



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Programa Universitario de Investigación en Recursos Naturales y Ambiente

(nombre del programa universitario de investigación de la Digi)

Análisis, diseño y arquitectura de software para la implementación del Sistema de Gestión de la Investigación para la USAC, siguiendo el estándar CERIF.

nombre del proyecto de investigación

4.8.63.4.69

Partida presupuestaria

Centro de Investigaciones de Ingeniería, Facultad de Ingeniería

unidad académica o centro no adscrito a unidad académica avaladora

Kevin Adiel Lajpop Ajpacajá

Ana Elizabeth Ixcolin Ramirez

Rony Ormandy Ortíz Álvarez

Daniel Alejandro Barillas Soberanis

nombre del coordinador del proyecto y equipo de investigación contratado por Digi

Ciudad de Guatemala, 30 de noviembre de 2023

lugar y fecha de presentación del informe final dd/mm/año



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Autoridades

Dra. Alice Burgos Paniagua
Directora General de Investigación

Ing. Agr. MARN Julio Rufino Salazar
Coordinador General de Programas

M.Sc. Inga. Andrea Eunice Rodas Morán
Coordinadora Programa Universitario de Investigación de Recursos Naturales y Ambiente

Autores

M.A. Ing. Kevin Adiel Lajpop Ajpacajá

Licda. Ana Elizabeth Ixcolin Ramirez

Rony Ormandy Ortíz Álvarez

Daniel Alejandro Barillas Soberanis

Colaboradores (si aplica): anotar nombres apellidos e institución que representa

Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección General de Investigación (Digi), 2023. El contenido de este informe de investigación es responsabilidad exclusiva de sus autores.

Esta investigación fue cofinanciada con recursos del Fondo de Investigación de la Digi de la Universidad de San Carlos de Guatemala a través de la partida presupuestaria 4.8.63.4.69 en el Programa Universitario de Investigación de Recursos Naturales y Ambiente.

Los autores son responsables del contenido, de las condiciones éticas y legales de la investigación desarrollada.



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Formato de informe final (cuerpo del documento)

1 Índice general (incluir índice de tablas y figuras)

Contenido

1	Índice general (incluir índice de tablas y figuras)	3
	Contenido.....	3
2	Resumen	6
3	Introducción.....	8
4	Antecedentes.....	9
5	Planteamiento del problema	10
6	Marco teórico.....	12
7	Estado del arte	15
8	Objetivos (generales y específicos aprobados en la propuesta)	20
<input type="checkbox"/>	Objetivo general	20
<input type="checkbox"/>	Objetivos específicos	20
9	Hipótesis (si aplica)	21
10	Materiales y métodos	21
	Enfoque de la investigación	21
	Método	21
11	Aspectos éticos y legales (si aplica).....	24
12	Resultados y discusión.....	24
12.1	Resultados	24
	Ruta de transformación digital.....	24
	Fase 1: arquitectura de software y modelo lógico.....	24

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Fase 2: investigadores, proyectos e indicadores.....	25
Infraestructura tecnológica	26
Módulo de investigadores.....	26
Módulo de proyectos	27
Módulo de indicadores	27
Tiempo esperado.....	27
Modelo de datos	29
Procesos digitales.....	39
Arquitectura de software.....	48
<input type="checkbox"/> Backend	49
o Servicio de investigadores	50
o Servicio de proyectos.....	50
o Servicio centros de investigación	50
o Otros servicios	51
<input type="checkbox"/> Almacén de datos: maestro.....	51
o Base de datos relacional	51
o Base de datos documental.....	51
<input type="checkbox"/> Almacén de datos: esclavo	52
<input type="checkbox"/> Proceso de ETL	52
<input type="checkbox"/> Frontend: CRIS.....	52
13 Conclusiones	57
14 Recomendaciones	58
15 Referencias.....	59



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

16 Apéndice	61
17 Vinculación	80
18 Estrategia de difusión, divulgación y protección intelectual	81
19 Aporte de la propuesta de investigación a los Prioridades Nacionales de Desarrollo (PND) identificando su meta correspondiente:	81
20 Orden de pago final (incluir únicamente al personal con contrato vigente al 31 de diciembre de 2023)	83
21 Declaración del Coordinador(a) del proyecto de investigación.....	83
21 Aval del Director(a) del instituto, centro o departamento de investigación o Coordinador de investigación del centro regional universitario	84
22 Visado de la Dirección General de Investigación.....	84
Ilustración 1 Modelo entidad relación	32
Ilustración 2 aplicación a fondo	40
Ilustración 3 evaluación administrativa	41
Ilustración 4 Evaluación interna	42
Ilustración 5 evaluación externa	45
Ilustración 6 Evaluación CE	46
Ilustración 7 evaluación CONCIUSAC	47
Ilustración 8 evaluación CSU	48
Ilustración 9 arquitectura de software	49
Tabla 1 gp_proyecto	33
Tabla 2 gp_proyecto_financiero	34
Tabla 3 gp_proyecto_financiero_entidad	34
Tabla 4 gp_equipo_proyecto	35
Tabla 5 gp_equipo_proyecto	35

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Tabla 6 gp_programa35

Tabla 7 gp_tipo_proyecto36

Tabla 8 gp_documento37

Tabla 9 gp_información_general_proyecto37

Tabla 10 gp_estado_proyecto39

Tabla 11 DSpace-CRIS vs VIVO53

Tabla 12 ficha Zacapa61

Tabla 13 ficha San Marcos63

Tabla 14 ficha CUNOROC64

Tabla 15 ficha CUNOR66

Tabla 16 ficha CUNSOR67

Tabla 17 ficha CUNSOL68

Tabla 18 ficha CUNSORORI70

Tabla 19 ficha CEMA71

Tabla 20 ficha CUDEP72

Tabla 21 ficha CUNTOTO73

Tabla 22 ficha JUSAC74

Tabla 23 ficha Veterinaria75

Tabla 24 ficha Arquitectura77

Tabla 25 ficha Farmacia79

Tabla 26 Vinculaciones81

2 Resumen

La falta de un sistema CRIS en la USAC afecta negativamente a la investigación que se realiza dentro de la universidad, dado que poco a poco dicha investigación se va quedando aislada de un mundo totalmente digital en el cual la investigación no es la excepción, por lo que para la adopción de un sistema CRIS es necesario tener la ruta a seguir para la adopción de la tecnología en el día a día de la DIGI. La presente investigación se basó en determinar los pasos idóneos a seguir para la implementación de un CRIS, una arquitectura de software,



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

diseño del proceso de aplicación y aprobación de un proyecto, así como su modelo de datos inicial para un sistema que eventualmente alimentará al CRIS.

Para lograrlo se realizó una serie de jornadas de trabajo con actores claves de los centros, unidades o institutos de investigación en las cuales se recaudaron requerimientos para el sistema de gestión de proyectos, dado que es la clave dentro un ecosistema de investigación. De igual manera estos insumos sirvieron para realizar los entregables del proyecto los cuales son una reingeniería de procesos centrada en el proceso de aplicación y aprobación de un proyecto, el modelo de datos de igual manera centrada en la gestión de proyectos y la arquitectura de software necesaria la adopción de un sistema CRIS.

Palabras clave: CRIS, DIGI, proyectos, investigación, transformación digital.

Abstract

The lack of a CRIS system at USAC negatively affects the research that is carried out within the university, since little by little this research is becoming isolated from a totally digital world in which research is no exception, so for the adoption of a CRIS system it is necessary to have the route to follow for the adoption of technology in the day to day of the DIGI. The present research was based on determining the ideal steps to follow for the implementation of a CRIS, a software architecture, design of the application process and approval of a project, as well as its initial data model for a system that will eventually feed the CRIS.

To achieve this, a series of workshops were held with key actors of the research centers, units or institutes in which requirements for the project management system were gathered, given that it is the key within a research ecosystem. These inputs were also used to develop the project deliverables, which are a process reengineering focused on the application and approval process of a project, the data model also focused on project management and the software architecture necessary for the adoption of a CRIS system.



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Keywords: CRIS, DIGI, projects, research, digital transformation.

3 Introducción

La investigación debe de generar conocimiento e impacto en ámbito que se desarrolla y para ello debe de divulgarse y ser difundida, ante esta necesidad, actualmente se utilizan las tecnologías de la información, implementando sistemas de información, portales informativos y demás que cumplan con la tarea de la difusión y divulgación de los resultados científicos.

Los sistemas de información de investigación actual (CRIS), son un tipo de sistemas que su fin es divulgar y difundir, para lograrlo utilizan un modelo de datos basado en el Formato común de información en materia de investigación europea (CERIF), en dicho estándar se incluyen investigadores, centros de investigación, proyectos de investigación y toda la producción científica de dichos proyectos.

Existen soluciones de CRIS de software libre, pero implementar una solución de este tipo no es únicamente la instalación de la plataforma de CRIS, por lo que es necesario contar con un plan de transformación digital, para adoptar un sistema CRIS. El ecosistema de investigación dentro de la Universidad de San Carlos de Guatemala es bastante amplio y la adopción de una cultura digital que apoye a la investigación que se realiza debe de responder a todos los actores de investigación, esto a razón de que para esto sirve este tipo de sistemas, apoyar y difundir la investigación que realizan todos.

Teniendo en cuenta las necesidades de la mayoría de los actores representados por sus unidades, centros o institutos de investigación, en el actual informe se presenta una ruta a seguir para la adopción de una cultura digital, una arquitectura de sistemas inicial para un sistema CRIS, así como un modelo de datos para la gestión de los proyectos de investigación que se realizan dentro de la universidad.

De igual manera para la adopción de la tecnología se necesita procesos digitales los cuales su fin no sea la generación de documentación física, ni que existan pasos excesivamente



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

granulares, sino que sean pasos que apoye a la agilidad de un proceso, por lo que también esta investigación presenta procesos digitales para la gestión de los proyectos que se financiarán por parte de DIGI.

4 Antecedentes

La adopción de un sistema CRIS es no es una tendencia nueva (Dvořák y colaboradores, 2019), sino un mecanismo que desde mucho tiempo de ha utilizado para visibilizar la investigación que realiza el campo académico dentro de una universidad o un país, por ejemplo, se tiene la organización euroCRIS la cual es una organización que vela por la gestión de CRIS a nivel de Europa, haciendo conciencia a nivel mundial de la adopción de estos sistemas (De Castro, 2019).

También es importante mencionar la investigación de Dvořák y colaboradores (2019) la cual, hace un diagnóstico a Latinoamérica sobre sus avances en el tema de la adopción de un sistema CRIS. La misma, ha evidenciado el estancamiento de este tema en la región, esto se ve traducido en falta de oportunidades de vinculación a nivel de investigación, cerrando así oportunidades para los investigadores para participar en actividades científicas o la universidad como tal, un atraso en la investigación universitaria.

El implementar un sistema CRIS no es una tarea automática sino es una tarea investigativa, como se puede observar en el estudio de Vázquez Tapia y colaboradores (2017), la cual se investigó la necesidad de adopción de un CRIS en la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Por lo cual la implementación de un CRIS no solo brindará visualización de la investigación que se realiza en la universidad, sino puede ser la puerta para nuevas investigaciones, por ejemplo, los estudios de Vaci y colaboradores (2020) y Lappaleine y colaboradores (2023) muestran dos ejemplos de esto, son investigaciones que nacen de un CRIS, es decir es un ciclo completo de investigación, dichas investigaciones utilizan los resultados de las investigaciones que presentan otros CRIS.

A nivel regional no es la excepción, la ponencia de De Castro (2019), expone las implementaciones de sistemas CRIS que se han hecho en Latinoamérica, teniendo los casos de



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

la Universidad San Ignacio de Loyola (USIL, Perú), Universidad Politécnica Salesiana (Ecuador), Universidad Andrés Bello (Chile), Universidad de Monterrey (México), Universidad de Medellín (Colombia), son casos de universidades latinoamericanas que expone De Castro (2019), pero también existen CRIS nacionales, ejemplificando que no es únicamente para una universidad o entidad académica sino también puede existir CRIS nacionales que converjan toda la información científica asociada.

Por lo que se puede observar lo que menciona Dvořák y colaboradores (2019), es una tendencia adoptar un CRIS y la región no es ajena a esta tendencia, porque es la forma de poder divulgar, difundir y visualizar la investigación que se realiza a nivel universitario o nacional.

5 Planteamiento del problema

La implementación de un CRIS apoya a las instituciones para mejorar la divulgación, información científica, apoyando la comunicación, cooperación y colaboración entre investigadores, esto debido a que un CRIS provee todo un ambiente tecnológico en el cual se incluye a otros investigadores o equipos de investigación, proyectos, intereses, así como producción científicos contando con datos y publicaciones de las investigaciones (Biesenbender y colaboradores, 2019). Por lo tanto, que una institución académica o científica no cuente con un CRIS cierra oportunidades para el crecimiento de la ciencia.

Por ejemplo, las investigaciones Lappalainen y colaboradores (2023) y Vaci y colaboradores (2020) son una muestra de las innovaciones e investigaciones que se pueden realizar a nivel de ciencia de datos teniendo como punto central un CRIS basado en el modelo CERIF, dicho modelo ha sido implementado no solamente en Europa, sino en Latinoamérica bajo el software DSpace que cumple con dicho estándar (Palmer, 2014), esto es una oportunidad para la Universidad de San Carlos de Guatemala porque el hecho de que no cuente con un CRIS se está cerrando las puertas a investigaciones e innovaciones que un CRIS puede aportar, el problema es más grande aún, en Guatemala no hay ninguna implementación de un CRIS como lo menciona Vázquez (2022), haciendo evidente que Guatemala está en un grave problema porque las investigaciones no son potenciadas a su difusión y divulgación. De igual



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

manera también se expone que no hay una iniciativa a nivel de instituciones de educación superior de la implementación de CRIS.

También es necesario que para poder adoptar una cultura de ciencia abierta la implementación de un CRIS vital, dado que un principio del CRIS es el acceso a los datos (Asserson y colaboradores, 2002), por lo que no contar con un CRIS en Guatemala es un problema serio porque no se está preparando el ambiente para una cultura de ciencia abierta, quedando rezagado en los índices de acceso a la información científica como lo ejemplifica Vázquez (2022), por lo que es urgente para la Usac y Guatemala contar con un CRIS, porque el hecho de no contar con un CRIS hace que tanto la ciencia que realiza la Usac así como la que realiza Guatemala poco a poco se va quedando aislada en comparación de los sistemas científicos internacionales y regionales.

Guatemala no cuenta con indicadores a nivel internacional de ciencia, no cuenta con estadísticas reales sobre las investigaciones y sobre todo resultados que tienen dichas investigaciones, como ejemplifica Dvořák y colaboradores (2019), Guatemala no forma parte del conjunto de países que cuenta con un CRIS y mucho menos forma parte de las estadísticas de cuál es el porcentaje de cumplimiento o de objetivos cumplidos por medio de un CRIS, esto hace que la iniciativa de la Usac de contar con un CRIS convierta a la Usac en pionera y estandarte a nivel nacional de la ciencia e investigación.

La implementación de un CRIS debe de ser prioritario para la Usac, porque con el hecho de contar con un CRIS la investigación y ciencia que se realiza tendrá visibilidad, a nivel de métricas porque los datos deben de ser medibles (Azeroual, 2019), abiertos (Asserson y colaboradores, 2002) y sobre todo interoperables (Dvořák y colaboradores, 2019) con sistemas internacionales y también abriendo la brecha en el país, para que en un futuro puedan existir otras iniciativas, como un CRIS nacional, pero se debe de tener un inicio que debe de ser la implementación de un CRIS a nivel institucional en la DIGI.

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

6 Marco teórico

Asserson y colaboradores (2002) menciona que, un modelo de datos basado en CERIF apoya a la implementación de un CRIS en los siguientes pasos:

- Reglas generales para un modelo de datos.
- Publicaciones y resultados de investigación.
- Para el modelo de datos corporativo de la institución.
- En este punto entran los procesos de la institución, como manejo de convocatoria, financiamientos, recursos humanos, entre otras funcionalidades.
- Diccionario de metadatos.

De igual manera Asserson y colaboradores, (2002), hace énfasis que un CRIS, en la actualidad debe de contar con dos finalidades claves, pueden existir otras, pero estos dos fines no deben de faltar en un CRIS y son:

- Intercambio de datos si no existe intercambio de datos, la ciencia que gestiona una institución se aísla.
- Acceso a datos

El no brindar acceso datos, la ciencia se estanca, se vuelve una ciencia cerrada a la crítica, a la contribución a las oportunidades de investigación e innovación, todo lo contrario, a tener una cultura de ciencia abierta que un CRIS apoya como menciona Biesenbender y colaboradores, (2019).

Otro tema a tener en cuenta cuando se habla de un CRIS es con qué partes debe de contar un CRIS para ser denominado CRIS, para ello Dvořák y colaboradores, (2019) define doce partes esenciales que un CRIS debe de cubrir, siendo estos los siguientes:

- Bases de datos de artículos científicos.
- Métricas de citas de los artículos y revistas.
- Repositorio institucional de acceso abierto.
- Vinculación con ORCID.

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

- Sistemas de gestión de identidad única o SSO.
- Sistemas de gestión de recursos humanos.
- Sistemas de gestión y vinculación de estudiantes.
- Sistemas para la gestión de finanzas.
- Gestión documental.
- Sistemas para la gestión de financiamiento interno.
- Oficina de transferencia tecnológica.
- Manejo de financiamiento externo.

Observando que es todo un ecosistema digital que trasciende más allá de lo técnico a lo social con manejo de recursos humanos, estudiantes, vida universitaria y demás.

A la hora de la implementación de un CRIS, también hay que tener un conjunto de buenas prácticas que son necesarias para asegurar la calidad del sistema y de los datos, en este punto Asserson (2010) define una serie de buenas prácticas que no son las buenas prácticas comunes para el desarrollo de un proyecto de software, sino son buenas prácticas para el desarrollo de un CRIS, éstas son las siguientes:

- Control de cambios
- Guía de buenas prácticas
- Plan de marketing
- Definición de la propuesta
- Diseño de la arquitectura
- Procesamiento de datos
- Distribución del plan
- Mantenimiento del plan
- Gestión de la configuración

Asserson (2010) también hace énfasis en un objetivo clave que hay que tener en cuenta a la hora de gestionar las buenas prácticas a la hora de la implementación de un CRIS y es: El

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

diseño de un CRIS debe de soportar todo el ciclo de vida de un proyecto, desde su financiación hasta la publicación de artículos.

Como define Asserson y colaboradores (2002), los datos deben de ser intercambiables y accedidos, bajo esta premisa Azeroual (2019) define fundamentos que para un CRIS deben de ser necesarios, tal que deben los datos dentro de un CRIS, los datos cumplan las afirmaciones, los datos son calidad es cuando son aptos para que un consumidor de datos pueda utilizarlos y también los datos deben de estar en el lugar, momento y formato correcto para poder ser utilizados a un cliente que solicita la información para los fines de decisión, ejecutar o el que quiera darle. Bajo estas premisas los datos deben de cumplir con las siguientes características:

- Integridad
- Corrección
- Consistencia
- Oportunos

Estos cuatro principios deben de ser medibles para aportar a la toma de decisiones basado en los datos de un CRIS, debe de ser medibles cumpliendo los siguientes objetivos (Azeroual, 2019):

- Las mediciones deben de ser comprensibles para cumplir su propósito.
- Las mediciones deben de ser reproducibles.
- Las mediciones deben de ser convenientes.

Bajo estos principios y mediciones que deben de soportar los datos es como investigaciones han podido presentar resultados basados en datos que contiene un CRIS, lejos de estos principios y mediciones no se puede realizar un análisis de datos. De igual manera estas metodologías encajan con una metodología general de transformación digital y manejo de información como se plantea en la investigación de Fernández, (2020), en la cual se engloba como:



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

- Razones: se define todo requerimiento o necesidad que tenga el público objetivo, en este caso, la comunidad científica.
- Objetos: son los mecanismos que soporta una gestión, como lo son procesos, servicios, productos, tecnología, datos, entre otros. Es importante tener en cuenta que, en el tema de manejo de datos, va de la mano con la metodología de datos abiertos, el cual es definir publicar datos que no puedan rastrear a la persona, ni darle seguimiento físico a la misma.
- Procesos: parte medular de la transformación digital, en la cual se deben de definir procesos de manera digital, no definir procesos que requieran una interacción de manera mayoritaria, papel o alta burocracia.
- Resultados: se deben de definir los resultados de un proceso de transformación digital, centrado en productos, efectos e impacto del mismo.

7 Estado del arte

Los sistemas CRIS tiene un alcance amplio a nivel científico tal como lo menciona Dvořák y colaboradores, (2019), en la revisión e investigación que realiza sobre el CRIS universitario, denominado el CTU CRIS, indica que una arquitectura de software para un CRIS puede dividirse en dos partes, un componente de software que maneje los metadatos de las investigaciones y un segundo componente que maneje los proyectos, investigaciones y demás componentes. En otras palabras, una parte que maneja la definición de los datos y una segunda parte que maneja la transaccionalidad de estos.

Un CRIS no es únicamente un sistema de información, sino es un sistema que trasciende lo digital llegando al campo social, en dicha investigación concluye que dado que un CRIS es un sistema de información compuesto por diversas partes es necesario contar con mecanismos robustos que soporten la interoperabilidad e intercomunicación de estos, también indica que un CRIS debe de contar con un modelo de datos basado con los estándares de CERIF dado que contar con este estándar ayuda a la interoperabilidad fuera de la institución (Dvořák y colaboradores, 2019).



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Por otra parte, Lopes (2019), busca exponer la importancia de que un CRIS se pueda vincular con sistemas o iniciativas internacionales porque un CRIS que no tenga vinculación internacional o con otras entidades de ciencia, es un sistema aislado. En la investigación se expone que el eje central para la vinculación con otros sistemas es el ORCID, pero para lograr una vinculación externa se debe de tener dos requisitos: la adopción de un CRIS interno para la institución y que dicho CRIS siga estándares internacionales.

En este punto es importante hacer énfasis en las investigaciones de Dvořák y colaboradores, (2019) y Lopes (2019) dado que en ambas concuerdan que el ORCID debe de estar integrado y que el modelo de datos con sus reglas específicas debe de ser con un estándar internacional, en este caso como lo es CERIF. Lopes (2019) también indica que mientras más sistemas se incluyan a un ecosistema digital científico más tiempo se ahorra a la hora de un desarrollo de software porque la comunicación e interoperabilidad hará el trabajo, evitando la duplicación de información y esfuerzos.

Otro tema que se ha investigado recientemente es la unidad básica de un sistema de información: el dato. Teniendo en cuenta que en CRIS es un sistema de información, también tiene como unidad básica el dato, por lo que es necesario tener en cuenta la calidad del dato cuando se implementa un CRIS, esto es lo que investiga Biesenbender y colaboradores, (2019), cómo impacta el dato en un CRIS y lo bueno que es mantener una buena calidad del dato.

Sobre la misma línea, manteniendo una buena calidad del dato asegura una buena integración con sistemas internacionales externos, pero también al momento de contar con datos de calidad, también se aporta a la temática de datos abiertos y sobre todo a la ciencia abierta, por lo que contar con un CRIS pero con datos de mala calidad, será más difícil el proceso de publicar datos o de ciencia abierta (Biesenbender y colaboradores, 2019). Es interesante esta investigación centrada en los datos de un CRIS porque demuestra la importancia que tienen los datos no solo en la actualidad sino en la gestión de la ciencia. Baccarne (2019) también expone la necesidad de contar con un CRIS que sea adaptativo a las bibliotecas, haciendo énfasis en que no solo para literatura científica se puede utilizar, sino



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

también como el punto central para bibliotecas, incluyendo y llegando a más público no necesariamente científico, sino más general de la academia, ejemplificando el caso de éxito de la Universidad de Amberes, en su CRIS se el punto de convergencia de su biblioteca institucional.

Se ha investigado arquitectura de software, beneficios de un CRIS, pero ¿qué impacto tiene la adopción de un CRIS en los estudiantes? Alrededor de esta pregunta se realiza la investigación de Guillaumet y colaboradores (2022), pero centrado en los estudiantes de doctorado de distintas universidades españolas, partiendo de la premisa que un estudio doctoral tiene producción científica, por lo que un CRIS beneficia al doctorando, haciendo publica su investigación en distintos repositorios, pudiendo también hacer sinergia con otros investigadores, con otras investigaciones de su área.

La investigación concluye que para su formación doctoral el estudiante debe de subir al CRIS sus documentos de actividades doctorales, para que se vaya familiarizando con este tipo de ecosistemas con los que interactuará en su vida como investigador, también es importante que las unidades académicas utilicen el CRIS como instrumento de evaluación de la investigación del doctorando, esto le suma valor al CRIS, convirtiéndose en una herramienta transversal en toda la formación del investigador de (Guillaumet y colaboradores, 2022).

Contar con una calidad del dato en un CRIS no solo es una buena práctica para la integración con otros ecosistemas digitales o CRIS sino también apoya a la generación de nueva investigación, es decir, contar con un CRIS con datos de alta calidad genera más investigación, como lo es la investigación de Vaci y colaboradores (2020), la cual está centrada en procesar el lenguaje natural sobre datos clínicos de la depresión, pero con el extra de que estos datos vienen del UK-CRIS, ejemplificando que en un sistema científico consolidado no solo es un repositorio o un punto de encuentro para la comunidad científica, sino también es una fuente de datos e investigación, Vaci y colaboradores (2020), en el cual describe el método que se utilizó para el tratamiento de los datos, empezando por la definición de las variables, siguiendo por la definición de modelos que apoyen las variables y por último el entrenamiento



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

de con ese modelo, lo cual ejemplifica un proceso de minería de datos, pero teniendo como base un CRIS.

La investigación de Vaci y colaboradores (2020) confirma lo que Biesenbender y colaboradores (2019), concluyó, que un CRIS aporta a la ciencia abierta y también a los datos abiertos, pero Vaci y colaboradores (2020) no lo confirma de manera teórica, sino lo lleva a un terreno de la investigación.

Pero contar con un CRIS no solo es una oportunidad de investigación para la comunidad científica, sino también para implementaciones innovadoras dentro de la misma institución como lo plantea Lappalainen y colaboradores (2023) , en su investigación propone un algoritmo escrito en R para la comunicación entre un CRIS y un repositorio en este caso con Scopus, en esta investigación se plantea una serie de pasos que responden a un proceso de ingeniería de datos, como lo son, obtención manual y preparación de los datos, limpieza en función del DOI de las investigaciones, unión de datos, llenado de datos faltantes, para finalizar con su carga por lotes de los datos limpiados y a pesar de que es un proceso innovador, Lappalainen y colaboradores (2023) concluye que la obtención de datos debe de realizarse de manera automatizada por medio del API que tiene Scopus.

Las investigaciones de Lappalainen y colaboradores (2023) y Vaci y colaboradores (2020), muestran las oportunidades a nivel de ciencia de datos que crea contar con un CRIS en una institución científica. También se ejemplifica que contar con un CRIS abre la posibilidad de investigaciones innovadoras no solo al exterior de la institución sino también al interno.

Siguiendo el tema de los datos y su calidad Pinto y colaboradores (2014) se pregunta lo siguiente ¿el CERIF es un buen estándar para un CRIS?, esto a raíz de que existen muchos CRIS implementados a lo largo de las instituciones académicas, pero a la hora de realizar una colaboración con otros sistemas de gestión científica no logran realizar una buena comunicación, pero por qué no se logra, es porque no cuentan con un estándar, como lo es CERIF, ahora bien también expone que al momento de adaptar un CERIF no es garantía de también que un CRIS tenga una buena integración con otros sistemas, pero Pinto y



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

colaboradores (2014) concluye que un CERIF debe de respetarse totalmente, eso amplía las opciones de una buena integración, también concluye que es importante tener en cuenta que implementar herramientas de terceros para realizar comunicaciones entre un CRIS y otro ecosistema digital puede existir pérdida de datos.

Como lo hacía ver Dvořák y colaboradores (2019), un CRIS también es un sistema social, por lo que también debe tener repercusiones sociales y legales, a este vacío Zendulková y colaboradores (2022) realiza una investigación social, exponiendo que un CRIS es una gran herramienta de software la cual puede almacenar un sinnúmero de datos, pero esto también conlleva una alta responsabilidad por parte de la institución a la cual pertenece el CRIS, esta responsabilidad es sobre los datos su sensibilidad y su uso, Zendulková y colaboradores (2022) toma como base el Reglamento de Protección de Datos de la Unión Europea para y lo aplica a un CRIS, haciendo énfasis en tres aspectos necesarios para contar con una protección de datos dentro de un CRIS, siendo estos: la fase de concepción del dato, la fase de tratamiento y análisis y la fase de publicación o archivo, estas fases responden al ciclo de vida del dato, porque a la larga un CRIS se debe a su unidad básica, el dato.

Zendulková y colaboradores (2022) propone que las tres partes mencionadas anteriormente debe de ir centrado en primer lugar a proteger a la sensibilidad de los datos, los usuarios del CRIS deben de conocer que van a hacer con sus datos y dar su consentimiento para ser utilizado para posibles investigaciones, también tener en cuenta la propiedad intelectual de las investigaciones, así como la capacidad tecnológica con la que se cuenta para la implementación, porque como concluye, el tema de la privacidad de los datos debe de visualizarse a nivel técnico, no solo a nivel normativo.

Ahora bien, si un CRIS es una ventana de la investigación, innovación, se han derivado muchas investigaciones que ha generado el mismo CRIS y como es el ambiente de los CRIS en Latinoamérica, Vázquez (2022) hace una investigación del estado actual de los CRIS en la región, generando resultados por más preocupantes para Guatemala, porque el país no cumple con ningún estándar CRIS, en el caso de Costa Rica que tiene cuatro sistemas que cumplen



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

con un estándar CRIS europeo esto conlleva, como menciona Dvořák y colaboradores (2019), a cerrarse las puertas a nivel científico.

Esto también se visualiza en las preguntas que realizan sobre la implementación de un CRIS, de una serie de tres preguntas, dónde se evaluaba quiénes tienen un CRIS, que tipo de desarrollo tienen y si lo utilizan para financiar fondos, Guatemala tuvo un porcentaje de respuesta del 0% (Dvořák y colaboradores, 2019), muy por debajo al porcentaje de respuesta que tuvo Panamá (20%) o Costa Rica (44%), que son de la región centroamericana.

Otros datos que Dvořák y colaboradores (2019) y son importantes a mencionar, es que de las instituciones/universidades que presentan alguna solución de software o en vías de un CRIS, Guatemala no radica con ninguna institución la sea nacional o universitaria, Costa Rica tiene cuatro universidades con iniciativas o con un CRIS ya en funcionamiento y Honduras también reporta una institución con un sistema de información que gestiona la ciencia en dicho país. Esto es por más preocupante, porque todas las oportunidades de investigación, vinculación, innovación, oportunidades de crecimiento de estudios doctorales se está perdiendo en el país por no contar con un CRIS, los datos presentados son preocupantes no solo a nivel universitario, sino también a nivel nacional, pero alguien tiene que empezar, es una oportunidad de cambiar estas estadísticas y que en el siguiente estudio, Guatemala aparezca con un CRIS que pueda visualizar la investigación que se genere en el país.

8 Objetivos (generales y específicos aprobados en la propuesta)

- **Objetivo general**

Generar una estrategia de transformación digital para la Dirección General de Investigación en la cual el eje principal sea el diseño de un sistema de información de investigación actual (CRIS).

- **Objetivos específicos**

- 1 Crear una plan y ruta a seguir para la transformación digital de la Dirección General de Investigación para la implementación de un CRIS que podarle trazabilidad a la gestión de proyectos que maneja la DIGI.



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

- 2 Crear un modelo de datos para el sistema de información de investigación actual (CRIS) basado en el estándar internacional CERIF que sea capaz de modelar la gestión de proyectos.
- 3 Modelar los procesos científicos medulares o principales que realiza la Dirección General de Investigación basados en la gestión de proyectos de ciencia.
- 4 Determinar y describir una arquitectura de software para un sistema de información de investigación actual.

9 Hipótesis (si aplica)

10 Materiales y métodos

Enfoque de la investigación

El enfoque de la investigación es mixto porque el diseño de un sistema, en conjunto con su modelo de entidad relación para los datos, se somete a un proceso de descripción sistémica de la realidad que se quiere modelar a nivel relacional. De igual manera, la investigación es cuantitativa porque es necesario cuantificar el alcance que tendrá la implementación de un CRIS en la Usac dado que permitirá marcar la ruta a seguir durante los siguientes años en el marco de dicha implementación.

Método

La recolección de insumos para la investigación es vital, para ello se utilizaron diversos métodos para obtener dichos insumos, esto dependió de que tipo de información se tuvo que obtener, dependiendo de la parte de la investigación, ya sea cuantitativa o cualitativa.

En la parte cualitativa se realizó diversas reuniones con actores clave que generan y gestionan investigación dentro de la universidad, así mismos también actores internacionales que gestionan investigación, el fin de esta jornada de reuniones era obtener características que debe de tener los sistemas de información y un sistema CRIS, se hizo la diferencia entre sistemas y CRIS porque ambos son ecosistemas diferentes, con lo cual se tocaron los siguientes temas:

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

- 1 Convocatorias para financiamiento
- 2 Características de la convocatoria.
- 3 Temporalidad y criterios de convocatoria.
- 4 Tipos de financiamiento.
- 5 Temáticas.
- 6 Proceso de entrega propuestas.
- 7 Proceso y criterios de selección y aprobación o no aprobación de propuestas.
- 8 Instrumentos de evaluación.
- 9 Banco de evaluadores.
- 10 Personal o recursos humanos
- 11 Estructura jerárquica de la DIGI.
- 12 Roles y responsables.
- 13 Roles y responsabilidades dentro de un sistema de información.

Todos los insumos obtenidos se condensaron en características con miras a dos productos de la investigación: **la arquitectura de software** el cual se busca obtener características como la disponibilidad, roles y responsabilidades, la descentralización de las funciones y el débil acoplamiento del sistema, partiendo de estos datos cualitativos se construye la arquitectura de software. Los otros tipos de datos que se buscaron en las reuniones son los datos descriptivos de los proyectos, como lo es la información que almacena el proyecto, información financiera o tiempo de ejecución del mismo, esta información, que es cualitativa genera el **modelo relacional de datos**, dicho modelo es de los proyectos de investigación que se realizan o ejecutan en la USAC.

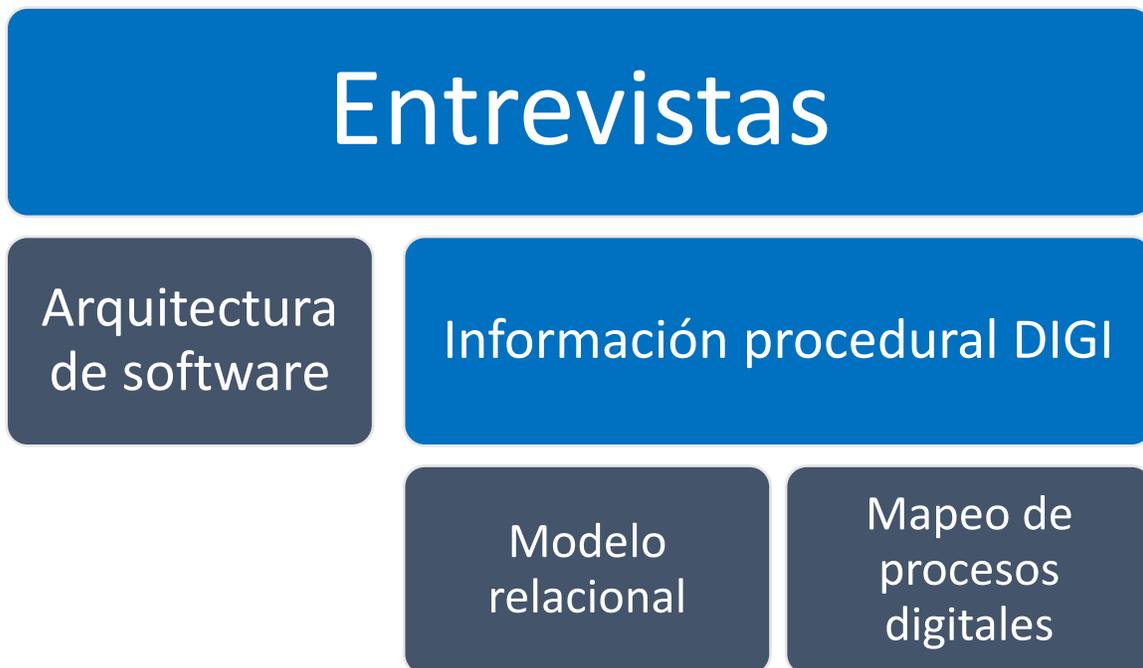
Pero cabe destacar que el modelo de datos necesarita otra fuente de información primaria y el proceso o ciclo de vida de un proyecto, dicha información no se obtiene de las entrevistas que se han tenido con los actores principales de ciencia en la USAC, esta información que complementa al modelo de datos se obtiene de la documentación procedural que tiene DIGI,



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

así como de aclaración de dudas que se realizan directamente con DIGI. Y de igual manera también se modeló una nueva **diagramación de procesos** con el cual van de la mano con el modelo de datos obtenido.

Por lo que se puede observar de la siguiente manera la gestión de la información cualitativa:



En la anterior figura se observa que la fuente principal de información cualitativa son las entrevistas con los actores principales, pero en el caso del modelo relacional la información que provee DIGI complementa el modelo y lo afina para una versión final del mismo.

En conjunto con la generación del modelo relacional, se fue llenando una vista previa del modelo relacional, pero a nivel cuantitativo, definiendo campo por campo, del modelo relacional, que será cargado al software CRIS, por lo que el resultado de la toma de datos

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

cualitativas da como resultado un esquema de pruebas cualitativo, luego de esto se previó realizar manuales de instalación y carga de datos al sistema CRIS.

Tanto los datos cuantitativos como cualitativos deben de sustentar una ruta a **seguir para la implementación** de un sistema CRIS en la USAC, indicando que plataforma de software libre es mejor sobre el modelo relacional creado, así como cuál del software se adapta a la arquitectura también definida.

11 Aspectos éticos y legales (si aplica)

12 Resultados y discusión

12.1 Resultados

Los resultados de la investigación se presentan en función de los objetivos planteados en la presente investigación, siguiendo la metodología se obtuvieron:

Ruta de transformación digital

La adopción de un sistema CRIS no es solamente tener la instalación de este tipo de sistemas sino es necesario una adopción cultural de la tecnología para la investigación y para ello debe de existir una transformación digital en la manera que se maneja la investigación en la universidad, por lo que se presenta un plan de cinco fases en el cual se busca que la gestión de la investigación en la universidad sea basada en datos que exponen las necesidades del país y la universidad.

Fase 1: arquitectura de software y modelo lógico

La primera fase contempla la definición lógica del ecosistema digital para la adopción de un CRIS, en esta presente investigación se cubre dicha definición lógica del sistema CRIS y esta fase representa las siguientes definiciones:

- Arquitectura de software
- Definición del sistema de gestión de proyectos
- Modelo entidad relación

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

La primera fase se expande más adelante en este documento, pero, en resumen, la primera fase contempla todos los aspectos metodológicos y arquitectónicos que permitan la implementación de un sistema CRIS como resultado final.

Para esta fase, se cuenta con dos equipos de investigación el equipo del Centro de Investigaciones de Ingeniería, así como el equipo de investigación del CUNORI y está planteado para una ejecución de 6 meses.

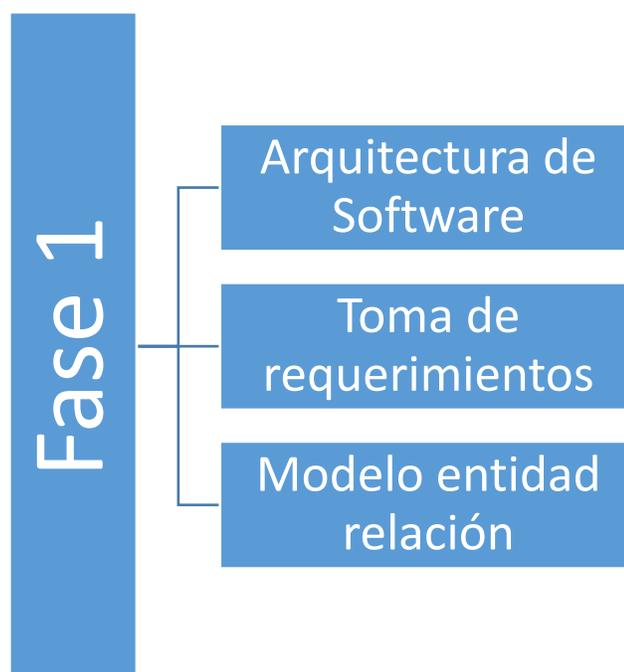


Ilustración 1 fase 1 del proyecto de transformación digital

Fase 2: investigadores, proyectos e indicadores

La segunda fase del plan de transformación digital se centra en la creación de la implementación de los primeros módulos transaccionales que posterior alimentarán al sistema CRIS (se explica más adelante este proceso), esta fase es fundamental para el proceso de transformación digital, dado que inicia con los sistemas que generan más transaccionalidad y modelan los procesos medulares de la DIGI y la investigación que se realiza en la USAC: investigadores y proyectos.



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Infraestructura tecnológica

La primera tarea para realizar en la fase número 2, es la preparación de un ambiente de infraestructura tecnológica, en la cual se debe de ejecutar las siguientes tareas como sugerencia:

- Instalación del hipervisor para virtualizar las máquinas virtuales.
- Instalación de máquinas virtuales y preparar 3 ambientes mínimos: desarrollo, pre-producción y producción. Dichos ambientes deben de ser implementados para los sistemas de información como para el CRIS.
- Configuración del dominio en los distintos ambientes.
- Configuración de red necesaria para los distintos servidores.
- Instalación de software necesario para el desarrollo:
 - Software de base de datos relacionales y no relacionales
 - Lenguaje de programación y compiladores
 - Instalación de VIVO o DSpace CRIS dependiendo del caso
- Verificación de seguridad informática, algunos puntos a verificar podrían ser:
 - Certificado SSL para los ambientes y sistemas
 - Conexiones seguras en las bases de datos
 - Uso seguro de VPN
 - Sistemas operativos, versiones de bases de datos y lenguajes de programación actualizados

Estas tareas se sugieren para empezar a desarrollar, aunque pueden ser más, dependiendo del alcance que se le quiera dar.

Módulo de investigadores

Este es el primer módulo para implementar y es estratégico que este módulo sea el primero en implementar, dado que la investigación tiene como unidad básica el investigador, por lo que es importante contar con un sistema que gestione los investigadores, también es necesario recalcar que esta fase no se puede realizar de manera paralela con los otros módulos,

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

dado que es necesario contar con los investigadores para poder implementar el sistema que gestione los proyectos.

Este módulo responderá al modelo entidad relación que la investigación de CUNORI presentó y se complementa con la presente investigación, de igual manera es importante tener en cuenta que, a pesar de que son diferentes investigaciones, la arquitectura es la misma, por lo que se puede implementar respetando el principio arquitectónico presentado.

Módulo de proyectos

El módulo de proyectos se sugiere que se inicie su desarrollo una vez esté terminado el módulo de investigadores, dado que un proyecto nace por un investigador y no se puede iniciar la gestión de proyectos sin que exista el registro de investigadores, de igual manera también se aprenderán lecciones al momento de implementación el sistema de investigadores, lecciones que serán de utilidad para la gestión de los proyectos.

El sistema de gestión de proyectos seguirá el modelo entidad relación que se presenta en la primera fase (en este documento) y se complementa con el sistema de gestión de investigadores, de igual manera este sistema sigue el patrón arquitectónico presentado. El objetivo de este módulo es poder darle trazabilidad y sistematización al ciclo de vida de un proyecto, iniciando desde la apertura de una convocatoria hasta la aprobación de un proyecto. Este módulo debe seguir las características que han sido tomadas en las jornadas de entrevistas y charlas que tuvo esta investigación.

Módulo de indicadores

Este módulo es el encargado del desarrollo y cálculo de los indicadores que la DIGI debe de presentar como encargada de la gestión en general de investigación en la universidad, el desarrollo y cálculo de investigadores se recomienda que se realice al finalizar los módulos de investigadores y proyectos, esto porque un indicador depende de datos para ser calculado y los primeros indicadores saldrán de los investigadores y los proyectos de ciencia que son ingresados en el sistema de información.

Tiempo esperado

El tiempo esperado para esta fase es el siguiente:

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

- Preparación tecnológica: 1 mes
- Desarrollo de módulo de investigadores: 7 meses
- Pruebas, integración y puesta en producción: 15 días
- Desarrollo de módulo de proyectos: 9 meses
- Pruebas, integración y puesta en producción: 15 días
- ETL de investigadores y proyectos: 1 mes

Para este proyecto se ha estimado una ejecución de 1 año y 8 meses aproximadamente.

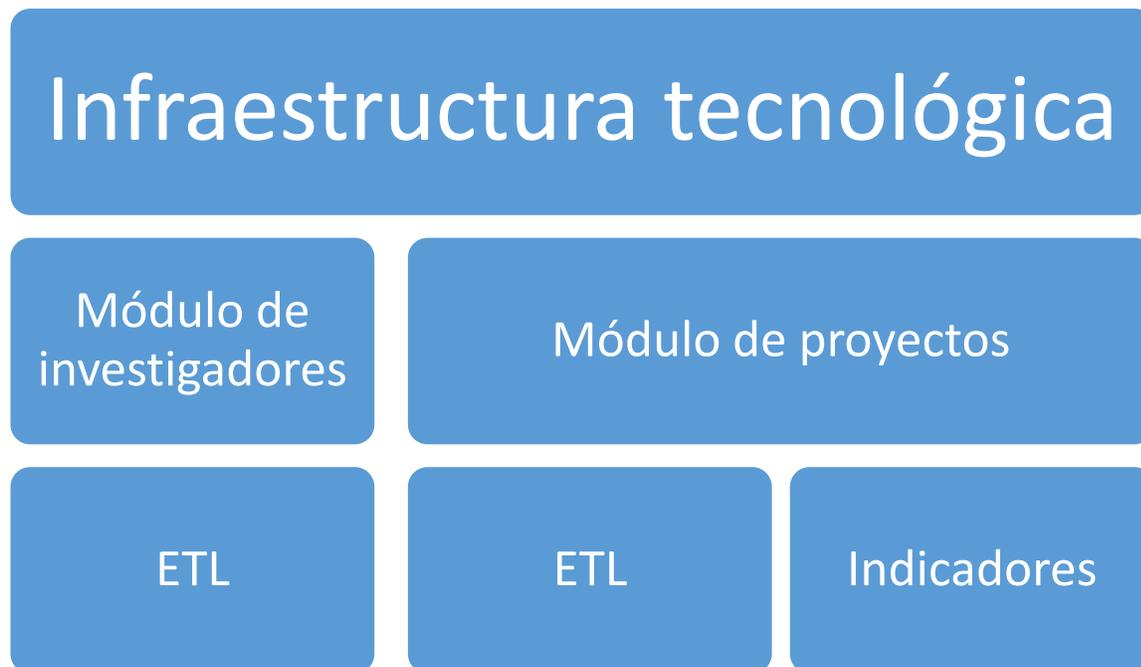


Ilustración 2 fase 2 del proceso de transformación digital

Si se observa en una línea temporal, las primeras dos fases y una pequeña vista previa al futuro sería así:



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

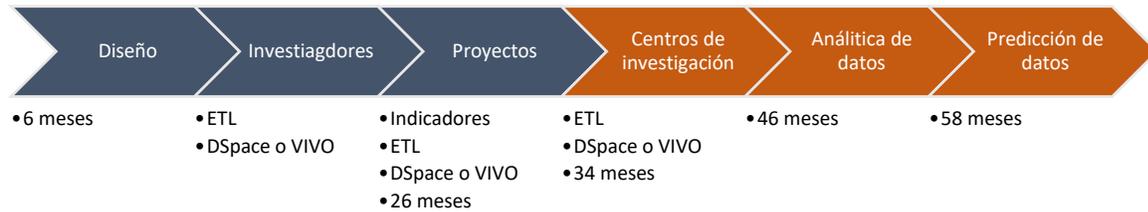


Ilustración 3 ruta a seguir

Modelo de datos

El modelo de datos se hizo con base a los requerimientos que se han ido tomando se realizó el siguiente diagrama entidad relación, en dicho diagrama se puede observar dos colores, correspondiendo el color anaranjado al sistema de gestión de proyectos, también es importante mencionar que toda tabla que tenga como prefijo las sigas *gp* corresponden al sistema de proyectos, se recalca que dichas sigas son de *gestión de proyectos*.

El modelo relacional está construido con miras a poder cumplir la digitalización del proceso aplicación y evaluación de la misma, el modelo se centra con la tabla clave de *gp_proyecto*, el cual contiene los datos maestros del proyecto, es importante mencionar que en esta tabla no se almacena los datos crudos del proyecto o formulario, esta información se almacena en la tabla *gp_informacion_general_proyecto*, una tabla con una relación uno a uno con *gp_proyecto*, es necesario aclarar que se separa la información general del proyecto de la tabla maestro (*gp_proyecto*), esto con el fin de no saturar las tablas.

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Por otra parte, es importante mencionar tablas vitales en el modelo relacional, esta son las tablas de catálogos:

- *gp_estado_proyecto*

Esta tabla representa el catálogo de los estados del proyecto, estos pudiendo ser: *llenado de datos, evaluación, aprobación, no aprobación, en ejecución, finalizado*, entre otros estados que puede tener el proyecto.

- *gp_tipo_resultado*

Esta tabla representa el catálogo de los tipos de resultados de una evaluación, pudiendo ser: *recomendado, recomendado con cambios, no recomendado*, entre otros estados que puede tener los tipos de resultados.

- *gp_tipo_documento*

En este catálogo mapea los tipos de documentos, por ejemplo, *dpi, colegiado activo, ficha financiera, cv*, entre otros tipos de documentos que puede tener el proyecto. Es necesario hacer mención que en esta tabla también van archivos que gestionan o apoyan las evaluaciones y todo el proyecto hasta la ejecución.

- *gp_tpo_evaluacion*

En esta tabla almacena los tipos de evaluaciones que se realiza a lo largo de la evaluación de una propuesta, por ejemplo: *evaluación administrativa, evaluación académica o científica, evaluación por comisión evaluadora*, entre otros, esta evaluación responde al modelado de procesos que se encuentra más adelante.

- *gp_tipo_proyecto*

En esta tabla se modela los tipos de proyecto que pueden existir, por ejemplo, *proyecto de aplicación, proyecto de ciencia pura, innovación tecnológica*, entre otros, pero, de no existir tipos de proyectos no pasa nada, todos tendrán el mismo tipo.

- *gp_proyecto_equipo_rol*

Este catálogo representa los roles que pueden existir en un proyecto, por ejemplo, *Coordinador, investigador, auxiliar de investigación I y II*. De ser necesario extender los roles dentro un proyecto, se puede realizar, por ejemplo, *colaborador nacional*.



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

- *gp_tipo_evaluador*

En esta tabla se colocan los tipos de evaluadores, pueden ser *evaluadores ad honorem* o *evaluadores con paga*. Por ejemplo.

Como se pudo observar en la descripción anterior, el modelo de datos es de o más genérico posible, esto permite que, al momento de necesitarlo, pueda agregarse más estados, por ejemplo una fase más al proceso de evaluación o un documento más, pues no afectará al desarrollo del software sino irá directo a la base de datos sin afectar el desarrollo.

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Tabla 1 gp_proyecto

Nombre tabla: gp_proyecto		
Descripción: tabla destinada al almacenamiento general del proyecto		
Campo	Tipo	Descripción
Id	Int	Llave primaria e identificador del proyecto.
Fondo	Varchar(15)	Fondo al que pertenece o aplica el proyecto. Por ejemplo, puede ser el fondo de DIGI/USAC o un fondo internacional.
Fecha_creacion	Date	Fecha en que fue creado el proyecto dentro del sistema.
Prorroga	Tinyint o boolean	Indica si el proyecto está en prorroga.
Id_programa	Int	Llave foránea del programa al que pertenece.
Id_estado	Int	Llave foránea que indica en qué estado está el proyecto.
Id_tematica	Int	Llave foránea que indica a qué temática pertenece el proyecto.
Id_objetivo_estrategico	Int	Llave foránea que indica a qué objetivo estratégico pertenece el proyecto.
Id_tipo_proyecto	Int	Llave foránea que indica a que tipo de proyecto pertenece.
Id_disciplina_cienetifica	Int	Llave foránea que indica a qué tipo de disciplina pertenece.
No_convocatoria	Int	Llave foránea que indica a la convocatoria que pertenece el proyecto.

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Tabla 2 gp_proyecto_financiero

Nombre tabla: gp_proyecto_financiero		
Descripción: tabla que almacena la información financiera global del proyecto		
Campo	Tipo	Descripción
Id_proyecto	Int	Llave foránea que indica que proyecto pertenece esta información.
Monto_solicitado	Int	Monto solicitado a la digi
Monto_total_contrapartida	Int	Monto aportado por la unidad avaladora.
Monto_otras_fuentes	Int	Monto que aparta de otras fuentes
Monto_aprobado	Int	Monto que se aprueba
Monto_total	Int	Monto total del proyecto
Monto_recomendado	Int	Monto que se recomienda por parte de la digi

Tabla 3 gp_proyecto_financiero_entidad

Nombre tabla: gp_proyecto_financiero_entidad		
Descripción: tabla que almacena la información financiera que aportará cada entidad al proyecto		
Campo	Tipo	Descripción
Id	Int	Llave de la tabla
Monto_acordado	Int	Monto que aportará la unidad avaladora
Monto_final	Int	Monto final que aportará la unidad avaladora
Id_proyecto_información_financiera	Int	Llave foránea de la información financiera
Id_entidad	Int	Llave foránea de la unidad avaladora

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Tabla 4 gp_equipo_proyecto

Nombre tabla: gp_equipo_proyecto		
Descripción: tabla que almacena la información del equipo de trabajo del proyecto		
Campo	Tipo	Descripción
Id_proyecto	Int	Llave foránea del identificador del proyecto
Id_usuario	Int	Llave foránea del identificador del investigador

Tabla 5 gp_equipo_proyecto

Nombre tabla: gp_equipo_proyecto		
Descripción: tabla que almacena el catálogo de tipos de roles que existen en un proyecto		
Campo	Tipo	Descripción
Id_rol	Int	Llave primaria del catálogo
Rol	Text	Descripción del rol

Tabla 6 gp_programa

Nombre tabla: gp_programa		
Descripción: tabla que almacena los programas de investigación		
Campo	Tipo	Descripción
Id_programa	Int	Llave del programa universitario de investigación
acronimo	Varchar(45)	Acrónimo del programa universitario de investigación
Nombre	Text	Nombre del programa universitario de investigación
Descripción	Text	Descripción del programa universitario de

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

		investigación
Monto_maximo	Int	Monto máximo a financiar por parte de este programa
duracion_maxima	Int	Tiempo máximo para ejecutar este programa, en meses.
Tipo_programa	Int	Si es un programa hijo o padre, este campo es de ser necesario una jerarquía
Id_programa_padre	int	Llave foránea de tener un padre si no, puede ser nulo.
Porcentaje_contrapartida	Int	Porcentaje que debe de proveer la unidad avaladora para este programa

Tabla 7 gp_tipo_proyecto

Nombre tabla: gp_tipo_proyecto		
Descripción: tabla que almacena los tipos de proyectos de investigación que existe o pueden existir		
Campo	Tipo	Descripción
Id_tipo_proyecto	Int	Llave primaria del tipo de proyecto
Tipo	Text	Descripción del tipo de proyecto
Id_programa	Int	Llave foránea si aplica a un programa en específico

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Tabla 8 gp_documento

Nombre tabla: gp_documento		
Descripción: tabla que almacena las referencias documentales que se asocian a un proyecto		
Campo	Tipo	Descripción
Id	Int	

Tabla 9 gp_información_general_proyecto

Nombre tabla: gp_informacion_general_proyecto		
Descripción: tabla que almacena la información del proyecto como tal, esta es una tabla de relación 1 a 1 con la tabla gp_proyecto		
Campo	Tipo	Descripción
Id_proyecto	Int	Llave foránea del proyecto
Nombre_proyecto	Text	Nombre del proyecto
Fecha_inicio_propuesta	Date	Fecha que inicia tentativamente el proyecto
Fecha_finalizacion_propuesta	Date	Fecha que finaliza tentativamente el proyecto
Resumen	Text	Resumen del proyecto
Observaciones	Text	Observaciones del proyecto
Resultados_esperados	Text	Resultados esperados del proyecto
Resultados_obtenidos	Text	Resultados que se obtienen del proyecto
ubicacion	Text	Ubicación dónde se ejecutará el proyecto
duracion	Int	Duración del proyecto en meses
Id_pais	Int	País donde se ejecutará el proyecto

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Id_departamento	Int	Departamento donde se ejecutará el proyecto
Id_municipio	Int	Municipio donde se ejecutará el proyecto
introduccion	Text	Introducción del proyecto
Planteamiento	Text	Planteamiento del proyecto
Determinación_espacial	Text	Delimitación física del proyecto
marco_teorico	Text	Marco teórico del proyecto
estado_arte	Text	Estado del arte del proyecto
pregunta_central	Text	Pregunta central del proyecto
preguntas_auxiliares	Text	Preguntas auxiliares del proyecto
objetivo_general	Text	Objetivo general del proyecto
objetivos_específicos	Text	Objetivos específicos del proyecto
hipotesis	Text	Hipótesis del proyecto (sí aplica)
Materiales_metodos	Text	Materiales y métodos del proyecto
Coherencia	Text	Coherencia del proyecto
vinculacion	Text	Vinculación que tendrá el proyecto
Divulgación	Text	Divulgación que tendrá el proyecto
Referencias	Text	Referencias del proyecto
Cronograma	Text	Cronograma de ejecución del proyecto
apendice	Text	Apéndice del proyecto

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Tabla 10 gp_estado_proyecto

Nombre tabla: gp_estado_proyecto		
Descripción: tabla que almacena el estado del proyecto		
Campo	Tipo	Descripción
Id_estado	Int	Llave primaria de la tabla
Estado	Text	Descripción del estado del proyecto

Procesos digitales

El proceso se expandió a comparación del proceso que presenta en la actualidad la DIGI, con el objetivo de dar un paso a paso más granular, dado que esto será de una gran ayuda al momento de implementar el sistema de información que gestione los proyectos, para ello cada etapa del proceso actual ha tenido una especificación, en palabras coloquiales, ha tenido un *zoom* cada etapa, lo que se busca es poder especificar flujos en cada caso posible dentro del flujo general de la gestión de proyectos.



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

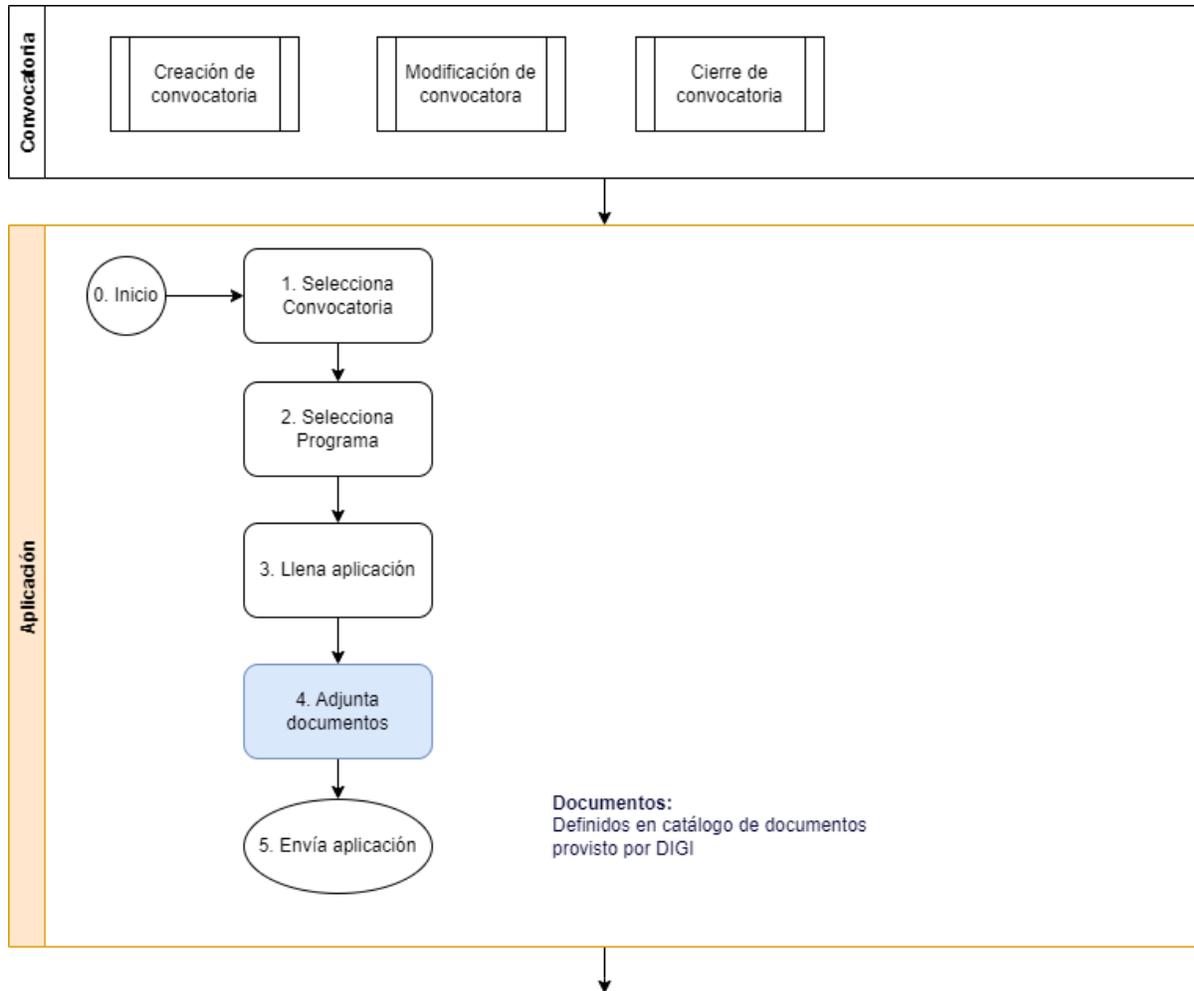


Ilustración 5 aplicación a fondo

Esta etapa corresponde al paso de aplicación a financiamiento por parte del investigador, siendo de la siguiente manera:

- 1 Seleccionar la convocatoria: el investigador selecciona la convocatoria que previamente fue aperturada.
- 2 Seleccionar el programa: el investigador selecciona el programa universitario al que se pega su investigación.
- 3 Llena aplicación: el investigador llena la aplicación o formulario digital.
- 4 Adjunta documentos: el investigador adjunta los documentos necesarios para su aplicación.



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

- 5 Envía aplicación: el investigador envía su propuesta, siempre y cuando la convocatoria no haya cerrado.

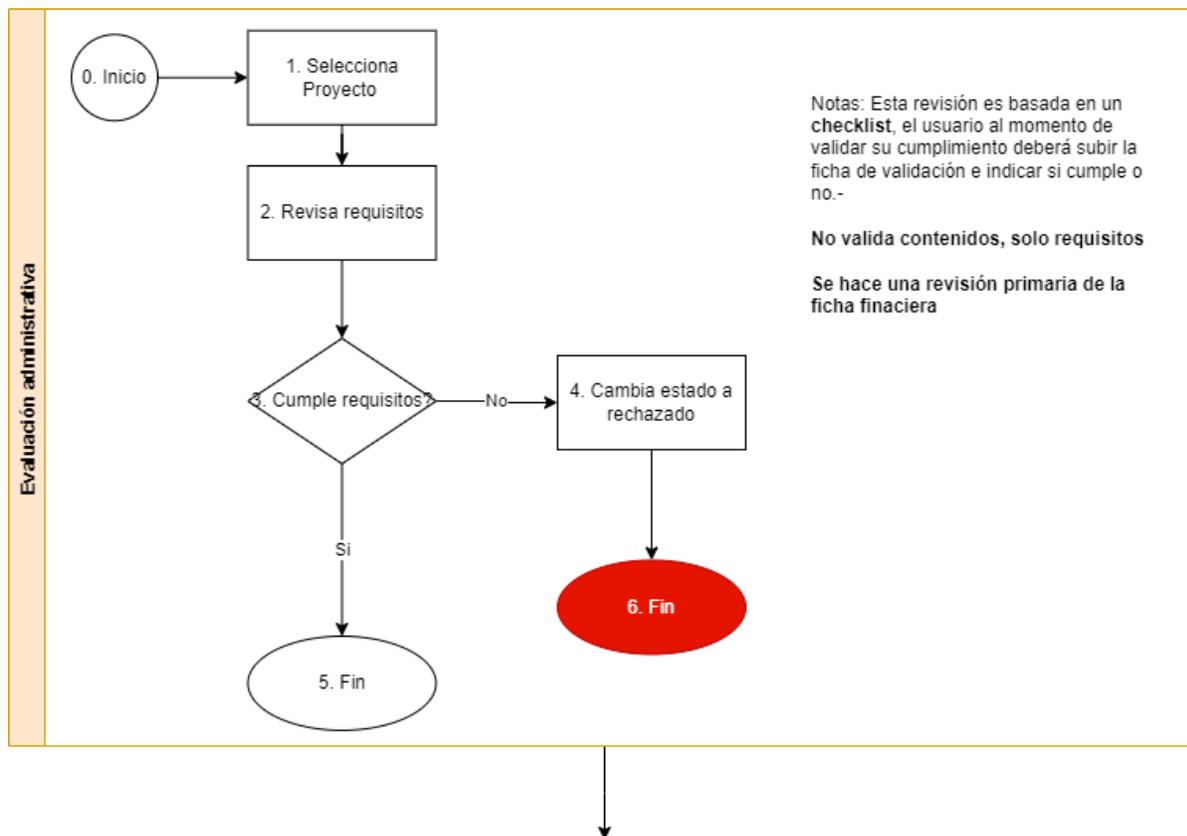


Ilustración 6 evaluación administrativa

Una vez el investigador haya enviado su postulación, inicia la evaluación administrativa, la cual busca evaluar si cumple con los requisitos establecidos dentro de los márgenes de la convocatoria.

- 1 Selecciona proyecto: el encargado de la evaluación administrativa selecciona el proyecto a evaluar.
- 2 Revisa requisitos: el encargado de la evaluación administrativa evalúa requisito por requisito, no se evalúa contenido ni calidad, solo es una validación, por ejemplo, que la constancia de colegiado se encuentre vigente

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

- 3 Si en dado caso cumple con requisitos está listo para la siguiente fase.
- 4 Si en dado caso no cumple con requisitos, se da por finalizado el proceso.

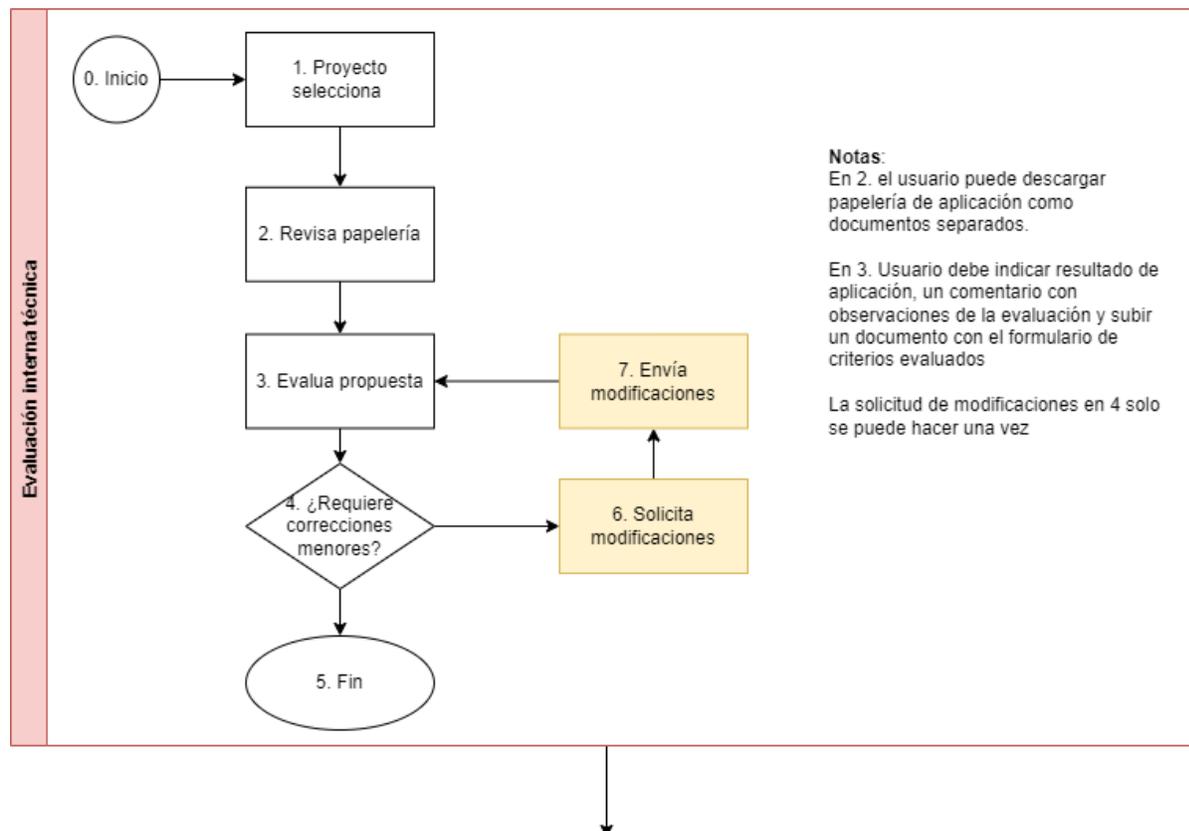


Ilustración 7 Evaluación interna

Luego de que la postulación cumplió con la revisión administrativa, inicia la evaluación interna, en la cual se evalúan temas como normas apa, que cumplan con los parámetros de la convocatoria a nivel técnico, entre otros aspectos técnicos y científicos.

Selecciona el proyecto: el coordinador de cada programa universitario seleccionará un proyecto a evaluar internamente.

- 1 Revisa la documentación: el coordinador de cada programa universitario revisará la documentación cargada por parte del investigador.

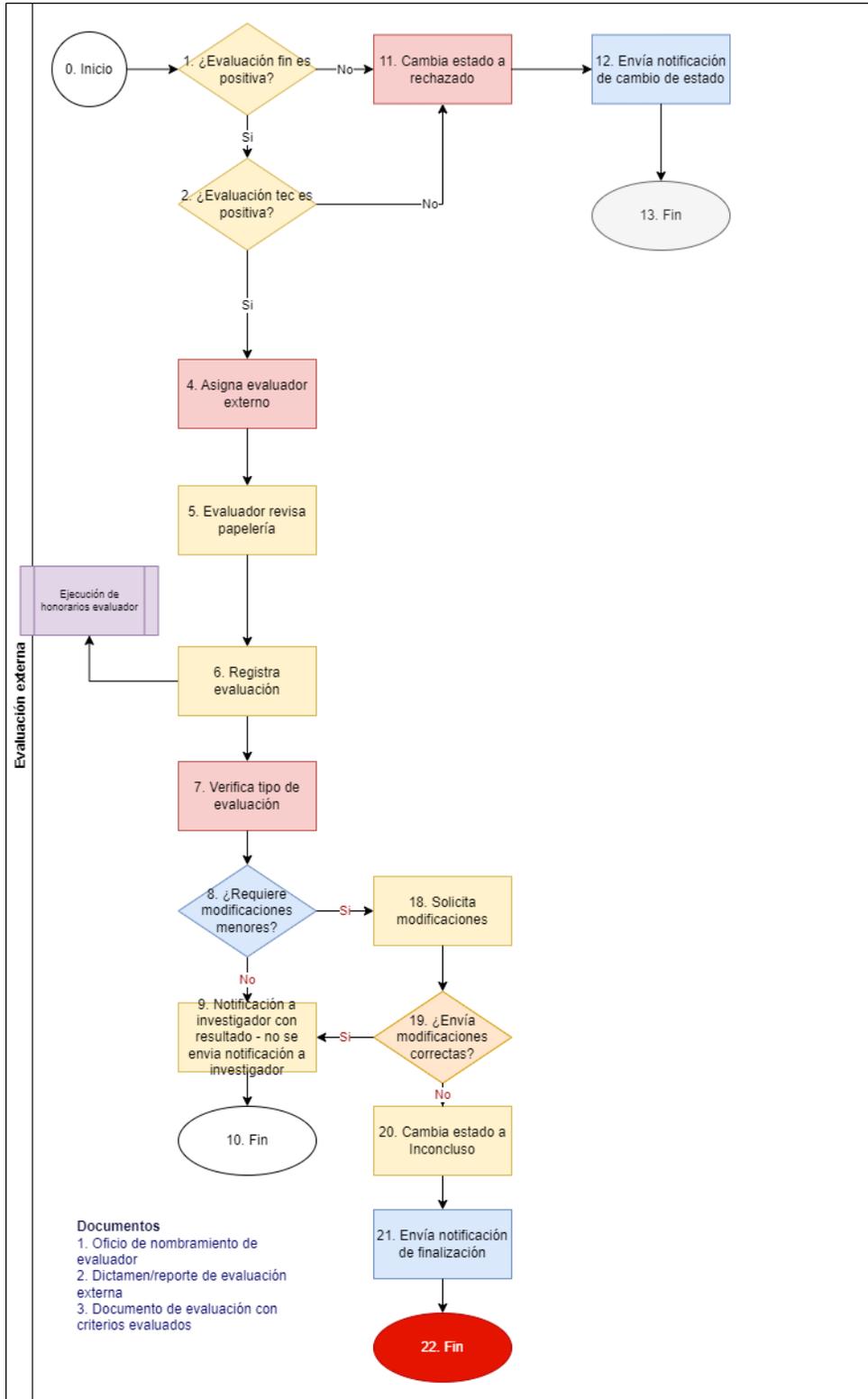


Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

- 2 Evaluar la propuesta: el coordinador de cada programa universitario evaluará la propuesta del investigador a nivel técnico, buscando la coherencia con las prioridades descritas por parte de la convocatoria.
- 3 Requiere correcciones:
 - Si requiere correcciones, se solicitan las mismas y regresa al paso 3
 - Si en dado caso no requiere correcciones, la propuesta está lista para su evaluación externa.



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023





Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Ilustración 8 evaluación externa

Esta etapa corresponde a la evaluación externa que se lleva a cabo cuando una propuesta de investigación ha pasado tanto la revisión administrativa como la evaluación interna, para ello se siguen los pasos:

1. Se verifica el estado de las evaluaciones anteriores.
2. Si en dado caso fue positiva las evaluaciones anteriores
3. Se asigna el evaluador externo, dicho evaluador externo es un investigador registrado en DIGI, el cual, podrá visualizar el módulo de evaluación externa desde su perfil de usuario.
4. El evaluador externo visualizará la solicitud y su documentación asociada de manera anónima.
5. El evaluador registrará su evaluación, se sugiere que este paso sea el indicador para que se puede ejecutar el pago correspondiente si aplica.
6. El coordinador del programa asociado a la propuesta verifica si las evaluaciones requieren algún cambio menor para solicitarlo.
 - a. Si en dado caso no necesita cambios, el coordinador del programa de investigación asociado lo preparará para el siguiente paso.
 - b. Si en dado caso si necesita cambios menores, el coordinador del programa de investigación asociado solicitará los cambios necesarios.
 - i. Si el investigador envía los cambios en el tiempo estipulado y son correctos el coordinador del programa de investigación preparará la propuesta para el siguiente paso.
 - ii. Si en dado caso el investigador no envía los cambios en el tiempo estipulado o los cambios no son aceptados, la solicitud es rechazada.



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

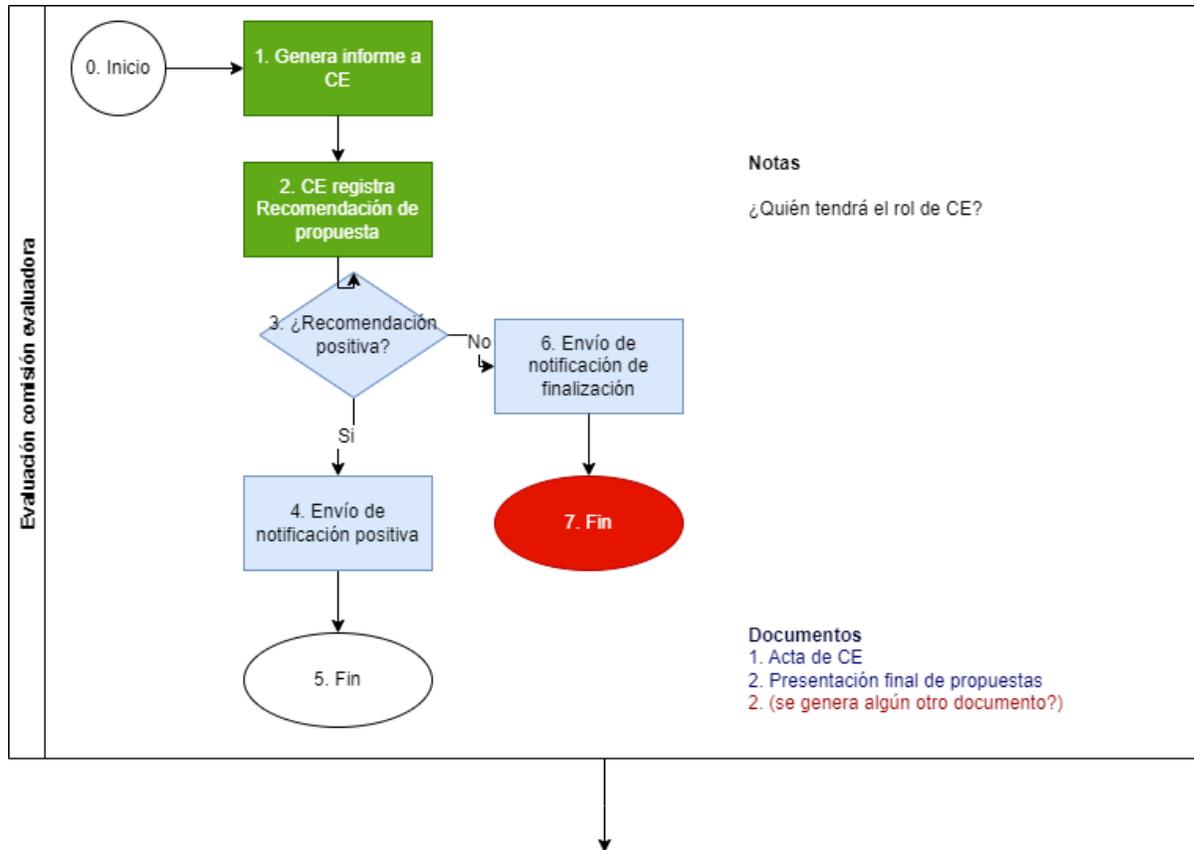


Ilustración 9 Evaluación CE

En esta fase se recibe la propuesta evaluada por los evaluadores externos para que dicha propuesta siga con su flujo de aprobación:

- 1 Se genera el informe para que la Comisión Evaluadora lo revise.
- 2 La Comisión Evaluadora emitirá su opinión acerca de la propuesta.
- 3 Si la propuesta recibe una opinión positiva se envía al siguiente paso.
- 4 De no ser positiva, se finaliza el proceso.

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

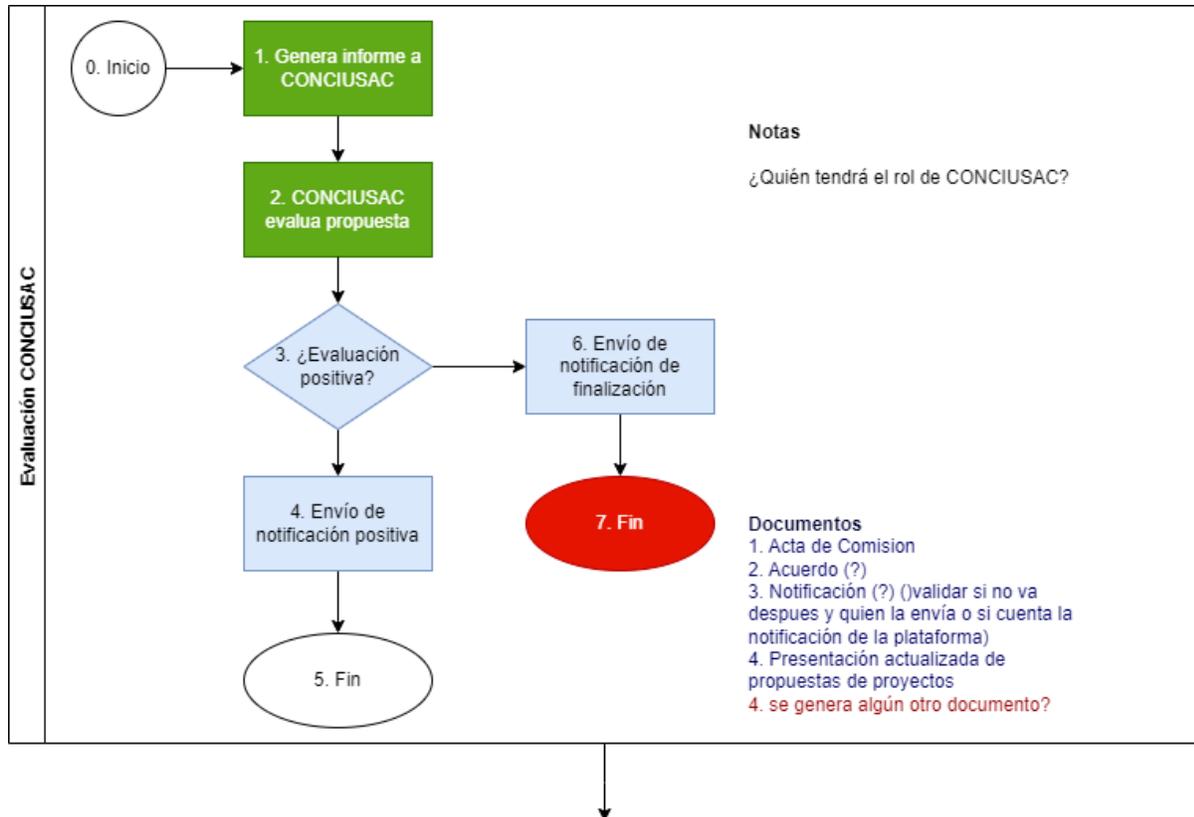


Ilustración 10 evaluación CONCIUSAC

En esta fase se recibe la propuesta evaluada por la Comisión Evaluadora para que dicha propuesta siga con su flujo de aprobación:

- 1 Se genera el informe para que el CONCIUSAC lo revise.
- 2 La CONCIUSAC emitirá su opinión acerca de la propuesta.
- 3 Si la propuesta recibe una opinión positiva se envía al siguiente paso.
- 4 De no ser positiva, se finaliza el proceso.



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

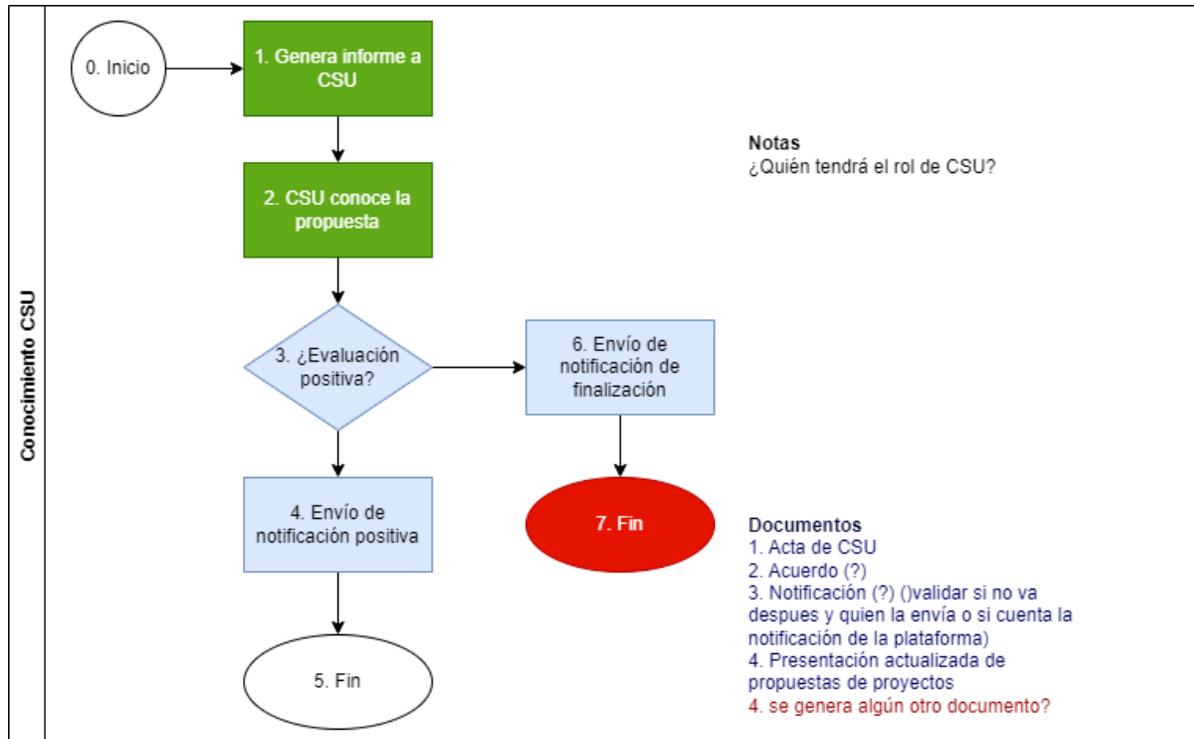


Ilustración 11 evaluación CSU

En esta fase se recibe la propuesta evaluada por el CONCIUSAC para que dicha propuesta siga con su flujo de aprobación:

- 1 Se genera el informe para que el Consejo Superior Universitario lo revise.
- 2 El Consejo Superior Universitario emitirá su opinión acerca de la propuesta.
- 3 Si la propuesta recibe una opinión positiva, la propuesta está lista para que inicie la ejecución del proyecto.
- 4 De no ser positiva, se finaliza el proceso.

Arquitectura de software

La arquitectura de software está compuesta por dos grandes escenarios, la parte del frontend y la del backend, en términos generales la parte del backend es el encargado de

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

gestionar y generar toda la información transaccional y documental que soportan y modelan los procesos digitales de un sistema de investigación. Mientras que la parte del frontend es el CRIS como tal, en este caso se toma en cuenta la solución open source DSpace-CRIS el cuál sigue un estándar CERIF para datos y una implementación que se encarga de gestionar, administrar y sobre todo mostrar información científica.

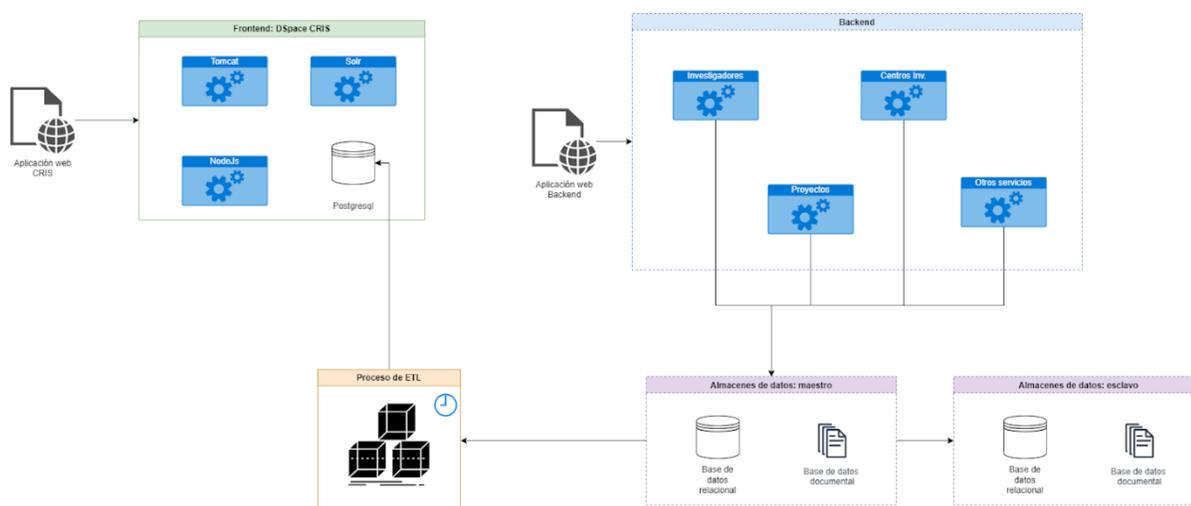


Ilustración 12 arquitectura de software

- **Backend**

En la parte de backend se tiene todo lo que genera datos, la fuente primera de estos, como lo es el sistema de investigadores, sistema de gestión de proyectos, sistema de gestión de centros de investigación. Es necesario que estos servicios existan, dado que la naturaleza de un proyecto de investigación radica en los investigadores y centros de investigación, siguiendo la línea de Dvořák, J., et. al., (2019), que un sistema que gestione la investigación debe tener medular la gestión de los proyectos.

La arquitectura desarrollada para la parte del backend es un patrón arquitectónico de microservicios, que se definirá en grandes bloques de servicios, pero pueden ser más granulares, dependerá de la solución que se implemente.



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

○ Servicio de investigadores

Servicio (o microservicio) que es el encargado de gestionar a los investigadores, teniendo en cuenta funciones como actualización de datos personales, académicos o demográficos. Básicamente toda la ficha personal y científica del investigador. Es importante esta parte de la fuente de datos, porque el investigador es la unidad básica de la investigación, dado que un proyecto de investigación depende de los investigadores directamente, así como la producción científica que se pueda generar a partir de un proyecto de investigación. También es necesario tener en cuenta que cuando se menciona gestión de datos son altas, bajas y cambios de los mismos. Esto responde a la necesidad de descentralización que exponen las partes interesadas.

○ Servicio de proyectos

Servicio (o microservicio) que es el encargado de de la gestión de proyectos de investigación que reciben financiamiento interno de parte de la universidad, en este apartado del sistema de información se debe de gestionar todo el proceso de evaluación hasta su aprobación del proyecto, como mínimo, para que genere datos para un sistema CRIS, es importante tener en cuenta que la prioridad de este servicio o funcionalidad es poder brindar información a nivel de procesos y eficiencia de los mismos. Esto responde a la necesidad de poder vincular los proyectos y la producción científica de manera óptima.

○ Servicio centros de investigación

El servicio de centros de investigación es el encargado de la gestión de estos, en el cual aplica altas, bajas y cambios de los datos del centro de investigación, este es otra fuente primaria de datos, también es una parte esencial para los proyectos, dado que todo proyecto debe de desarrollarse en un centro de investigación, contar con este servicio es vital para poder darle trazabilidad total al proyecto, saber quién lo ejecuta, quiénes son parte del proyecto así mismo dónde se ejecuta, estos servicios son las bases de la información de un CRIS (Dvořák, J., et. al., 2019).



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

○ Otros servicios

Otros servicios que puedan ser necesarios o complementarios, como por ejemplo el servicio de reportes, servicios que gestionen notificaciones u otros, estos servicios serán complementarios a los servicios centrales de investigadores, proyectos y centros de investigación.

● Almacén de datos: maestro

Todos los datos que se generen en los servicios descritos anteriormente se guardarán en dos almacenes de datos, una base de datos relacional que tendrá todos los datos de tipo transaccionales y el otro almacén de datos es una base de datos documental que tendrá todos los datos que son de tipo no estructurado o documental. Para el aseguramiento de una alta disponibilidad de datos se han planteado dos nodos de replicación.

○ Base de datos relacional

Los datos a nivel transaccional se almacenan en una base de datos relacional, esto permite la buena funcionalidad de los servicios, este componente es vital para hablar de un CRIS, dado que es la fuente primaria de datos que brindará posteriormente la información que se publicará en un portal CRIS.

○ Base de datos documental

Este tipo de sistemas también manejan datos no estructurados, como lo puede ser un documento digital, por ejemplo, puede ser el documento que avale el título de un investigador, foto personal o un documento de identificación, este tipo de archivos son datos no estructurados que no se almacenan en el sistema de archivos del servidor sino la mejor práctica es en una base de datos de tipo documental, es importante tener en cuenta que estos datos no serán primarios para un CRIS pero si serán fundamentales para el funcionamiento de todo el entorno digital.



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

- **Almacén de datos: esclavo**

Siguiendo la línea de la alta disponibilidad que presenta la arquitectura, es una réplica exacta en línea tanto de base de datos relacional como base de datos documental, lo que se busca es el respaldo en tiempo real de los datos y todo lo documental, esto como medida para la mitigación de riesgos a nivel informático.

- **Proceso de ETL**

En todo el ecosistema digital y arquitectura que se presenta, hay un punto clave, la fuente de datos que está en el propio esquema del backend, estos datos son primarios o crudos que respetan un esquema diferente al necesario para DSpace CRIS, el frontend, para ello debe de existir un proceso de transformación de estos datos para que sean verdaderamente la fuente de información del sistema CRIS.

Esta tarea lo realizará un proceso de extracción, transformación y carga de datos, ETL por sus siglas en inglés, el cual es el encargado de obtener los datos del backend o el sistema transaccional y posteriormente transformarlos y cargarlos al almacén de datos del sistema CRIS, que en este caso es DSpace CRIS. Este proceso de ETL se realizará de manera periódica prudencial, porque los datos de investigadores, proyectos y centros de investigación crecerán de manera continua, por ello es necesario que el proceso se realice de manera periódica.

- **Frontend: CRIS**

El fin de contar con un sistema CRIS es poder contar con un sistema que pueda proporcionar información de investigaciones y todo lo que conlleva una investigación, esto abarca un proyecto de investigación, investigadores, centro de investigación y su producción científica asociada de estos proyectos.

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Este componente puede variar dependiendo de la tecnología que se pueda adoptar, la investigación se centró en explorar las soluciones de open source, como lo son DSpace-CRIS y VIVO, para se presenta una tabla de características en los cuales es puede observar la comparación entre ambas soluciones:

Tabla 11 DSpace-CRIS vs VIVO

.Característica	DSpace-CRIS	VIVO
Propósito	Gestión de información de investigación y repositorio	Registro del trabajo académico para informes, visualización y análisis.
Tipos de Contenido	Resultados de investigación, proyectos, financiamiento, publicaciones, CV del investigador, la información de gestión, los informes a los financiadores, la bibliografía de investigación y los informes de resultados comerciales.	Perfiles de investigadores, relaciones académicas, actividades de investigación, proyectos de investigación, publicaciones, colaboraciones.
Soporte de Metadatos	Metadatos mejorados para información de investigación	Amplia compatibilidad con metadatos académicos y de investigación.
Integración	ORCID, DOI, identificadores de investigación, sistemas externos	Integración con ORCID, identificadores de OR ID, ResearcherID y Scopus ID
Informes	Análisis avanzados para actividades e impacto de investigación	Generación de informes detallados sobre perfiles de investigadores, colaboraciones, actividades de investigación y métricas de impacto.
Perfiles de Investigadores	Perfiles de investigadores y funciones de redes	Perfiles de investigador con sus investigaciones, obras, trabajos e instituciones
Personalización	Modelos de datos personalizables para información de investigación	Personalizable para adaptarse a las necesidades de la institución y los investigadores.
Integración de Flujo de Trabajo	Integración con flujos de trabajo institucionales y CRIS	Integración de flujos de trabajo de investigación y colaboración académica.
Controles de Acceso	Controles de acceso similares a DSpace	Configuración de permisos y acceso a perfiles e información de investigación.
Extensibilidad	Altamente extensible para adaptarse a diversas necesidades	Altamente extensible y personalizable para apoyar diversas iniciativas de investigación y académicas.



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Casos de Uso	Gestión integral de investigación y presentación	Gestión de perfiles de investigadores, redes y colaboración académicas.
Estándares	DSpace-CRIS cumple con el estándar CE-RIF	VIVO se basa en estándares como RDF, SPARQL y otros para garantizar la interoperabilidad y la integración de datos.

El componente CRIS se le denomina frontend, en función que es el componente que estará a la vista de cualquier interesado en la información científica que se publique, bajo esta línea de pensamiento, DSpace-CRIS, el cual tiene una implementación más amigable. DSpace-CRIS depende de varios factores siendo estos los siguientes:

- Solr
- Tomcat
- Postgresql
- Nodejs + Yarn

Hasta el momento es necesario tener en cuenta que no existe una imagen de contenedores o docker estable (Illig, S., et. al., 2017), dado esta situación, la implementación de DSpace-CRIS se recomienda que sea en una implementación monolítica por lo estable a la hora de la implementación.

La fuente de datos de los proyectos es una base de datos postgresql la cual se alimentará del proceso de ETL que tomará como datos crudos o primarios los datos generados en los sistemas del *backend*.

12.2 Discusión de resultados



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Los resultados de la investigación que se obtuvieron responden a la necesidad de la DIGI de poder implementar un ecosistema digital que gire en torno a un CRIS, este ecosistema digital se ve representado por una arquitectura de software que tiene como objetivo brindar los datos al sistema CRIS partiendo de un sistema de información que gestiona los proyectos e información científica. Por otro lado, también se obtuvo un diseño entidad-relación que modela la lógica de proyectos plasmada en el proceso diseñado.

En primera instancia, la ruta a seguir para una adaptación de cultura digital, se basó en las primeras fases, que marcan el diseño de los sistemas iniciales, dichos sistemas fueron diseñados por dos equipos de investigación y la segunda fase de dicha ruta a seguir es la implementación de los sistemas anteriormente diseñados. En este punto es importante mencionar que por lo prematuro del proyecto y de la actualidad digital en la que se encuentra la DIGI no es recomendable ver más allá de estas dos fases, dado que no se tienen los insumos necesarios y el estado de madurez digital es muy limitado.

En resultados más técnicos se obtuvo una arquitectura de software que responde en función a un sistema CRIS, un modelo de datos que modela la gestión de los proyectos y una diagramación y definición del proceso de gestión de proyectos dentro de la DIGI, en este último resultado se evidenció que lo mejor que se puede realizar es limitar el alcance del proyecto, por lo que se obtuvo como resultado un proceso y modelo de datos centrado en la postulación a financiamiento, evaluación y hasta su aprobación por el Consejo Superior Universitario, más allá de este paso no se pudo caracterizar por lo profundo y extenso que es la ejecución de un proyecto, esto correlaciona con las sugerencias y experiencias brindadas por parte de la profesional de la UNA que realizó talleres con miras a este proyecto y expuso que lo ideal es limitar el proyecto a únicamente la postulación a financiamiento.

En relación con investigaciones que se han realizado con anterioridad, se llega a la misma conclusión de sistemas o datos que son vitales como lo menciona Dvořák y colaboradores, (2019), por lo que el resultado o conclusión es la misma. También se logra



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

llegar a un consenso con Biesenbender y colaboradores, (2019) a nivel de lo importante que es el tratamiento de datos y que sea estandarizado para una gestión de información científica. En un ámbito social, se puede concluir de la misma manera que Vázquez (2022), la necesidad de un sistema CRIS es de manera pertinente, porque la investigación guatemalteca y sobre todo universitaria se está quedando aislada de todo un ámbito más globalizado. Pero también existen resultados que son nuevos por el contexto que presenta DIGI y es que la gestión de proyectos es única por unidad financiadora, por lo que la manera que gestiona los proyectos DIGI no será la misma que otras entidades, por lo que la alta carga de burocracia o pasos de un proceso hace que sea un ambiente complejo a investigar, esto abre nuevas preguntas de investigación, por mencionar unas: ¿cuál es la mejor forma de optimizar la ejecución financiera de un proyecto?, ¿hasta que punto se debe de sistematizar un proceso que gestiona el Estado?

Si bien es cierto que la gestión de los proyectos no es similar a otros estudios pero se evidencia que para implementar este tipo de sistemas se debe de realizar una investigación, tal y como menciona Vázquez y colaboradores (2017), esto a raíz de la complejidad que presenta la DIGI en sus procesos burocráticos, por lo que es importante, para seguir el proyecto, que siga existiendo más investigaciones de este tipo porque si bien es cierto existen resultados pero estos deben de seguir evolucionando los modelos y diseños presentados.

El desarrollo de la presente investigación vivió la actualidad y la necesidad de que exista una cultura digital en la DIGI y si bien es cierto, esto pudo ser una limitante, también se queda evidenciado que debe de existir una transformación digital en la gestión de la investigación. Otra limitante para la investigación fue la falta de un equipo, por parte de DIGI, que tenga como base formativa las ciencias de la computación lo cual abre la oportunidad de poder ampliar el equipo técnico de DIGI, para futuras investigaciones en esta rama de la ciencia.



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

13 Conclusiones

- 1 La adopción de un sistema CRIS es más que adoptar tecnología o contar con sistemas de información que gestionen los procesos de DIGI, es acoplarse a una cultura completa de digitalización, lo que se denomina una transformación digital, en el proceso de adopción de un CRIS la universidad debe de transformarse en su día a día, por ejemplo, evitar el uso del papel, evitar pasos y requisitos que son redundantes, adoptar mecanismos que no dependen de interacción física, como lo son firmas en informes u otros instrumentos que pueden ser digitales.

Para que un sistema de información tenga éxito en su implementación y ejecución debe de apoyarse de una cultura digital, esto no es ajeno a un sistema CRIS, es importante que deben de existir procesos digitales, esto con énfasis en la gestión de proyectos, en el cual toda la gestión del proyecto debe de ser digital, el contar con procesos híbridos o que comparte una parte física, hará la parte física se anteponga ante la parte digital.

- 2 Los modelos de datos que se presentan y los futuros que se adapten deben de ser lo suficientemente genéricos, por ejemplo, el modelo de datos de proyectos anteriormente descrito es un modelo en el cual acepta y adapta cualquier paso o modificación al proceso de gestión de proyectos, si un paso está de más, simplemente se quita del modelo o si hace falta un paso al proceso solamente se agrega a la tabla correspondiente.

Es importante mencionar que en la presente investigación se encontraron puntos en dónde se puede unir los demás esquemas, de la como lo ha sido con el equipo de investigación de CUNORI, en este caso el punto de convergencia es el proyecto, un proyecto pertenece a un investigador, así mismo un proyecto pertenece a una unidad avaladora dentro de la universidad, por lo que es importante ver que el modelo expuesto cumple con las formas normales.

- 3 Los procesos que maneja la DIGI deben de ser, en su concepción, digitales, esto ayudará a la adopción de un sistema de información y posteriormente un CRIS, por lo que se vuelve a hacer énfasis en la necesidad de que no existan procesos paralelos o híbridos, dado que

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

los mismos pueden provocar atrasos o un diferencial en tiempos en contraposición de los procesos digitales.

- 4 Una arquitectura de software debe de estar creada y validada a partir de las necesidades y especificaciones de los diferentes actores del sistema, dicha arquitectura no debe de perder de vista el objetivo principal de la investigación, la adopción de un CRIS, la arquitectura debe de buscar siempre este objetivo.

14 Recomendaciones

Las recomendaciones se presentan en tres aspectos diferentes, investigación, CRIS y diseño de sistemas.

Recomendaciones de investigación:

- 1 Se recomienda que todas las necesidades de todos los centros, unidades, departamentos o institutos de investigación sean tomadas en cuenta, esto con el fin de poder fortalecer la investigación de toda la universidad.
- 2 Se recomienda seguir el modelo de reconocimiento a nivel de los proyectos de DIGI, esto puede ser provechoso para y motivador a los investigadores.
- 3 Homologar la información centros de investigación, trabajo y producción científica de los investigadores, esto con el fin de que todos empiecen a manejar los mismos metadatos en sus espacios de trabajo.
- 4 Agotar esfuerzos para poder eliminar o agilizar procesos de ejecución de un proyecto, esto con el fin de que un proyecto de investigación pueda centrarse en eso, en investigar, dado que la ejecución cuenta con muchos recursos físicos y esto resta al momento de una adopción de un CRIS.

Recomendaciones de CRIS:

- 1 Estandarización de Metadatos: Al trabajar con centros de investigación, es importante desarrollar un conjunto de metadatos estandarizados y normalizados. Esto debería alinearse con estándares internacionales (como CERIF, Dublin Core) para asegurar la



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

interoperabilidad y facilitar el intercambio de datos con otras instituciones y bases de datos.

- 2 Establecer Colaboraciones con Instituciones Existentes: Además de contactar universidades que ya han adoptado DSpace-CRIS.
- 3 VIVO trabaja con ontologías utilizando un estándar RDF para la gestión de sus datos lo cual no es frecuentemente usado por lo que la curva de aprendizaje al gestionar la data es mayor, esto repercute también en la baja existencia de softwares como ETL's para gestionarlo. Por lo cual es indispensable que los implementadores tengan una capacitación de este tema además de entendimiento en el uso de tripletas y consultas SPARQL necesarias para el ETL de la información.

Recomendaciones de diseño del sistema:

- 1 Contar con procesos netamente digitales, no tener procesos híbridos en el que exista una ejecución digital pero también física.
- 2 Adopción de firma electrónica para todo aquel documento que necesite firma física en la actualidad.
- 3 No perder de vista que el objetivo es que exista un sistema CRIS, un CRIS puede existir sin un sistema de información, por lo que se recomienda que la adopción del CRIS siempre se sobreponga ante un sistema de información.
- 4 Se recomienda que exista una inversión grande en recurso humano y tecnológica para la implementación de proyecto.

15 Referencias

- Azeroual, O. (2019). Text and data quality mining in CRIS. *Information*, 10(12), 374.
- Asserson, A. (2010). CERIF Best Practice. *Data Science Journal*, 9, CRIS32-CRIS38.
- Asserson, A., Jeffery, K. G., & Lopatenko, A. (2002). CERIF: past, present and future: an overview.

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

- Baccarne, R. (2019). Hello CRIS, can a Library Software solution help you?. *Procedia computer science*, 146, 208-219.
- Biesenbender, S., Petersohn, S., & Thiedig, C. (2019). Using Current Research Information Systems (CRIS) to showcase national and institutional research (potential): research information systems in the context of Open Science. *Procedia Computer Science*, 146, 142-155.
- De Castro, P. (2019). Sistemas CRIS en Latinoamérica e interoperabilidad con OpenAIRE.
- Dvořák, J., Chudlarský, T., & Špaček, J. (2019). Practical CRIS interoperability. *Procedia computer science*, 146, 256-264
- Fernández, T. D. (2020). Taxonomía de transformación digital. *Revista Cubana de transformación digital*, 1(1), 4-23.
- Guillaumet, A., & Tomàs, R. (2022). Impact of PhD students' research activity on CRIS systems. *Procedia Computer Science*, 211, 211-221.
- Jeffery, K., & Asserson, A. (2009). Institutional repositories and current research information systems. *New Review of Information Networking*, 14(2), 71-83.
- Lappalainen, Y., & Narayanan, N. (2023). Harvesting publication data to the institutional repository from Scopus, Web of Science, Dimensions and Unpaywall using a custom R Script. *The Journal of Academic Librarianship*, 49(1), 102653.
- Lopes, A. L. (2019). Integrating a local CRIS with the PTCRIS synchronization ecosystem. *Procedia computer science*, 146, 166-172.
- Nikolić, S., Konjović, Z., Penca, V., Ivanović, D., & Surla, D. (2015). A CERIF compatible CRIS-UNS model extension for assessment of conference papers. *Acta Polytechnica Hungarica*, 12(7).
- Palmer, D. T., Bollini, A., Mornati, S., & Mennielli, M. (2014). DSpace-CRIS@ HKU: Achieving visibility with a CERIF compliant open source system. *Procedia Computer Science*, 33, 118-123.
- Pinto, C. S., Simões, C., & Amaral, L. (2014). CERIF–Is the standard helping to improve CRIS?. *Procedia Computer Science*, 33, 80-85.

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

- Vázquez Tapia, R., Amaya Varela, C. L., Hernández Peña, E. E., & Martínez Vázquez, J. (2017). Desarrollo de un sistema de gestión de investigación (CRIS) para la consolidación del Repositorio Institucional NINIVE de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. In *VI Conferencia Internacional sobre Bibliotecas y Repositorios Digitales (BIREDIAL) y XI Simposio Internacional de Bibliotecas Digitales (SIBD)(México, 2016)*.
- Vaci, N., Liu, Q., Kormilitzin, A., De Crescenzo, F., Kurtulmus, A., Harvey, J., ... & Nevado-Holgado, A. (2020). Natural language processing for structuring clinical text data on depression using UK-CRIS. *BMJ Ment Health, 23*(1), 21-26.
- Vázquez, R. (2022). Development and characterisation of CRIS systems in Latin America: Preliminary results of diagnostic survey. *Procedia Computer Science, 211*, 267-276.
- Zendulková, D., & Azeroual, O. (2022). Legal aspects and data protection in relation to the CRIS system. *Procedia Computer Science, 211*, 17-27.

16 Apéndice

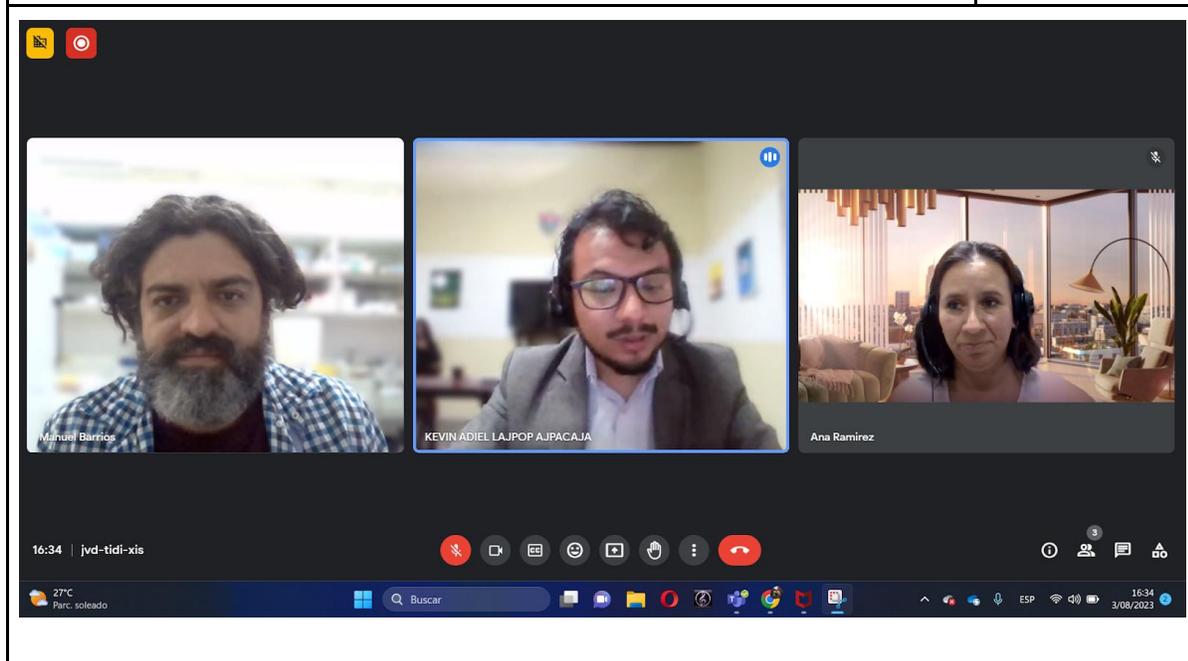
Tabla 12 ficha Zacapa

Centro Universitario de Zacapa	
Hora: 16:30 hrs	Fecha: 03/08/2023
Asistentes: Lic. Ana Ixcolin, Dr. Manuel Barrios, Ing. Kevin Lajpop	
Requerimiento 1: Visibilidad de la investigación e investigadores	Dr. Manuel Barrios
Requerimiento 2: Que no sea burocrático cambiar un dato o datos a un CRIS	Dr. Manuel Barrios

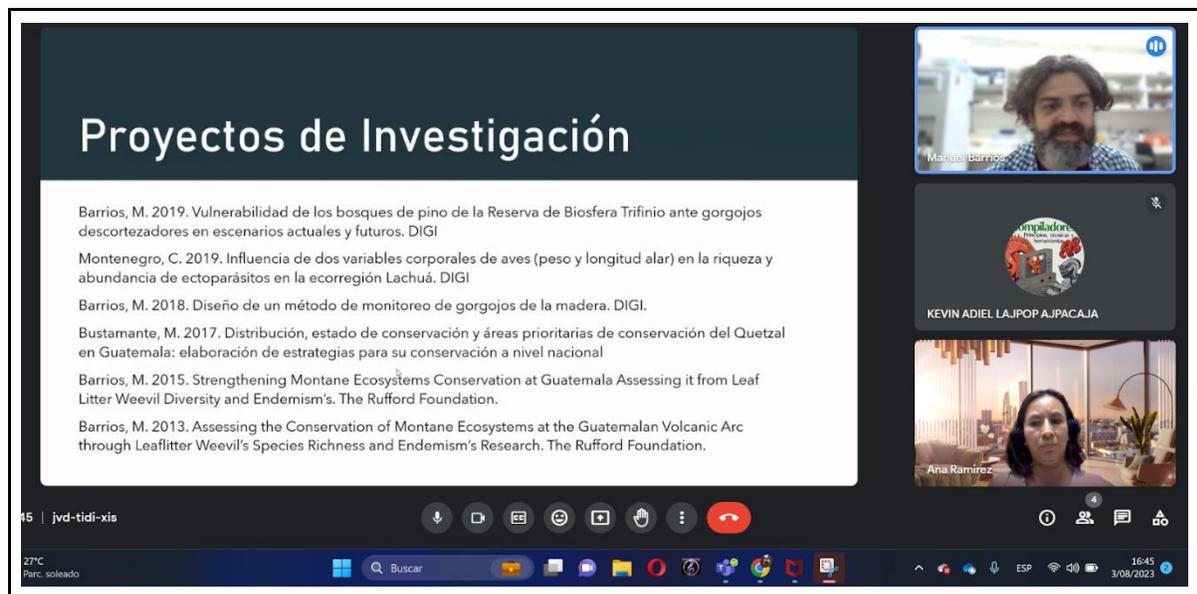


Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Agilidad de carga de datos y gobernanza	
Requerimiento 3: Que esté disponible o activo 24/7	Dr. Manuel Barrios
Requerimiento 4: Historial de actualización o versiones anteriores	Dr. Manuel Barrios
Requerimiento 5: Gestión de usuarios o jerarquía de usuarios como un tipo de administrador para gestionar la información ya sea en el CRIS o en PSL Permisos dentro de un CRIS	Dr. Manuel Barrios



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023



Proyectos de Investigación

- Barrios, M. 2019. Vulnerabilidad de los bosques de pino de la Reserva de Biosfera Trifinio ante gorgojos descortezadores en escenarios actuales y futuros. DIGI
- Montenegro, C. 2019. Influencia de dos variables corporales de aves (peso y longitud alar) en la riqueza y abundancia de ectoparásitos en la ecorregión Lachuá. DIGI
- Barrios, M. 2018. Diseño de un método de monitoreo de gorgojos de la madera. DIGI.
- Bustamante, M. 2017. Distribución, estado de conservación y áreas prioritarias de conservación del Quetzal en Guatemala: elaboración de estrategias para su conservación a nivel nacional
- Barrios, M. 2015. Strengthening Montane Ecosystems Conservation at Guatemala Assessing it from Leaf Litter Weevil Diversity and Endemism's. The Rufford Foundation.
- Barrios, M. 2013. Assessing the Conservation of Montane Ecosystems at the Guatemalan Volcanic Arc through Leaf litter Weevil's Species Richness and Endemism's Research. The Rufford Foundation.

Participants: Manuel Barrios, KEVIN ADIEL LAJPOP AJPACAJA, Ana Ramirez

Tabla 13 ficha San Marcos

Centro Universitario de San Marcos / Instituto de investigación	
Hora: 16:30 hrs	Fecha: 03/08/2023
Asistentes: Lic. Ana Ixcolin, Marcia Fuentes, David, Rony , Kevin Lajpop	
Requerimiento 1: Equipo o capacidad informática en los centros de investigación	Dr. Coordinador de investigación
Requerimiento 2: Vinculación de investigaciones con ORCID e investigaciones DOI	
Requerimiento 3: Visibilizar investigadores de grado y postgrado dado que todos investigan Visibilizar el trabajo de investigación del centro de investigación	
Requerimiento 4: Visualizar la investigación con entidades nacionales y sobre todo	

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

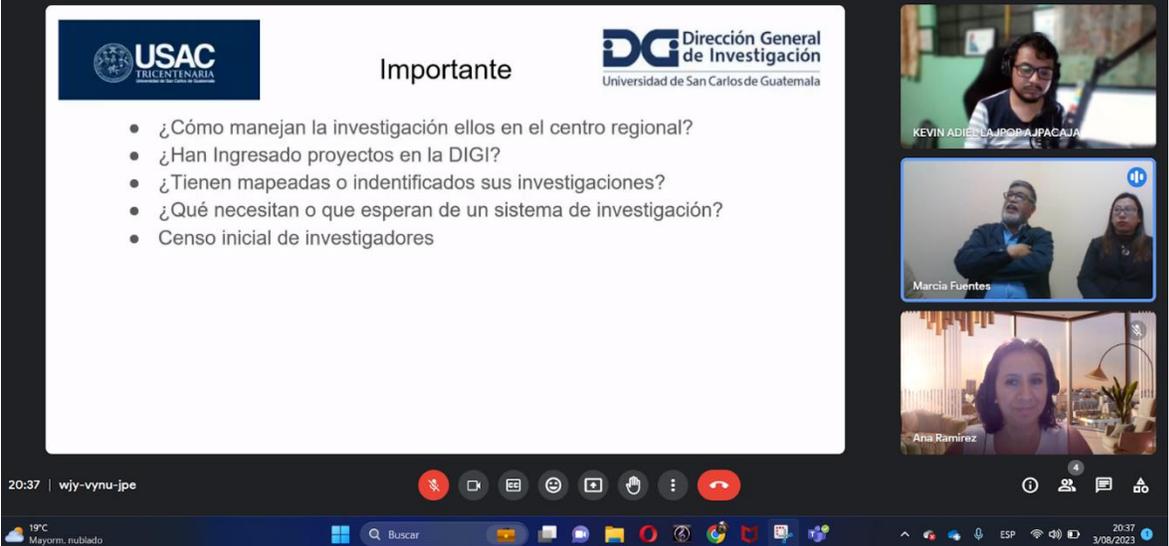
internacionales, formar las redes que se han realizado	
	

Tabla 14 ficha CUNOROC

CUNOROC	
Hora: 16:00	Fecha: 2023/08/07
Asistentes: Walter Martinez, Lisbeth Paredes, MA. Kevin Adiel Lajpop Ajpacajá, Lcda. Ana Elizabeth Ixcolin Ramirez	
Requerimiento 1: Priorizar la divulgación como USAC y no como centro de investigación	Walter Martinez
Requerimiento 2: Priorizar todos los centros de investiga- ción, ninguno sobre otro	Walter Martinez

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

<p>Requerimiento 3: En cada centro colocar o asociar a docentes que hacen investigación, por temas también, motor de búsqueda por palabras claves</p>	<p>Walter Martinez</p>
<p>Requerimiento 4: Visualizar proyectos que tiene otras fuentes de financiamiento, no necesariamente DIGI o Senacyt</p>	<p>Walter Martinez</p>
<p>Requerimiento 5: Normativa o mecanismo de mantener actualizada la información o datos dentro del CRIS</p>	<p>Walter Martinez</p>
<p>Requerimiento 6: En cada centro colocar o asociar a docentes que hacen investigación, por temas también, motor de búsqueda por palabras claves</p>	<p>Lisbeth Paredes</p>



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Tabla 15 ficha CUNOR

CUNOR	
Hora: 16:00	Fecha: 2023/08/07
Asistentes: Lisbeth Paredes, Cesar Fernando Monterroso Rey, Karen Vásquez, MA. Kevin Adiel Lajpop Ajpacajá, Lcda. Ana Elizabeth Ixcolin Ramirez	
Requerimiento 1: En cada centro colocar o asociar a docentes que hacen investigación, por temas también, motor de búsqueda por palabras claves	Lisbeth Paredes
Requerimiento 2: Integrar a los docentes que hace investigación que no necesariamente estén contratados como investigadores o que tengan un financiamiento de parte de DIGI	Cesar Monterroso
Requerimiento 3: Que sea un banco de pares evaluadores	Karen Vásquez
Requerimiento 4: Integración con ORCID	Karen Vásquez
Requerimiento 5: Que se ubique a los investigadores y toda la investigación completa	Karen Vásquez



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

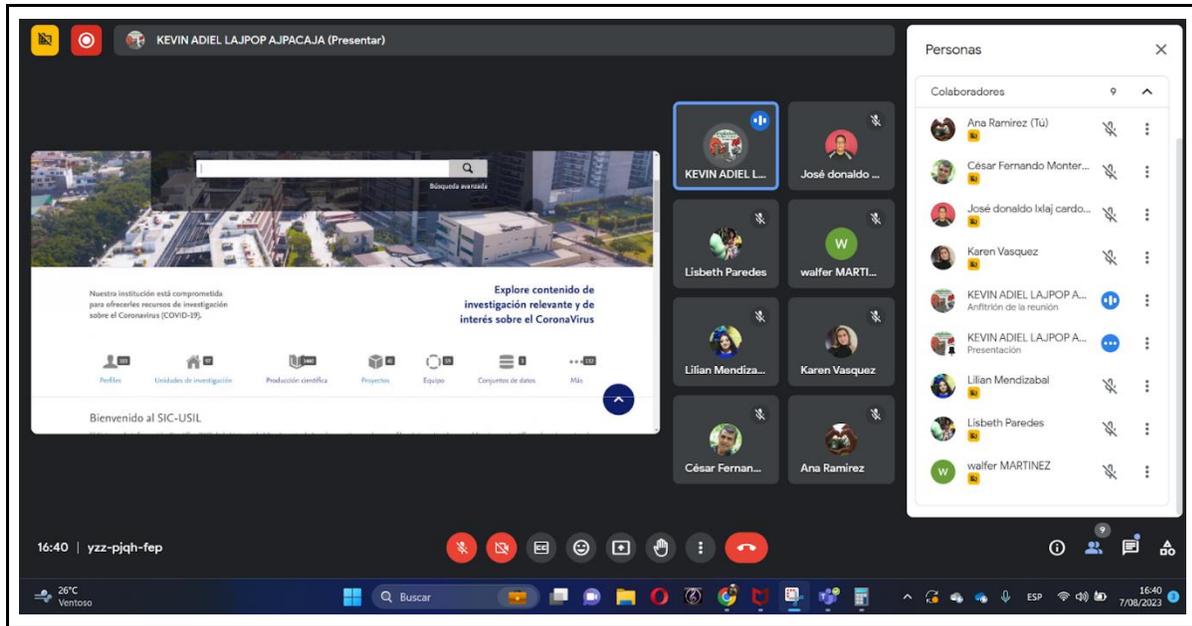


Tabla 16 ficha CUNSOR

CUNSOR	
Hora: 16:00	Fecha: 2023/08/07
Asistentes: Elfego Pérez MA. Kevin Adiel Lajpop Ajpacajá Lcda. Ana Elizabeth Ixcolin Ramirez	
Requerimiento 1: Se debe de crear una carrera de investigador	Elfego Pérez
Requerimiento 2: El presupuesto para investigación, se debe de utilizar netamente para investigación	Elfego Pérez



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

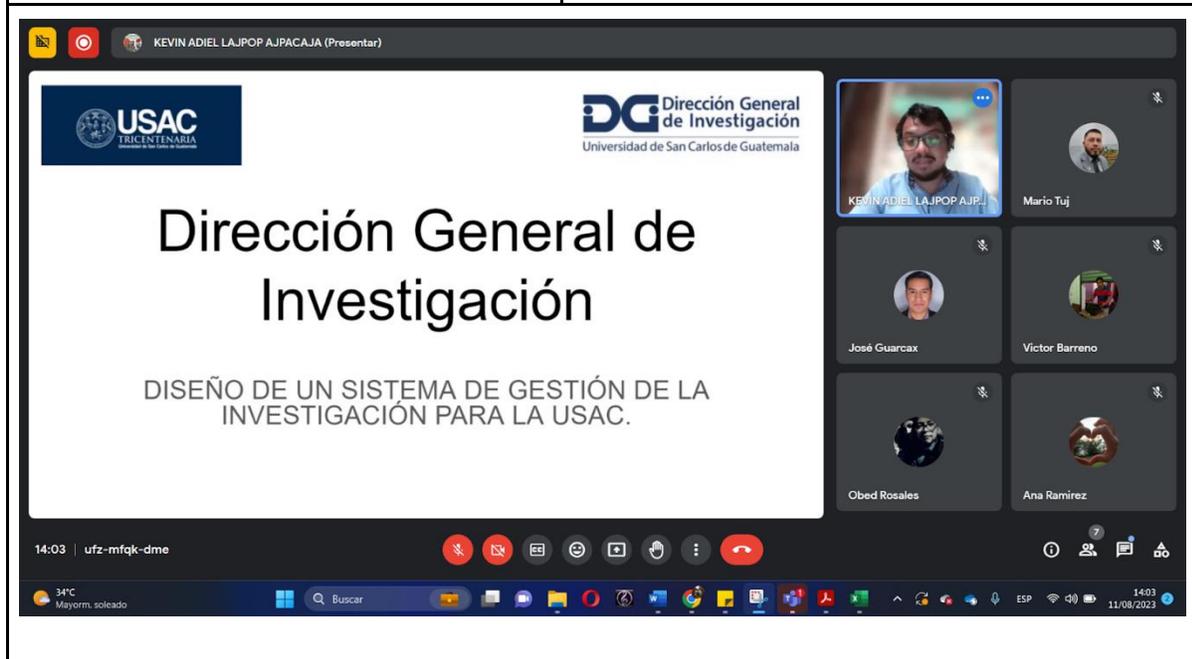


Tabla 17 ficha CUNSOL

CUNSOL	
Hora: 16:00	Fecha: 2023/08/07
Asistentes: Mario Tuj, José Guarcax MA. Kevin Adiel Lajpop Ajpacajá Lcda. Ana Elizabeth Ixcolin Ramirez	
Requerimiento 1: La Facultad de Ingeniería debe de velar por el sistema CRIS, por tener la competencia	Mario Tuj
Requerimiento 2: Que se visibilice a todos los centros, ya sea registrado por centro o departamento de investigación	Mario Tuj
Requerimiento 3: Diferentes medios para publicar, que pueda incluir el CRIS, se propone una revista por cada área de investigación	Mario Tuj

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Requerimiento 4: Se necesita capacitación y formación para la publicación y uso del CRIS	Mario Tuj
Requerimiento 4: Poder visualizar las redes de investigación que realizan con los proyectos Tanto local, regional, nacional e internacional	José Guarcax
Requerimiento 4: Tener un espacio oficial para almacenamiento de informes o resultados de investigación	José Guarcax

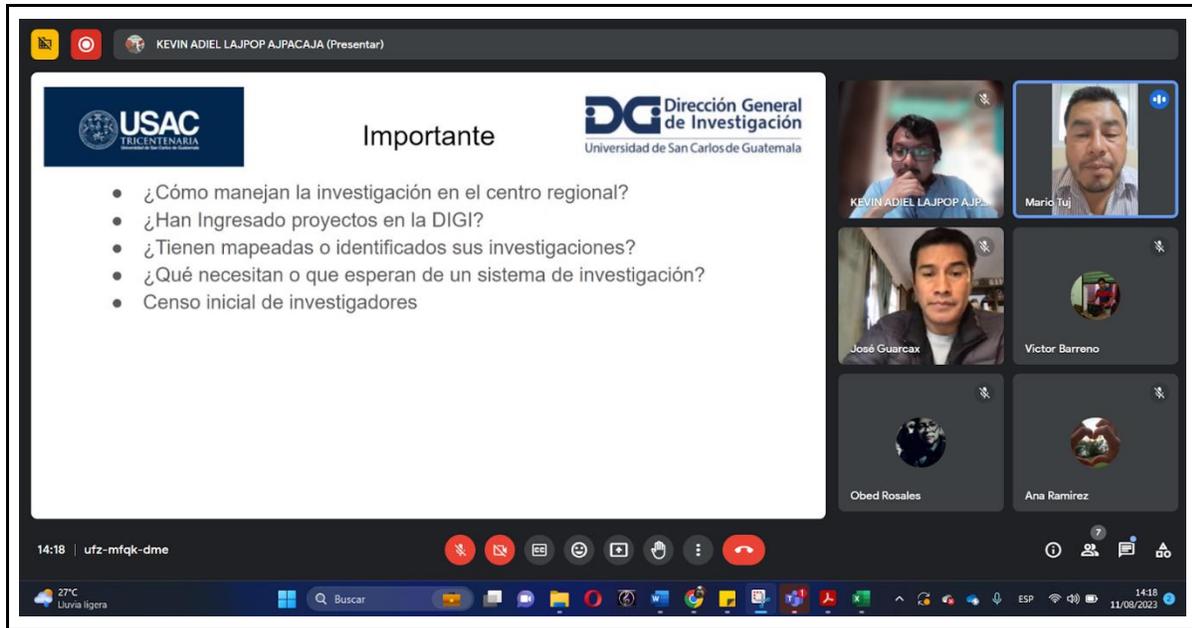


The screenshot shows a Zoom meeting interface. The main content is a presentation slide with the following text:

Dirección General de Investigación
DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN PARA LA USAC.

The slide also features the logos of USAC (Universidad de San Carlos de Guatemala) and the Dirección General de Investigación. The Zoom meeting grid on the right shows participants: KEVIN ADIEL LAJPOP AJPAJAJA (Presentar), Mario Tuj, José Guarcax, Victor Barreno, Obed Rosales, and Ana Ramirez. The Windows taskbar at the bottom shows the time as 14:03 on 11/08/2023, with a temperature of 34°C and weather 'Mayorm. soleado'.

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023



KEVIN ADIEL LAJPOP AJPACAJA (Presentar)

USAC TRICENTENARIA **Importante** **DG Dirección General de Investigación**
Universidad de San Carlos de Guatemala

- ¿Cómo manejan la investigación en el centro regional?
- ¿Han Ingresado proyectos en la DIGI?
- ¿Tienen mapeadas o identificados sus investigaciones?
- ¿Qué necesitan o que esperan de un sistema de investigación?
- Censo inicial de investigadores

Participants: KEVIN ADIEL LAJPOP AJPACAJA, Maric Tuj, José Guarcax, Victor Barreno, Obed Rosales, Ana Ramirez

14:18 | ufz-mfak-dme

27°C Livaria ligera | Buscar | 1418 11/08/2023

Tabla 18 ficha CUNSORORI

CUNSORORI	
Hora: 17:00	Fecha: 14/08/2023
Asistentes: Efraín Gonzalez Estrada MA. Kevin Adiel Lajpop Ajpacajá Lcda. Ana Elizabeth Ixcolin Ramirez	
Requerimiento 1: Convenio macro entre centros y facultades, entre autoridades	Efraín Gonzalez Estrada

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

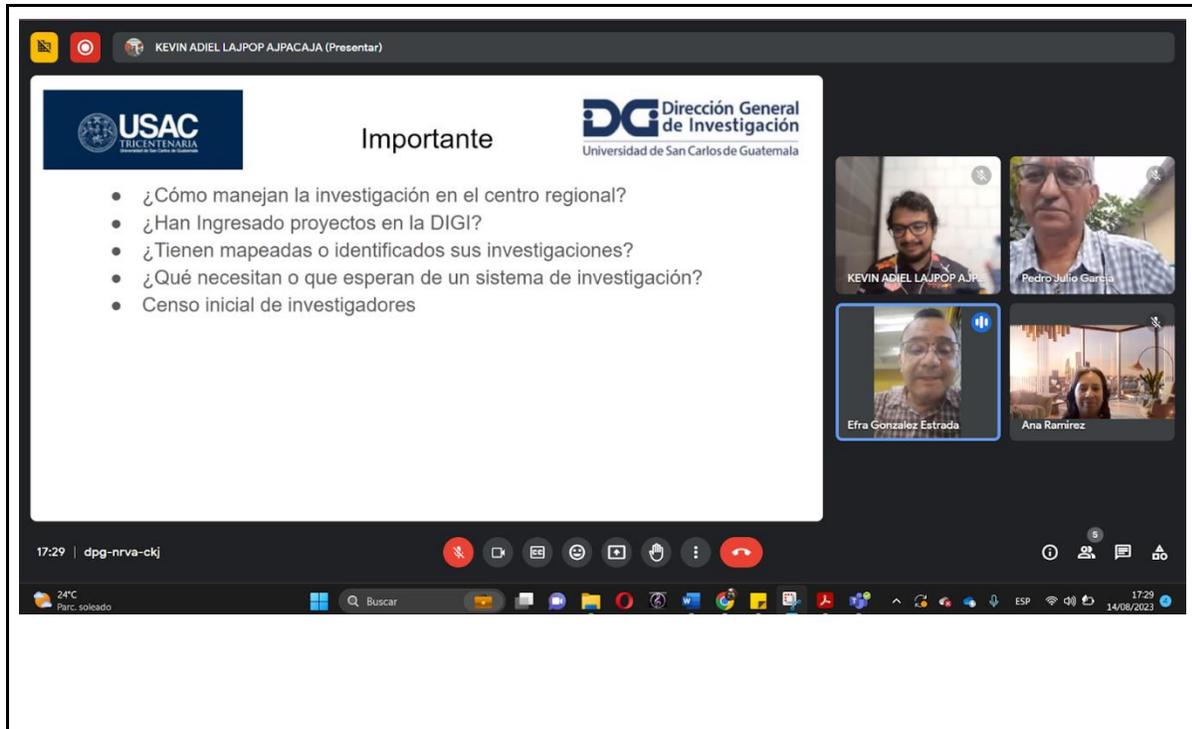
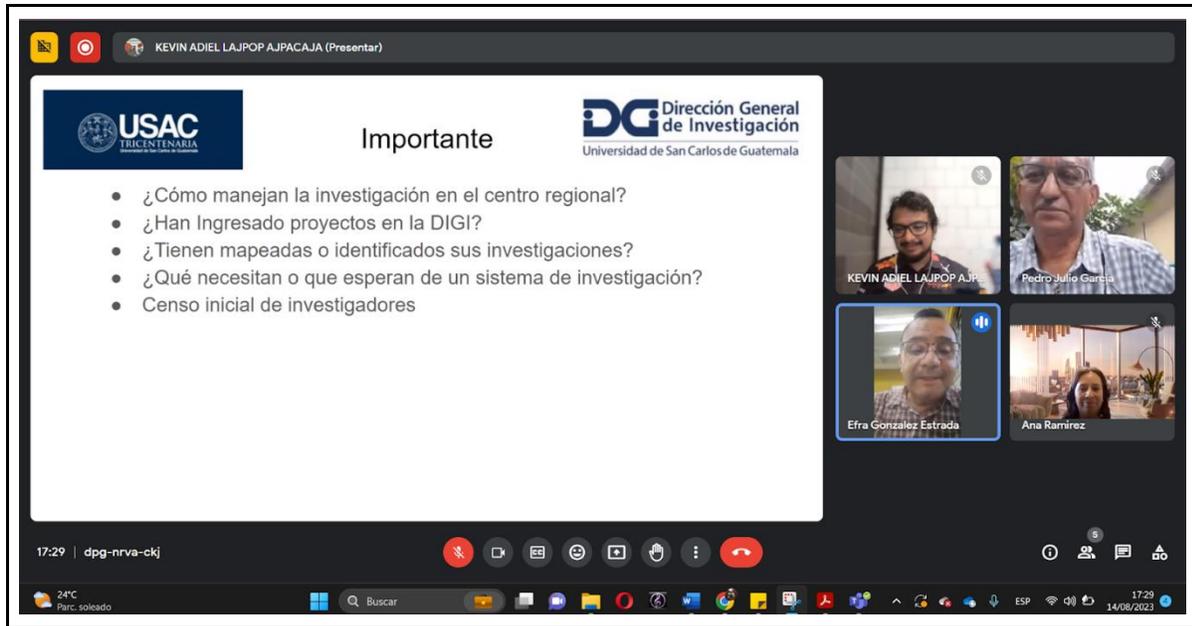


Tabla 19 ficha CEMA

CEMA	
Hora: 17:00	Fecha: 14/08/2023
Asistentes: Pedro Julio García MA. Kevin Adiel Lajpop Ajpacajá Lcda. Ana Elizabeth Ixcolin Ramirez	
Requerimiento 1: Proyectos que no solo financia DIGI, sino otros financiamientos	Pedro Julio García
Requerimiento 2: El uso del sistema CRIS debe de quedar normalizado, independientemente de las autoridades que se encuentren en el mando	Pedro Julio García

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023



KEVIN ADIEL LAJPOP AJPACAJA (Presentar)

USAC **Importante** **DIG** Dirección General de Investigación
Universidad de San Carlos de Guatemala

- ¿Cómo manejan la investigación en el centro regional?
- ¿Han Ingresado proyectos en la DIGI?
- ¿Tienen mapeadas o identificados sus investigaciones?
- ¿Qué necesitan o que esperan de un sistema de investigación?
- Censo inicial de investigadores

Participants: KEVIN ADIEL LAJPOP AJPACAJA, Pedro Julio García, Efra Gonzalez Estrada, Ana Ramirez

17:29 | dpg-nrva-ckj

24°C Parc. soledad

Tabla 20 ficha CUDEP

CUDEP	
Hora: 10:00	Fecha: 18/08/2023
Asistentes: Pedro Julio García MA. Kevin Adiel Lajpop Ajpacajá Lcda. Ana Elizabeth Ixcolin Ramirez	
Requerimiento 1: Es necesario una carrera de investigador	Amilcar Corzo
Requerimiento 2: Visibilizar todas la información sobre la investigación	Amilcar Corzo
Requerimiento 3: Es necesario hacer que la investigación esté en la agenda universitaria	Amilcar Corzo
Requerimiento 4:	Amilcar Corzo

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Visibilización de todos los centros regionales o departamentos de investigación		
 <p>Contactos</p>	 <p>Ing. Kevin Adiel Lajpop Ajpacajá/ Coordinador Rui: 1412 kajajpop20@ingenieria.usac.edu.gt / 5589 3242</p> <p>Lcda. Ana Elizabeth Ixcolin Ramirez / Investigador Rui: annyram3@gmail.com / 4227 5815</p>	

Tabla 21 ficha CUNTOTO

CUNTOTO	
Hora: 10:00	Fecha: 18/08/2023
Asistentes: MA. Eneida Claudia Adelina López Pérez MA. Kevin Adiel Lajpop Ajpacajá Lcda. Ana Elizabeth Ixcolin Ramirez	
Requerimiento 1: Intercambio de resultados de investigación o todo lo que conlleva a la investigación no solo nacionales sino internacional	Eneida Claudia Adelina López Pérez
Requerimiento 2: Se visualice el resultado de las investigaciones que se realizan en los centros de investigación	Eneida Claudia Adelina López Pérez

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

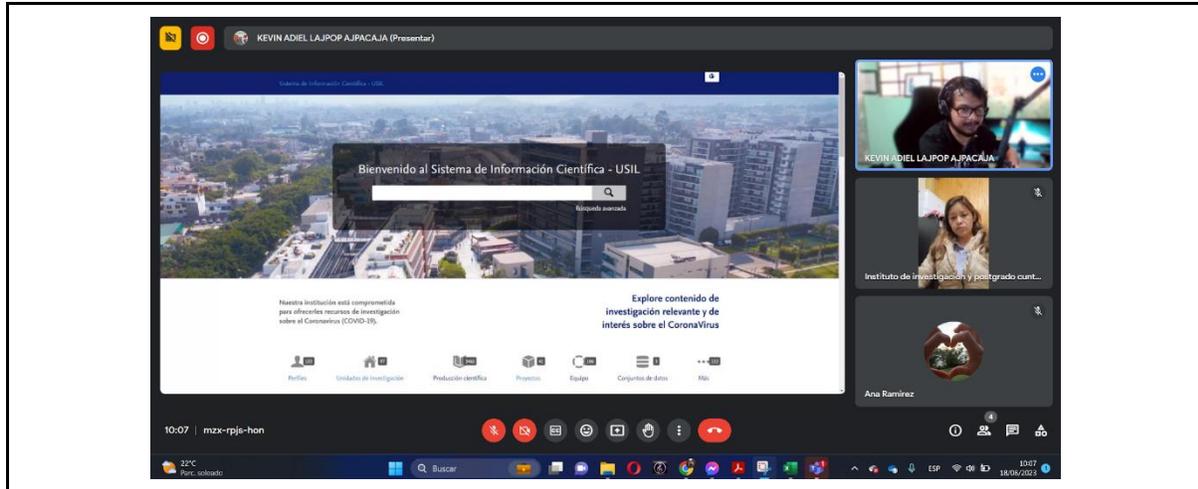
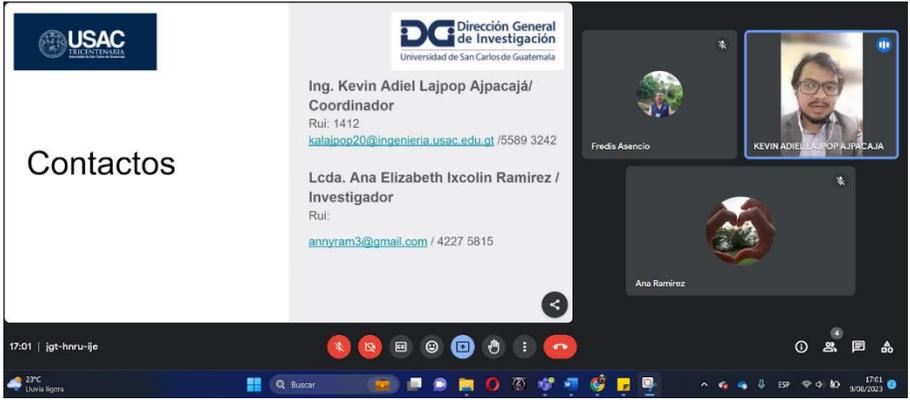


Tabla 22 ficha JUSAC

JUSAC	
Hora: 17:00 horas	Fecha: 26/09/2023
Asistentes: Ing. Fredy Asencio MA. Kevin Adiel Lajpop Ajpacajá Lcda. Ana Elizabeth Ixcolin Ramirez	
Requerimiento 1: Realizar investigaciones y promover las publicaciones.	Fredy Asencio
 <p>The screenshot shows a Zoom meeting interface with a contact list on the left. The contact list includes: <ul style="list-style-type: none"> USAC TRICENTENARIA Contactos DGI Dirección General de Investigación Universidad de San Carlos de Guatemala Ing. Kevin Adiel Lajpop Ajpacajá/ Coordinador Rui: 1412 kajajpop20@ingenieria.usac.edu.gt /5589 3242 Lcda. Ana Elizabeth Ixcolin Ramirez / Investigador Rui: annyram3@gmail.com / 4227 5815 The right sidebar shows video thumbnails for participants: Fredy Asencio, KEVIN ADIEL LAJPOP AJPACAJA, and Ana Ramirez. The bottom status bar shows the time as 17:01 and the user as jgt-hnru-ije.</p>	

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Tabla 23 ficha Veterinaria

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia	
Horario	
Participantes Denisse Guerra Centeno, Juan Carlos Valdez, Hugo López, MA. Kevin Adiel Lajpop Ajpacajá Lcda. Ana Elizabeth Ixcolin Ramirez	
Requerimiento 1: <ul style="list-style-type: none"> Indica que es muy importante este sistema el sistema para la universidad de San Carlos de Guatemala y que también para la facultad. Que es importante que cada catedrático tenga que haga una publicación al año. Son la única facultad que la publicación en una revista indexada de un artículo científico cuente como tesis 	Denisse Guerra Centeno
Requerimiento 2: <ul style="list-style-type: none"> La Facultad se ha encontrado con varios topes para realizar investigación, por costos de maquinaria y equipos y por temas de fondos que no han obtenido el equipo. Se pierde el entusiasmo de continuar, al recibir después de un año de proyecto o gestión un no se 	Juan Carlos Valdez

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

<p>puede comprar, por precios y formas de compra.</p>	
<p>Requerimiento 3:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La facultad cuenta con tres investigadores y se rotan para poder aplicar a las convocatorias • Se pierde el interés al encontrar los obstáculos de compras, gestiones, finiquitos • Se genera investigación por cuenta de cada investigador. 	<p>Hugo López</p>



The screenshot shows a Zoom meeting interface. The main window displays a presentation slide with the following content:

- Logos for USAC TRICENTENARIA and DCI Dirección General de Investigación Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Title: **Dirección General de Investigación**
- Subtitle: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN PARA LA USAC.**

Four participants are visible in a grid:

- Carlos Valdez
- Hugo Noriega
- Dennis Guerra Centeno
- KEVIN ADIEL LAJOPAJAJA

At the bottom, a fifth participant, Ana Ramirez, is shown with a small video thumbnail. The Zoom control bar at the bottom includes icons for mute, video, chat, and other functions. The system tray at the very bottom shows the time as 10:03 and the date as 6/09/2023.



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

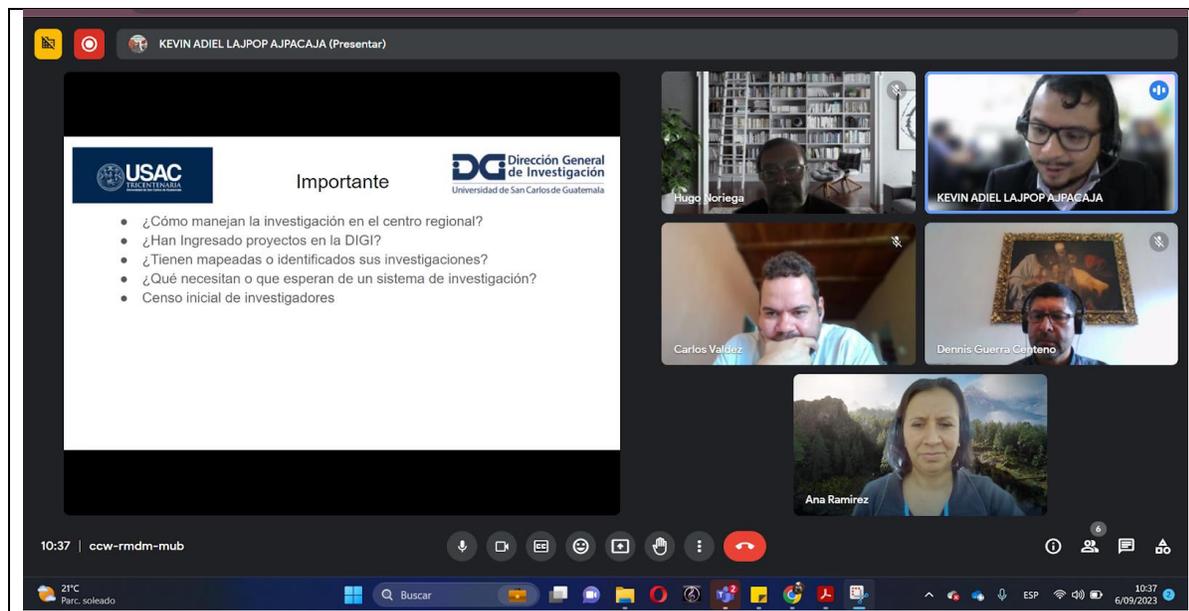
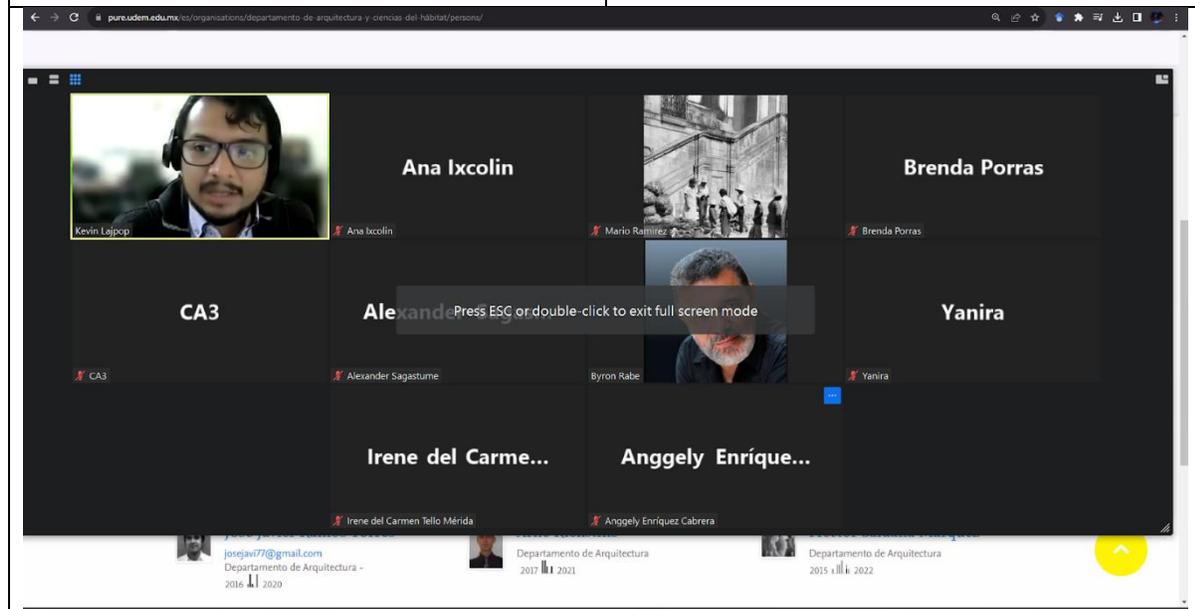


Tabla 24 ficha Arquitectura

Facultad de Arquitectura	
Horario	
Participantes:	Mario Ramirez, Brenda Porras, Carlos Ayala, Alexander Sagastume, Yanira , Byron Rabe, Irene del Carmen Tello, Angelly Enríquez, MA. Kevin Adiel Lajpop Ajpacajá, Lcda. Ana Elizabeth Ixcolin Ramirez
Requerimiento 1 La dirección de investigación ya cuenta con sus investigadores	Mario Ramirez
Requerimiento 2: <ul style="list-style-type: none"> • Agradece por la explicación sobre el sistema cris • Agregar facultades, escuelas, • Contar con un buen equipo para 	Carlos Ayala

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

<p>poder poner en marcha este sistema</p> <ul style="list-style-type: none"> • Un área de consultas para poder atender a los investigadores • En el tema de que necesitamos 	
<p>Requerimiento 3:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Integración de datos de contacto, correo electrónico, para poder buscar el contacto en la base de datos • contacto institucional público • La emociona este trabajo ya que permite centralizar toda la información en el sistema, excelente herramienta, gracias por el recurso 	Yanira
<p>Requerimiento 4:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gracias por compartir el proyecto, le parece importante y necesario • Que pueden hacer para apoyar, este proyecto, no es solo un equipo de investigación 	Byron Rabé





Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

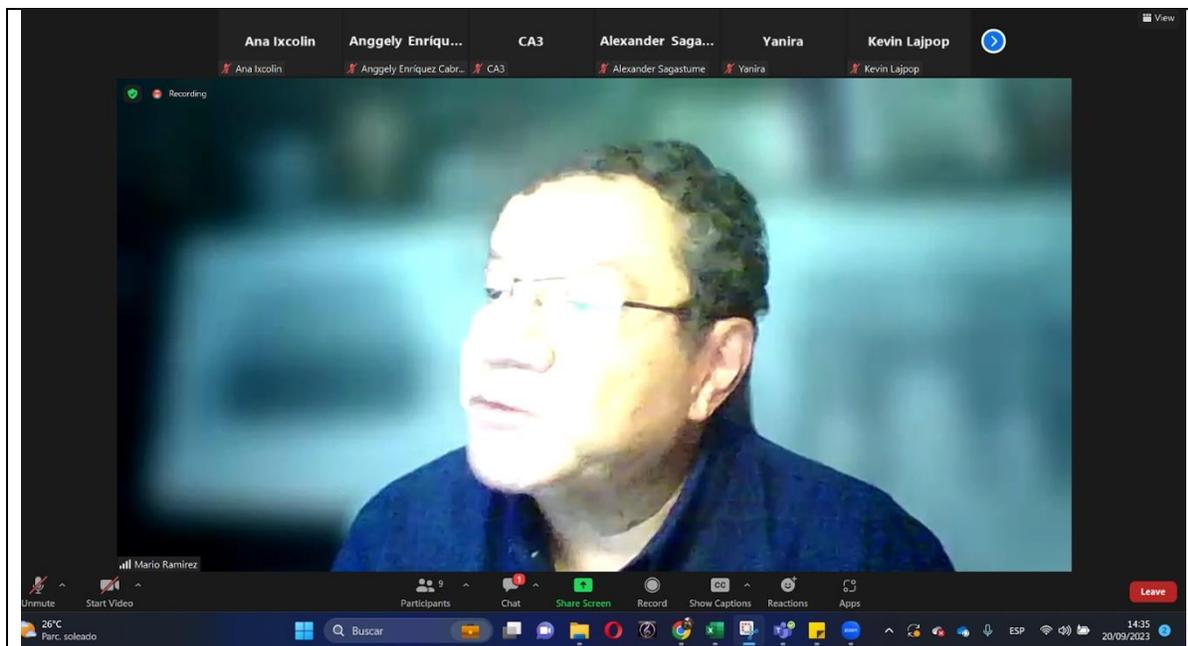


Tabla 25 ficha Farmacia

Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia	
Horario: 10: 00 horas	
Participantes: PhD María Eunice Enríquez Cotton MSc Marianela Menes MA. Kevin Adiel Lajpop Ajpacajá Lcda. Ana Elizabeth Ixcolin Ramirez	
Requerimiento 1:	
Requerimiento 2:	



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

¿Por qué USAC necesita un CRIS?

- Digital:** Estamos en mundo digital, la investigación no es la excepción
- Indicadores:** USAC no tiene indicadores oficiales de investigación
- Oportunidades:** Oportunidades de nuevas investigaciones, apoyos y
- Redes:** Crear redes de investigación

Optimal Insertion of Energy Storage Systems Considering the Economic Dispatch and the Minimization of Energy Not Supplied
Rengul A., Tellez, A. A., Ortiz, L. & Ruiz, M., mar. 2023, *En: Energies*, 16, 6, 2593.
Producción científica: Contribución a una revista - Artículo - revisión exhaustiva

Optimal Location of Reclosers in Electrical Distribution Systems Considering Multicriteria Decision Through the Generation of Scenarios Using the Montecarlo Method
Tellez, A. A., Ortiz, L., Ruiz, M., Narayanan, K. & Varela, S., 2023, *En: IEEE Access*, 11, p. 68853-68871 19 p.
Producción científica: Contribución a una revista - Artículo - revisión exhaustiva

17 Vinculación

Se realizaron diversas reuniones con actores clave dentro del ecosistema de investigación dentro de la universidad, estos actores fueron estratégicos, con el fin de cubrir todos los puntos cardinales dentro de la extensión de la universidad, así como actores clave dentro de la región como lo es la UNA y euroCRIS. El fin de estas vinculaciones fue divulgar el proyecto que se está llevando a cabo, así como la obtener insumos para la generación del modelo relacional así como la digitalización de los procesos y la creación una arquitectura de software que soporte el CRIS y todo su ecosistema digital asociado.

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Tabla 26 Vinculaciones

1	CUNZAC
2	CUNSAM / Instituto de investigación
3	CUNOROC
4	CUNOR
5	CUNSOR
6	CUNSOL
7	CUNSUSORI
8	CEMA
9	CUDEP
10	CUNTOTO
11	JUSAC
12	Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
13	Facultad de Arquitectura
14	Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia
15	Universidad Nacional de Costa Rica
16	EUROCRIS

18 Estrategia de difusión, divulgación y protección intelectual

Se envió un artículo científico a la Revista Científica del Sistema de Estudios de Postgrados, exponiendo la arquitectura de software que se ha obtenido partiendo de los requerimientos obtenidos en la presente investigación, en dicho artículo se indicó de buena manera que los fondos fueron otorgados por la DIGI. Dicho artículo tuvo varias revisiones por parte de los pares evaluadores obteniendo un resultado positivo a las correcciones, pero la revista publicó su número correspondiente y no incluyó el artículo realizado, no indicó ninguna retroalimentación final, por lo que se enviará a otra revista el artículo realizado en esta investigación.

19 Aporte de la propuesta de investigación a los Prioridades Nacionales de Desarrollo (PND) identificando su meta correspondiente:

La investigación aporta de buena manera a las siguientes Prioridades Nacionales de Desarrollo:



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

P5.a Porcentaje de los recursos del Estado destinados a la investigación

La implementación de un sistema de este tipo (CRIS), entre uno de sus beneficios es poder visualizar cuánta investigación se realiza en la universidad y también nacional dado que sería el primer sistema de este tipo a implementarse, esto conllevará a una visualización amplia teniendo como uno de los beneficios identificar la necesidad de inversión en la investigación, ¿por qué?, porque con CRIS se tendrá a la vista los resultados de todas las investigaciones que se realizan en la universidad.

Pero para la implementación de este tipo de sistemas se empieza primero por el diseño y arquitectura que se plantea en la presente investigación, esto son las bases para un sistema CRIS consolidado en un futuro y solo así poder ejemplificar la necesidad de invertir más recursos estatales a la investigación.

9.b.1 Proporción del valor añadido medio y de alta tecnología de la industria en el valor añadido total

La investigación no se realiza de manera gratuita o Ad Honorem, sino que es necesario que exista la carrera del investigador por lo que este tipo de sistemas apoyará a que se consolide esta área, la industria de la investigación, adoptar un CRIS es aportar tecnología a la industria de la investigación, dado que se podrá observar y automatizar diversas tareas que están relacionadas a la investigación.



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

20 Orden de pago final (incluir únicamente al personal con contrato vigente al 31 de diciembre de 2023)

Nombres y apellidos	Categoría (investigador /auxiliar)	Registro de personal	Procede pago de mes (Sí / No)	Firma
Kevin Adiel Lajpop Ajpacajá	Coordinador de proyecto	20141284	Sí	
Ana Elizabeth Ixcolin Ramirez	Investigadora	20230978	Sí	
Rony Ormandy Ortiz Álvarez	Auxiliar de Investigación I	20231033	Sí	
Daniel Alejandro Barillas Soberanis	Auxiliar de Investigación I	20231194	Sí	

21 Declaración del Coordinador(a) del proyecto de investigación

El Coordinador de proyecto de investigación con base en el *Reglamento para el desarrollo de los proyectos de investigación financiados por medio del Fondo de Investigación*, artículos 13 y 20, deja constancia que el personal contratado para el proyecto de investigación que coordina ha cumplido a satisfacción con la entrega de informes individuales por lo que es procedente hacer efectivo el pago correspondiente.

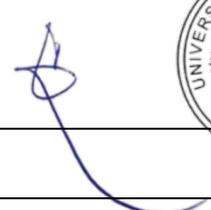
Kevin Adiel Lajpop Ajpacajá	
Fecha: 30/11/2023	



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

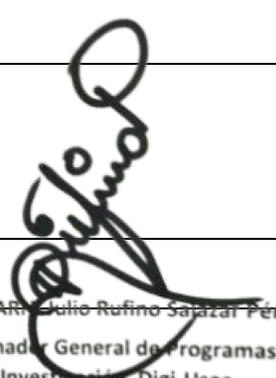
21 Aval del Director(a) del instituto, centro o departamento de investigación o Coordinador de investigación del centro regional universitario

De conformidad con el artículo 13 y 19 del *Reglamento para el desarrollo de los proyectos de investigación financiados por medio del Fondo de Investigación* otorgo el aval al presente informe mensual de las actividades realizadas en el proyecto (escriba el nombre del proyecto de investigación) en mi calidad de (indique: Director del instituto, centro o departamento de investigación o Coordinador de investigación del centro regional universitario), mismo que ha sido revisado y cumple su ejecución de acuerdo a lo planificado.

<p>Vo.Bo. Inga. Telma Maricela Cano Morales</p>	 
<p>Fecha: 30/11/2023</p>	

22 Visado de la Dirección General de Investigación

<p>Vo.Bo. M.Sc. Inga. Andrea Eunice Rodas Morán</p>	
<p>Fecha: 30/11/2023</p>	

<p>Vo.Bo. Ing. Agr. MARN. Julio Rufino Salazar</p>	
<p>Fecha: 30/11/2023</p>	

Ing. MARN Julio Rufino Salazar Pérez
Coordinador General de Programas de
Investigación, Digi-Usac

/Digi2023