

**UNIVERSIDAD DE LAS CIENCIAS INFORMÁTICAS**



**Facultad 4**

**Componente de reportes para obtener información estadística del personal en XAUCE AKADEMOS para el MINED**

Trabajo de Diploma para optar por el título de Ingeniero en Ciencias Informáticas

**Autor(es):** Fidel Ernesto Fernández Reyes

**Tutor(es):** Ing. Sandy Nuñez Padrón

M.Sc. Yadira Ramírez Rodríguez

La Habana, noviembre de 2023

“Año 65 de la Revolución”

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Declaro por este medio que yo Fidel Ernesto Fernández Reyes, soy el autor del Trabajo de Diploma Componente para la generación de reportes estadísticos sobre el personal en XAUCE AKADEMOS para el MINED y que autorizo a la Universidad de las Ciencias Informáticas a hacer uso del mismo en su beneficio, así como los derechos patrimoniales con carácter exclusivo.

Y para que así conste, firmo la presente declaración de autoría en La Habana a los 29 días del mes de noviembre del año 2023.



**Fidel Ernesto Fernández**

**Reyes**

**Autor**



**Ing. Sandy Nuñez Padrón**

**Tutor**



**M.Sc. Yadira Ramírez**

**Rodríguez**

**Tutor**

“La imaginación es más importante que el conocimiento. El conocimiento es limitado, mientras que la imaginación no”

Albert Einstein

**A todos los que me hicieron posible el aprender a aprender, durante  
toda mi carrera universitaria.**

**A mi familia: mi madre Tania, mi abuela Sarah, mi hermana María  
Carla, mi tío Ariel y mi padre Fidel.**

**A mis tutores Yadira Ramírez Rodríguez y el super profe Sandy Nuñez  
Padrón.**

**A la UJC, a la FEU por enseñarme todo lo que sé.**

**A Jorge, Airelys, Jose, Alexis, Rolando, Dary, y al profe Luis Manuel  
por enseñarme un pedacito de vida.**

**A mí.**

## RESUMEN

Los sistemas de gestión académica resultan de gran importancia para las instituciones educativas y organismos gubernamentales. En Cuba se han realizado esfuerzos para mejorar la infraestructura tecnológica y fomentar la innovación digital en el sector educacional. Para llevar a cabo la transformación digital del proceso de gestión académica en el Ministerio de Educación de la República de Cuba, se desarrolla una versión del Sistema de Gestión Académica XAUCE AKADEMOS adaptada a las necesidades de referido ministerio. No obstante, se ha corroborado que resulta un proceso complejo y engorroso obtener información estadística sobre el personal utilizando esta versión del sistema. A partir de esta situación, la presente investigación se propone desarrollar un componente de reportes para obtener información estadística del personal en la versión de XAUCE AKADEMOS para el referido ente gubernamental. En ese sentido, se utiliza la variación que hace Universidad de las Ciencias Informáticas de la metodología de desarrollo de software Proceso Unificado Ágil, así como las tecnologías definidas por el proyecto. El componente desarrollado permite generar 4 reportes de análisis estadístico sobre el personal que reúnen la información que es recolectada de forma manual en 16 formularios como parte del proceso de Gestión Estadística del personal de la red de instituciones atendidas por dicho ministerio. Esto posibilita la obtención de productos de información/decisión para el apoyo a la toma de decisiones de forma confiable y en tiempo real.

**Palabras clave:** información estadística, sistema de gestión académica, XAUCE AKADEMOS.

## Abstract

*Academic management systems are of great importance for educational institutions and government agencies. In Cuba, efforts have been made to improve the technological infrastructure and promote digital innovation in the educational sector. In order to carry out the digital transformation of the academic management process in the Ministry of Education of the Republic of Cuba, a version of the Academic Management System XAUCE AKADEMOS adapted to the needs of this ministry is being developed. However, it has been corroborated that it is a complex and cumbersome process to obtain statistical information on personnel using this version of the system. Based on this situation, the present research proposes to develop a reporting component to obtain statistical information on personnel in the XAUCE AKADEMOS version for the referred governmental entity. In this sense, the variation made by the University of Informatics Sciences of the Agile Unified Process software development methodology is used, as well as the*

*technologies defined by the project. The developed component allows the generation of 4 statistical analysis reports on the personnel that gather the information that is collected manually in 16 forms as part of the Statistical Management process of the personnel of the network of institutions served by the Ministry. This makes it possible to obtain information products/decisions to support the management of the Ministry's personnel.*

**Keywords:** *statistical information, academic management system, XAUCE AKADEMOS.*

# Índice

INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	7
1.1 Obtención de información estadística en sistemas de gestión .....	7
1.1.1 Estadística .....	7
1.1.2 Técnicas y herramientas para obtener información estadística .....	8
1.1.3 Sistema de Gestión.....	10
1.1.4 Obtención de información estadística.....	11
1.2 Obtención de información estadística del personal en el Sistema de Gestión Académica	13
1.2.1 Sistema de gestión académica.....	13
1.2.2 Análisis de soluciones similares .....	14
1.3 XAUCE AKADEMOS para el MINED .....	16
1.3.1 Metodología de desarrollo de software.....	18
1.4 Conclusiones del capítulo .....	19
CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE SOLUCIÓN .....	20
2.1 Disciplina Modelado de negocio.....	20
2.1.1 Descripción de procesos de negocio.....	20
2.1.2 Modelo conceptual .....	23
2.2 Disciplina Requisitos .....	25
2.2.1 Especificación de requisitos de software .....	25
2.2.2 Descripción de Requisitos por Procesos .....	29
2.2.3 Salida del sistema .....	38
2.3 Disciplina Análisis y diseño .....	41
2.3.1 Definición de arquitectura de software .....	42
2.3.2 Modelo de diseño.....	44
2.3.3 Diseño de casos de prueba.....	47

2.4	Disciplina Implementación .....	48
2.5	Conclusiones del capítulo .....	49
CAPÍTULO 3: PRUEBAS .....		50
3.1	Pruebas de calidad de software .....	50
3.1.1	Niveles de prueba .....	51
3.1.2	Tipo de prueba .....	52
3.1.3	Métodos y técnicas de prueba.....	54
3.2	Estrategia de prueba.....	55
3.3	Pruebas en la disciplina implementación .....	56
3.4	Disciplina Pruebas internas.....	57
3.5	Disciplina Pruebas de aceptación .....	58
3.6	Conclusiones del capítulo .....	58
CONCLUSIONES GENERALES.....		59
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....		60
ANEXOS.....		67

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comparativa de características de Sistemas Homólogos. Elaboración Propia .....	15
Tabla 2. Descripción de Requisito por proceso Exportar a PDF el movimiento del personal .....	29
Tabla 3. Salida del sistema Movimiento del personal en formato PDF. Elementos a mostrar en las tablas.....	38
Tabla 4. Salida del sistema movimiento del personal en formato PDF. Elementos a mostrar en gráficos .....	40
Tabla 5. Generar Movimiento del personal. Elaboración propia .....	47
Tabla 6. Descripción de las variables. Elaboración propia .....	48
Tabla 7. Estrategia de pruebas de la propuesta de solución. Elaboración propia.....	55
Tabla 8. Especificación de requisitos. Requisitos Funcionales .....	67
Tabla 9. Requisitos no Funcionales .....	69
Tabla 10. Evaluación de requisitos.....	71

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama del proceso de negocio Gestión Estadística del personal de la red de instituciones atendidas por el MINED. Elaboración propia	23
Figura 2. Diagrama de clases del modelo de dominio. Elaboración propia	25
Figura 3. Patrón arquitectónico N-capas. Elaboración propia	43
Figura 4. Arquitectura Microservicios. (Microsoft, 2023)	44
Figura 5. Diagrama de clases del diseño Generar reporte Movimiento del personal. Elaboración propia.	46

## INTRODUCCIÓN

El desarrollo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) han tenido un impacto significativo en la economía global, impulsando el crecimiento y la innovación, mejorando la eficiencia y la productividad en variados e importantes sectores, permitiendo a las empresas, organizaciones y personas naturales hacer más con menos recursos. Han permitido el auge de las tecnologías móviles, la inteligencia artificial, la nube, la industria aeroespacial y la industria automovilística. También han transformado industrias existentes como la salud, el transporte, la banca y la educación. (López & Milena, 2021)

Este fenómeno ha propiciado que la sociedad transite por la transformación digital en el camino hacia ciudades inteligentes (Fernández & José, 2015). Se refiere a un proceso que pretende integrar tecnologías digitales en todas las áreas de una organización, lo que puede mejorar su eficiencia, su productividad y su capacidad de innovación (Digital Transformation. McKinsey & Company, 2018). Según un estudio de *Capgemini Consulting*, "la transformación digital se trata de aprovechar la tecnología para ser más ágil, más rápido, más innovador y más centrado en el cliente" (Capgemini, 2015). También implica cambios en la cultura y en la forma en que se realizan los negocios (Esposito, 2016).

En concordancia con lo anterior, muchas naciones han llevado a cabo procesos de transformación digital para contribuir al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 de la Organización de las Naciones Unidas (ONU). Ejemplo de ello es el objetivo 4 que persigue garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos. Algunas de sus metas son (ONU, 2017):

1. Asegurar que todas las niñas y todos los niños terminen la enseñanza primaria y secundaria.
2. Tengan acceso a servicios de atención y desarrollo en la primera infancia.
3. Construir y adecuar instalaciones educativas que tengan en cuenta las necesidades de los niños y las personas con discapacidad.

En ese sentido, los sistemas de gestión académica resultan de gran importancia para las instituciones educacionales y organismos gubernamentales. Son herramientas informáticas que permiten gestionar sus recursos y procesos de manera más eficiente y efectiva. Estos sistemas son esenciales para la toma de decisiones académicas, ya que proporcionan información estadística en tiempo real sobre el rendimiento de los estudiantes, la asignación de recursos y la

eficacia de los programas académicos, entre otros aspectos (Molina, Castejón, & Castro, 2018). Ello permite identificar áreas de mejora e implementar estrategias para mejorar la calidad de la educación (Kumar, Kumar, & Kumar, 2014).

Cuba no es una excepción y se han realizado esfuerzos para mejorar la infraestructura tecnológica y fomentar la innovación digital, aunque la nación enfrenta desafíos significativos para avanzar en su transformación digital, incluida la del sector educacional (Banco Mundial Cuba, 2019). En concordancia con lo anterior, se aprobó un conjunto de Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución encaminado a fortalecer la educación cubana. Ejemplo de ello, son (PCC, 2017):

- 117. Continuar avanzando en la elevación de la calidad y el rigor del proceso docente-educativo, así como en el fortalecimiento del papel del profesor frente al alumno; incrementar la eficiencia del ciclo escolar, jerarquizar la superación permanente, el enaltecimiento y atención del personal docente, el mejoramiento de las condiciones de trabajo y el perfeccionamiento del papel de la familia en la educación de niños, adolescentes y jóvenes.
- 118. Formar con calidad y rigor el personal docente que se precisa en cada provincia y municipio para dar respuesta a las necesidades de los centros educativos de los diferentes niveles de enseñanza.
- 119. Avanzar en la informatización del sistema de educación. Desarrollar los servicios en el uso de la red telemática y la tecnología educativa de forma racional, así como la generación de contenidos digitales y audiovisuales.
- 121. Lograr que las matrículas en las diferentes especialidades y carreras estén en correspondencia con el desarrollo de la economía y la sociedad, incrementar la matrícula en carreras agropecuarias, pedagógicas, tecnológicas y de ciencias básicas afines. Garantizar de conjunto con las entidades de la producción y los servicios, las organizaciones políticas, estudiantiles y de masas y con la participación de la familia, la formación vocacional y orientación profesional, desde la primaria. Continuar potenciando el reconocimiento a la labor de los técnicos medios y obreros calificados.
- 122. Consolidar el cumplimiento de la responsabilidad de los organismos, entidades, consejos de la administración y otros actores económicos, en la formación y desarrollo de la fuerza de trabajo calificada.

Así mismo, el Partido Comunista de Cuba en su I Conferencia Nacional aprobó como uno de sus objetivos, aprovechar las ventajas de las TIC, como herramientas para el desarrollo del conocimiento, la economía y la actividad política e ideológica (1ra Conferencia Del PCC, 2012). Por otro lado, el gobierno cubano en su Plan de Desarrollo Económico y Social hasta 2030; definió el potencial humano, la ciencia, la tecnología e innovación como uno de sus ejes estratégicos y las telecomunicaciones, la tecnología de la información y la conectividad como sector estratégico. Para ello, se definieron objetivos tales como (Partido Comunista de Cuba, 2016):

- Objetivo 1. Desarrollar el potencial humano de alta calificación y garantizar condiciones para su protección y estabilidad.
- Objetivo 3. Promover el desarrollo, la captación y asimilación de tecnologías de avanzada y propiciar, al mismo tiempo, la soberanía tecnológica.

En esa dirección, según un informe del Ministerio de Comunicaciones de la República de Cuba (MINCOM); "la transformación digital es una prioridad para el gobierno cubano, ya que se reconoce que las tecnologías digitales pueden mejorar la eficiencia y la productividad en todos los sectores de la economía" (MINCOM, 2018). En concordancia con lo anterior, el Ministerio de Educación de la República de Cuba (MINED) lleva a cabo el III Perfeccionamiento de la Educación Cubana que aspira a la integración de las TIC a sus procesos (MINED, 2023).

Uno de estos procesos es el de gestión académica, que se define como el proceso orientado a mejorar los proyectos educativos institucionales y los procesos pedagógicos, con el fin de responder a las necesidades educativas locales y regionales. Involucra la investigación, la planificación estratégica del quehacer académico, el planeamiento y la programación curricular, la producción de materiales didácticos, la articulación, ejecución y evaluación de los procesos de la enseñanza y del aprendizaje. (Ugalde Hernández, 2016)

Para llevar a cabo la transformación digital de dicho proceso en el MINED, el Centro de Tecnologías para la Formación (FORTES) adscrito a la Facultad de Tecnologías Educativas de la Universidad de las Ciencias Informáticas (Informáticas, 2023); desarrolla una versión del Sistema de Gestión Académica XAUCE AKADEMOS adaptada a las necesidades de referido ministerio. Este sistema posibilita el registro, seguimiento y control de la información docente de los estudiantes que transitan por los subsistemas que atiende el MINED dentro del Sistema Nacional de Educación (SNE) (AKADEMOS, 2023).

Este software permite llevar a cabo el proceso de gestión académica del MINED a partir de varios módulos. En uno de ellos se gestiona el personal docente y no docente de la red de instituciones del SNE que es atendida por dicho ministerio. A partir de estos datos se puede obtener información estadística desde la base hasta el nivel nacional. Para ello se deben realizar las siguientes acciones:

1. Acceder a cada una de las vistas que muestran listados relacionados con los datos del personal que se necesiten analizar.
2. Filtrar los listados por varios criterios de búsqueda.
3. Cruzar los datos arrojados por cada uno de las vistas consultadas.
4. Realizar las correspondientes operaciones matemáticas según el caso.
5. Representar la información en la forma y en el formato que se desee.

En este sentido, se ha corroborado que utilizando la versión de XAUCE AKADEMOS para el MINED, resulta un proceso complejo y engorroso obtener información estadística sobre el personal. Esto trae como consecuencia las siguientes debilidades:

- Alto riesgo de errores humanos que pudieran provocar la toma de decisiones basada en información incorrecta.
- Demora en la gestión y control del proceso de gestión académica.
- Inadecuada visualización de la información estadística, lo cual entorpece el análisis de la información, su seguimiento y la creación de nuevas estrategias.
- Alta curva de aprendizaje que contribuye a la resistencia al cambio de directivos de la red de instituciones del SNE, que es atendida por el MINED.

Como consecuencia, se identifica como **problema de investigación**: ¿Cómo obtener información estadística del personal en el Sistema de Gestión Académica XAUCE AKADEMOS para el MINED? A partir del problema de investigación, se define como **objeto de estudio**: Obtención de información estadística en sistemas de gestión, enmarcado en el **campo de acción**: Obtención de información estadística del personal en el Sistema de Gestión Académica XAUCE AKADEMOS para el MINED.

Para darle solución al problema antes planteado, se define como **objetivo general**: Desarrollar un componente de reportes para obtener información estadística del personal en el Sistema de Gestión Académica XAUCE AKADEMOS para el MINED.

Del mismo se derivan las siguientes **preguntas científicas**:

1. ¿Cuáles son los referentes y fundamentos teóricos que sustentan un componente para la generación de reportes estadísticos del personal en XAUCE AKADEMOS para el MINED?
2. ¿Qué características y relaciones debe tener el componente de reportes para obtener información estadística del personal en el Sistema de Gestión Académica XAUCE AKADEMOS para el MINED?
3. ¿Qué resultados se obtienen de la evaluación del componente de reportes para obtener información estadística del personal en el Sistema de Gestión Académica XAUCE AKADEMOS para el MINED?

Para darle solución a las preguntas científicas, se plantean las siguientes **tareas de investigación**:

1. Elaboración del marco teórico de la investigación a partir del estado del arte existente sobre la obtención de información estadística en sistemas de gestión.
2. Generación de los artefactos ingenieriles necesarios para el desarrollo del componente de reportes para obtener información estadística del personal en el Sistema de Gestión Académica XAUCE AKADEMOS para el MINED.
3. Realización de pruebas de calidad de software al componente de reportes para obtener información estadística del personal en el Sistema de Gestión Académica XAUCE AKADEMOS para el MINED.

Como **posibles resultados**, se tiene un componente de reportes para obtener información estadística del personal en el Sistema de Gestión Académica XAUCE AKADEMOS para el MINED.

Para llevar a cabo la presente investigación, se emplearon **métodos científicos** de investigación de los niveles teórico y empírico.

**Métodos Teóricos:**

- **Histórico-lógico:** se emplea para realizar el estudio del estado del arte y de la evolución de los conceptos, técnicas y herramientas relacionadas con la obtención de información estadística en sistemas de gestión.
- **Analítico-sintético:** se emplea en el estudio de las tecnologías que se seleccionan para el desarrollo de la propuesta y en el análisis de la documentación relacionada con la

obtención de información estadística en sistemas de gestión, así como en la revisión bibliográfica.

### **Métodos Empíricos:**

- **Observación:** se emplea para estudiar de cerca la obtención de información estadística en sistemas de gestión, sus acciones, causas y consecuencias; logrando conocer la esencia del problema planteado, analizando desde varios puntos de vista la propuesta de solución y otras soluciones existentes e identificando que está hecho y que falta por hacer.

### **Estructura capitular**

- **Capítulo I: Fundamentación teórica.** Se presenta un estudio del estado del arte. Se realiza un estudio sobre el proceso de obtención de información estadística en sistemas de gestión. También se enuncian algunas de las características que presentan las tecnologías a emplear en el desarrollo de la investigación.
- **Capítulo II: Propuesta de solución.** En este capítulo se describe la solución propuesta, se explica el proceso de desarrollo de software que conlleva a la solución. Además, se presentan diferentes elementos de la ingeniería de requisitos desarrollada para el sistema propuesto. Se realizan los artefactos ingenieriles correspondientes a la metodología de desarrollo de software seleccionada.
- **Capítulo III: Pruebas.** Se realiza una evaluación de los parámetros expuestos en el diseño para una correcta implementación, atendiendo a la descripción de las principales funcionalidades. Además, se le realizarán pruebas de calidad de software a la solución propuesta, comprobando la correcta ejecución de la misma.

## **CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

En el presente capítulo se precisan un conjunto de conceptos y fundamentos que constituyen el marco teórico relacionado con el objeto de estudio definido en la investigación. Se destacan las principales características de los elementos asociados a la temática a investigar, así como el entorno nacional e internacional donde se desarrollan. Se exponen la metodología y las principales herramientas que sirven de apoyo para la búsqueda de una solución a la problemática planteada.

### **1.1 Obtención de información estadística en sistemas de gestión**

La gestión académica en una institución educativa es un proceso mediante el cual se controla, organiza y dirigen todas las actividades propias del proceso docente. En esta tarea intervienen directivos, personal de secretaría y profesores. La implementación de este tipo de sistemas en las instituciones académicas trae consigo una mejora sustancial al proceso de gestión académica en general. Mejorando así las condiciones de trabajo y el proceso de toma de decisiones en las instituciones académicas. El análisis de datos estadísticos es el proceso que nos permite interpretar los datos de los que disponemos. Partiendo de esta premisa se puede decir que el análisis de datos es una de las partes fundamentales de los sistemas de gestión de la información ya que, sin este, los datos generados en un sistema de gestión no serían de utilidad para ninguna organización o empresa. (Cardero, 2022)

#### **1.1.1 Estadística**

Numerosas han sido las publicaciones de investigadores y académicos que han tratado el tema de la estadística. Uno de ellos es Freud y Perles quienes la definieron como una ciencia que se ocupa de la recolección, análisis e interpretación de datos, así como de la presentación de los resultados obtenidos (Freud & Perles, 2003).

Posteriormente, McClave y Sincich se refirieron a ella como el conjunto de métodos y técnicas que se utilizan para recolectar, clasificar, resumir, analizar e interpretar datos con el fin de tomar decisiones informadas (McClave, Benson, & Sincich, 2014).

Por su parte, Richard Levin y David Rubin aseguran que la estadística es el estudio de cómo se pueden usar los datos para tomar decisiones informadas. También describen la información estadística como un conjunto de datos numéricos que se utilizan para describir y caracterizar una población o un fenómeno en diversos campos, como la economía, la salud, la educación, la

política, entre otros. Estos datos se recopilan, organizan, analizan e interpretan para obtener información útil y significativa (Levin & Rubin, 2014).

Por otro lado, Devore la define como una disciplina matemática que se enfoca en la recolección, análisis e interpretación de datos. Se utiliza en una amplia variedad de campos, desde las ciencias sociales y la medicina hasta la ingeniería y la economía. Constituye una herramienta importante en la toma de decisiones porque permite analizar datos y encontrar patrones, tendencias y relaciones entre variables para hacer predicciones y proyecciones. (Devore, 2015)

Este autor también hace referencia a que la estadística se divide en dos grandes ramas: la estadística descriptiva, que se enfoca en la descripción y resumen de datos, y la inferencia estadística, que se enfoca en hacer inferencias acerca de una población a partir de una muestra de datos. La estadística descriptiva incluye medidas de tendencia central, como la media y la mediana, y medidas de dispersión, como la varianza y la desviación estándar. La inferencia estadística incluye la estimación de parámetros y la prueba de hipótesis (Devore, 2015).

En esa misma línea de pensamiento, Moore y McCabe expresaron que la estadística es la ciencia de la recolección, análisis, presentación y organización de datos. Según estos autores, se utiliza para hacer inferencias sobre una población a partir de una muestra de datos por lo que es una herramienta importante en la investigación científica, la toma de decisiones empresariales y gubernamentales, así como en muchos otros campos. En ese sentido, especifican que se emplea para analizar y comprender estos datos y tomar decisiones informadas basadas en la evidencia. (Moore & G., 2017)

Una definición muy similar publicó Triola donde especificó que se trata de la ciencia que se encarga de la recolección, organización, análisis, interpretación y presentación de datos (Triola, 2018).

Como se puede observar, los autores estudiados coinciden en que la estadística es una ciencia que se basa en la recolección, análisis, interpretación, presentación y organización de los datos con el fin de tomar decisiones informadas. En cuanto a la información estadística, en la presente investigación se asume la definición de Devore.

### **1.1.2 Técnicas y herramientas para obtener información estadística**

Existen diversas técnicas y herramientas para obtener información estadística. A continuación, se presentan algunas de las más comunes:

1. Encuesta: es una herramienta común para recopilar información estadística. Las encuestas pueden realizarse en papel, por correo electrónico o en línea, y pueden ser utilizadas para recopilar información sobre una amplia variedad de temas. (Fowler, 2013) (Internet, Phone, Mail, 2014)
2. Experimento: es una técnica común para recopilar información estadística en la que se manipula una o más variables y se observa el efecto en una o más variables de respuesta. (Shadish, Thomas, & Donald, 2002) (Rosenthal & Ralph, 2008)
3. Muestreo: es una técnica que se utiliza para seleccionar una muestra representativa de una población más grande. El muestreo puede ser aleatorio o no aleatorio y puede ser utilizado para recopilar información sobre una amplia variedad de temas. (Kish, 1968) (Cochran, 1977) (Särndal, Bengt, & Jan, 2003) (Levy & Stanley, 2013) (Lhor, 2021)
4. Análisis de datos: El análisis de datos es una técnica para examinar y comprender los datos recopilados. Las técnicas de análisis de datos incluyen estadísticas descriptivas, estadísticas inferenciales y técnicas de modelado. (Gelman & Jennifer, 2006) (Tabachnik, Fidell, & Ullman, 2013) (Field, 2017) (Agresti, 2018) (Hair, W. C., B. J., & R. E.)
5. Herramientas de software: Existen diversas herramientas de software que pueden ser utilizadas para recopilar y analizar datos estadísticos. Algunas de las herramientas más comunes incluyen Microsoft Excel, R, SPSS y SAS. (Filed, Miles, & Field, 2012) (Grolemund & Wickham, 2017) (IBM Corp, 2019) (Walkenbach, 2019) (SAS Viya, 2020)

Cada técnica y herramienta para obtener información estadística tiene sus propias ventajas y desventajas. Su elección adecuada depende de varios factores tales como el tipo de información que se esté recopilando, el objetivo de la investigación, el tamaño de la muestra, la complejidad de las relaciones entre las variables y la disponibilidad de recursos. (Gelman & Jennifer, 2006) (Johnson & Wichern, 2007) (Tabachnik, Fidell, & Ullman, 2013) (Filed, Miles, & Field, 2012) (Agresti, 2018)

A partir de lo anterior, se selecciona el software como técnica de obtención de información estadística, utilizando como herramienta el sistema de obtención académica XAUCE AKADEMOS. Ello se debe a que, en la presente investigación, se pretende desarrollar un componente de reportes para obtener información estadística del personal en el Sistema de Gestión Académica XAUCE AKADEMOS para el MINED. También se ha tomado en cuenta que el tamaño de la muestra puede ser variable en dependencia de las necesidades en el momento en que se haga desde nivel de centro educacional hasta nivel nacional.

Además, la propuesta de solución debe exportar la referida información a documentos .xls y .pdf para aplicar otras técnicas y herramientas estadísticas como experimento, muestreo, estadística inferencial y modelado. En cuanto a los recursos, es necesario destacar que la utilización de un sistema informático permite ahorrar recursos logísticos y financieros.

Igualmente, se utiliza el análisis de datos como técnica de obtención de información estadística. Dentro de esta técnica, se emplea la estadística descriptiva porque se necesita describir y obtener resúmenes cuantitativos de datos sobre el proceso de gestión académica en el MINED. La selección también obedece a que la base de datos de XAUCE AKADEMOS tiene una alta complejidad porque son múltiples las variables relacionadas entre sí que se deben procesar y analizar para obtener la información estadística que se necesita.

### **1.1.3 Sistema de Gestión**

Los sistemas de gestión son herramientas utilizadas por las organizaciones para mejorar su desempeño y alcanzar sus objetivos. Estos sistemas se basan en un enfoque estructurado y sistemático para la gestión de procesos, recursos y riesgos, y se han convertido en una parte integral de la gestión empresarial moderna. Debido a lo anterior, pueden aplicarse a una amplia gama de áreas, desde la calidad y el medio ambiente hasta la seguridad y la salud ocupacional. (Mohammadfam, Mojtaba, & Mansour, 2017) (Tari & Molina, 2018) (Brown, O´Kane, McCracken, & Mazudar, 2019) (ISO/TC 176/SC, 2015) (ISO/TC 207/SC 1, 2022) (ISO 45001:2018, 2018)

Dentro de los sistemas de gestión se encuentran los software. Ellos son herramientas informáticas que se utilizan para administrar diferentes aspectos de una organización, como la gestión de proyectos, la gestión de recursos humanos, la gestión financiera, la gestión de inventarios, la gestión académica, entre otros. (O´Brien & Marakas, 2010) (Laudon & Laudon, 2016)

La mayoría de las organizaciones utilizan software de gestión para aumentar su eficiencia y productividad a partir de sus principales características (Roland, 2018) (Roles, 2020) (Andrew, 2022):

- **Automatización de tareas:** permiten automatizar tareas repetitivas y reducir el tiempo y los costos asociados con ellas.
- **Integración de datos:** permiten integrar datos de diferentes fuentes y proporcionar una visión unificada de la organización.

- **Análisis de datos:** permiten analizar datos y proporcionar información valiosa para la toma de decisiones.
- **Colaboración:** permiten la colaboración entre diferentes equipos y departamentos de la organización.
- **Personalización:** pueden ser personalizados para adaptarse a las necesidades específicas de cada organización.

Se puede decir, entonces, que los software de gestión se han convertido en herramientas muy importantes para el éxito de una organización. Ello se debe a que presenta oportunidades significativas para mejorar la toma de decisiones a partir del análisis de datos y otros factores. Un tipo específico de software de gestión son los sistemas de gestión académica.

#### **1.1.4 Obtención de información estadística**

En ese sentido, la obtención de información estadística a partir de la utilización de estas aplicaciones; es un proceso crucial para la toma de decisiones en cualquier organización. Ello se debe a que permiten recopilar y analizar datos con el fin de obtener información valiosa para entender mejor los procesos, así como para identificar problemas y oportunidades (Hair, Black, Babin, & Andreson, 2014).

Existen diferentes formas de obtener información estadística en software de gestión. Algunas de las formas más comunes incluyen la generación de informes, la elaboración de gráficos y la realización de análisis estadísticos. Cada una de estas formas tiene sus ventajas y desventajas, y es importante entenderlas para poder elegir la mejor opción para cada situación (Hair, Black, Babin, & Andreson, 2014) (Anderson, Sweeney, & Williams, 2019).

- ✓ La generación de informes es una forma común de obtener información estadística en software de gestión. Los informes pueden ser generados automáticamente por el software, y pueden incluir información sobre ventas, inventario, finanzas, recursos humanos, entre otros temas. Los informes pueden ser personalizados para incluir la información necesaria, y pueden ser generados en diferentes formatos, como PDF, Excel o Word.
- ✓ Tiene como ventaja principal su facilidad de uso. Los informes pueden ser generados rápidamente y sin necesidad de conocimientos avanzados en estadística. Sin embargo, la generación de informes tiene como desventaja que la información presentada puede

ser limitada, y que los informes pueden no incluir toda la información necesaria para la toma de decisiones (Microsoft, 2017) (Microsoft, 2018).

- ✓ La elaboración de gráficos es otra forma común de obtener información estadística en software de gestión. Los gráficos pueden ser generados automáticamente por el software, y pueden incluir información sobre ventas, inventario, finanzas, recursos humanos, entre otros temas. Los gráficos pueden ser personalizados para incluir la información necesaria, y pueden ser generados en diferentes formatos, como barra, línea, pie, entre otros.
- ✓ La elaboración de gráficos tiene como ventaja principal su facilidad de uso y la capacidad de presentar información de manera visualmente atractiva. Los gráficos pueden ser generados rápidamente y sin necesidad de conocimientos avanzados en estadística. Sin embargo, la elaboración de gráficos tiene como desventaja que la información presentada puede ser limitada, y que los gráficos pueden no incluir toda la información necesaria para la toma de decisiones.
- ✓ El análisis estadístico es una forma más avanzada de obtener información estadística en software de gestión. Los análisis estadísticos pueden ser realizados automáticamente por el software, y pueden incluir información sobre ventas, inventario, finanzas, recursos humanos, entre otros temas. Los análisis estadísticos pueden ser personalizados para incluir la información necesaria, y pueden ser generados en diferentes formatos, como tablas y gráficos.
- ✓ El análisis estadístico tiene como ventaja principal la capacidad de proporcionar información detallada y completa sobre un tema en particular. El análisis estadístico puede ser utilizado para identificar patrones y tendencias, y para realizar proyecciones y predicciones. Sin embargo, el análisis estadístico tiene como desventaja que puede requerir conocimientos avanzados en estadística para su realización, y que puede ser más costoso y llevar más tiempo que la generación de informes o la elaboración de gráficos.
- ✓ La obtención de información estadística es esencial para la toma de decisiones en cualquier organización. Los software de gestión son herramientas fundamentales para la recopilación y análisis de datos, permitiendo obtener información valiosa para la toma de decisiones. En este artículo se presentaron las diferentes formas de obtener información estadística en software de gestión, así como las ventajas y desventajas de cada una de ellas. Además, se revisaron algunos de los métodos más utilizados para la obtención de información estadística en software de gestión y se proporcionaron referencias bibliográficas y URLs para profundizar en el tema (R, 2022) (Tableau Software, 2018).

## **1.2 Obtención de información estadística del personal en el Sistema de Gestión Académica**

La obtención de información estadística en sistemas de gestión académica es de suma importancia, ya que proporciona datos cuantitativos que son fundamentales para evaluar el rendimiento, comprender las tendencias, identificar patrones y medir la eficacia, entre otros aspectos relevantes. Estos datos proporcionan una base sólida para la planificación estratégica y el desarrollo de políticas efectivas. De ahí, que ofrece una visión objetiva y cuantificable de diversos aspectos del ámbito educativo. De esta forma, permite que los decisores puedan basar sus acciones en datos concretos y verificables. (Adams, 2021) (García & Martínez, 2019)

### **1.2.1 Sistema de gestión académica**

Los software de gestión académica son herramientas informáticas diseñadas para optimizar los procesos educativos, desde la gestión de estudiantes y profesores hasta la gestión de recursos educativos y financieros. Estos software permiten a las instituciones educativas automatizar tareas, aumentar la eficiencia y mejorar la calidad educativa.

Como peculiaridades del software de gestión académica se tienen varias características principales que los hacen imprescindibles para la eficiencia y mejora de la calidad educativa. Algunas de estas son (Kumar, Kumar, & Kumar, 2014):

- ✓ Automatización de tareas: los software de gestión académica permiten automatizar tareas repetitivas y reducir el tiempo y los costos asociados con ellas.
- ✓ Integración de datos: los software de gestión académica permiten integrar datos de diferentes fuentes y proporcionar una visión unificada de la institución educativa.
- ✓ Análisis de datos: los software de gestión académica permiten analizar datos y proporcionar información valiosa para la toma de decisiones educativas.
- ✓ Comunicación: los software de gestión académica permiten la comunicación entre diferentes actores educativos, como estudiantes, profesores y administradores.
- ✓ Personalización: los software de gestión académica pueden ser personalizados para adaptarse a las necesidades específicas de cada institución educativa.

Existen varios tipos de software de gestión académica (Molina, Castejón, & Castro, 2018), cada uno diseñado para satisfacer necesidades específicas de la institución educativa, como:

- ✓ Software de gestión de estudiantes: diseñado para gestionar la información de los estudiantes, desde la matrícula hasta la gestión de notas y expedientes.
- ✓ Software de gestión de profesores: diseñado para gestionar la información de los profesores, desde la contratación hasta la gestión de nóminas y beneficios.
- ✓ Software de gestión curricular: diseñado para gestionar el plan de estudios de la institución educativa, desde la planificación hasta la evaluación.
- ✓ Software de gestión financiera: diseñado para gestionar las finanzas de la institución educativa, desde la contabilidad hasta la gestión de presupuestos y facturas.

Aunque los software de gestión académica ofrecen muchos beneficios, también pueden presentar desafíos a la hora de su implementación. Algunos de estos desafíos son:

- ✓ Complejidad: algunos software de gestión académica pueden ser complejos de implementar y utilizar, lo que puede requerir una inversión significativa en tiempo y recursos.
- ✓ Costo: los software de gestión académica pueden ser costosos, especialmente si se requiere personalización o integración con otros sistemas.
- ✓ Resistencia al cambio: algunos actores educativos pueden resistirse a utilizar un nuevo software, lo que puede requerir una estrategia de adopción cuidadosamente planificada.

### **1.2.2 Análisis de soluciones similares**

Se realizó una investigación relacionada con portales web de organizaciones nacionales e internacionales sobre los sistemas de gestión académica, con el fin de determinar características comunes para realizar una divagación sobre los sistemas similares y hallar alguna correlación con el módulo a desarrollar.

- 1- **Sistema de Información de la UNESCO sobre Educación (UIS):** Este sistema es utilizado por la UNESCO para recopilar y analizar datos sobre la educación en todo el mundo. El UIS recopila información sobre la matrícula, la escolaridad, el personal docente, los recursos educativos y otros aspectos de la educación (UNESCO, 2020) (UNESCO, 2021).
- 2- **Sistema Nacional de Evaluación, Acreditación y Certificación de la Calidad Educativa (SINEACE)** en Perú: Este sistema es utilizado por el gobierno de Perú para evaluar y certificar la calidad de la educación en el país. El SINEACE recopila y analiza datos sobre la calidad de los programas educativos y las instituciones educativas, son los

encargados de garantizar a la sociedad que las instituciones educativas, públicas y privadas, ofrezcan un servicio de calidad, y de certificar las competencias de las personas en los sectores priorizados a nivel nacional (SINEACE, n.d.).

- 3- **Sistema de Información para la Mejora de la Calidad Educativa (SIMCE)** en Chile: Este sistema es utilizado por el Ministerio de Educación de Chile para evaluar la calidad de la educación en el país. El SIMCE recopila y analiza datos sobre el rendimiento académico de los estudiantes y la calidad de los programas educativos (SIMCE, n.d.) (OEI | Secretaría General, s.f.) (SIMCE, s.f.).
- 4- **Sistema de Información Estadística de la Educación (SIEE)** en España: Este sistema es utilizado por el gobierno de España para recopilar y analizar datos sobre la educación en el país. El SIEE recopila información sobre la matrícula, el personal docente, la financiación educativa, entre otros aspectos (SIE, s.f.) (Anderson, Sweeney, & Williams, 2019) (SIEE).
- 5- **Sistema de Información Estadística sobre Educación (SIEE)** en México: Este sistema es utilizado por el gobierno de México para recopilar y analizar datos sobre la educación en el país. El SIEE recopila información sobre la matrícula, el personal docente, la financiación educativa, entre otros aspectos (SIGED) (SIEE).

Permiten personalizar los reportes estadísticos mediante el filtrado de la información por diferentes criterios, adaptándose a las necesidades del usuario. Utilizan gráficos de pastel para representar datos estadísticos nominales o categóricos. Emplean gráficos de barra para resumir un conjunto de datos por categorías cualitativas y su frecuencia de aparición en una muestra cuando una variable tiene muchos niveles. Usan tablas para interpretar los datos registrados sobre una situación o fenómeno de estudio mediante su clasificación y organización en filas y columnas y exportan informes estadísticos a diferentes formatos como XLS y PDF.

*Tabla 1. Comparativa de características de Sistemas Homólogos. Elaboración Propia*

Sistema	Utiliza Gráficos de Pastel	Utiliza Gráficos de Barra	Utiliza Listas para mostrar información	Exporta a PDF, XLS, .DB
Sistema de Información de la UNESCO sobre Educación	Si	Si	Si	Si
Sistema Nacional de Evaluación, Acreditación y	No	Si	Si	No

Certificación de la Calidad Educativa (Perú)				
Sistema de Información para la Mejora de la Calidad Educativa (Chile)	Si	Si	Si	Si
Sistema de Información Estadística de la Educación (España)	No	Si	Si	Si
Sistema de Información Estadística sobre Educación (México)	Si	Si	Si	Si

### 1.3 XAUCE AKADEMOS para el MINED

Este sistema se creó con el objetivo de facilitar toda la gestión académica en el ministerio de educación, es una herramienta multiplataforma que contribuye al perfeccionamiento de los procesos académicos en una institución educativa. Permite la utilización autónoma por personas naturales ya que cuenta con un diseño intuitivo y que busca la facilidad en los contenidos. Su uso permite el desarrollo coherente de una estrategia organizacional que articule todos los niveles de decisión presentes en los procesos. Todos los roles del proceso educativo están involucrados en la solución, por lo que se permite el acceso a la información de forma segura a todos los niveles, facilitando la toma de decisiones (Universidad de las Ciencias Informáticas, 2006).

Para el desarrollo de este sistema, por decisión del propio proyecto, se utilizan las siguientes tecnologías:

- ✓ Gestor de Base de Datos PostgreSQL 12.4: Es la establecida en la arquitectura de referencia de la UCI. Es un potente Sistema Gestor de Bases de Datos relacional orientado a objetos de código abierto con altas prestaciones en cuanto a concurrencia y soporte de las mayores construcciones de SQL sirviendo en una amplia gama de aplicaciones de todo tipo (Postgre, 2023).

- ✓ Tecnología de ORM SQLAlchemy 1.4.17: SQLAlchemy es un ORM (*Object Relational Mapper*) para Python que brinda a los desarrolladores de aplicaciones todo el poder y la flexibilidad de SQL, proporcionando un conjunto completo de patrones de persistencia de nivel empresarial bien conocidos, diseñados para un acceso a bases de datos eficiente y de alto rendimiento, adaptados a un lenguaje de dominio simple y *pythoniano* (ORM, 2023).
- ✓ Lenguaje de programación *Python 3.8.6*: python es un lenguaje de programación que se puede integrar a cualquier sistema fácilmente y con una curva de aprendizaje suave, lo que la hace perfecta para aprender a desarrollar en cortos períodos de tiempo (community P. , 2023).
- ✓ Editor de código *Visual Studio Code 1.20.0*: Es un potente editor de código donde puedes personalizarlo tanto como desees. Usarlo con cualquier lenguaje de programación e integrarlo con pruebas y bugs. Con soporte para todos los sistemas operativos (community v. , 2023).
- ✓ *Framework* de desarrollo *Django Rest Framework 3.12.2* del lado del *backend*: es un proyecto colaborativo con un fuerte encargo en la investigación y con desarrollo continuado debido a su alta demanda y prestación (Django Rest Framework, 2023).
- ✓ *Framework* de desarrollo Angular 8 del lado del *fronted*: es un framework de ingeniería de software de código abierto mantenido por Google, que sirve para desarrollar aplicaciones web de estilo Single Page y Progressive Web App (Angular, 2023).
- ✓ Herramienta de modelado *Visual Paradigm for UML 8.0*: Gestionar la actualización del complemento, donde se puede administrar sus complementos dentro del repositorio de su servidor VP, lo que permite a los usuarios descargarlos cómodamente desde el servidor (Visual Paradigm, 2023).
- ✓ Herramienta de control de versiones GIT 2.42.0: es un sistema de control de versiones distribuido gratuito y de código abierto diseñado para manejar todo, desde proyectos pequeños hasta proyectos muy grandes con velocidad y eficiencia (Git, 2023).
- ✓ Servidor de reportes TIBCO JasperReports® Server 6.19.1: crea reportes y hace las tablas más entendibles hacia el usuario final (Jaspersoft, 2019).
- ✓ Herramienta de diseño de reportes Jaspersoft Studio 6.20.6: hace los modelos más entendibles y es capaz de determinar hasta qué punto tus gráficos demuestran los datos requeridos (Jaspersoft Dev, 2019).

- ✓ JSON Web Token 9.0.2: Los tokens web JSON son un método RFC 7519 estándar abierto de la industria para representar reclamaciones de forma segura entre dos partes (JSON, 2018).

En consecuencia, XAUCE AKADEMOS constituye un sistema informático que contribuye a la transformación digital del MINED. Asegura la persistencia, consistencia y centralización de la información del proceso de gestión académica, sobre la base de la soberanía tecnológica. Está desarrollado con tecnologías que poseen una amplia comunidad que les da soporte y genera una gran cantidad de librerías, documentación y tutoriales.

### **1.3.1 Metodología de desarrollo de software**

Una metodología de desarrollo de software enseña cómo construir un producto de software. Aumentan los esfuerzos para mejorar la calidad de los productos al mejorar los procesos que los producen. Las diferentes metodologías de desarrollo de software tienen fortalezas y debilidades (Velásquez, 2019).

El proyecto XAUCE AKADEMOS para el MINED utiliza la metodología de desarrollo de software AUP en su variante UCI. Esta metodología es adaptable al ciclo de vida definido para la actividad productiva de la UCI. Tiene entre sus objetivos aumentar la calidad del software que se produce, mediante la aplicación de las mejores prácticas en una entidad desarrolladora.

Se enfoca en la iteración y la colaboración, permitiendo una mayor flexibilidad durante el proceso de desarrollo y adaptándose a los cambios y evolución que puedan surgir durante el proyecto. Esta metodología se adapta a proyectos con procesos complejos y proporciona objetividad, solidez y continuidad al proyecto. (Mendoza Garnache, 2023)

Esta metodología, toma como guía el Modelo CMMI-DEV v1.3 y se estructura en 3 fases (Universidad de las Ciencias Informáticas, 2015):

- ✓ Inicio: se realizan las actividades relacionadas con la planeación del proyecto a partir del alcance del proyecto para realizar estimaciones de tiempo, esfuerzo y costo, así como para decidir si se ejecuta o no el proyecto.
- ✓ Ejecución: se ejecutan las actividades requeridas para desarrollar el software tales como la modelación del negocio, el levantamiento y descripción de los requisitos, la elaboración de la arquitectura y el diseño, así como la implementación y liberación del producto.

- ✓ Cierre: se analizan tanto los resultados del proyecto como su ejecución y se realizan las actividades formales de cierre del proyecto.

Dentro de la fase Ejecución se realizan iteraciones de las 7 disciplinas de AUP definidas por esta metodología: Modelado de negocio, Requisitos, Análisis y diseño, Implementación, Pruebas internas, Pruebas de liberación y Pruebas de Aceptación. De esta forma, se obtienen resultados incrementales y se brinda un resultado más completo para un producto final de manera creciente.

También propone tres variantes para modelar el negocio y, a partir de ellas, igual número de formas de encapsular los requisitos. Como resultado, presenta 4 escenarios para modelar el sistema a desarrollar (Universidad de las Ciencias Informáticas, 2015). En el caso del proyecto al cual pertenece la presente investigación, se utiliza el escenario 3 que modela el negocio con Descripción de Proceso de Negocio y modela el sistema con Descripción de Requisito por Proceso. Este escenario es particularmente útil para representar una gran cantidad de detalles y relaciones entre los procesos identificados (Mendoza Garnache, 2023).

En la presente investigación se emplea el escenario 3 de esta metodología, al igual que en el referido proyecto. Esta decisión, en concordancia con lo anteriormente expresado, obedece a que el negocio a informatizar tiene procesos muy complejos con independencia de las personas que lo manejan y ejecutan.

#### **1.4 Conclusiones del capítulo**

La obtención de información estadística se basa en la recolección, análisis, interpretación, presentación y organización de los datos con el fin de tomar decisiones informadas en cualquier organización. En ese sentido, los software de gestión constituyen herramientas fundamentales porque permiten analizar datos para generar informes y análisis estadísticos mediante tablas y gráficos.

La mayoría de componentes estudiados que generan información estadística, permiten personalizar los reportes mediante el filtrado de la información por diferentes criterios y utilizan gráficos de pastel, gráficos de barra y tablas. Las tecnologías más adecuadas para desarrollar el componente que se propone son las que se utilizan para desarrollar XAUCE AKADEMOS porque se garantiza la compatibilidad con el resto de los componentes y la continuidad del desarrollo del sistema, a pesar de los cambios que pueda sufrir el equipo de proyecto y poseen una amplia comunidad que les da soporte.

## **CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE SOLUCIÓN**

En este capítulo se evidencia lo relacionado con las disciplinas de modelado de negocio, requisitos, análisis y diseño, así como la de implementación; pertenecientes a la fase de ejecución de la metodología de desarrollo AUP en su variante UCI. Se describen los procesos fundamentales que intervienen en el objeto de estudio dando como válido el problema a resolver que se definió anteriormente. Se muestran cada uno de los requisitos, así como las características y cualidades que el sistema debe tener. Además, se modelan los diagramas de clases del análisis y el diseño para cada requisito de la propuesta del sistema a desarrollar teniendo en cuenta el tercer escenario de trabajo que propone la metodología AUP.

### **2.1 Disciplina Modelado de negocio**

El Modelado del negocio es la disciplina destinada a comprender los procesos de negocio de una organización. Se comprende cómo funciona el negocio que se desea informatizar para tener garantías de que el software desarrollado va a cumplir su propósito. Como parte de esta disciplina se realizó una descripción de proceso de negocio y el modelo conceptual. (UCI, 2010)

#### **2.1.1 Descripción de procesos de negocio**

Se describió el Proceso de negocio Gestión Estadística del personal de la red de instituciones atendidas por el MINED (**Figura 1**). El objetivo de este proceso es: Recopilar información estadística en todos los centros educacionales hasta el nivel de municipal y provincial para tener un control estadístico del personal y tomar decisiones de alta gerencia.

El MINED solicita información estadística al departamento provincial de educación, este a su vez comunica la solicitud de información estadística a instituciones de subordinación provincial. Si incluye centro educacional de subordinación provincial, la Dirección Municipal de Educación recibe la solicitud de información estadística. Según la estructura va para un centro educacional o para la Dirección Municipal de Educación (DME) o para ambos. Si esta información incluye un centro educacional de subordinación municipal, solicita información estadística a instituciones de subordinación municipal, sino termina en el acto.

En el caso de que continúe, el centro educacional recibe la solicitud de información estadística y en dependencia del momento del curso en el que se encuentre, es la información y el tipo de centro que se atiende. Si es la información de inicio de curso y es Escuela de Oficio, se llenan los datos de inicio de curso de la Escuela de Oficios; Si es inicio de curso y es Educación especial, se llenan los datos de inicio de curso de la educación especial; si es inicio de curso y es un Centro

politécnico, se llenan los datos de inicio de curso para un Centro politécnico; si es inicio de curso y es un Centro educacional de la educación de jóvenes y adultos, se llenan los datos de inicio de curso para la educación de jóvenes y adultos; si es inicio de curso y es la Escuela pedagógica o la Enseñanza Técnico Profesional (ETP), se llenan los datos de inicio de curso para la escuela pedagógica y la ETP; si es inicio de curso y es la Escuela Preescolar, Primaria y General Media, se llenan los datos de inicio de curso para la escuela Preescolar, Primaria y General Media. Si es Fin de curso y es Escuela de Oficio, se llenan los datos de Fin de curso de la Escuela de Oficios; Si es Fin de curso y es Educación especial, se llenan los datos de Fin de curso de la educación especial; si es Fin de curso y es un Centro politécnico, se llenan los datos de Fin de curso para un Centro politécnico; si es Fin de curso y es un Centro educacional de la educación de jóvenes y adultos, se llenan los datos de Fin de curso para la educación de jóvenes y adultos. Toda esta información se entrega a la DME quien tiene cada vez que la DPE lo solicita, la información estadística sobre los datos del personal docente y no docente y los datos del movimiento de altas y bajas y asistencia del personal docente.

Cuando el centro educacional entrega la información estadística al DME, esta recibe información estadística de los centros educacionales y en dependencia del momento del curso escolar consolida los datos de inicio de curso, o consolida los datos de Fin de curso o consolida los datos del curso escolar actual y hace entrega del informe estadístico del municipio a la DPE quien recibe la información estadística de los municipios, y dependiendo del momento del curso consolida los datos de Inicio de curso o de Fin de curso o consolida los datos del curso actual.

El Departamento Provincial de Educación (DPE), entrega la información estadística de la provincia al MINED quien recibe la información estadística de las provincias y dependiendo del momento del curso en que las haya pedido, se consolidan los datos de inicio de curso o de fin de curso o se consolidan los datos del curso escolar actual y de ahí se consolidan los datos del curso escolar actual dando fin al proceso de Gestión estadístico del personal. El proceso cuenta con un flujo básico, 21 alternos y 2 paralelos.

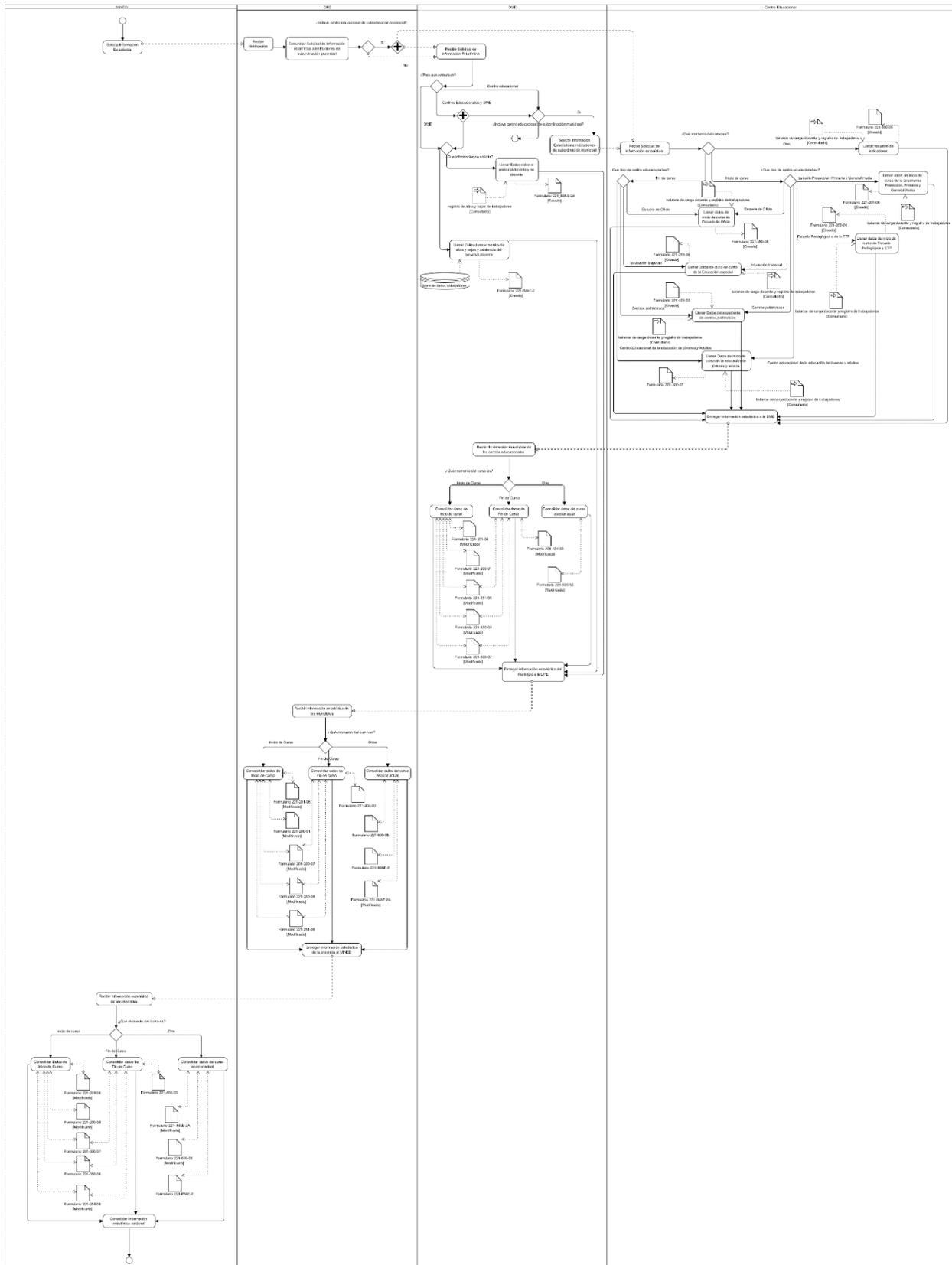


Figura 1. Diagrama del proceso de negocio Gestión Estadística del personal de la red de instituciones atendidas por el MINED. Elaboración propia

### 2.1.2 Modelo conceptual

Para un mayor entendimiento del problema se definen los términos más importantes asociados al dominio para la posterior confección del modelo (**Figura 2**):

- ✓ Persona: Se refiere a la persona dentro del sistema.
- ✓ Trámite: es el trámite que realiza una persona
- ✓ Vínculo persona-estructura: es el vínculo que tiene el personal directamente con el cuadro de mando.
- ✓ Estructura: línea que se sigue para hallar al jefe inmediato superior o ver en qué nivel se encuentra cada trabajador.
- ✓ Responsabilidad: es el cargo que se ocupa dentro del cuadro de mando.
- ✓ Plantilla: referido a la plantilla del trámite personal que tiene que hacer una persona.
- ✓ Estructura: la Unidad organizativa tiene una estructura.
- ✓ Centro Educativo: se refiere al centro educativo que se esté ejecutando en cada caso.
- ✓ Unidad Organizativa: grupo más pequeño en la educación formado por varios profesores en un claustro.
- ✓ Plan de estudio: es el plan de estudio de una asignatura en cuestión.
- ✓ Asignatura: Representa las asignaturas que imparte el profesor.
- ✓ Controles: asesoramiento realizado por parte de profesores que son jefes de cátedra, para velar por el correcto funcionamiento de otros profesores.
- ✓ Profesor: Relaciona los profesores que pertenecen a un claustro en un curso dentro de un centro educativo o unidad organizativa, con la(s) asignatura(s) imparte.
- ✓ Claustro: grupo de profesores que imparten una misma asignatura
- ✓ Personal: Se refiere al personal tanto docente como no docente de una institución educativa.

- ✓ Trámite personal: se refiere al trámite que realiza el personal tanto docente como no docente.
- ✓ Trabajador: Representa los miembros del claustro.
- ✓ Estado del trabajador: se refiere al estado del trabajador en su nómina como recurso humano disponible.
- ✓ Tipo de contrato: se refiere al tipo de contrato que el trabajador tiene con el centro.
- ✓ Registro de Trabajadores: es la nómina a la que accede el trabajador.
- ✓ Alta: se refiere a cuando ocurre un alta del personal
- ✓ Tipo de alta: puede ser a través de un contrato a tiempo parcial o a tiempo completo
- ✓ Procedencia: Origen, si viene o no de otra escuela o tipo de educación
- ✓ Baja Definitiva: cuando el personal pide la baja de la entidad.
- ✓ Tipo de baja: se refiere a los tipos que puede tener las bajas.
- ✓ Motivo de baja del trabajador: especifica el motivo de la baja de un trabajador del centro
- ✓ Cambio de Funciones: cuando un personal debe cambiar de funciones, ya sea porque va a ser cuadro o porque va para otras áreas de la docencia.
- ✓ Función: se refiere a la función específica del centro.
- ✓ Prestación Económica: cantidad de dinero limitada que se presta al personal con cualquier motivo.
- ✓ Motivo de la prestación: se refiere al motivo exacto de la prestación económica.
- ✓ Cambio de plaza: cuando el personal desea realizar un cambio de plaza dentro del mismo centro educacional.

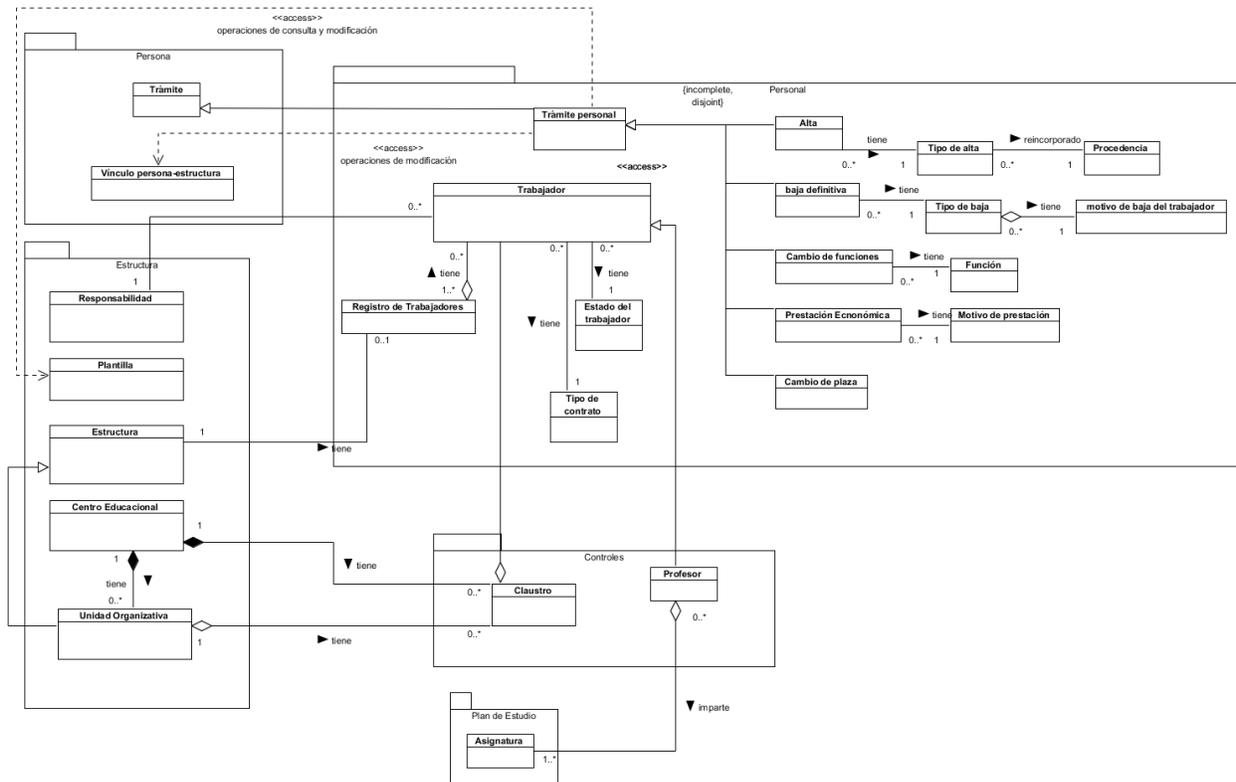


Figura 2. Diagrama de clases del modelo de dominio. Elaboración propia

## 2.2 Disciplina Requisitos

La ingeniería de requerimientos agrupa un conjunto de tareas que permite al analista plasmar con claridad los requerimientos realizados por el cliente de una manera clara la cual permite realizar un análisis de factibilidad de lo que se pretende desarrollar. Además, debe validar los requerimientos y administrarlo durante el desarrollo (Chaves, 2018)

### 2.2.1 Especificación de requisitos de software

La tarea del análisis de requisitos es un proceso de descubrimiento, refinamiento, modelado y especificación. Se refina en detalle el ámbito del software, y se crean modelos de los requisitos de datos, flujo de información y control, y del comportamiento operativo. Se analizan soluciones alternativas y se asignan a diferentes elementos del software. El análisis de requisitos permite al desarrollador o desarrolladores especificar la función y el rendimiento del software, indica la interfaz del software con otros elementos del sistema y establece las restricciones que debe cumplir el software (Roger & Bruce, 2019).

Para la realización del artefacto ingenieril Especificación del requisito de software, primeramente, se definió la descripción de la propuesta de solución. Esta expresa que es un sistema de gestión académica que permite gestionar información de los procesos académicos para contribuir a la toma de decisiones a partir del registro, control y seguimiento del tránsito del estudiante y el trabajador por los subsistemas del SNE que atiende el MINED. Para ello, debe gestionar, la estructura del SNE, los inmuebles, los centros, los planes de estudio, el calendario escolar, los procesos de la secretaría docente, los medios tecnológicos, las actividades laborales y productivas y el abastecimiento estudiantil. También brinda las estadísticas correspondientes a los modelos y formularios estadísticos del MINED.

Esta descripción permitió comprender el alcance del proyecto, lo cual contribuyó a la identificación de los requisitos funcionales (**Tabla 8**) y los no funcionales (Anexo RNF).

Los requisitos funcionales para un sistema refieren lo que el sistema debe hacer. Tales requerimientos dependen del tipo de software que se esté desarrollando, de los usuarios esperados del software y del enfoque general que adopta la organización cuando se escriben los requerimientos. Al expresarse como requerimientos del usuario, los requerimientos funcionales se describen por lo general de forma abstracta que entiendan los usuarios del sistema. Sin embargo, requerimientos funcionales más específicos del sistema detallan las funciones del sistema, sus entradas y salidas (Molina Hernández, 2019).

Se identificaron 17 requisitos funcionales (**Tabla 8**) de los cuáles 3 tienen complejidad Alta, 21 Media y 3 Bajas:

- RF1. Generar reporte de Composición General del personal: El sistema debe permitir generar un reporte estadístico sobre la composición general del personal en un curso escolar.
- RF2. Exportar a XLS Composición General del personal: El sistema debe permitir Exportar en archivo XLS sobre la composición general del personal.
- RF3. Exportar a PDF Composición General del personal: El sistema debe permitir Exportar en archivo PDF sobre la composición general del personal.
- RF4. Generar reporte de Maestros y Profesores por asignaturas: El sistema debe permitir generar un reporte de Maestros y Profesores por asignaturas.
- RF5. Exportar a XLS los Maestros y Profesores por asignaturas: El sistema debe permitir Exportar en archivo XLS sobre la composición general del personal.

- RF6. Exportar a PDF los Maestros y Profesores por asignaturas: El sistema debe permitir Exportar en archivo PDF sobre la composición general del personal.
- RF7. Generar reporte del Movimiento del personal: El sistema debe permitir generar un reporte sobre el Movimiento del personal.
- RF8. Exportar a XLS el Movimiento del personal: El sistema debe permitir Exportar en archivo XLS sobre la composición general del personal.
- RF9. Exportar a PDF el Movimiento del personal: El sistema debe permitir Exportar en archivo PDF sobre la composición general del personal.
- RF10. Filtrar Movimiento del personal: El sistema debe permitir Filtrar por Movimiento del personal.
- RF11. Filtrar Alta del Movimiento del personal: El sistema debe permitir Filtrar Alta por Movimiento del personal.
- RF12. Filtrar Baja del Movimiento del personal: El sistema debe permitir Filtrar Baja por Movimiento del personal.
- RF13. Filtrar por Provincia, municipio o Tipo de Centro Educativo: El sistema debe permitir Filtrar por Provincia, Municipio o Tipo de Centro Educativo.
- RF14. Generar reporte total de trabajadores: El sistema debe permitir generar un reporte total de trabajadores.
- RF15. Exportar a XLS reporte total de trabajadores: El sistema debe permitir Exportar en archivo XLS sobre la composición general del personal.
- RF16. Exportar a PDF reporte total de trabajadores: El sistema debe permitir Exportar en archivo PDF sobre la composición general del personal.
- RF17. Filtrar reporte total de trabajadores: El sistema debe permitir Filtrar por Reporte total de trabajadores.

Los requisitos no funcionales no se relacionan directamente con los servicios específicos que el sistema entrega a sus usuarios. Pueden relacionarse con propiedades emergentes del sistema, como fiabilidad, tiempo de respuesta y uso de almacenamiento. De forma alternativa, pueden definir restricciones sobre la implementación del sistema, como las capacidades de los dispositivos I/O las representaciones de datos usados en las interfaces con otros sistemas (Molina Hernández, 2019) .

Se identificaron 12 Requisitos no funcionales, ver **Tabla 9**.

### **Portabilidad**

RNF1. Sistema operativo: Mac, Windows 7, 10,11 o cualquier versión Linux.

RNF2. Servidor de bases de datos relacional *PostgreSQL* v10.

RNF3. Estos deben contar con un navegador web (Navegadores web: Firefox v38.0 o posterior, Chrome v45.0 o posterior y Opera v30.0 o posterior).

RNF4. PC con memoria RAM de 856mb, Disco Duro: 10GB y microprocesador: 2 x 400 GHz, como valores mínimos para poder acceder al sistema como cliente.

RNF5. Red de cable para todos los servidores: 10Mbytes/100Mbytes/1000Mbytes.

RNF6. El sistema será accesible desde estaciones de trabajo de escritorio, *laptop*, *tablets* y *smartphone*.

### **Seguridad**

RNF7. El usuario navegará en el sistema teniendo en cuenta el rol que tiene asignado.

### **Usabilidad**

RNF8. La interfaz de usuario del portal debe contar con un diseño “Responsive” con el objetivo de garantizar la adecuada visualización de este en múltiples computadoras personales, tabletas y teléfonos inteligentes

RNF9. El sistema debe presentar una interfaz agradable e intuitiva para el usuario.

RNF10. El sistema debe tener visibilidad en los principales navegadores web como Chrome v.45, Firefox v.38, Safari v.9, Opera v.30.

### **Eficiencia de desempeño**

RNF11. Se recomienda tener instalado un sistema operativo Windows 7 o superior, o cualquier sistema operativo de la familia GNU/Linux (KDE Plasma), ya que permite ser versátil y adaptar el proyecto como se desee.

RNF12. El tiempo de demora de una petición al servidor debe ser menor de ocho (8) segundos aproximadamente.

## 2.2.2 Descripción de Requisitos por Procesos

Según la metodología de desarrollo seleccionada, en su escenario número 3 cada requisito funcional se encapsula utilizando el artefacto ingenieril Descripción de requisitos por procesos (DRP). En concordancia con lo anterior, se realizan 27 DRP, una por cada requisito funcional. A continuación, se presenta la DRP correspondiente al requisito funcional Exportar a PDF el Movimiento del personal (**Tabla 2**) que tiene una complejidad Alta.

Tabla 2. Descripción de Requisito por proceso Exportar a PDF el movimiento del personal

<b>Precondiciones</b>		Debe haber un usuario autenticado con permiso a la funcionalidad.
<b>Flujo de eventos</b>		
<b>Flujo básico Exportar trabajadores de alta</b>		
1.	Se selecciona la funcionalidad Exportar, siguiendo la ruta módulo Estadísticas / AF Personal / Movimiento / PDF.	
2.	El sistema genera en PDF el reporte que se obtuvo en FORTES_Levantamiento_AKADEMOS_MINED_DRP_Generar_reporte_movimiento_del_personal.odt.	
3.	Si selecciona una opción fuera de estas, se concluye el requisito.	
<b>Pos-condiciones</b>		
1.	Se exportó el reporte movimiento del personal en un documento PDF.	
<b>Flujos alternativos</b>		
N/A		
<b>Pos-condiciones</b>		
1	N/A	
<b>Validaciones</b>		
1	Estructura	Muestra la estructura seleccionada en FORTES_Levantamiento_AKADEMOS_MINED_DRP_Generar_reporte_movimiento_del_personal.odt.
2	Municipio	Muestra el <b>municipio</b> de la estructura registrada en <b>Estructura</b> y seleccionada en FORTES_Levantamiento_AKADEMOS_MINED_DRP_Generar_reporte_movimiento_del_personal.odt.
3	Provincia	Muestra la <b>provincia</b> de la estructura registrada en <b>Estructura</b> y seleccionada en FORTES_Levantamiento_AKADEMOS_MINED_DRP_Generar_reporte_movimiento_del_personal.odt.
4	Check Nacional	Se muestra marcado si la estructura seleccionada en FORTES_Levantamiento_AKADEMOS_MINED_DRP_Generar_reporte_movimiento_del_personal.odt tiene <b>nivel</b> Nacional.
5	Tabla filtros	Muestra los filtros generales aplicados en FORTES_Levantamiento_AKADEMOS_MINED_DRP_Generar_reporte_movimiento_del_personal.odt. Atributos que se muestran como columnas de la tabla: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Filtro y valor</li> </ul> Se muestran organizados por el orden en que fueron aplicados.
6	Periodo	Muestra la <b>fecha_inicio</b> y la <b>fecha_fin</b> seleccionadas en FORTES_Levantamiento_AKADEMOS_MINED_DRP_Generar_reporte_movimiento_del_personal.odt.
7	Tabla Movimiento del	Atributos que se muestran como columnas de la tabla:

	personal por tipo de centro educacional	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concepto</li> <li>• Total</li> <li>• Tipo de centro educacional (una columna por cada tipo de centro educacional)</li> </ul>
8	Tabla Movimiento del personal por educación	Atributos que se muestran como columnas de la tabla: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Concepto</li> <li>• Total</li> <li>• Educación (una columna por cada Educación)</li> </ul>
9	Tabla Movimiento del personal por periodo lectivo	Atributos que se muestran como columnas de la tabla: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Concepto</li> <li>• Total</li> <li>• Periodo lectivo (una columna por cada Periodo lectivo)</li> </ul>
10	Tabla Movimiento del personal por responsabilidad	Atributos que se muestran como columnas de la tabla: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Concepto</li> <li>• Total</li> <li>• Responsabilidad (una columna por cada Responsabilidad)</li> </ul>
11	Confeccionado por	Muestra los nombres y apellidos de la persona registrada en <b>Persona</b> a la cual corresponde el usuario que ejecutó el requisito.
12	Cargo del confeccionado por	Muestra la <b>responsabilidad</b> del <b>trabajador</b> que ejecutó el requisito y que tenga un <b>Registro_Trabajador</b> donde <b>alta</b> tenga valor 1 (Sí) y <b>estructura</b> sea igual a la seleccionada en FORTES_Levantamiento_AKADEMOS_MINED_DRP_Generar_reporte_movimiento_del_personal.odt.
13	Generado el	Fecha en la cual se ejecuta el requisito.
14	Fila Total de trabajadores al inicio del período	<p>Muestra la cantidad de trabajadores de alta de la estructura seleccionada y sus subordinadas en la <b>fecha_inicio</b> del periodo seleccionado. Se calcula de la siguiente forma:</p> $y = \sum_{n=1}^k f(a, b)_n$ $f(a, b) = \begin{cases} 1, & \sum_{n=1}^m a_n - \sum_{n=1}^p b_n \geq 1 \\ 0, & \sum_{n=1}^m a_n - \sum_{n=1}^p b_n = 0 \end{cases}$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>y \in \mathbb{N}</math>, total de trabajadores al principio del periodo</li> <li>• <math>k \in \mathbb{N}</math>, cantidad de personas registradas en Persona que tienen al menos un trámite de alta registrado en <b>Tramite_alta</b> con <math>fecha_{alta} \leq fecha\ de\ inicio\ del\ periodo\ seleccionado</math></li> <li>• <i>por el usuario</i></li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>f(a, b) \in \{0 (baja); 1(alta)\}</math>, situación laboral de la persona</li> <li>• <math>m \in \mathbb{N}</math>, cantidad de trámites registrados en <b>Alta_Trabajador</b> de un trabajador registrado en <b>Persona</b> y con <math>fecha_{alta} \leq fecha \text{ de inicio del periodo seleccionado por el usuario}</math></li> <li>• <math>a \in \mathbb{N}</math>, trámite de alta registrado en <b>Alta_Trabajador</b> de un trabajador registrado en <b>Persona</b> y con <math>fecha_{alta} \leq fecha \text{ de inicio del periodo seleccionado por el usuario}</math></li> <li>• <math>p \in \mathbb{N}</math>, cantidad de trámites registrados en <b>Baja_Trabajador</b> de una persona registrada en <b>Persona</b> y con <math>fecha_{baja} \leq fecha \text{ de inicio del periodo seleccionado por el usuario}</math></li> <li>• <math>b \in \mathbb{N}</math>, trámite de baja registrado en <b>Baja_Trabajador</b> de un trabajador registrado en <b>Persona</b> y con <math>fecha_{baja} \leq fecha \text{ de inicio del periodo seleccionado por el usuario}</math></li> </ul>
15	Fila Total de altas	Muestra la cantidad de trámites de alta registrados en <b>Alta_Trabajador</b> con $fecha \text{ de inicio del periodo seleccionado} \leq fecha_{alta} \leq fecha \text{ de fin del periodo seleccionado}$ .
16	Filas tipo de alta	Muestra la cantidad de trámites de alta registrados en <b>Alta_Trabajador</b> de cada <b>tipo_alta</b> con $fecha \text{ de inicio del periodo seleccionado} \leq fecha_{alta} \leq fecha \text{ de fin del periodo seleccionado}$ .
17	Filas procedencia	Muestra la cantidad de trámites de alta registrados en <b>Alta_Trabajador</b> de cada <b>procedencia</b> de cada <b>tipo_alta</b> con $fecha \text{ de inicio del periodo seleccionado} \leq fecha_{alta} \leq fecha \text{ de fin del periodo seleccionado}$ .
18	Total de bajas	Muestra la cantidad de trámites de baja registrados en <b>Baja_Trabajador</b> con $fecha \text{ de inicio del periodo seleccionado} \leq fecha_{baja} \leq fecha \text{ de fin del periodo seleccionado}$ .
19	Filas tipo de baja	Muestra la cantidad de trámites de baja registrados en <b>Baja_Trabajador</b> de cada <b>tipo_baja</b> con $fecha \text{ de inicio del periodo seleccionado} \leq fecha_{baja} \leq fecha \text{ de fin del periodo seleccionado}$ .
20	Filas motivo de baja	Muestra la cantidad de trámites de baja registrados en <b>Baja_Trabajador</b> de cada <b>motivo_baja_trabajador</b> de

		<p>cada <b>tipo_baja</b>  con <i>fecha de inicio del periodo seleccionado</i> <math>\leq</math>  <b>fecha_baja</b> <math>\leq</math> <i>fecha de fin del periodo seleccionado</i>.</p>
21	Total de trabajadores al final del periodo	<p>Muestra la cantidad de trabajadores de alta de la estructura seleccionada y sus subordinadas en la fecha de fin del periodo seleccionado. Se calcula de la siguiente forma:</p> $z = y + \sum_{n=1}^q f(c, d)_n$ $f(c, d) = \begin{cases} 1, & \sum_{n=1}^h c_n - \sum_{n=1}^j d_n \geq 1 \\ 0, & \sum_{n=1}^h c_n - \sum_{n=1}^j d_n = 0 \end{cases}$ <p>Donde sea:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>z \in \mathbb{N}</math> el total de trabajadores al final del periodo</li> <li>• <math>y \in \mathbb{N}</math> el total de trabajadores al inicio del periodo (ver validación Total de trabajadores al inicio del periodo)</li> <li>• <math>q \in \mathbb{N}</math>, cantidad de personas registradas en Persona que tienen al menos un trámite de alta registrado en <b>Tramite_alta</b> con <i>fecha de inicio del periodo seleccionado por usuario</i> <math>&lt;</math> <b>fecha_alta</b> <math>\leq</math> <i>fecha de fin del periodo seleccionado por usuario</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>f(c, d) \in \{0 (baja); 1 (alta)\}</math>, situación laboral de la persona</li> <li>• <math>h \in \mathbb{N}</math>, cantidad de trámites registrados en <b>Alta_Trabajador</b> de un trabajador registrado en <b>Persona</b> y con <i>fecha de inicio del periodo seleccionado por usuario</i> <math>&lt;</math> <b>fecha_alta</b> <math>\leq</math> <i>fecha de fin del periodo seleccionado por usuario</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>c \in \mathbb{N}</math>, trámite de alta registrado en <b>Alta_Trabajador</b> de un trabajador registrado en <b>Persona</b> y con <i>fecha de inicio del periodo seleccionado por usuario</i> <math>&lt;</math> <b>fecha_alta</b> <math>\leq</math> <i>fecha de fin del periodo seleccionado por usuario</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>j \in \mathbb{N}</math>, cantidad de trámites registrados en <b>Baja_Trabajador</b> de una persona registrada en</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>

		<p><b>Persona</b> y con <i>fecha de inicio del periodo seleccionado</i></p> <p>por usuario &lt; <b>fecha_baja</b> <math>\leq</math> <i>fecha de fin del periodo seleccionado por usuario</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>d \in \mathbb{N}</math>, trámite de baja registrado en <b>Baja_Trabajador</b> de un trabajador registrado en <b>Persona</b> y con <i>fecha de inicio del periodo seleccionado</i> por usuario &lt; <b>fecha_baja</b> <math>\leq</math> <i>fecha de fin del periodo seleccionado por usuario</i></li> </ul>
22	Inactivos	<p>Muestra la cantidad de trabajadores de alta con <b>estado_trabajador</b> inactivo de la estructura seleccionada y sus subordinadas en la fecha de fin del periodo seleccionado. Se calcula de la siguiente forma:</p> $e = \sum g$ <p>Donde sea:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>e \in \mathbb{N}</math>, el total de trabajadores inactivos al final del periodo</li> <li><math>g \in \mathbb{N}</math> persona registrada en <b>Persona</b> con al menos un trámite de prestación económica registrado en <b>Prestacion_Economica</b> con <b>fecha_inicio</b> <math>\leq</math> <i>fecha de fin del periodo seleccionado por usuario</i> &lt; <b>fecha_fin</b></li> </ul>
23	Activos	<p>Muestra la cantidad de trabajadores de alta con <b>estado_trabajador</b> activo u otras funciones de la estructura seleccionada y sus subordinadas en la fecha de fin del periodo seleccionado. Se calcula de la siguiente forma:</p> $c = z - e$ <p>Donde sea:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>c \in \mathbb{N}</math> el total de trabajadores activos al final del periodo</li> <li><math>e \in \mathbb{N}</math> el total de trabajadores inactivos al final del periodo (ver validación Inactivos)</li> <li><math>z \in \mathbb{N}</math> el total de trabajadores al final del periodo (ver validación Total de trabajadores al final del periodo)</li> </ul>
24	Columna Total	Muestra la suma de los valores numéricos de cada fila.
25	Gráfico de pastel Movimiento del personal	<p>Muestra la cantidad de movimientos del personal en el periodo seleccionado por el usuario.</p> <p>Atributos que se muestran en el gráfico:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Altas (ver validación de Total de altas)</li> <li>Bajas (ver validación de Total de bajas)</li> </ul>
26	Gráfico de pastel Total de trabajadores	<p>Muestra la cantidad de trabajadores al final del periodo seleccionado por el usuario.</p> <p>Atributos que se muestran en el gráfico:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Activos (ver validación de Activos)</li> <li>Inactivos (ver validación de Inactivos)</li> </ul>
27	Gráfico de pastel Altas	<p>Muestra la cantidad de trámites de alta registrados en el periodo seleccionado por el usuario.</p> <p>Atributos que se muestran en el gráfico:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Tipo de alta (ver validación de Filas tipo de alta)</li> </ul>
28	Gráfico de pastel de un tipo de alta con procedencias	Muestra la cantidad de trámites de alta de un tipo de alta con procedencias asociadas y registrados en el periodo seleccionado

	asociadas	por el usuario. Atributos que se muestran en el gráfico: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Procedencia (ver validación Filas procedencia)</li> </ul>
29	Gráfico de pastel Bajas	Muestra la cantidad de trámites de baja registrados en el periodo seleccionado por el usuario. Atributos que se muestran en el gráfico: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de baja (ver validación de Filas tipo de baja)</li> </ul>
30	Gráfico de pastel de un tipo de baja con motivo de baja	Muestra la cantidad de trámites de baja de un tipo de baja con motivos de baja asociados y registrados en el periodo seleccionado por el usuario. Atributos que se muestran en el gráfico: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Motivo de baja (ver validación Filas motivo de baja)</li> </ul>
31	Gráfico de pastel Total de trabajadores por educación	Muestra por educación la cantidad de trabajadores al final del periodo seleccionado por el usuario (ver validación Tabla movimiento del personal por educación). Atributos que se muestran en el gráfico: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Educación</li> </ul>
32	Gráfico de pastel Altas por educación	Muestra por educación la cantidad de trámites de alta registrados en el periodo seleccionado por el usuario (ver validación Tabla movimiento del personal por educación). Atributos que se muestran en el gráfico: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Educación</li> </ul>
33	Gráfico de pastel de un tipo de alta con procedencias asociadas por educación	Muestra por educación la cantidad de trámites de alta de un tipo de alta con procedencias asociadas y registrados en el periodo seleccionado por el usuario (ver validación Tabla movimiento del personal por educación). Atributos que se muestran en el gráfico: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Educación</li> </ul>
34	Gráfico de pastel Bajas por educación	Muestra por educación la cantidad de trámites de baja registrados en el periodo seleccionado por el usuario (ver validación Tabla movimiento del personal por educación). Atributos que se muestran en el gráfico: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Educación</li> </ul>
35	Gráfico de pastel de un tipo de baja con motivo de baja por educación	Muestra por educación la cantidad de trámites de baja de un tipo de baja con motivos de baja asociados y registrados en el periodo seleccionado por el usuario (ver validación Tabla movimiento del personal por educación). Atributos que se muestran en el gráfico: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Educación</li> </ul>
36	Gráfico de pastel Total de trabajadores por tipo de centro educacional	Muestra por tipo de centro educacional la cantidad de trabajadores al final del periodo seleccionado por el usuario (ver validación Tabla movimiento del personal por tipo de centro educacional). Atributos que se muestran en el gráfico: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de centro educacional</li> </ul>
37	Gráfico de pastel Altas por tipo de centro educacional	Muestra por tipo de centro educacional la cantidad de trámites de alta registrados en el periodo seleccionado por el usuario (ver validación Tabla movimiento del personal por tipo de centro educacional). Atributos que se muestran en el gráfico: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de centro educacional</li> </ul>
38	Gráfico de pastel de un tipo de alta con procedencias asociadas por tipo de centro educacional	Muestra por tipo de centro educacional la cantidad de trámites de alta de un tipo de alta con procedencias asociadas y registrados en el periodo seleccionado por el usuario (ver validación Tabla movimiento del personal por tipo de centro

		educacional). Atributos que se muestran en el gráfico: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de centro educacional</li> </ul>
39	Gráfico de pastel Bajas por tipo de centro educacional	Muestra por tipo de centro educacional la cantidad de trámites de baja registrados en el periodo seleccionado por el usuario (ver validación Tabla movimiento del personal por tipo de centro educacional). Atributos que se muestran en el gráfico: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de centro educacional</li> </ul>
40	Gráfico de pastel de un tipo de baja con motivo de baja por tipo de centro educacional	Muestra por tipo de centro educacional la cantidad de trámites de baja de un tipo de baja con motivos de baja asociados y registrados en el periodo seleccionado por el usuario (ver validación Tabla movimiento del personal por tipo de centro educacional). Atributos que se muestran en el gráfico: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de centro educacional</li> </ul>
41	Gráfico de pastel Total de trabajadores por periodo lectivo	Muestra por periodo lectivo la cantidad de trabajadores al final del periodo seleccionado por el usuario (ver validación Tabla movimiento del personal por periodo lectivo). Atributos que se muestran en el gráfico: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Periodo lectivo</li> </ul>
42	Gráfico de pastel Altas por periodo lectivo	Muestra por periodo lectivo la cantidad de trámites de alta registrados en el periodo seleccionado por el usuario (ver validación Tabla movimiento del personal por periodo lectivo). Atributos que se muestran en el gráfico: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Periodo lectivo</li> </ul>
43	Gráfico de pastel de un tipo de alta con procedencias asociadas por periodo lectivo	Muestra por periodo lectivo la cantidad de trámites de alta de un tipo de alta con procedencias asociadas y registrados en el periodo seleccionado por el usuario (ver validación Tabla movimiento del personal por periodo lectivo). Atributos que se muestran en el gráfico: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Periodo lectivo</li> </ul>
44	Gráfico de pastel Bajas por periodo lectivo	Muestra por periodo lectivo la cantidad de trámites de baja registrados en el periodo seleccionado por el usuario (ver validación Tabla movimiento del personal por periodo lectivo). Atributos que se muestran en el gráfico: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Periodo lectivo</li> </ul>
45	Gráfico de pastel de un tipo de baja con motivo de baja por periodo lectivo	Muestra por periodo lectivo la cantidad de trámites de baja de un tipo de baja con motivos de baja asociados y registrados en el periodo seleccionado por el usuario (ver validación Tabla movimiento del personal por periodo lectivo). Atributos que se muestran en el gráfico: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Periodo lectivo</li> </ul>
46	Gráfico de pastel Total de trabajadores por responsabilidad	Muestra por responsabilidad la cantidad de trabajadores al final del periodo seleccionado por el usuario (ver validación Tabla movimiento del personal por responsabilidad). Atributos que se muestran en el gráfico: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Responsabilidad</li> </ul>
47	Gráfico de pastel Altas por responsabilidad	Muestra por responsabilidad la cantidad de trámites de alta registrados en el periodo seleccionado por el usuario (ver validación Tabla movimiento del personal por responsabilidad). Atributos que se muestran en el gráfico: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Responsabilidad</li> </ul>
48	Gráfico de pastel de un tipo de alta con procedencias	Muestra por responsabilidad la cantidad de trámites de alta de un tipo de alta con procedencias asociadas y registrados en el

	asociadas por responsabilidad	periodo seleccionado por el usuario (ver validación Tabla movimiento del personal por responsabilidad). Atributos que se muestran en el gráfico: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Responsabilidad</li> </ul>
49	Gráfico de pastel Bajas por responsabilidad	Muestra por responsabilidad la cantidad de trámites de baja registrados en el periodo seleccionado por el usuario (ver validación Tabla movimiento del personal por responsabilidad). Atributos que se muestran en el gráfico: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Responsabilidad</li> </ul>
50	Gráfico de pastel de un tipo de baja con motivo de baja por responsabilidad	Muestra por responsabilidad la cantidad de trámites de baja de un tipo de baja con motivos de baja asociados y registrados en el periodo seleccionado por el usuario (ver validación Tabla movimiento del personal por responsabilidad). Atributos que se muestran en el gráfico: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Responsabilidad</li> </ul>
<b>Conceptos</b>	<b>Persona</b>	<b>Visibles en la interfaz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• N/A</li> </ul> <b>Utilizados internamente:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• primer_nombre</li> <li>• segundo_nombre</li> <li>• primer_apellido</li> <li>• segundo_apellido</li> </ul>
	<b>Registro_Trabajador</b>	<b>Visibles en la interfaz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• N/A</li> </ul> <b>Utilizados internamente:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• trabajador</li> <li>• estructura</li> <li>• responsabilidad</li> <li>• alta</li> </ul>
	<b>Estructura</b>	<b>Visibles en la interfaz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• N/A</li> </ul> <b>Utilizados internamente:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre</li> </ul>
	<b>Tipo_Estructura</b>	<b>Visibles en la interfaz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• N/A</li> </ul> <b>Utilizados internamente:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• nombre</li> <li>• nivel</li> </ul>
	<b>Centro_Educacional</b>	<b>Visibles en la interfaz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• N/A</li> </ul> <b>Utilizados internamente:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• nombre</li> <li>• tipo_centro_educacional</li> <li>• configuración_especialidad</li> </ul>
	<b>Configuracion_Especialidad</b>	<b>Visibles en la interfaz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• N/A</li> </ul> <b>Utilizados internamente:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Educación</li> </ul>
	<b>Educacion</b>	<b>Visibles en la interfaz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• N/A</li> </ul> <b>Utilizados internamente:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Educación</li> </ul>

<b>Tipo_Centro_Educacional</b>	<b>Visibles en la interfaz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• N/A</li> </ul> <b>Utilizados internamente:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre</li> </ul>
<b>Responsabilidad</b>	<b>Visibles en la interfaz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• N/A</li> </ul> <b>Utilizados internamente:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• nombre_responsabilidad</li> </ul>
<b>Periodo_Lectivo</b>	<b>Visibles en la interfaz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• N/A</li> </ul> <b>Utilizados internamente:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• periodo_lectivo</li> </ul>
<b>Tramite_Trabajador</b>	<b>Visibles en la interfaz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• N/A</li> </ul> <b>Utilizados internamente:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• trabajador</li> <li>• tramite</li> <li>• fecha_fin_tramite</li> </ul>
<b>Alta_Trabajador</b>	<b>Visibles en la interfaz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• N/A</li> </ul> <b>Utilizados internamente:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tramite_trabajador</li> <li>• fecha_alta</li> <li>• tipo_alta</li> <li>• procedencia</li> </ul>
<b>Tipo_Alta</b>	<b>Visibles en la interfaz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• N/A</li> </ul> <b>Utilizados internamente:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tipo_alta</li> </ul>
<b>Procedencia</b>	<b>Visibles en la interfaz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• N/A</li> </ul> <b>Utilizados internamente:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Procedencia</li> </ul>
<b>Baja_Trabajador</b>	<b>Visibles en la interfaz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• N/A</li> </ul> <b>Utilizados internamente:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tramite_trabajador</li> <li>• fecha_baja</li> <li>• tipo_baja</li> <li>• motivo_baja_trabajador</li> </ul>
<b>Tipo_Baja</b>	<b>Visibles en la interfaz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• N/A</li> </ul> <b>Utilizados internamente:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tipo_baja</li> </ul>
<b>Motivo_Baja_Trabajador</b>	<b>Visibles en la interfaz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• N/A</li> </ul> <b>Utilizados internamente:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Motivo</li> </ul>
<b>Prestacion_Economica</b>	<b>Visibles en la interfaz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• N/A</li> </ul> <b>Utilizados internamente:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• fecha_inicio</li> <li>• fecha_fin</li> </ul>

	<b>Estado_Trabajado</b>	<b>Visibles en la interfaz:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>N/A</li> </ul> <b>Utilizados internamente:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>estado_trabajador</li> </ul>
<b>Requisitos especiales</b>	N/A	
<b>Asuntos pendientes</b>	N/A	
<b>Prototipo elemental de interfaz gráfica de usuario</b>		
N/A		

### 2.2.3 Salida del sistema

Para describir los documentos que exporta el sistema, se utiliza el artefacto ingenieril Salida del sistema. En este caso, se realizan 14. A continuación, se presenta la Salida del sistema correspondiente al requisito funcional Exportar a PDF el Movimiento del personal (**Tabla 3** y **Tabla 4**).

Tabla 3. Salida del sistema Movimiento del personal en formato PDF. Elementos a mostrar en las tablas

Elementos a mostrar		
<b>Título</b>		
<b>Dimensiones</b>	<b>Ancho</b>	26.00 cm
	<b>Largo</b>	20.50 cm
<b>Fuente</b>	<b>Tipo</b>	Times New Roman
	<b>Tamaño</b>	10
	<b>Color</b>	Negro
	<b>Alineación</b>	A la izquierda
<b>Párrafo</b>	<b>Interlineado</b>	Sencillo
	<b>Espacio entre párrafos</b>	Sencillo
	<b>Columnas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estructura</li> <li>Municipio</li> <li>Provincia</li> <li>Nacional</li> </ul>
<b>Elementos a mostrar</b>	<b>Filas</b>	N/A
<b>Cálculos sobre campos</b>	N/A	
<b>Valores a destacar</b>	N/A	
<b>Fuente de datos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estructura</li> </ul>	
Elementos a mostrar		
<b>Título</b>	N/A	
<b>Dimensiones</b>	<b>Ancho</b>	26.00 cm
	<b>Largo</b>	N/A
<b>Fuente</b>	<b>Tipo</b>	Times New Roman
	<b>Tamaño</b>	10
	<b>Color</b>	Negro
	<b>Alineación</b>	A la izquierda
<b>Párrafo</b>	<b>Interlineado</b>	Sencillo

	<b>Espacio entre párrafos</b>	Sencillo
<b>Elementos a mostrar</b>	<b>Columnas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Filtro (se refiere al filtro aplicado al listado que se está exportando)</li> </ul>
	<b>Filas</b>	N/A
<b>Cálculos sobre campos</b>	N/A	
<b>Valores a destacar</b>	N/A	
<b>Fuente de datos</b>	N/A	
<b>Elementos a mostrar</b>		
<b>Título</b>	N/A	
<b>Dimensiones</b>	<b>Ancho</b>	N/A
	<b>Largo</b>	20.50 cm
<b>Fuente</b>	<b>Tipo</b>	Times New Roman
	<b>Tamaño</b>	10
	<b>Color</b>	Negro
	<b>Párrafo</b>	
<b>Párrafo</b>	<b>Alineación</b>	A la izquierda
	<b>Interlineado</b>	Sencillo
	<b>Espacio entre párrafos</b>	Sencillo
<b>Elementos a mostrar</b>	<b>Columnas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entidad (se refiere a tipo de estructura)</li> <li>Total</li> <li>Categoría persona <ul style="list-style-type: none"> <li>Total</li> <li>Activos</li> <li>En otras funciones</li> <li>Inactivos</li> </ul> </li> </ul>
	<b>Filas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Subordinación local <ul style="list-style-type: none"> <li>Tipo de estructura (se refiere a los tipos de estructura con categoría Estructura organizativa y nivel Base, Municipal o Provincial)</li> <li>Total</li> </ul> </li> <li>Subordinación Nacional <ul style="list-style-type: none"> <li>Tipo de estructura (se refiere a los tipos de estructura con categoría Estructura organizativa y nivel Nacional)</li> <li>Total</li> </ul> </li> <li>Total general del Ministerio de Educación <ul style="list-style-type: none"> <li>Total general</li> </ul> </li> </ul>
<b>Cálculos sobre campos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Total (columna)</li> <li>Total (columna dentro de Categoría de persona)</li> <li>Activos</li> <li>En otras funciones</li> <li>Inactivos</li> <li>Total (fila dentro de subordinación local)</li> <li>Total (fila dentro de subordinación Nacional)</li> <li>Total General</li> </ul>	
<b>Valores a destacar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Total (fila dentro de subordinación local)</li> <li>Total (fila dentro de subordinación Nacional)</li> <li>Total General</li> </ul>	

<b>Fuente de datos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Registro_Trabajador</li> <li>• Tramite_Trabajador</li> <li>• Estructura</li> <li>• Tipo_Estructura</li> </ul>
------------------------	--

Tabla 4. Salida del sistema movimiento del personal en formato PDF. Elementos a mostrar en gráficos

<b>Elementos a mostrar</b>	
<b>Título</b>	Trabajadores por estado
<b>Dimensiones</b>	<b>Ancho</b> 8.0 cm
	<b>Largo</b> 7.0 cm
<b>Fuente</b>	<b>Tipo</b> Times New Roman
	<b>Tamaño</b> 10
	<b>Color</b> Negro
<b>Tipo</b>	Pastel
<b>Elementos a mostrar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cantidad de trabajadores con estado activo</li> <li>• Cantidad de trabajadores con estado en otras funciones</li> <li>• Cantidad de trabajadores con estado inactivo</li> </ul>
<b>Fuente de datos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tramite_Trabajador</li> <li>• Alta_Trabajador</li> <li>• Prestacion_Economica</li> <li>• Cambio_Funciones</li> </ul>
<b>Elementos a mostrar</b>	
<b>Título</b>	Trabajadores por subordinación
<b>Dimensiones</b>	<b>Ancho</b> 8.0 cm
	<b>Largo</b> 7.0 cm
<b>Fuente</b>	<b>Tipo</b> Times New Roman
	<b>Tamaño</b> 10
	<b>Color</b> Negro
<b>Tipo</b>	Pastel
<b>Elementos a mostrar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cantidad de trabajadores de alta con subordinación local (se refiere a que el nivel del tipo de estructura de la estructura donde el trabajador está de alta es base, municipal o provincial)</li> <li>• Cantidad de trabajadores de alta con subordinación nacional (se refiere a que el nivel del tipo de estructura de la estructura donde el trabajador está de alta es nacional)</li> </ul>
<b>Fuente de datos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tramite_Trabajador</li> <li>• Alta_Trabajador</li> <li>• Prestacion_Economica</li> <li>• Cambio_Funciones</li> <li>• Estructura</li> <li>• Tipo_Estructura</li> </ul>
<b>Elementos a mostrar</b>	
<b>Título</b>	Trabajadores por tipo de estructura
<b>Dimensiones</b>	<b>Ancho</b> 8.0 cm
	<b>Largo</b> 7.0 cm
<b>Fuente</b>	<b>Tipo</b> Times New Roman

	<b>Tamaño</b>	10
	<b>Color</b>	Negro
<b>Tipo</b>	Barras (horizontal)	
<b>Elementos a mostrar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cantidad de trabajadores de alta por tipo de estructura</li> </ul>	
<b>Fuente de datos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tramite_Trabajador</li> <li>• Alta_Trabajador</li> <li>• Prestacion_Economica</li> <li>• Cambio_Funciones</li> <li>• Estructura</li> <li>• Tipo_Estructura</li> </ul>	
<b>Elementos a mostrar</b>		
<b>Título</b>	Trabajadores por categoría	
<b>Dimensiones</b>	<b>Ancho</b>	8.0 cm
	<b>Largo</b>	N/A
<b>Fuente</b>	<b>Tipo</b>	Times New Roman
	<b>Tamaño</b>	10
	<b>Color</b>	Negro
<b>Tipo</b>	Barras	
<b>Elementos a mostrar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cantidad de trabajadores de alta por categoría</li> </ul>	
<b>Fuente de datos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tramite_Trabajador</li> <li>• Alta_Trabajador</li> <li>• Prestacion_Economica</li> <li>• Cambio_Funciones</li> <li>• Responsabilidad</li> <li>• Categoría</li> </ul>	

### 2.3 Disciplina Análisis y diseño

En la disciplina Análisis y diseño, si se considera necesario, los requisitos pueden ser refinados y estructurados para conseguir una comprensión más precisa de estos, y una descripción que sea fácil de mantener y ayude a la estructuración del sistema (incluyendo su arquitectura). Además, en esta disciplina se modela el sistema y su forma (incluida su arquitectura) para que soporte todos los requisitos, incluyendo los requisitos no funcionales. Los modelos desarrollados son más formales y específicos que el de análisis. (Universidad de las Ciencias Informáticas, 2015)

Como parte de esta disciplina, se seleccionan los estándares de codificación establecidos por la UCI para los lenguajes seleccionados que se utilizan en la implementación de la propuesta de solución. Estos estándares comprenden todos los aspectos de la generación de código. Reflejan un estilo armonioso estableciendo como operar con la base de código existente. Igualmente, facilitan que el código generado se encuentre bien organizado, sea comprensible y sencillo y

permita detectar errores rápidamente. De esta forma, se obtiene una aplicación eficiente en términos de mantenimiento y extensión de acuerdo a las nuevas necesidades que surjan en el negocio. se asume como estándar de codificación del proyecto. (Mar Cornelio, Bron Fonseca, & Gulín González, 2020)

### **2.3.1 Definición de arquitectura de software**

La arquitectura microservicios permite un desarrollo desacoplado de componentes con independencia del lenguaje o tecnología. Estos componentes pueden ser integrados a la solución con gran facilidad. Esto se debe a que este tipo de arquitectura funciona como un conjunto de pequeños servicios que se ejecutan de manera independiente y autónoma, proporcionando una funcionalidad de negocio completa. (Ramírez, 2021)

Establece la construcción de una aplicación como un conjunto de servicios. Cada uno de ellos es independiente del otro por lo que pueden escribirse en lenguajes diferentes. También pueden ser mantenidos por equipos diferentes. Lo anterior, permite resolver problemas cuando se escalan soluciones a partir del incremento del procesamiento necesario para el servicio específico que lo esté requiriendo y no de otros que no lo necesitan. (Contreras, 2018)

Los microservicios han permitido crear infraestructuras adaptables y flexibles, de manera que, si se desea modificar solamente un servicio, no es necesario alterar el resto de la infraestructura. Cada uno de los servicios se puede desplegar y modificar sin que ello afecte a otros servicios o aspectos funcionales de la aplicación. (Ramírez, 2021)

Este tipo de arquitectura puede combinarse con el patrón arquitectónico N-capas. Este se caracteriza por organizar los componentes del sistema en capas con responsabilidades bien definidas y donde las capas del nivel más alto invocan los servicios de las del nivel inferior. (Ramírez, 2021)

En XAUCE AKADEMOS se han diseñado 5 capas (Martínez Montero, 2022):

### Patrón arquitectónico N-Capas

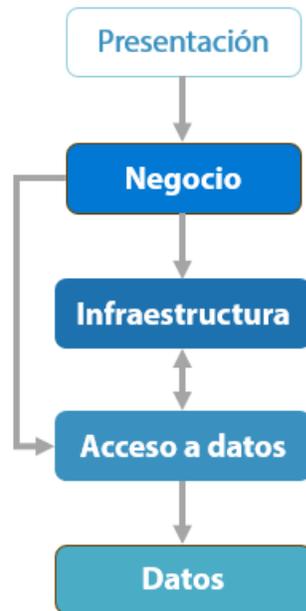


Figura 3. Patrón arquitectónico N-capas. Elaboración propia

- ✓ **Presentación:** Es la encargada de representar la información deseada y la entrada de datos
- ✓ **Negocio:** Se encarga de procesar la información a insertar o mostrar y provee los servicios web. Maneja la información proveniente tanto de la capa de acceso a datos como de presentación.
- ✓ **Infraestructura:** Proporciona las migraciones los componentes del *framework*, la seguridad y el *core* de la aplicación.
- ✓ **Acceso a datos:** Proporciona acceso simplificado a los datos almacenado en la base de datos del sistema.
- ✓ **Datos:** Representa la base de datos del sistema.

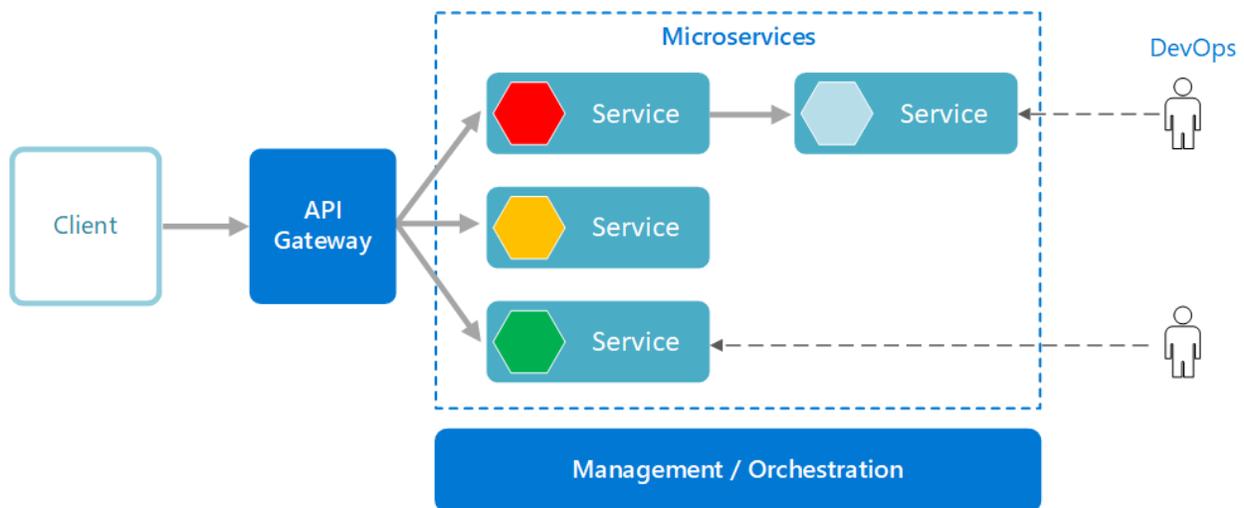


Figura 4. Arquitectura Microservicios. (Microsoft, 2023)

En la propuesta de solución se utiliza microservicios como tipo de arquitectura y n-capas como patrón arquitectónico. De esta forma, se mantienen estos mismos elementos de la arquitectura de XAUCE AKADEMOS. También se pueden realizar cambios en la propuesta de solución que sean implementados de forma fácil y rápida sin afectar al sistema.

### 2.3.2 Modelo de diseño

Un patrón de diseño, describe una estructura que resuelve un problema de diseño en particular dentro de un contexto específico y en medio de fuerzas que pueden tener un impacto en la manera en que se aplica y utiliza el patrón para la elaboración de los diagramas del diseño. Los patrones generales de software para asignar responsabilidad (GRASP por sus siglas en inglés *General Responsibility Assignment Software Patterns*) describen los principios fundamentales de la asignación de responsabilidades a objetos, expresados en forma de patrones. (Refactoring.guru, 2023) (Larman C. , 2003)

Dentro de los patrones GRASP utilizados para el diseño del módulo se encuentran los siguientes (Dias, 2017):

- ✓ Experto: Este principio sugiere que una clase debería ser responsable de una tarea si tiene la información necesaria para realizar esa tarea de manera efectiva. En otras palabras, la responsabilidad debe asignarse a la clase que tenga la información más relevante.

- ✓ Creador: Este patrón permite crear objetos de una clase determinada. Es utilizado en la mayoría de las clases controladoras para crear instancias a formularios y entidades, para la vista del usuario.
- ✓ Controlador: El Controlador es una clase que se encarga de coordinar y gestionar las interacciones entre objetos y actúa como punto de entrada para las solicitudes del sistema. Es responsable de controlar el flujo de trabajo y la coordinación entre objetos.
- ✓ Alta cohesión: Este patrón se basa en lograr que la complejidad sea lo más manejable posible
- ✓ Bajo Acoplamiento: Este se basa en soportar baja dependencia e incrementar la reutilización. El bajo Acoplamiento indica que tan fuertemente está conectada una clase con otra, tiene conocimiento de, o influye sobre otra clase, una clase con bajo acoplamiento no depende de otras clases.

Los patrones GOF (por sus siglas en inglés The Gang of Four), por su parte, son aquellos que describen soluciones simples y elegantes a problemas específicos en el diseño de software orientado a objetos (Larman C. , 2021):

- ✓ Singleton (Instancia Única): Es un patrón GOF de creación, recibe su nombre debido a que sólo se puede tener una única instancia para toda la aplicación de una determinada clase, esto se logra restringiendo la libre creación de instancias de esta clase mediante el operador new e imponiendo un constructor privado y un método estático para poder obtener la instancia. La intención de este patrón es garantizar que solamente pueda existir una única instancia de una determinada clase y que exista una referencia global en toda la aplicación.
- ✓ Compositivo: Es un patrón GOF de tipo estructural, este patrón permite crear y manejar estructuras de objetos en forma de árbol, en las que un objeto puede contener a otro(s).

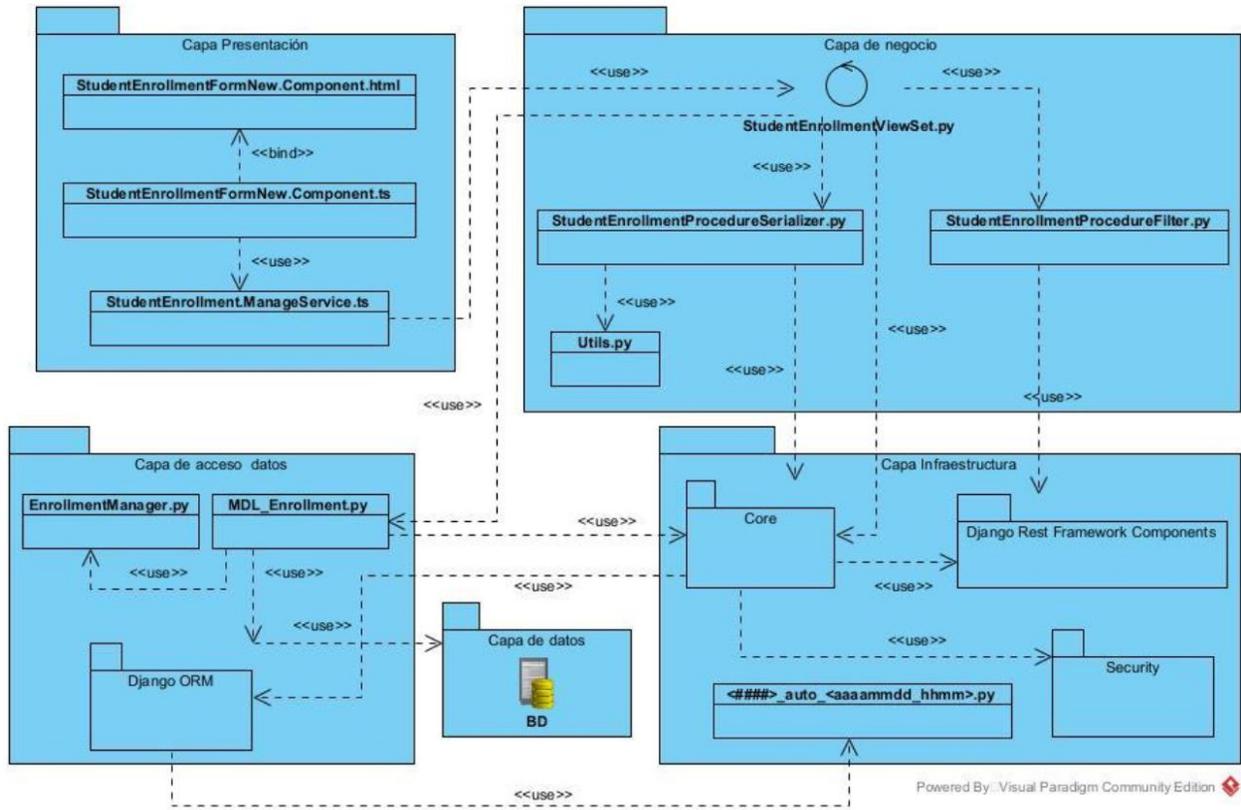


Figura 5. Diagrama de clases del diseño Generar reporte Movimiento del personal. Elaboración propia.

El empleo de estos patrones en el diseño de la propuesta de solución permite establecer una estructura sólida, clara y organizada. Ello facilita la colaboración, la mantenibilidad, la escalabilidad y la calidad del componente de reportes para obtener información estadística del personal en XAUCE AKADEMOS para el MINED. La Figura 5 evidencia la utilización de estos patrones dentro del tipo de arquitectura y el patrón arquitectónico seleccionados.

### 2.3.3 Diseño de casos de prueba

Tabla 5. Generar Movimiento del personal. Elaboración propia

Escenario	Descripción	Fecha de Inicio	Fecha de Fin	Nivel	Estructura	Respuesta del sistema	Flujo central
EC 1.1 Opción Acceder al módulo movimiento del personal	El usuario abre el módulo movimiento del personal dentro de personal del módulo estadísticas	N/A	N/A	N/A	N/A	El sistema debe permitir que el usuario vea los campos que tiene que llenar como son Fecha de Inicio, Fecha de Fin, Nivel, Estructura	-Abrir Movimiento del Personal
EC 1.2 Información incompleta	Existen datos incompletos.	V	V	I	I	El sistema señala el/los campo(s) obligatorio(s) que no hayan sido introducidos y muestra debajo de ellos el mensaje de error: "Campo obligatorio".	Abrir Movimiento del personal/Llenar los campos
		V	I	V	V		
		I	I	I	I		
		I	V	V	V		
		I	V	I	I		
EC 1.3 Opción Generar	El usuario introduce los datos para generar el movimiento del personal con los campos llenos correctamente y selecciona la opción Generar.	V	V	V	V	El sistema valida los datos, brinda la información al usuario y muestra la pantalla del módulo Generar Movimiento del Personal.	Abrir Movimiento del personal/Llenar los campos/Generar Reporte sobre Movimiento del Personal

Tabla 6. Descripción de las variables. Elaboración propia

No	Nombre de campo	Clasificación	Valor Nulo	Descripción
1	Fecha de Inicio	Campo de Calendario	No	Campo obligatorio que representa la fecha de inicio por la cual se va a generar el reporte del movimiento del personal. La Fecha es válida siempre y cuando esté registrada en la Base de Datos
2	Fecha de Fin	Campo de Calendario	No	Campo obligatorio que representa la fecha fin por la cual se va a generar el reporte del movimiento del personal. La Fecha es válida siempre y cuando esté registrada en la Base de Datos
3	Nivel	Campo de texto	No	Campo obligatorio que existe para poder generar una Estructura. Los caracteres solo pueden ser Nivel Básico, Municipal, Provincial, Local y Nacional
4	Estructura	Campo de texto	No	Campo obligatorio que existe para poder generar la Estructura.

## 2.4 Disciplina Implementación

En la disciplina Implementación, a partir de los resultados de la disciplina Análisis y diseño se construye el sistema. En esta disciplina el nivel de prueba que se ejecuta es el de componente y se realizan pruebas unitarias. (Universidad de las Ciencias Informáticas, 2015)

En este caso, se implementan los 17 requisitos identificados (Epígrafe 0). Para ello, se parte de las descripciones correspondientes a cada uno de ellos (Epígrafe 0) y las salidas del sistema (Epígrafe 0). Igualmente, se utilizan los diagramas de clases del diseño para asegurar la correcta utilización del tipo de arquitectura, el patrón arquitectónico y los patrones de diseño definidos (Epígrafes 0 y 0) a partir de la definición de las clases como componentes de software.

También se realizan pruebas unitarias y funcionales a nivel de componente. Para las pruebas unitarias fue necesario programar varios casos de prueba y para las funcionales se utilizan los DCP realizados anteriormente (Epígrafe 0). Los resultados de ambas pruebas no fueron documentados, siguiendo las pautas de AUP en su variante UCI (UCI, 2010).

## **2.5 Conclusiones del capítulo**

El negocio a informatizar tiene 16 formularios estadísticos como salidas. Muchos de estos formularios recopilan los mismos datos estadísticos, pero están orientados a diferentes educaciones. El modelo de sistema de la propuesta de solución comprende 17 RF y 12 RNF que fusionan dichos formularios en 4 reportes.

Para darle soporte a estos requisitos, se considera que lo más adecuado es utilizar la arquitectura de microservicios con el patrón arquitectónico n-capas y los estándares de codificación que utiliza dicha aplicación. En consecuencia, el componente implementado permite obtener información estadística del personal a diferentes niveles de dirección, a partir de los datos registrados en XAUCE AKADEMOS y la personalización de los reportes.

## **CAPÍTULO 3: PRUEBAS**

El presente capítulo muestra la estrategia de pruebas de software diseñada y su aplicación. Para ello, se reflejan los niveles de pruebas, los tipos de pruebas, métodos de pruebas y técnicas de pruebas que se utilizan. Igualmente, se exponen los resultados de las pruebas realizadas, evidenciando el correcto funcionamiento del sistema a partir de la corrección de los defectos identificados.

### **3.1 Pruebas de calidad de software**

El concepto de calidad de software ha sido definido como la concordancia con los requisitos funcionales y de rendimiento explícitamente establecidos con los estándares de desarrollo documentados y con las características implícitas que se esperan de todo software desarrollado profesionalmente (Roger & Bruce, 2019). Es sinónimo de eficiencia, flexibilidad, corrección, confiabilidad, mantenibilidad, portabilidad, usabilidad, seguridad e integridad. De acuerdo con el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) es el grado con el que un sistema, componente o proceso cumple los requerimientos especificados y las necesidades o expectativas del cliente o usuario. (Montañez, 2006)

La etapa de pruebas es una de las más costosas del ciclo de vida software. En sentido estricto, deben realizarse pruebas de todos los artefactos generados durante la construcción de un producto, lo que incluye especificaciones de requisitos, casos de uso, diagramas de diversos tipos y, por supuesto, el código fuente y el resto de productos que forman parte de la aplicación. Obviamente, se aplican diferentes técnicas de prueba a cada tipo de producto software (USAOLA, 2017). En todos los equipos de desarrollo deben existir personas encargadas de ello, las cuales se guían por un plan de pruebas que permite velar por la calidad del software. (Vega, 2010) (47)

Las pruebas es una actividad en la cual un sistema o componente es ejecutado bajo unas condiciones o requerimientos específicos, los resultados son observados y registrados, y una evaluación es hecha de algún aspecto del sistema o componente (48) (Prado, 2007). Se definen como el proceso de ejercitar o evaluar el sistema, por medios manuales o automáticos, para verificar que satisface los requerimientos o, para identificar diferencias entre los resultados esperados y los que producen el sistema (Rojas, 2007).

Estas pruebas abarcan cualquier estado del desarrollo del sistema, desde su creación hasta su puesta en producción. Se pueden ejecutar de manera automática, para determinar en cualquier

momento si se tiene una aplicación estable o si, por el contrario, el cambio en una parte ha afectado a otras partes. (Jorge Turrado, 2020).

### 3.1.1 Niveles de prueba

Cuando se le van a aplicar pruebas a un software, se tienen en cuenta una serie de objetivos en diferentes escenarios y niveles de trabajo, debido a que las pruebas son agrupadas por niveles que se encuentran en distintas etapas del proceso de desarrollo (Club, 2019). Estos niveles se caracterizan con los siguientes elementos:

- ✓ Objetivos específicos
- ✓ Objeto de prueba
- ✓ Base de prueba
- ✓ Defectos y fallos típicos
- ✓ Enfoques y responsabilidades

Según ISTQB, los niveles de prueba son (Renzo Cerquozzi, 2023):

- ✓ Nivel de pruebas de componente: Se centran en probar componentes de forma aislada en el software (por ejemplo, módulos, programas, objetos, clases, etc.). A menudo requiere soporte específico, como herramientas de prueba o *frameworks* de pruebas unitarias. Las pruebas de componentes normalmente las realizan los desarrolladores en sus entornos de desarrollo. En el sistema se probó con el comando: `python3 server/manage.py test procedure.api.test.test_procedure_worker`, en este caso es para la prueba del procedimiento del trabajador
- ✓ Nivel de pruebas de integración: Se centran en probar las interfaces y las interacciones entre componentes. Dependen, en gran medida, de los enfoques de la estrategia de integración, como ascendente, descendente o big-bang.
- ✓ Nivel de pruebas de sistema: se centran en el comportamiento y las capacidades generales de un sistema o producto completo, y a menudo incluyen pruebas funcionales de tareas de un extremo a otro y pruebas no funcionales de características de calidad. Para algunas características de calidad no funcionales, es preferible probarlas en un sistema completo en un entorno de prueba representativo (por ejemplo, usabilidad). También es posible utilizar simulaciones de subsistemas. Las pruebas del sistema pueden ser realizadas por un equipo de pruebas independiente y están relacionadas con

las especificaciones del sistema. En el sistema de probó con el comando: coverage run -  
-source='.' manage.py test --settings base.settings\_dev --failfast --verbosity=2

- ✓ Nivel de pruebas de aceptación: se centran en la validación y en demostrar la preparación para la implementación, lo que significa que el sistema satisface las necesidades comerciales del usuario. Idealmente, las pruebas de aceptación deberían ser realizadas por los usuarios previstos. Las principales formas de pruebas de aceptación son: pruebas de aceptación del usuario (UAT), pruebas de aceptación operativa, pruebas de aceptación contractuales y regulatorias, pruebas alfa y pruebas beta.

### 3.1.2 Tipo de prueba

Los tipos de pruebas de software que se le realizan a la propuesta de solución fueron:

- ✓ Pruebas funcionales: Es un tipo de prueba de software por el cual el sistema se prueba contra los requisitos / especificaciones funcionales. Las funciones (o características) se prueban al alimentarlas con entrada y examinar la salida. Las pruebas funcionales garantizan que la aplicación cumpla correctamente con los requisitos. Este tipo de prueba no se refiere a cómo se produce el procesamiento, sino a los resultados del procesamiento. Simula el uso real del sistema, pero no hace suposiciones de la estructura del sistema. Durante las pruebas funcionales, se utiliza la técnica de prueba de caja negra en la que el probador desconoce la lógica interna del sistema que se está probando. (community, 2019)
- ✓ Pruebas de usabilidad: Son técnicas formales que tienen como objetivo estudiar la usabilidad de una aplicación en un entorno real con usuarios reales (ISO 9241, 2006). Usabilidad se define como el grado en el que un producto puede ser utilizado por usuarios para conseguir objetivos específicos con efectividad, eficiencia y satisfacción en un determinado contexto de uso. Son una forma de medir el número de errores que puede una persona, presentar al usar un objeto hecho por el hombre, como puede ser una página web, una interfaz de usuario, un documento o un dispositivo.

Existen varias técnicas para medir la usabilidad del software, entre las que se encuentran (community, 2019):

- ✓ Entrevistas individuales: las entrevistas individuales se refieren normalmente a hablar con un usuario a la vez cara a cara, por teléfono, o con la mensajería instantánea u otros medios asistidos por ordenador. Estas entrevistas no tienen que ver con mirar una obra

de usuario. Por lo tanto, esto es diferente de entrevistar a los usuarios en una sesión de pruebas de usabilidad o la realización de entrevistas contextuales.

- ✓ Evaluación heurística: una evaluación heurística es un método de inspección de usabilidad de software que ayuda a identificar problemas en la interfaz de usuario. En concreto, supone que los evaluadores examinan y juzgan su conformidad con los principios reconocidos los cuales son llamados también heurísticas de usabilidad. Las evaluaciones heurísticas generalmente se llevan a cabo por un pequeño grupo (de uno a tres) de probadores, los cuales de forma independiente examinan una interfaz de usuario y juzgan el cumplimiento de un conjunto de principios de usabilidad. El resultado de este análisis es una lista de problemas.
- ✓ Cuestionarios: existen varios tipos de cuestionarios, actualmente los más usados con fines de usabilidad son los cuestionarios en línea para los cuales se estructuran las entrevistas con los usuarios, donde se muestran una lista de preguntas y respuestas.
- ✓ Pruebas de confirmación: Se utiliza para probar un producto de software nuevamente, para validar la precisión de los resultados de sus pruebas y para garantizar la rectificación de todos los errores anteriores encontrados en el sistema o sus componentes. En este tipo de pruebas, los casos de prueba que antes eran efectivos en la detección de defectos en el producto de software, se ejecutan nuevamente una vez que se solucionan los errores en el producto. Esto se hace para garantizar que el producto de software que no pudo pasar los casos de prueba ahora puede pasar estos casos de prueba después de aplicar las correcciones en el producto de software para eliminar errores. (ProfessionalQA.com, 2019)
- ✓ Pruebas de regresión: Es un tipo de prueba de software que pretende garantizar que los cambios en el software no lo hayan afectado negativamente. La probabilidad de que algún cambio en el código afecte a las funcionalidades que no están directamente asociadas con el código siempre está ahí y es esencial que se realicen pruebas de regresión para asegurarse de que arreglar una cosa no haya roto otra. Durante las pruebas de regresión, los nuevos casos de prueba no se crean, pero los casos de prueba creados previamente se vuelven a ejecutar. (Software Testing, 2019). En el sistema se probó con el comando: `python server/manage.py test core.api.test.test_export` en este caso para el exportar y con el comando `python server/manage.py test core.api.test` para todo el módulo.

### 3.1.3 Métodos y técnicas de prueba

Un método de prueba es un procedimiento definitivo que produce un resultado de prueba. Se puede probar cualquier producto de ingeniería en dos formas: conociendo la función específica para la cual fue diseñado el mismo y conociendo el funcionamiento del producto. Al primer enfoque se le denomina prueba de caja negra y al segundo, prueba de caja blanca (Roger & Bruce, 2019).

- ✓ **Pruebas de caja blanca:** También conocido como Prueba de caja clara, Prueba de caja abierta, Prueba de caja de vidrio, Prueba de caja transparente, Prueba basada en código o Prueba estructural es un método de prueba de software en el que el probador conoce la estructura / diseño / implementación interna del elemento que se está probando. El probador elige entradas para realizar recorridos a través del código y determina las salidas apropiadas. El conocimiento de programación y el conocimiento de implementación son esenciales. La prueba de caja blanca se realiza para probar más allá de la interfaz del usuario (Software Testing, 2019). Dentro de las pruebas de caja blanca se incluyen las técnicas de prueba que son descritas a continuación (Pérez, 2001):
- ✓ **Flujo de control:** en estas pruebas se quiere encontrar errores en la parte lógica del programa, utilizando las condiciones simples operador-relación o con condiciones complejas.
- ✓ **Flujo de datos:** por medio de esta técnica se hace la selección más adecuada del flujo de datos, para llegar a una resolución correcta, esto para probar las variables y definiciones en el programa.
- ✓ **Ruta básica:** esta prueba lo que demuestra es el conjunto de pasos base del programa, lo que quiere lograr es que cada sentencia de código se ejecute mínimo una vez. (Scribd, 2019)
- ✓ **Bifurcación (*branch testing*):** como lo dice su título, es ligado a una bifurcación o para bucles. Con ella podemos definir si algún bucle esta correctamente implementado y si las líneas de código donde exista una condición es la mejor opción o si debería ser cambiada.
- ✓ **Pruebas de caja negra:** También conocido como Pruebas de comportamiento es un método de prueba de software en el que el probador no conoce la estructura interna diseño/ implementación del elemento que se está probando. Estas pruebas pueden ser funcionales o no funcionales, aunque generalmente son funcionales (community S. T.,

2020). Dentro de las pruebas de caja negra se incluyen las técnicas de prueba que son descritas a continuación:

- ✓ **Partición de Equivalencia:** divide el dominio de entrada de un programa en un número finito de variables de equivalencia. Se definen dos tipos de variables de equivalencia, las válidas, que representan entradas válidas al programa, y las no válidas, que representan valores de entrada erróneos, aunque pueden existir valores no relevantes a los que no sea necesario proporcionar un valor real de dato.
- ✓ **Análisis de valores límites:** prueba la habilidad del programa para manejar datos que se encuentran en los límites aceptables.
- ✓ **Grafos Causa-Efecto:** permite validar complejos conjuntos de acciones y condiciones.

### 3.2 Estrategia de prueba

En la presente investigación, se define una estrategia de prueba (Tabla 7) para comprobar la calidad intrínseca de la propuesta de solución y que cumpla con las necesidades del cliente. Comprende los niveles de prueba componente, integración y aceptación. Estos niveles de prueba se realizan dentro de las disciplinas Implementación, Pruebas internas y Pruebas de aceptación de la metodología de desarrollo AUP en su variante UCI.

En la disciplina Implementación, se planifican pruebas unitarias y funcionales a nivel de componente. En la de Pruebas internas, por su parte, se proyecta la ejecución de pruebas funcionales, de portabilidad, de seguridad, de usabilidad y de carga y estrés a nivel de integración. Por otro lado, en la disciplina Pruebas de aceptación se programan pruebas funcionales a nivel de aceptación.

*Tabla 7. Estrategia de pruebas de la propuesta de solución. Elaboración propia.*

Nivel de prueba	Tipo de prueba	Método de prueba	Técnica de prueba
Componente	Unitaria	Caja blanca	Prueba y cobertura de decisión
	Funcional	Caja negra	Partición de equivalencia
Integración	Funcional	Caja negra	Partición de equivalencia

	Portabilidad	Basado en la experiencia	Pruebas basadas en listas de comprobación
	Seguridad	Basado en la experiencia	Pruebas basadas en listas de comprobación
	Usabilidad	Basado en la experiencia	Pruebas basadas en listas de comprobación
	Carga	Caja negra	Análisis de valores límites
	Estrés	Caja negra	Análisis de valores límites
Aceptación	Funcional	Caja negra	Partición de equivalencia

### 3.3 Pruebas en la disciplina implementación

En la implementación con los resultados del análisis y diseño se desarrolla el sistema en término de componentes, es decir, ficheros de código fuente, scripts, ficheros de código binario, ejecutables y similares. En este flujo de trabajo se realizan pruebas a nivel de componente. Cada programador es responsable de probar las unidades que produzca. El resultado final de este flujo de trabajo es un sistema ejecutable (Cidecame, 2019).

En concordancia con lo anterior, se realizan pruebas unitarias y funcionales a nivel de componente como parte de la disciplina Implementación. Para la realización de estas pruebas a la propuesta de solución una vez implementada, se implementan varios test y se utilizan las herramientas pyTest 7.0 que provee Django Rest Framework, así como Postman 1.1.3. En cambio, durante las pruebas funcionales se utilizan los DCP realizados anteriormente para determinar los casos de prueba a probar.

En ambos casos y siguiendo las pautas de AUP en su variante UCI, estas pruebas se ejecutan por el programador al concluir la implementación de cada DRP e inmediatamente este corrige los errores detectados por él mismo. A continuación, se vuelve a probar el requisito hasta que no

se detecten defectos. Luego se pasa a implementar el próximo DRP y se repite el ciclo. Lo anterior, unido a que el expediente de desarrollo 5.0 no provee artefacto alguno para recoger las no conformidades detectadas durante estas pruebas, los resultados no son documentados.

### **3.4 Disciplina Pruebas internas**

En la disciplina Pruebas internas se verifica el resultado de la implementación probando cada construcción, incluyendo tanto las construcciones internas como intermedias, así como las versiones finales a ser liberadas. Se deben utilizar artefactos de prueba como: diseños de casos de prueba, listas de chequeo y, de ser posible, componentes de prueba ejecutables para automatizar las pruebas. (Universidad de las Ciencias Informáticas, 2015)

Como parte de esta disciplina se realizaron pruebas de integración ver Tabla 7

Las pruebas de usabilidad dieron como resultado el chequeo listas de comprobación diseñadas por la dirección de calidad de la UCI. De ella, solo se utilizaron aquellos ítems que se relacionan con los requisitos no funcionales de usabilidad identificados en la disciplina de Requisitos (Tabla 9)

En cuanto a las pruebas funcionales, se realizaron para evaluar el correcto funcionamiento de las distintas funcionalidades del sistema, asegurando que cumplieran con los requisitos establecidos.

Las pruebas de portabilidad se enfocaron en verificar la capacidad del sistema para ser ejecutado en diferentes plataformas y entornos, garantizando su compatibilidad y adaptabilidad.

Las pruebas de seguridad se llevaron a cabo para evaluar la robustez y confidencialidad del sistema, identificando posibles vulnerabilidades y asegurando la protección de la información sensible.

Por otro lado, las pruebas de carga se realizaron para evaluar el rendimiento del sistema bajo condiciones de carga máxima, asegurando su capacidad de respuesta y estabilidad.

Finalmente, las pruebas de estrés se llevaron a cabo con el objetivo de evaluar el comportamiento del sistema frente a situaciones extremas, como picos de tráfico o altas cargas de trabajo. Los resultados de estas pruebas proporcionaron información crucial sobre la capacidad de resistencia y recuperación del sistema en escenarios adversos.

### **3.5 Disciplina Pruebas de aceptación**

En la disciplina Pruebas de aceptación, se realiza la prueba final antes del despliegue del sistema. Su objetivo es verificar que el software está listo y que puede ser usado por usuarios finales para ejecutar aquellas funciones y tareas para las cuales fue construido. (Universidad de las Ciencias Informáticas, 2015)

### **3.6 Conclusiones del capítulo**

El componente de reportes para obtener información estadística del personal en XAUCE AKADEMOS para el MINED cumple con los requisitos funcionales y no funcionales identificados, descritos e implementados durante el proceso de desarrollo de software llevado a cabo durante la presente investigación. La propuesta de solución también es aceptada por el cliente por lo que queda garantizado el cumplimiento de las necesidades del cliente.

## CONCLUSIONES GENERALES

- ✓ La mayoría de componentes estudiados que generan información estadística, permiten personalizar los reportes mediante el filtrado de la información por diferentes criterios y utilizan gráficos de pastel, gráficos de barra y tablas. Las tecnologías más adecuadas para desarrollar el componente que se propone son las que se utilizan para desarrollar XAUCE AKADEMOS porque se garantiza la compatibilidad con el resto de los componentes y la continuidad del desarrollo del sistema, a pesar de los cambios que pueda sufrir el equipo de proyecto y poseen una amplia comunidad que les da soporte.
- ✓ El componente de reportes para obtener información estadística del personal en XAUCE AKADEMOS para el MINED tiene 27 Diagrama de Requisitos por Procesos, 27 Diseños de casos de prueba, una Definición de la arquitectura, un Modelo de diseño y el código fuente de acuerdo con la metodología de desarrollo de software AUP en su variante UCI.
- ✓ El componente de reportes para obtener información estadística del personal en XAUCE AKADEMOS para el MINED es aceptada por el cliente porque cumple con los requisitos funcionales y no funcionales identificados y garantiza el cumplimiento de sus necesidades.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1ra Conferencia Del PCC. (28 de enero de 2012). *Granma*. Obtenido de Granma: <https://www.granma.cu/granmad/secciones/1ra-conferencia-pcc/objetivos.html>
- Adams, A. (2021). Using statistical information for educational development. En E. Research (Ed.). *Educational Research*. Recuperado el 14 de mayo de 2023
- Agresti, A. (2018). *An Introduction to Categorical Data Analysis*. New York: John Wiley & Sons. Obtenido de <https://www.wiley.com/en-us/Categorical+Data+Analysis%2C+3rd+Edition-p-9780470463635>
- AKADEMOS, X. (10 de septiembre de 2023). *XAUCE*. Obtenido de XAUCE AKADEMOS 1.0: <https://www.uci.cu/investigacion-y-desarrollo/productos/xauce/xauce-akademos-10>
- Anderson, D., Sweeney, D., & Williams, T. (2019). *Estadística para Administración y Economía. 16 ta Edición Revisada*. Cengage Learning Editores. Recuperado el 12 de septiembre de 2023
- Andrew, F. (2022). *The Best Project Management Software of 2022" de PCMag*. Recuperado el 24 de abril de 2023, de <https://www.pcmag.com/picks/the-best-project-management-software>
- Angular. (10 de 2023). *Angular*. Obtenido de Angular: <https://angular.io/>
- Banco Mundial Cuba. (2019). *Informe de Política de Desarrollo*. . Recuperado el 13 de abril de 2023, de <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/31480>
- Brown, T., O'Kane, P., McCracken, M., & Mazudar, B. (2019). (PDF) Performance Management: A Systematic Review of the Literature and an Agenda for Future Research. En *Performance Management* (págs. 582–597). Bahamas. Recuperado el 26 de abril de 2023
- Capgemini. (2015). *Digital Transformation: A roadmap for billion-dollar organizations*. Recuperado el 8 de mayo de 2023, de [Digital Thttps://www.capgemini.com/consulting/wp-content/uploads/sites/30/2017/07/digital\\_transformation\\_roadmap.pdf](https://www.capgemini.com/consulting/wp-content/uploads/sites/30/2017/07/digital_transformation_roadmap.pdf)
- Cardero, A. (2022). Componente para la obtención de información estadística en forma de reportes en el Sistema de Gestión Académica XAUCE AKADEMOS para el MINED. (RCCI, Ed.) *RCCI*, 54. Recuperado el 12 de septiembre de 2023
- Chaves, M. A. (2018). *La ingeniería de requerimientos y su importancia en el desarrollo de proyectos de software* (Vol. 2). Madrid.
- Cidecame. (26 de mayo de 2019). Obtenido de <http://cidecame.uaeh.edu.mx>
- Club, J. (2019). Proceso de prueba de software. *Joven Club*, 30. Obtenido de <https://revista.jovenclub.cu/proceso-de-prueba-de-un-software/>
- Cochran, W. (1977). *Sampling Techniques*. New York. New York: Wiley.
- community. (27 de mayo de 2019). *Software Testing*. Obtenido de <http://softwaretestingfundamentals.com/functional-testing/>
- community, P. (5 de 2023). *Python*. Obtenido de Python: <https://www.python.org/>
- community, S. T. (12 de mayo de 2020). *Software Testing*. Obtenido de <http://softwaretestingfundamentals.com/black-box-testing/>
- community, v. (10 de 2023). *Visual Studio Code*. Obtenido de Visual Studio Code: <https://code.visualstudio.com/>
- comunity. (22 de abril de 2019). *USABILITY*. Obtenido de [<http://Usability.gov.>]
- Contreras, D. A. (2018). Arquitectura de microservicios. *Tecnología Investigación y Academia*, 6(1), 36-46.
- Devore, J. (2015). *Probability and Statistics for Engineering and the Sciences*. California: Cengage Learning.
- Dias, A. (9 de 2017). *Cartagena99*. Obtenido de Cartagena 99: <https://www.cartagena99.com/recursos/alumnos/apuntes/Patrones%20de%20Diseno.pdf>

- Digital Transformation. McKinsey & Company. (2018). Obtenido de <https://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/digital-transformation>
- Django Rest Framework*. (10 de 2023). Obtenido de Django Rest Framework: <https://www.django-rest-framework.org/>
- Esposito, M. (2016). *What is Digital Transformation?* Recuperado el 3 de mayo de 2023, de [https://www.huffpost.com/entry/what-is-digital-transformation\\_b\\_57a9a15ce4b0b770b1a434ce](https://www.huffpost.com/entry/what-is-digital-transformation_b_57a9a15ce4b0b770b1a434ce)
- Fernández, G., & José, M. (2015). *Ciudades Inteligentes: La Mitificación de Las Nuevas Tecnologías Como Respuesta a Los Retos de Las Ciudades Contemporáneas*.
- Field, A. (2017). *Discovering statistics using IBM SPSS Statistics*. New York: Sage publications. Recuperado el 24 de abril de 2023, de <https://us.sagepub.com/en-us/nam/discovering-statistics-using-ibm-spss-statistics/book257672>
- Field, A., Miles, J., & Field, Z. (2012). *Discovering Statistics Using R. EEUU*. Rothinham: Sage publications. Recuperado el 26 de abril de 2023, de <https://studysites.sagepub.com/dsur/>
- Fowler, F. J. (2013). *Survey Research Methods*. Québec: SAGE Publications.
- Freud, J., & Perles, B. (2003). *Estadística Para Negocios y Economía*. Oklahoma: Prentice Hall.
- García, E., & Martínez, E. (2019). Statistical data in educational decision-making. *Journal of Educational Administration*. Recuperado el 15 de mayo de 2023
- Gelman, A., & Jennifer, H. (2006). *Data Analysis Using Regression and Multilevel/Hierarchical Models*. Cambridge: Cambridge University. Obtenido de [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=c9xLKzZWoz4C&oi=fnd&pg=PR17&dq=Data+analysis+using+regression+and+multilevel/hierarchical+models&ots=bcU5L0Qota&sig=\\_Qa3sbJP-L\\_Slc018ISZ3RPK9IA#v=onepage&q=Data%20analysis%20using%20regression%20and%20multilevel%](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=c9xLKzZWoz4C&oi=fnd&pg=PR17&dq=Data+analysis+using+regression+and+multilevel/hierarchical+models&ots=bcU5L0Qota&sig=_Qa3sbJP-L_Slc018ISZ3RPK9IA#v=onepage&q=Data%20analysis%20using%20regression%20and%20multilevel%20)
- Git*. (9 de 2023). Obtenido de Git community: <https://git-scm.com/>
- Grolemund, G., & Wickham, H. (2017). *R for Data Science: Import, Tidy, Transform, Visualize, and Model Data*, (First Edition. ed., Vol. 1). Harlington: O'Reilly Media, Inc. Obtenido de [https://batrachos.com/sites/default/files/pictures/Books/Wickham\\_Grolemund\\_2017\\_R%20for%20Data%20Science.pdf](https://batrachos.com/sites/default/files/pictures/Books/Wickham_Grolemund_2017_R%20for%20Data%20Science.pdf)
- Hair, J., Black, W., Babin, B., & Andreson, R. (2014). *Multivariate Data Analysis. 14 th Edition*. (Vol. 14 th). New York: Pearson. Recuperado el 23 de abril de 2023, de <https://www.pearsonhighered.com/program/Hair-Multivariate-Data-Analysis-7th-Edition/PGM263675.html>
- Hair, J., W. C., B., B. J., B., & R. E., A. (s.f.). *Multivariate Data Analysis (7th Edition ed.)*. New York: Pearson. Recuperado el 23 de abril de 2023, de <https://www.pearson.com/us/higher-education/program/Hair-Multivariate-Data-Analysis-7th-Edition/PGM263675.html>
- IBM Corp. (2019). *IBM SPSS Statistics for Windows, Version 26.0. EEUU: IBM*. Obtenido de IBM: <https://www.ibm.com/products/spss-statistics>
- Informáticas, U. d. (24 de julio de 2023). *UCI*. Obtenido de Universidad de las Ciencias Informáticas: <https://www.uci.cu/investigacion-y-desarrollo/centros-de-desarrollo/centro-de-tecnologias-para-la-formacion-fortes>
- Internet, Phone, Mail*. (23 de abril de 2014). Obtenido de Internet, Phone, Mail, and Mixed-Mode Surveys: <https://www.wiley.com/en-us/Internet%2C+Phone%2C+Mail%2C+and+Mixed+Mode+Surveys%3A+The+Tailored+Design+Method%2C+4th+Edition-p-9781118456149>
- ISO 45001:2018. (2018). Recuperado el 21 de abril de 2023, de ISO: <https://www.iso.org/standard/63787.html>

- ISO/TC 176/SC. (2015). *ISO 9001:2015*. ISO. Recuperado el 29 de septiembre de 2023, de <https://www.iso.org/standard/62085.html>
- ISO/TC 207/SC 1. (2022). (I. 14001:2015, Productor) Recuperado el 2 de octubre de 2023, de <https://www.iso.org/standard/60857.html>
- Jaspersoft. (9 de 2019). Obtenido de Jaspersoft: <https://www.jaspersoft.com/>
- Jaspersoft Dev. (1 de 2019). Obtenido de Jaspersoft Dev: <https://community.jaspersoft.com/project/jaspersoft-studio>
- Johnson, R., & Wichern, D. (2007). *Applied Multivariate Statistical Analysis*. (6th Edition. ed.). New Jersey: Pearson. Obtenido de <https://www.webpages.uidaho.edu/~stevel/519/Applied%20Multivariate%20Statistical%20Analysis%20by%20Johnson%20and%20Wichern.pdf>
- JSON. (7 de 2018). Obtenido de JSON Community: <https://jwt.io/>
- Kish, L. (1968). *Survey Sampling*. *Biometrical Journal*.
- Kumar, P., Kumar, V., & Kumar, A. (2014). Educational Management Information System (EMIS) for Higher Education in India: A Proposed Framework. *Journal of Educational Technology & Society*. In Educational Management Information System (EMIS) for Higher Education in India: A Proposed Framework. (J. o. Society, Ed.) *Journal of Educational Technology & Society*, 1-11. Recuperado el 6 de mayo de 2023
- Larman, C. (2003). *UML y Patrones*. (Alhambra, Ed., & B. Moroso, Trad.) New Jersey: Prentice Hall. doi:8420534382
- Larman, C. (2021). *UML y Patrones*. (Novena Edición ed.). Recuperado el 24 de abril de 2023
- Laudon, K., & Laudon, J. (2016). *Management Information Systems: Managing the Digital Firm - Kenneth C. Laudon, Jane Price Laudon* (Vol. 14). New York: Pearson. Obtenido de [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=KD8ZZ66PF-gC&oi=fnd&pg=PR11&dq=Laudon,+K.+C.,+%26+Laudon,+J.+P.+\(2016\).](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=KD8ZZ66PF-gC&oi=fnd&pg=PR11&dq=Laudon,+K.+C.,+%26+Laudon,+J.+P.+(2016).)
- Levin, R., & Rubin, D. (2014). *Estadística para Administración y Economía*. Illinois: Pearson.
- Levy, P., & Stanley, L. (2013). *Sampling of Populations: Methods and Applications*. New York: John Wiley & Sons. Obtenido de [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=XU9ZmLe5k1IC&oi=fnd&pg=PT14&dq=-+Levy,+P.+S.,+%26+Lemeshow,+S.+\(2013\).+Sampling+of+populations:+methods+and+applications.&ots=ocdSEdRyXn&sig=o6ROYOpq0uYFRchWEn9XUwrgzSA#v=onepage&q=-%20Levy,%20P.%20S.,%20%26%20Le](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=XU9ZmLe5k1IC&oi=fnd&pg=PT14&dq=-+Levy,+P.+S.,+%26+Lemeshow,+S.+(2013).+Sampling+of+populations:+methods+and+applications.&ots=ocdSEdRyXn&sig=o6ROYOpq0uYFRchWEn9XUwrgzSA#v=onepage&q=-%20Levy,%20P.%20S.,%20%26%20Le)
- Lhor, S. (2021). *Sampling: Design and Analysis*. *Texts in Statical Science* (3rd Edition ed.). Londres: Sciences Editorial. Recuperado el 21 de abril de 2023, de <https://www.routledge.com/Sampling-Design-and-Analysis/Lohr/p/book/9780367279509>
- López, R., & Milena, S. (2021). Competencias TIC Para El Desarrollo Profesional Docente. *Compás Empresarial* 11(33). Recuperado el 29 de abril de 2023
- Mar Cornelio, O., Bron Fonseca, B., & Gulín González, J. (2020). Sistema de Laboratorios Remoto para el estudio de la Microbiología y Parasitología Médica. *Revista Cubana de Informática Médica*, 12(2). Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1684-18592020000200005&script=sci\\_arttext](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1684-18592020000200005&script=sci_arttext)
- Martínez Montero, Y. (2022). Módulo Trámites Docentes 1.1 del Sistema de Gestión Académica XAUCE AKADEMOS para el MINED. Facultad 4. Universidad de las Ciencias Informáticas. Obtenido de [https://repositorio.uci.cu/jspui/bitstream/123456789/10619/1/25-TD\\_9883\\_22.pdf](https://repositorio.uci.cu/jspui/bitstream/123456789/10619/1/25-TD_9883_22.pdf)
- McClave, J., Benson, P., & Sincich, T. (2014). *Statistics for Bussines and Economics Person*. Illinois: Gradiva. Obtenido de <https://dk.um.si/lzpisGradiva.php?id=28969>
- Mendoza Garnache, A. (2023). Modelos de Negocio que utiliza CESIM, para su desarrollo. En UCI (Ed.), (pág. 21). La Habana. Recuperado el 27 de febrero de 2023

- Microsoft. (2017). *Crear Un Gráfico En Excel*. Microsoft (s.f.). Recuperado el 21 de abril de 2023, de <https://support.microsoft.com/es-es/office/crear-un-gr%C3%A1fico-en-excel-8e25f68d-9c4e-46f4-8bfa-c4f4969c99ad>
- Microsoft. (2018). *Crear Un Informe En Access*. Microsoft (s.f.). . Recuperado el 23 de abril de 2023, de <https://support.microsoft.com/es-es/office/crear-un-informe-en-access-5e0b6d6b-8b54-468f-a386-bf5c3d0a0b0a>
- Microsoft. (23 de Septiembre de 2023). *Estilo de arquitectura de microservicios*. Obtenido de Microsoft: <https://learn.microsoft.com/es-es/azure/architecture/guide/architecture-styles/microservices>
- MINCOM. (20 de abril de 2018). *Ministerio de Comunicaciones*. Obtenido de Ministerio de Comunicaciones: <http://www.mincom.gob.cu/es/estrategia-nacional-para-el-desarrollo-de-la-informatizacion-de-la-sociedad-en-cuba>
- MINED. (21 de abril de 2023). *MINED*. Obtenido de MINED: <https://www.mined.gob.cu>
- Mohammadfam, I., Mojtaba, K., & Mansour, M. (2017). Evaluation of the Quality of Occupational Health and Safety Management Systems Based on Key Performance Indicators in Certified Organizations. En *Evaluation of the Quality of Occupational Health and Safety Management* (págs. 156-161). Pakistán: Safety and Health at Work 8(2). Recuperado el 30 de abril de 2023
- Molina Hernández, Y. G. (2019). Los requisitos funcionales y no funcionales de software. Una estrategia para su desarrollo en el Centro de Informática Médica. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 77-90.
- Molina, M., Castejón, J., & Castro, M. (2018). Análisis y evaluación de los sistemas de gestión académica en la educación superior. Recuperado el 12 de abril de 2023
- Montañez, L. (2006). Diseño de un modelo para el control de la calidad de los proyectos de desarrollo de software en las organizaciones de los estados venezolanos. *Canaima*, 50.
- Moore, D., & G., P. (2017). *Introduction to the Practice of Statistics*. Novena Edición. Ontario: W. H. Freeman.
- O'Brien, J., & Marakas, G. (2010). *Management Information Systems., vol.7mo*. (Vol. 7mo). (D. T. Review., Ed.) Delhi (India). Recuperado el 10 de octubre de 2023, de <https://dias.ac.in/wp-content/uploads/2020/06/102-112-Pages-of-DTR-8th-issue.pdf>
- OEI | Secretaría General. (s.f.). *OEI | Secretaría General*. Recuperado el 1 de septiembre de 2023, de Organización de estados Iberoamericanos: <https://oei.int/oficinas/secretaria-general>
- ONU. (2017). *Organización de las Naciones Unidas. Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Recuperado el 24 de mayo de 2023
- ORM. (23 de septiembre de 2023). Obtenido de ORM SQLAlchemy: <https://www.sqlalchemy.org/>
- Partido Comunista de Cuba. (2016). Informe Central al 7mo. Congreso del Partido Comunista de Cuba. En PCC, PCC (pág. 41). La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- PCC. (2017). *Actualización Lineamientos del Partido. VII Congreso*. La Habana: Granma. Recuperado el 21 de mayo de 2023
- Pérez, C. (2001). *Fundamentos de pruebas de software. Diseño de caso de prueba de la caja blanca y el camino básico*. Panama: Universidad Estatal del sur de Manabí.
- Postgre. (1 de noviembre de 2023). Obtenido de PPostgre oficial: <https://www.postgresql.org/>
- Prado, E. (2007). *Casi todas las pruebas del software*. La Habana: Gente Nueva.
- Pressman, R. (2019). *Ingeniería de Software un enfoque práctico*. New York: Pearson. Recuperado el 24 de mayo de 2023
- ProfessionalQA.com. (25 de mayo de 2019). Obtenido de <http://www.professionalqa.com/confirmation-testing>
- R. (2022). *R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing*. (2022nd edition ed., Vol. 1). Recuperado el 23 de abril de 2023, de <https://www.r-project.org>

- Ramírez, M. M. (2021). *Proyecto Desarrollo del Sistema*. La Habana: Universidad de las Ciencias Informáticas.
- Refactoring.guru. (2 de 7 de 2023). *Refactoring*. Obtenido de Refactoring.guru: <https://refactoring.guru/es/design-patterns/behavioral-patterns>
- Renzo Cerquozzi, W. D. (2023). *Certified Tester Foundation Level Syllabus*. Philadelphia: Zakaria.
- Roger, S. P., & Bruce, R. (2019). (2015). *Software engineering: a practitioner's approach*. Nueva York: McGraw-Hill Education.
- Rojas, J. y. (2007). *Investigación sobre estado del arte en diseño y aplicación de pruebas de software*. La Habana: Pueblo y Educación.
- Roland, K. (2018). *The Advantages of Using Business Management Software" de Business News Daily*. (B. N. Daily, Editor) Recuperado el 8 de septiembre de 2023, de <https://www.businessnewsdaily.com/10571-business-management-software-advantages.html>
- Roles, G. (2020). *The Benefits of Using Business Management Software" de Salesforce. The Benefits of Using Business Management Software" de Salesforce*. Recuperado el 2 de septiembre de 2023, de <https://www.salesforce.com/products/small-business-solutions/resources/benefits-of-using-business-management-software/>
- Rosenthal, R., & Ralph, L. (2008). *Essential of Behavioral Research: Methods and Data Analysis*. Oklahoma. Recuperado el 25 de julio de 2023, de <https://scholarshare.temple.edu/handle/20.500.12613/79>
- Särndal, C.-E., Bengt, S., & Jan, W. (2003). *Model Assisted Survey Sampling*. New York: Springer Sciences & Business Media. Recuperado el 14 de abril de 2023, de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=ufdONK3E1TcC&oi=fnd&pg=PR5&dq=Model+assisted+survey+sampling&ots=7h0QZx6KRI&sig=xtk-DtMr9hQ6A9loMFz3hMH93NM#v=onepage&q=Model%20assisted%20survey%20sampling&f=false>
- SAS Viya. (2020). *AI, Analytics and Data Management on a Cloud Native Platform*. Bahamas: Electronics Arts. Recuperado el 23 de abril de 2023, de [https://www.sas.com/en\\_us/software/viya.html](https://www.sas.com/en_us/software/viya.html)
- Scribd. (12 de abril de 2019). *Scribd*. Obtenido de Scribd: <https://es.scribd.com/document/348969126/03-Casos-de-Prueba-Particion-Equivalente>
- Shadish, W., Thomas, D., & Donald, T. (2002). *Experimental and Quasi-Experimental Design for Generalized Causal inference*. Boston: Houghton Mifflin. Obtenido de <https://iaes.cgiar.org/sites/default/files/pdf/147.pdf>
- SIE. (s.f.). *SIE. Almacén de datos multidimensional. Text. Castilla y León, Junta de Castilla y León*. Recuperado el 13 de junio de 2023, de <https://estadistica.jcyl.es/web/es/estadisticas-temas/sie-almacen-datos-multidimensional.html>
- SIEE. (s.f.). *Sistema de Información Estadística de la Educación (SIEE). Manual de usuario*. Recuperado el 19 de mayo de 2023, de <https://www.educacionyfp.gob.es/dam/jcr:afaf513f-0cec-4e99-a05a-e2b222d0493f/seie-2022.pdf>
- SIEE. (s.f.). *Sistema de Información Estadística sobre Educación (SIEE)*. Recuperado el 21 de mayo de 2023, de <https://www.siged.sep.gob.mx>
- SIGED. (s.f.). *Secretaría de Educación*. (S. d. (SIGED), Ed.) Recuperado el 21 de septiembre de 2023, de <http://www.gob.mx/sep/acciones-y-programas/sistema-de-informacion-y-gestion-educativa-siged>
- SIMCE. (s.f.). *HeredadoJava. Chile*. Recuperado el 20 de mayo de 2023, de <https://www.ayudamineduc.cl/ficha/simce>

- SIMCE. (s.f.). *Revista Iberoamericana de Educación: Evaluación de La Calidad de La Educación: Sistema de Medición de La Calidad de La Educación de Chile: SIMCE, Algunos Problemas de La Medición*. Recuperado el 19 de mayo de 2023, de <https://rieoei.org/historico/oeivirt/rie10a07.html>
- SINEACE. (s.f.). *Sistema Nacional de Evaluación, Acreditación y Certificación de La Calidad Educativa - SINEACE - Plataforma Del Estado Peruano*. Recuperado el 19 de mayo de 2023, de <https://www.gob.pe/sineace>
- Software Testing. (20 de mayo de 2019). Obtenido de <http://softwaretestingfundamentals.com/regression-testing/>
- Software Testing. (12 de febrero de 2019). Obtenido de <http://softwaretestingfundamentals.com/white-box-testing/>
- Tabachnik, B., Fidell, L., & Ullman, J. (2013). *Using Multivariate Statics* (vol 6 ed., Vol. 6). Boston: Pearson. Recuperado el 8 de septiembre de 2023, de <https://www.pearsonhighered.com/assets/preface/0/1/3/4/0134790545.pdf>
- Tableau Software. (2018). *Visualización de Datos. Tableau Software. (s. f.)*. Recuperado el 25 de abril de 2023, de Visualización de Datos. Tableau Software. (s. f.). <https://www.tableau.com/es-es/learn/articles/data-visualization>
- Tari, J., & Molina, A. (2018). *Management Systems and Organizational Performance: A Framework for Analysis*. Kansas: Journal of Business Research. Recuperado el 21 de septiembre de 2023
- Triola, M. (2018). *Estadística. Decimosegunda*. (E. d. México, Ed.) Guadalajara: Pearson. Recuperado el 12 de septiembre de 2023, de <http://librodigital.sangregorio.edu.ec/librosusgp/B0038.pdf>
- UCI. (10 de 6 de 2010). Metodología UCI. *RCCI*, 3, 16.
- Ugalde Hernández, D. J. (12 de julio de 2016). *Pedagogía Universitaria*. Obtenido de Pedagogía Universitaria: [https://multimedia.uned.ac.cr/pem/pedagogia\\_universitaria/paginas\\_unidad3/concepto\\_gestion.html](https://multimedia.uned.ac.cr/pem/pedagogia_universitaria/paginas_unidad3/concepto_gestion.html)
- UNESCO. (2020). *Objetivos de Desarrollo Sostenible. Instituto de Estadística de la Unesco*. . Recuperado el 21 de mayo de 2023, de <https://uis.unesco.org/sites/default/files/documents/uis-brochure-sp.pdf>
- UNESCO. (2021). *Sistema de Información de La UNESCO Sobre Educación*. (E. UNESCO., Editor) Recuperado el 12 de mayo de 2023, de <http://uis.unesco.org>
- Universidad de las Ciencias Informáticas. (2006). *XAUCE AKADEMOS 1.0 | Universidad de las Ciencias Informáticas*. Recuperado el 12 de abril de 2023, de <https://www.uci.cu/investigacion-y-desarrollo/productos/xauce/xauce-akademos-10>
- Universidad de las Ciencias Informáticas. (2015). *Metodología de desarrollo para la UCI*. La Habana: Universidad de las Ciencias Informáticas.
- USAOLA, M. P. (2017). Pruebas del Software. *SoftDevelop*, 52.
- Vega, P. y. (2010). *Procedimiento para realizar pruebas de usabilidad*. La Habana: Universidad de las Ciencias Informáticas.
- Velásquez, S. M. (2019). *Una revisión comparativa de la literatura acerca de metodologías tradicionales y modernas de desarrollo de software*. . Revista Cintex, 24(2), 13-23.
- Visual Paradigm. (10 de 2023). Obtenido de Visual Paradigm: <https://www.visual-paradigm.com/>
- Walkenbach, J. (2019). *Microsoft Excel 2019 Bible*. Wisconsin: John Wiley & Sons. Recuperado el 26 de abril de 2023, de [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=b5K1EAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&ots=8kkX\\_ZLJZb&sig=VsZX8E7oUlj\\_YSQGocgpZ3adqo#v=onepage&q=Microsoft%20Excel%202019%20bible&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=b5K1EAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&ots=8kkX_ZLJZb&sig=VsZX8E7oUlj_YSQGocgpZ3adqo#v=onepage&q=Microsoft%20Excel%202019%20bible&f=false)

## ANEXOS

Tabla 8. Especificación de requisitos. Requisitos Funcionales

Requisitos Funcionales			
No	Requisito	Descripción	Complejidad
1	Generar reporte de Composición General del personal	El sistema debe permitir generar un reporte estadístico sobre la composición general del personal en un curso escolar.	Media
2	Exportar a XLS Composición General del personal	El sistema debe permitir generar un XLS sobre la composición general del personal.	Media
3	Exportar a PDF Composición General del personal	El sistema debe permitir generar un pdf sobre la composición general del personal.	Media
4	Generar reporte de Maestros y Profesores por asignaturas	El sistema debe permitir generar un reporte de Maestros y Profesores por asignaturas.	Media
5	Exportar a XLS los Maestros y Profesores por asignaturas	El sistema debe permitir exportar a xls un reporte sobre los Maestros y Profesores por asignaturas.	Media
6	Exportar a PDF los Maestros y Profesores por asignaturas	El sistema debe permitir exportar a pdf un reporte sobre	Media

		los Maestros y Profesores por asignaturas.	
7	Generar reporte del Movimiento del personal	El sistema debe permitir generar un reporte sobre el Movimiento del personal	Alta
8	Exportar a XLS el Movimiento del personal	El sistema debe permitir exportar a xls un reporte sobre el Movimiento del personal	Alta
9	Exportar a PDF el Movimiento del personal	El sistema debe permitir exportar a pdf un reporte sobre el Movimiento del personal	Alta
10	Filtrar Movimiento del personal	El sistema debe permitir filtrar los datos sobre el movimiento del personal	Baja
11	Filtrar Alta del Movimiento del personal	El sistema debe permitir filtrar los datos de alta sobre el movimiento del personal	Baja
12	Filtrar Baja del Movimiento del personal	El sistema debe permitir filtrar los datos de baja sobre el movimiento del personal	Baja
13	Filtrar por Provincia, municipio o Tipo de Centro Educativo	El sistema debe permitir filtrar por provincia, municipio o Tipo de Centro Educativo	Media
14	Generar reporte total de trabajadores	El sistema debe permitir generar un reporte total de trabajadores	Media
15	Exportar a XLS reporte total de trabajadores	El sistema debe permitir exportar a xls un reporte sobre el total de trabajadores	Media
16	Exportar a PDF reporte total de trabajadores	El sistema debe permitir exportar a pdf un reporte sobre el total de trabajadores	Media
17	Filtrar reporte total de trabajadores	El sistema debe permitir filtrar por reporte total de trabajadores	Media

Tabla 9. Requisitos no Funcionales

Requisitos No Funcionales		
Clasificación	No.	Descripción
Portabilidad	RnF 1.	Sistema operativo: Windows 7, 10,11 o cualquier versión Linux.
	RnF 2.	Servidor de bases de datos relacional <i>PostgreSQL</i> v10.
	RnF 3.	Estos deben contar con un navegador web (Navegadores web: Firefox v40.0 o posterior, Chrome v30.0 o posterior y Opera v40.0 o posterior.
	RnF4.	PC con memoria RAM: 2 GB, disco Duro: 300GB y microprocesador: 2 x 800 GHz.
	RnF5.	Red de cable para todos los servidores: 10Mbytes/100Mbytes/1000Mbytes.
	RnF6.	El sistema será accesible desde estaciones de trabajo de escritorio, <i>laptop</i> y <i>tablets</i> , <i>smartphone</i> .
Seguridad	RnF7.	El usuario navegará en el sistema teniendo en cuenta el rol que tiene asignado

Usabilidad	RnF8.	La interfaz de usuario del portal debe contar con un diseño “Responsive” con el objetivo de garantizar la adecuada visualización de este en múltiples computadoras personales, tabletas y teléfonos inteligentes.
	RnF9.	RNF1. El sistema debe presentar una interfaz agradable e intuitiva para el usuario.
	RnF10.	El sistema debe tener visibilidad en los principales navegadores web como Chrome v.45, Firefox v.38, Safari v.9, Opera v.30
Eficiencia	RnF 11.	Se recomienda tener instalado un sistema operativo Windows 7 o superior, o cualquier sistema operativo de la familia GNU/Linux (KDE Plasma).
	RnF 12.	El tiempo de demora de una petición al servidor debe ser menor de ocho (3) segundos aproximadamente.

Tabla 10. Evaluación de requisitos

Requisitos	Características													
	Interfaces				Diferentes comportamientos	Formas de Inicialización	Consultas fuentes de datos			Restricciones de validación	Grado de Reutilización	Lógica de Negocio	Complejidad	
	Humanos	Equipos	Programación	Comunicación			Base de Datos	Ficheros	Otros					
RF1_Generar reporte de Composición General del personal	M	No	No	A	B	B	B	A	No	No	M	A	M	Media
RF2_Exportar a XLS Composición General del personal	No	No	No	A	B	B	B	A	No	No	M	A	M	Media
RF3_Exportar a pdf Composición General del personal	No	No	No	A	B	B	B	A	No	No	M	A	M	Media
RF4_Generar reporte de Maestros y Profesores por asignaturas	M	No	No	A	B	B	B	A	No	No	M	A	M	Media
RF5_Exportar a XLS los Maestros y Profesores por asignaturas	No	No	No	A	B	B	B	A	No	No	M	A	M	Media
RF6_Exportar a pdf los Maestros y Profesores por asignaturas	No	No	No	A	B	B	B	A	No	No	M	A	M	Media
RF7_Generar reporte del del Movimiento personal	M	No	No	A	B	B	B	A	No	No	A	A	A	Alta

RF8_Exportar a XLS el Movimiento del personal	No	No	No	A	B	B	B	A	No	No	A	A	A	Alta
RF9_Exportar a pdf el Movimiento del personal	No	No	No	A	B	B	B	M	No	No	A	A	A	Alta
RF10_Filtrar Movimiento del personal	No	No	No	M	B	B	B	M	No	No	B	B	B	Baja
RF11_Filtrar Alta del Movimiento del personal	No	No	No	M	B	B	B	M	No	No	B	B	B	Baja
RF12_Filtrar Baja del Movimiento del personal	No	No	No	M	B	B	B	M	No	No	B	B	B	Baja
RF13_Filtrar por Provincia, municipio o Tipo de Centro Educativo	No	No	No	A	B	B	B	M	No	No	B	B	B	Media
RF14_Generar reporte total de trabajadores	M	No	No	A	B	B	B	A	No	No	M	A	M	Media
RF15_Exportar a XLS reporte total de trabajadores	No	No	No	A	B	B	B	A	No	No	M	A	M	Media
RF16_Exportar a pdf reporte total de trabajadores	No	No	No	A	B	B	B	A	No	No	M	A	M	Media
RF17_Filtrar reporte total de trabajadores	No	No	No	A	B	B	B	M	No	No	B	B	B	Media

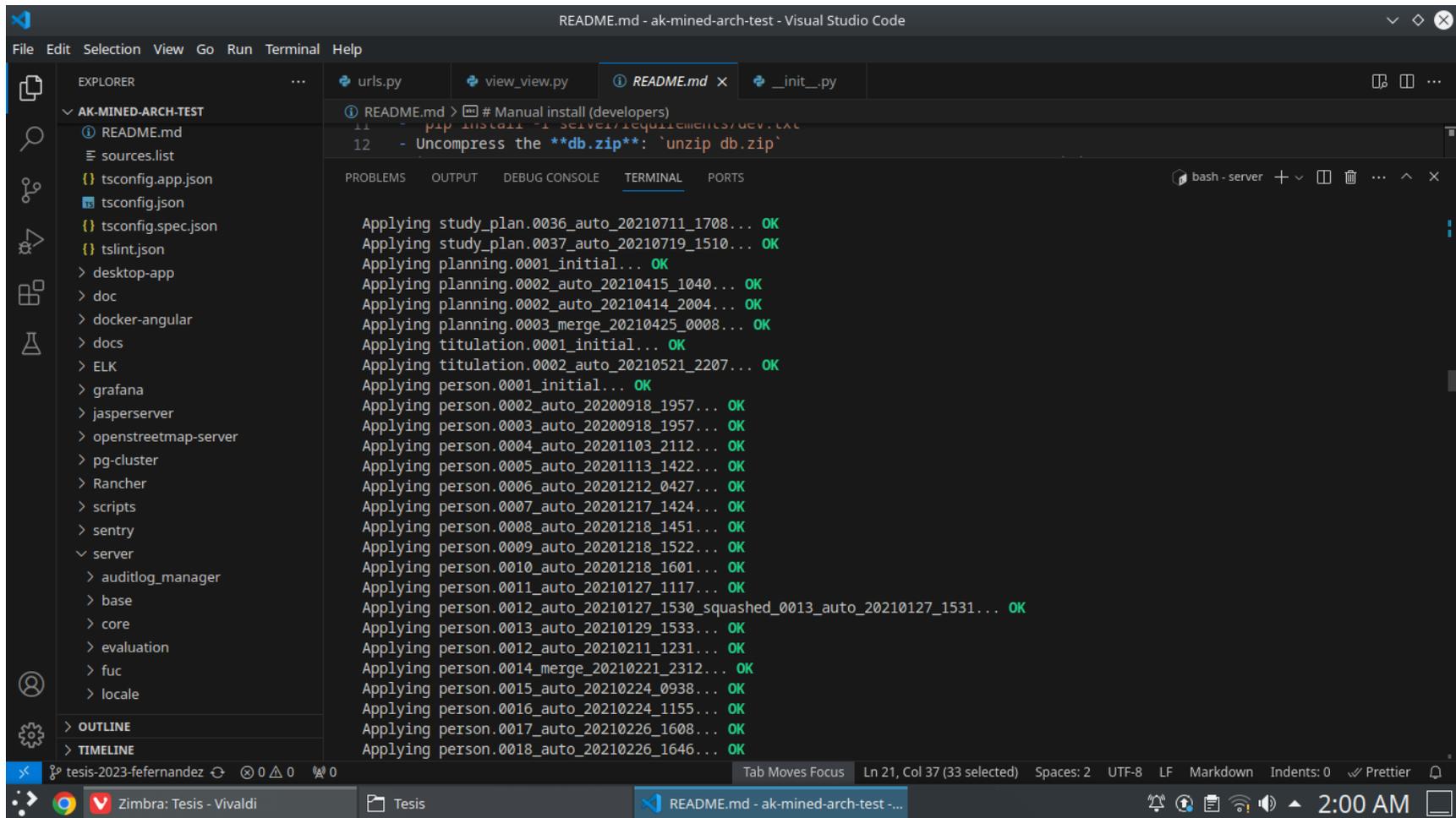


Figura 6. Resultados de las pruebas unitarias. Elaboración Propia