

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**  
 **LICENCIATURA EN INGENIERÍA EN SISTEMAS DE COMPUTACIÓN**

**Nombre del proyecto:**

**PROPUESTA TÉCNICA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA GESTIÓN DE HISTORIALES CLÍNICOS EN LA CAJA COSTARRICENSE DE SEGURO SOCIAL (CCSS)**

Autor (es):

Jeremy Alvarado Guevara

Víctor Andrei Bonilla Valerín

Joshua Ramírez Chaverri

Sandy Marcela Mejía

Profesor (a):

Sergio Castro Campos

San José, Costa Rica

Junio, 2025

[Tabla de Tablas 2](#_Toc1584001065)

[Introducción 3](#_Toc1676866277)

[Metodología 4](#_Toc1024254894)

[Antecedentes 5](#_Toc294390882)

[Problemas identificados y soluciones propuestas 6](#_Toc1623402216)

[Cuadro de Resumen 9](#_Toc1285468303)

[Anexos 11](#_Toc1454412502)

[Referencias bibliográficas. 11](#_Toc1840592376)

## Tabla de Tablas

1. Tabla de Propuestas
2. Cuadro de resumen

## Introducción

En la transformación digital del sector salud costarricense, el sistema EDUS, administrador por la caja de seguro social, enfrenta limitaciones técnicas y operativas que comprometen la capacidad de garantizar la atención medica continua y su una eficiente operación, convertida en una institución con mucho respaldo estatal y del país, pero débil en ciertos ámbitos, que se identifican en este documento.

Las carencias, no solo exponen los sistemas a vulnerabilidades, ataques cibernéticos y fallos técnicos, sino que también tienen la responsabilidad directa con la interoperabilidad con otros servicios esenciales de salud, dificultan la recuperación ante desastres y limitan la toma de decisiones basadas en datos.

Pese a estos desafíos, se han propuestos soluciones orientadas a una infraestructura moderna, distribuida y segura, que garantiza la continuidad operativa, tanto como el aprovechamiento inteligente de la información,

El documento analiza dichas problemáticas y plantea un conjunto de recomendaciones técnicas alineadas como marcos regulatorios, buenas prácticas internacionales y los objetivos establecidos en la estrategia de transformación digital, tanto como el plan nacional de ciencia tecnología e innovación.

## Metodología

Basado en nuestras investigaciones, tenemos un número total de participantes que cumplen con ciertos criterios de inclusión y exclusión, como, por ejemplo, necesitamos mínimo 2 personas que trabajen independientemente y que estén afiliados de esa forma a la CCSS, necesitamos dos asalariados y dos patronos que también estén afiliados a los sistemas de la caja, aparte de esto, necesitamos a dos personas que utilicen servicios de salud privados, estos pueden estar afiliados a la CCSS.

La intención es que sea de forma aleatoria, sin embargo, cuando se cumplan con alguno de los requisitos, necesitamos que se cumplan los demás criterios para tener una variedad de muestras.

Como instrumento, utilizaremos la forma de formularios, los cuales les vamos a entregar a cada uno de los usuarios, para recopilar sus datos y generación de algunos diagramas para su validación de la percepción.

La idea es generar una distribución asíncrona a los participantes (se les entrega el formulario una vez que acepten que van a participar), darle seguimiento y su propia recolección cuando el participante indique que ya está listo. Así mismo, este debe firmar el consentimiento informado, para evitar problemas a futuro. El tipo de estudio es mixto, se adoptó descriptivo y cuantitativo, con el fin de identificar las áreas más críticas de nuestra Caja Costarricense de Seguro Social.

**¿Por qué elegimos esta metodología?**

**Garantizar representación de los perfiles clave de la CCSS**  
Queremos comprender la experiencia de *tres grupos laborales* (independientes, asalariados y patronos) y, además, contrastarla con la de quienes usan *servicios privados*. Si incluimos al menos dos personas de cada perfil tendremos una fotografía equilibrada de cómo interactúan con la Caja. De esta forma evitamos basar nuestras conclusiones en la realidad de un único segmento.

**Enfoque mixto descriptivo–cuantitativo: contexto + números**

* Lo **descriptivo** nos deja narrar qué procesos, trámites o dolores de cabeza emergen.
* Lo **cuantitativo** (frecuencias, porcentajes, cruces entre variables) revela qué tan extendido está cada problema y cuáles son las áreas más críticas de la CCSS.  
  Juntos, ambos enfoques nos dan la historia y la magnitud, convirtiendo percepciones aisladas en evidencia accionable.

## Antecedentes

La Caja Costarricense de Seguro Social, por sus siglas CCSS, conocida como “La Caja” es una de las instituciones más emblemáticas de costa rica, es una institución autónoma encargada de administrar el sistema de seguridad social del país, fue fundada en noviembre 1 de 1941, su creación está respaldada por los artículos 73 y 177 de la constitución política.

Entre sus funciones principales, tenemos, la gestión de las pensiones, la atención medica universal, la promoción y prevención de enfermedades, tanto como la cobertura nacional, cuenta con más de 30 hospitales y 1000 EBAIS.

Se financia mediante las aportaciones del estado, las contribuciones de los patronos y los trabajadores. Sus alianzas principales son la OMS y la CISS. Ha sido reconocida como una de las instituciones de salud pública más prestigiosas de Latinoamérica.

La Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS) en su intento por mejorar la eficiencia de los servicios médicos en el país implementó un sistema llamado “Expediente Digital Único en Salud (EDUS)”, en esta plataforma se tiene toda la información de los pacientes atendidos por los centros de salud públicos.

Sin embargo, el sistema EDUS desde sus inicios en el año 2010 y su implementación entre los años 2013 y 2018 ha tenido varios problemas, relacionados con infraestructura tecnológica, recursos humanos, normativa, comunicación y de financiamiento. El caso más crítico o de mayor relevancia se dio en mayo de 2022, cuando un ataque de ransomware obligó a desconectar los sistemas de casi 30 instituciones públicas del país, incluido el EDUS, lo que generó que se tuvieran que utilizar nuevamente los registros clínicos en papel y provocó múltiples afectaciones a la atención de los pacientes.

En marzo de 2025 una falla técnica en el centro de datos dejó inhabilitado de nuevo el sistema EDUS. Estas condiciones generan una pérdida de confianza en el sistema, tanto por parte del personal médico como de los usuarios.

## Problemas identificados y soluciones propuestas

Tabla 1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Problema | Descripción | Propuestas de Solución |
| Falta de alta disponibilidad | La arquitectura con la que cuenta actualmente el sistema EDUS no contempla de forma correcta la redundancia de servicios o la tolerancia a fallos. Esto significa que es vulnerable a interrupciones operativas provocadas por fallas técnicas o ciberataques, afectando la atención médica. Esto muestra una carencia en la disponibilidad del sistema de forma continua en algún incidente. Se detecta que la CCSS no está usando servicios con calidad de servicio ininterrumpido, tales como los servicios en la nube, tanto para bases de datos como para los servicios web. | Migración de infraestructura a la nube, servicios recomendados Azure SQL, Amazon RDS o Google Cloud SQL, por temas de disponibilidad automática, tolerancia de fallos y recuperación, escalabilidad dinámica por demanda y actualizaciones de seguridad gestionadas por los proveedores.  Implementación de Esquemas de Alta disponibilidad HA, tecnologías siempre encendidas “Always ON” en Azure y Muti-AZ en Amazon RDS  Sistema de respaldo y recuperación, respaldos incrementales cada 15 minutos, respaldos diarios o semanales.  Monitoreo Activo de la salud de las DB  Fortalecimiento de la seguridad y prevención de Ciber ataques, políticas zero trust, cifrado de tránsito y reposo, gestión de MFA, Firewalls dedicados para la DB.  Uso de arquitectura multi zona y Multirregión, dividir cargas críticas en diferentes zonas y habilitar replicaciones para casos extremos. |
| Ineficiente gestión de la información | Toda la información clínica se encuentra centralizada, limitando la capacidad de respuesta ante cualquier tipo de emergencia o fallos parciales. Esto reduce significativamente la capacidad de respuesta ante situaciones de peso. Además, la infraestructura actual no permite una integración a otros sistemas complementarios como pueden ser citas de laboratorio para diferentes tipos de exámenes o referencias externas. | Descentralización de las bases de datos por región o por nivel de atención.  La estrategia permite dividir la base de datos monolítica en clústeres regionales o por tipo de servicio, reduciendo el impacto de fallos parciales (aislados a una región) lo que mejora los tiempos de respuesta y resiliencia operativa, por último, permite la operación local independiente ante la desconexión del nodo central.  Replicación bidireccional, con la tecnología sugerida SQL Server Replication, trae como beneficio una sincronización en tiempo real de datos clínicos entre regiones y el nucleo central, graniza consistencia eventual y continuidad operativa  Arquitectura Distribuida y escalable, recomendado, los microservicios desacoplados que consultan instancias específicas de bases de datos locales, como Docker o Kubernetes, además del uso de una base de datos NoSQL para datos estructurales como imágenes clínicas o trazabilidad de referencias.  Modelo de gobernanza y control federado de datos, proponiendo que cada centro o región mantiene autonomía limitada de sus datos, se establece una política de sincronización, validación y visibilidad por roles, la idea es asegurar la consistencia sin sacrificar la adaptabilidad territorial. |
| Falta de respaldo y recuperación automatizada | Actualmente no se cuenta con un mecanismo o estrategia confiable de recuperación ante desastres que asegure la continuidad de la operación. Debido a los incidentes recientes quedó evidenciado que no existen mecanismos automáticos de recuperación, esto provoca interrupciones en el servicio por mucho tiempo. | Diseño e implementación de un plan de recuperación ante desastres (DRP), con los siguientes componentes claves:   * Identificación de sistemas críticos (por ejemplo, historia clínica admisión y citas) * Definición de RTO (Anexo 1) y RPO (Anexo 2) específicos para cada base de datos * Procedimientos documentarios para restauración automática o manual.   Replicación Geo Redundante Activa – Activa o Activa Pasiva, con tecnologías recomendadas   * Always On Availability Groups (Azure) * Aurora Global Databases (AWS) * Multiregion Replication (Azure)   Esto permite un failover automático hacia una réplica en otra región o zona, además de que cabe la posibilidad de que sea mínima o nula la perdida de datos.  Soluciones DRaaS (Anexo 3), con proveedores como Azure Site Recovery, AWS Elastic Disasters Recovery o Veeam, con las ventajas de la simulación de fallas de pruebas para pruebas, orquestación de todo el proceso de recuperación y la integración nativa con bases de datos. |
| Debilidades en ciberseguridad | La debilidad o vulnerabilidad ante ataques cibernéticos es la que más se ha evidenciado recientemente en el sistema EDUS, las debilidades identificadas son: la falta de cifrado de datos, falta de una autenticación multifactorial, y una limitada gestión de accesos basada en perfiles. Debido a esto en 2022 un ataque de rasomeware comprometió la confidencialidad de la información médica de todas las personas. | Las debilidades de ciberseguridad se abordan adoptando un marco Zero-Trust alineado con la Estrategia Nacional de Ciberseguridad 2023-2027, que exige autenticación multifactorial, cifrado de extremo a extremo y monitoreo continuo de incidentes. Complementar el modelo con los cinco pilares del NIST Cybersecurity Framework 2.0, identificar, proteger, detectar, responder y recuperar, permitirá crear un SOC que correlacione eventos de auditoría, reduzca la superficie de ataque y ofrezca trazabilidad forense completa. |
| Limitado uso de datos para la toma de decisiones | La CCSS posee una gran cantidad de datos médicos, sin embargo, estos no se explotan adecuadamente y de forma estratégica para generar valor institucional, Actualmente no existen sistemas de inteligencia de negocio ni se aplican técnicas de minería de datos para tratar de predecir comportamientos epidemiológicos, mejorar la asignación de recursos médicos, identificar poblaciones de riesgos, todo esto permitiría transformar los datos clínicos en conocimiento para la toma de decisiones. | Modernización del almacenamiento, con una arquitectura de datos escalable y fiable, con tecnologías recomendadas Data Lakehouse, ejemplo Azure Synapse, Databricks o Snowflake), que permiten la separación del almacenamiento y computo para mayor flexibilidad, optimizado para grandes volúmenes de datos estructurados o no estructurados tanto como la alta disponibilidad, redundancia y encriptación. |

## Cuadro de Resumen

Tabla 2

|  |  |
| --- | --- |
| Falta de alta disponibilidad | La propuesta plantea migrar las bases de datos a servicios en la nube con alta disponibilidad, respaldos automatizados y monitoreo activo para asegurar continuidad operativa. Además, incorpora una arquitectura multi-zona, seguridad reforzada y replicación geográfica para tolerancia a fallos y protección ante ciberataques. |
| Ineficiente gestión de la información | La propuesta sugiere descentralizar las bases de datos en clústeres regionales con replicación bidireccional, mejorando la resiliencia y continuidad operativa del sistema. Además, incorpora microservicios escalables, bases NoSQL y una gobernanza federada para asegurar consistencia y autonomía local. |
| Falta de respaldo y recuperación automatizada | Se propone diseñar un plan de recuperación ante desastres con identificación de sistemas críticos, RTO/RPO definidos y procedimientos documentados. Incluye replicación geo-redundante, failover automático y soluciones DRaaS para asegurar continuidad operativa y mínima pérdida de datos. |
| Debilidades en ciberseguridad | La propuesta aborda las brechas de ciberseguridad mediante un enfoque Zero Trust con MFA, cifrado y monitoreo continuo, alineado con la Estrategia Nacional. Se complementa con el marco NIST 2.0 para implementar un SOC que reduzca riesgos, se pueda darles seguimiento, a los incidentes y fortalezca la respuesta ante ataques. |
| Limitado uso de datos para la toma de decisiones | La propuesta plantea modernizar el almacenamiento mediante una arquitectura tipo Data Lakehouse que separa almacenamiento y cómputo para mayor flexibilidad. Se optimiza el manejo de grandes volúmenes de datos con alta disponibilidad, redundancia y cifrado robusto. |

## Anexos

1. RTO Tiempo Máximo aceptable que un sistema puede estar inactivo después de una interrupción antes de que cause un gran impacto en la operación.
2. RPO Recovery Point Objective, se refiere al tiempo máximo que un sistema, aplicación o proceso puede estar inactivo después de una interrupción antes de que afecte gravemente la operación del negocio.
3. DRaaS, Disaster Recovery as a Service

## Referencias bibliográficas.

Asamblea Legislativa de Costa Rica. (2012). *Ley General de Salud: Ley N.º 5395*. <http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=70975&nValor3=85989&strTipM=TC>

Banco Interamericano de Desarrollo. (2022). *Expediente Digital Único en Salud (EDUS) de Costa Rica: Buenas prácticas, historia e implementación*. <https://publications.iadb.org/es/publications/spanish/viewer/Expediente-digital-unico-en-salud-EDUS-de-Costa-Rica-buenas-practicas-historia-e-implementacion.pdf>

CCSS (Caja Costarricense de Seguro Social). (2025). Estrategia para la continuidad de servicios digitales de salud. Recuperado de <https://www.ccss.sa.cr/estrategia-digital>

CCSS. (2025). Informe sobre listas de espera en servicios de salud. Recuperado de <https://www.ccss.sa.cr/estadisticas>

CRHoy. (2024, marzo 4). *Tras presentar fallos, EDUS ya funciona*. <https://crhoy.com/tras-presentar-fallos-edus-ya-funciona/>

Delfino.cr. (2025, marzo 14). *CCSS reporta incidencia en centro de datos: EDUS y página web fuera de servicio*. <https://delfino.cr/2025/03/ccss-reporta-incidencia-en-centro-de-datos-edus-y-pagina-web-fuera-de-servicio>

*Interoperabilidad en el sector sanitario*. (s. f.). HIMSS.26 de junio de 2025 <https://www.himss.org/resources/interoperability-healthcare>

MICITT (Ministerio de Ciencia, Innovación, Tecnología y Telecomunicaciones). (2023). Estrategia Nacional de Ciberseguridad 2023-2027. Recuperado de <https://www.micitt.go.cr/ciberseguridad>

Ministerio de Salud de Costa Rica. (2023). Guía de implementación FHIR CR Core. Recuperado de <https://www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/guias-tecnicas>

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2021). Estrategia Mundial sobre Salud Digital 2020–2025. Recuperado de <https://www.who.int/es/publications/i/item/9789240020924>

RACSA. (2024). Soluciones de nube soberana para el sector público. Recuperado de <https://www.racsa.go.cr/soluciones/nube>

Revista E&N / Estrategia & Negocios. (2022, 1 de junio). *Costa Rica: Hospitales de CCSS usan expedientes médicos de papel tras ‘hackeo’*. Revista E&N. Recuperado de <https://www.revistaeyn.com/lasclavesdeldia/costa-rica-hospitales-de-ccss-usan-expedientes-medicos-de-papel-tras-hackeo-DA8424612> [e](https://www.revistaeyn.com/lasclavesdeldia/costa-rica-hospitales-de-ccss-usan-expedientes-medicos-de-papel-tras-hackeo-DA8424612?utm_source=chatgpt.com)

Superintendencia de Telecomunicaciones (SUTEL). (2024). Informe de servicios de nube soberana y su aplicación en instituciones públicas. Recuperado de <https://www.sutel.go.cr/publicaciones>