

Painal:
Servicio para el transporte
y almacenamiento de
datos médicos



Entregable **2.2**
Proyecto **41756**

Responsable técnico:
Dr. José Luis González Compeán

Profesor-Investigador, Cinvestav Tamaulipas



Muyal-Ilal:
Plataforma tecnológica para la gestión, aseguramiento,
intercambio y preservación de grandes volúmenes de
datos en salud y construcción de un repositorio nacional
de servicios de análisis de datos de salud.

1. Resumen Ejecutivo

El presente reporte describe el entregable 2.2 del Proyecto Número 41756 llamado Painal¹: servicio para el transporte y almacenamiento de datos médicos. Painal permite a los profesionales de la salud compartir datos, información y sistemas de e-salud en forma interinstitucional e intrainstitucional. Crea, en forma automática y sin intervención de personal de la salud, sistemas de logística para el almacenamiento y distribución de datos de salud, imagenología y datos de sensores y áreas de intercambio federadas Intra/interinstitucionales. Permite la sincronización automática de datos, lo cual reduce hasta en un 48% datos replicados, así como los costos de envío y almacenamiento de información mejorando la experiencia de servicio.

En este reporte también se presentan los contenidos desarrollados con propósito de difusión, así como la documentación técnico-científica de los productos conseguidos por Tekanatlí en el contexto del proyecto ProNacEs Número 41756, los cuales se enlistan a continuación:

Comprometidos en CAR

- Un servicio que permita el manejo carga y descarga de servicios desde un catálogo/repositorio de servicios.
- Mecanismo que permita brindar usabilidad costo-beneficio del almacenamiento y transporte de datos.
- Un servicio basado en el modelo publicación/suscripción (pub/sub) para el manejo de catálogos, fuentes y repositorios de diferentes tipos de datos clínicos.
- Red de distribución de contenidos para el intercambio de datos de sensores en el perímetro-niebla-nube.
- Una red de distribución de contenido que permita la carga, intercambio y descarga automática de datos.

1.1. Productos científicos

La Figura 1 muestra el resumen de los productos de Painal. En él se encuentran el estado de cada uno de los productos (comprometido y no comprometido, así como un resumen de su estado).

Entregable	Producto	Estado					Etapa		Comprometido	NMT
		Diseño	En desarrollo	En Evaluación	Prototipado	En Producción	1	2		
	Un servicio que permita el manejo, carga y descarga de servicios desde un catálogo/repositorio de servicios.	*	*	*	*		✓		Si	6
	Mecanismo que permita brindar usabilidad costo beneficio del almacenamiento y transporte de datos.	*	*	*	*		✓		Si	6
	Un servicio basado en el modelo publicación/suscripción (pub/sub) para el manejo de catálogos, fuentes y repositorios de diferentes tipos de datos clínicos.	*	*	*	*		✓		Si	6
	Red de distribución de contenidos para el intercambio de datos en el perímetro niebla nube.	*	*	*	*			✓	No	4
	Una red de distribución de contenido que permita la carga, intercambio y descarga automática de datos.	*	*	*	*			✓	No	6

Simbología	
*	Terminado
X	En proceso
NMT	Nivel de Maduración Tecnológica

Figura 1 Resumen de los productos de Painal

1.2. Productos académicos²

A continuación, se listan los productos académicos resultantes durante la primera etapa del proyecto:

- Artículos de investigación de congreso:
 - A Federated Content Distribution System to Build Health Data Synchronization Services. Diana Carrizales-Espinoza, Dante D. Sanchez-Gallegos, J. L. Gonzalez-Compean, and Jesus Carretero. 2021

¹ De la lengua NAHUATL Painal: significa mensajero pequeño rápido, era un sistema de logística. Painali era una divinidad que era el secretario de Huchilopotzli.

² Para acceder a la carpeta compartida de Painal, dar clic [aquí](#).

29th Euromicro International Conference on Parallel, Distributed and Network-Based Processing (PDP). 2021. Invitado para extensión en revista indizada Q2.

- <https://repositorio-salud.conacyt.mx/jspui/handle/1000/260>
- https://1drv.ms/b/s!AtMgnjYpElvzq4x_0N6fC7iV5C8aaw?e=acDVBW
- SeRSS: a storage mesh architecture to build serverless reliable storage services. Diana Carrizales-Espinoza, Dante D. Sanchez-Gallegos, J. L. Gonzalez-Compean, Jesus Carretero, and Ricardo Marcelín-Jiménez. 2022, 30th Euromicro International Conference on Parallel, Distributed and Network-Based Processing.
 - <https://repositorio-salud.conacyt.mx/jspui/handle/1000/265>
 - <https://1drv.ms/b/s!AtMgnjYpElvzq4x-AKnE7VazxZKo3Q?e=cMAnl0>
- Reportes:
 - Reporte Técnico de Moyal-Painal.
 - <https://repositorio-salud.conacyt.mx/jspui/handle/1000/279>
 - https://1drv.ms/b/s!AtMgnjYpElvzq48eDZF0u_Xoy3D8VA?e=oOMXtc
- Posters de divulgación:
 - Poster cualitativo de Painal.
 - <https://1drv.ms/b/s!AtMgnjYpElvzq5FZkBnRxbpCjijJQg?e=aHQDdl>

2. Painal Servicio para el acceso seguro y confiable de datos médicos

Painal es un conjunto de servicios y sistemas desarrollados para que las organizaciones de salud y la comunidad científica puedan i) almacenar, distribuir y localizar sistemas o servicios de procesamiento a través de catálogos de servicios ii) generar soluciones que permitan brindar usabilidad costo-beneficio del almacenamiento y transporte de datos y iii) almacenar, publicar y transmitir repositorios de datos de manera local (intra-institucional) y federada (inter-institucional) utilizando un modelo de publicación/suscripción. Painal permite crear catálogos de servicios en las cuales las organizaciones pueden colocar sus sistemas, servicios o aplicaciones para que otras instituciones de la federación puedan descargar y utilizar.

Painal permite crear catálogos de datos para el almacenamiento y compartición de datos entre múltiples organizaciones de forma segura. Dentro de los catálogos de datos se pueden almacenar los datos sin procesar o los resultados obtenidos por algún tipo de procesamiento. Cuenta con un mecanismo de publicación/suscripción que permite generar catálogos de datos, agregar nuevos datos a dichos catálogos y descargar el contenido de estos. Todo el proceso de publicación y suscripción se basa en la utilización de tokens de acceso que permiten verificar la entidad de las organizaciones de la federación y los permisos que tienen para acceder a los catálogos.

Painal se compone por los siguientes productos:

1. Servicio manejador de catálogos para la carga y descarga de servicios.
2. Mecanismo para el almacenamiento en la nube que brinda usabilidad costo-beneficio para el almacenamiento y transporte de datos.

2.1. Arquitectura del sistema

Los servicios locales se encargan de gestionar el sistema dentro de cada organización, incluida la gestión de los usuarios internos, de esta manera como los datos que se manejan en la organización. La idea de estos servicios es que cada organización pueda gestionar sus catálogos de datos de forma independiente a los publicados en la federación la Figura 2 muestra la arquitectura detallada y los principales componentes del FCDS de Painal para un escenario compuesto por tres hospitales diferentes, de esta manera como los servicios apilados de tres organizaciones distintas. Cada organización (hospital) despliega dos tipos de servicios: servicios federados y servicios locales.

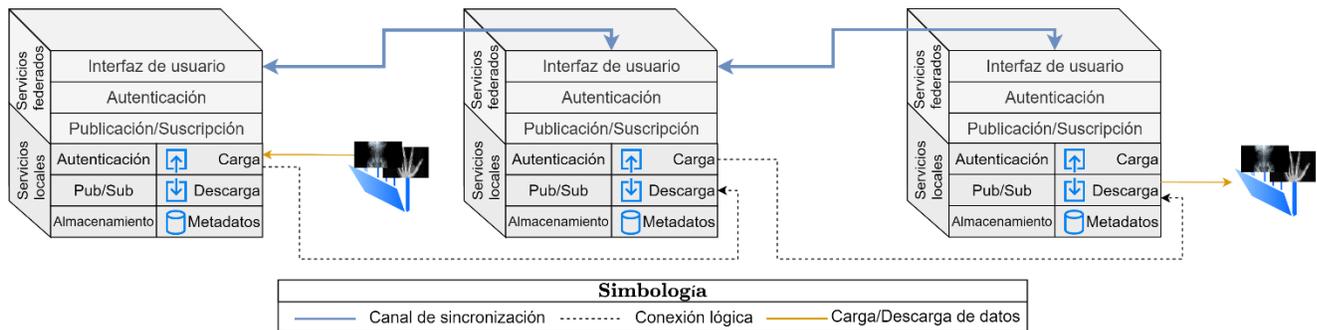


Figura 2. Arquitectura del sistema detallada

2.2. Servicio que permita el manejo, carga y descarga de servicios desde un catálogo/repositorio de servicios.

Por otro lado, La Figura 3 muestra una representación conceptual del FCDS de Painal, que permite compartir datos (p. ej., tomografías, mamografías y resonancias magnéticas) de forma sincrónica entre tres hospitales a través de una Red de Entrega de Contenidos (CDN, por sus siglas en inglés). La motivación para el uso de la federación de servicios es que las organizaciones puedan tener un gobierno sobre sus servicios, datos, infraestructura y los requisitos no funcionales mediante la inclusión de métodos para cumplirlos.

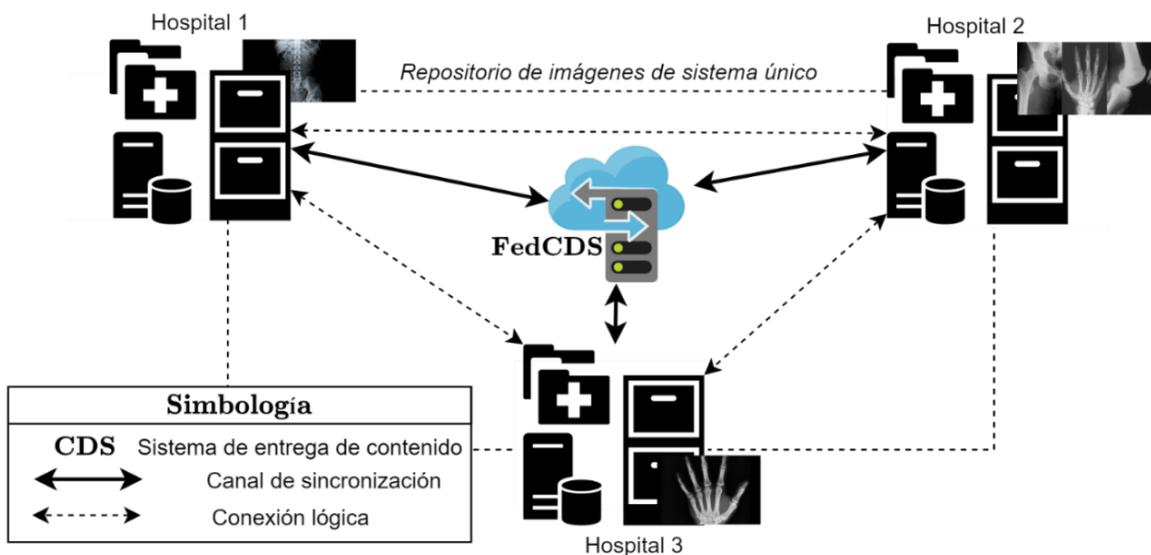


Figura 3 Arquitectura del sistema

2.3. Mecanismo que permita brindar usabilidad costo-beneficio del almacenamiento y transporte de datos.

Así mismo, la Figura 4 muestra la representación en pila de una estructura de almacenamiento. Estas estructuras implementan dos componentes principales para gestionar los datos dentro de una organización: i) un sistema de almacenamiento, y ii) un esquema de entrega.

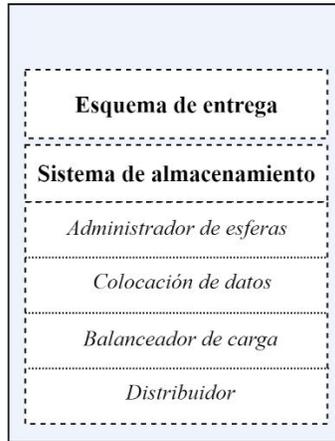


Figura 4. Representación conceptual de una estructura de almacenamiento

2.4. Un servicio basado en el modelo publicación/suscripción (pub/sub) para el manejo de catálogos, fuentes y repositorios de diferentes tipos de datos clínicos.

Un servicio basado en el modelo publicación/suscripción La figura 5 también muestra un ejemplo en el que un editor envía una publicación de contenido $|C|$ a la capa de flujo de metadatos (etiqueta *Pub*). Cuando un editor de la organización autoriza la publicación de este contenido, el editor se encarga de dispersarlo a múltiples ubicaciones de almacenamiento en la nube mediante un flujo de trabajo de entrega (etiqueta *Dy*), que se ejecuta en la computadora personal del editor. El contenido se añade al catálogo y los usuarios finales autorizados ya pueden suscribirse al contenido publicado y dispersado (etiqueta *Sub*). Los usuarios finales con suscripciones autorizadas se encargan de recuperar los contenidos mediante flujos de trabajo de recuperación (etiqueta *Retr*). Esta superposición permite al servicio de pub/sub minimizar los riesgos de las situaciones de bloqueo del proveedor y los escenarios en los que hay una falta de control de los procedimientos críticos.

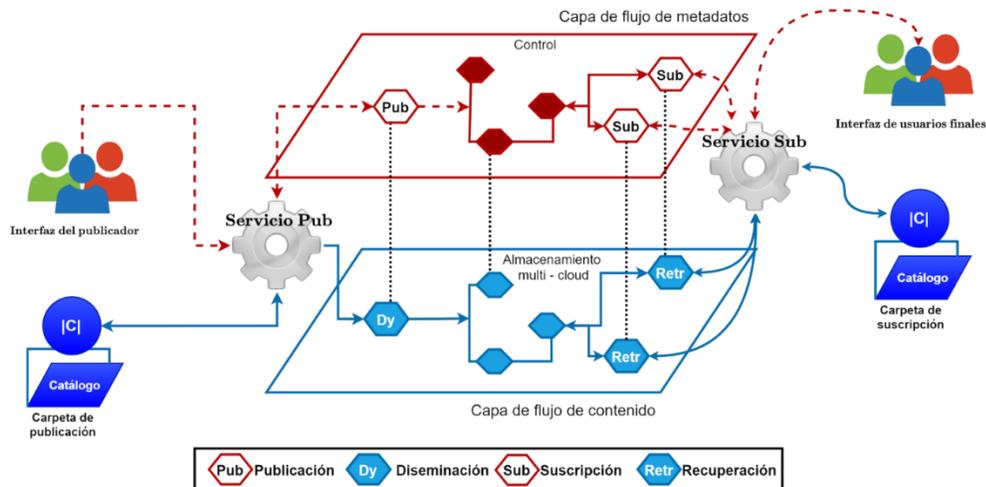


Figura 5. Las capas superpuestas del servicio Pub/Sub.

2.5. Flujo de trabajo de entrega

El flujo de trabajo de entrega ha sido diseñado para que los editores dispersen los contenidos a n ubicaciones de almacenamiento en la nube. Este flujo de trabajo incluye dos flujos de metadatos (publicación y gestión) y un flujo de contenidos (canal de dispersión). El flujo de trabajo comienza en la fase de publicación, cuando la aplicación *PPA* envía una solicitud para entregar un contenido $|C|$ y para obtener un *token* de autorización válido. El flujo de trabajo continúa en la fase de gestión, cuando el gestor de Painal recibe un token de autorización de un editor que muestra el interés de publicar un

contenido $|C|$. La Figura 6 muestra un ejemplo del pipeline de dispersión cuando el gestor utiliza una configuración $n = 5$ (se generan 5 dispersos codificados) y $k = 3$ (solo se requieren 3 dispersos para reconstruir el contenido $|C|$).

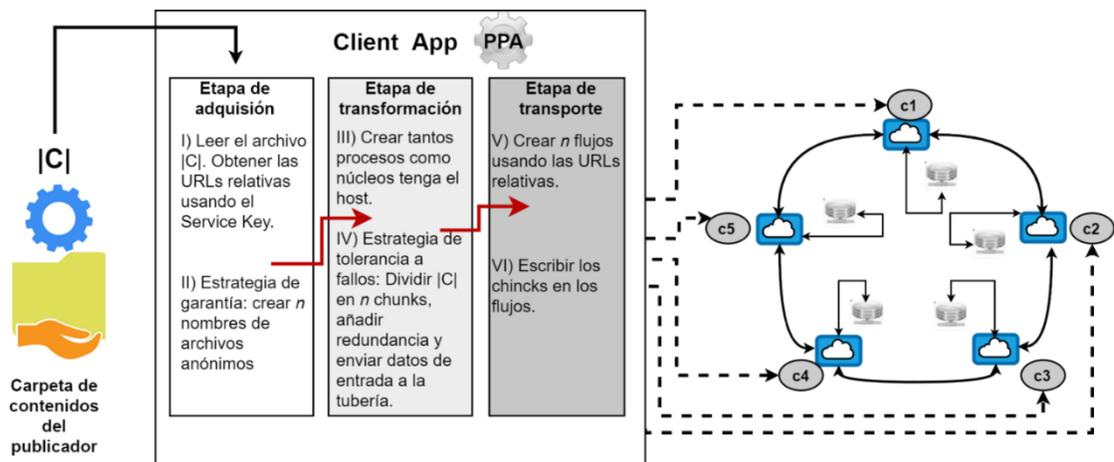


Figura 6. Ejemplo de tubería de dispersión con una configuración $n = 5$, $k = 3$

2.6. Flujo de trabajo de recuperación

El flujo de trabajo de recuperación se ha diseñado para que los usuarios finales recuperen contenidos de las ubicaciones de almacenamiento en la nube mediante un procedimiento de decodificación multihilo (multithreading). Este flujo de trabajo incluye dos flujos de metadatos (procesos de suscripción y gestión) y un flujo de contenidos (canal de recuperación).

La Figura 7 muestra un ejemplo de una tubería de procesamiento de recuperación con una configuración $n = 5$ (se generan 5 dispersos codificados) y $k = 3$ (solo se requieren 3 dispersos para reconstruir el contenido $|C|$).

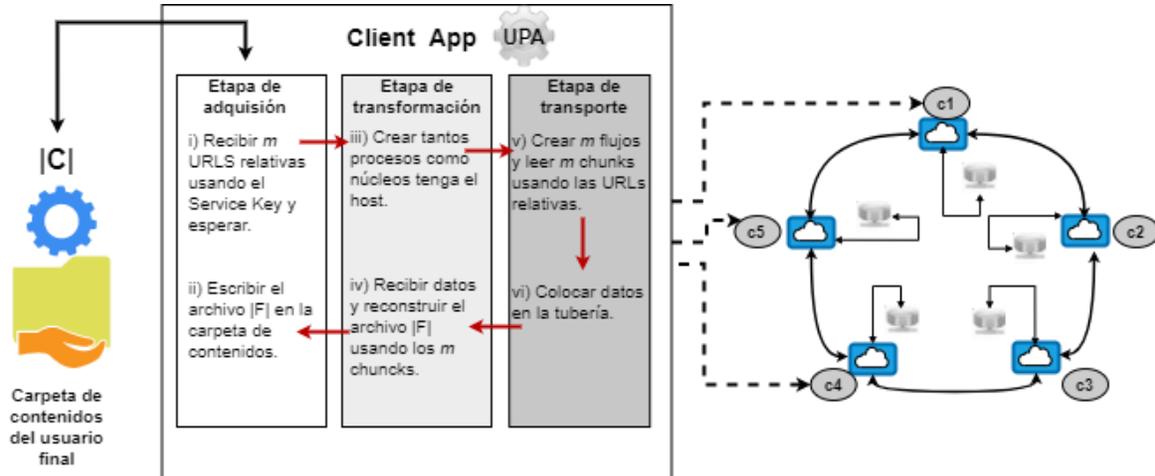


Figura 7. Ejemplo de tubería de recuperación con una configuración $n = 5$, $k = 3$

Importante: Para más información acerca de Painal: servicio para la construcción de sistemas de e-salud”, ver el reporte técnico [“Painal: Servicio para el transporte y almacenamiento de datos médicos”](#).