales: Semana del 24 de Noviembre y/o 1 de Diciembre.

## 7. Monitoreos

Los monitoreos serán realizados una vez por semana con una presentación del avance del trabajo al docente a cargo. El docente se encargará de realizar los comentarios pertinentes acerca del mismo. En los monitoreos con los grupos se utilizará el concepto de entregable, que puede ser, de acuerdo al momento, una presentación PPT, un documento de avance o un prototipo del producto.

En todos los monitoreos cada grupo debe traer un entregable, el cual se utilizará como base de discusión. Esto busca promover que los grupos estructuren y organicen sus consultas en torno al trabajo hecho en los días previos. El docente puede solicitar entregables adicionales a los estipulados para el curso.

## 8. Entrega Final

La entrega final debe constar de:

1. Código fuente de todas las funcionalidades (Gitlab de FING)
2. Archivo de nombre readme con una explicación rápida de parámetros u opciones que considere necesario aclarar. El archivo no debe contener más de una carilla.
3. Documento de Arquitectura y Diseño de la solución.
4. Documento tipo paper con la presentación de la solución, de entre 8 y 12 páginas. (para Ingeniería)
5. Juego de datos de prueba.
6. Pequeño Video de Demo del Sistema.
7. Conjunto de Screenshots del Sistema.

# Referencias

- [1] Gilad J Kuperman. «Health-information exchange: why are we doing it, and what are we doing?» En: *Journal of the American Medical Informatics Association* 18.5 (2011), pág. 678. DOI: 10.1136/amiajnl-2010-000021.
- [2] Poder Legislativo de Uruguay. *Ley 18211: Creación del Sistema Nacional Integrado de Salud*. 13 de dic. de 2007. URL: <https://www.impo.com.uy/bases/leyes/18211-2007/61>.
- [3] Salud Digital. <https://arquitecturadegobierno.agesic.gub.uy/docs/salud/Introducci%C3%B3n/contextomotivacion>. 2019.
- [4] Ecosistema de Salud de Uruguay. <https://arquitecturadegobierno.agesic.gub.uy/docs/salud/Introducci%C3%B3n/ecosistemadesalud>. 2019.
- [5] Jaap Kabbedijk et al. «Defining multi-tenancy: A systematic mapping study on the academic and the industrial perspective». En: *Journal of Systems and Software* 100 (2015), págs. 139-148. ISSN: 0164-1212.
- [6] Servicios HCEN. <https://arquitecturadegobierno.agesic.gub.uy/docs/salud/modelos-referencia/arquitectura-negocio/servicios-hcen>. 2019.