



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

Esta licencia es la más restrictiva de las seis licencias principales Creative Commons, permitiendo a otras solo descargar sus obras y compartirlas con otras siempre y cuando den crédito, pero no pueden cambiarlas de forma alguna ni usarlas de forma comercial.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>



"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

CONSTANCIA DE ANTIPLAGIO

El que suscribe director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de Sistemas de la UNICA, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento **TESIS** titulado:

"Evaluación del Impacto del ERP Odoo en la Gestión de Mantenimientos Preventivos en la Unidad de Infraestructura y Mantenimiento de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga"

Presentado por:

ALBERT LENIN TACAS ALVAREZ

BACHILLER en **PREGRADO** de la facultad de Ingeniería de Sistemas; cuyo resultado obtenido es **porcentaje de similitud 1%**; por el cual se otorga el calificativo de: **APROBADO**, según el Reglamento de Evaluación de la Originalidad; adjuntando al presente, el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Se expide la presente conformidad para la continuación del trámite respectivo.

Ica, 14 de noviembre de 2025

Dr. LUIS ALBERTO MASSA PALACIOS
Director de la Unidad de Investigación
Facultad de Ingeniería de Sistemas

UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA” DE ICA
FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS



“Evaluación del Impacto del ERP Odoo en la Gestión de
Mantenimientos Preventivos en la Unidad de Infraestructura y
Mantenimiento de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga”

INFORME FINAL DE TESIS

PRESENTADO POR:

ALBERT LENIN TACAS ALVAREZ

ASESOR:

Dr. Pablo Márquez Urbina

Ica, Perú

2025

Dedicatoria

**Se lo dedico a mis padres,
hermana y Yuki quienes me han
brindado su apoyo en mi
trayectoria en la que he cursado
mi carrera profesional**

Agradecimientos

Agradezco a todos aquellos que me brindaron las herramientas, conocimientos, como apoyo a la hora de realizar mi investigación.

Índice

Dedicatoria.....	2
Agradecimientos.....	3
Índice	4
Tabla de Figuras.....	6
Lista de Tablas.....	8
Anexos.....	9
Resumen.....	10
Abstract	11
I. Introducción	12
I. Aspectos científicos vinculados a la investigación.....	12
1.1. Antecedentes	13
1.1.1. Antecedentes de la investigación	13
1.1.2. Descripción del problema	14
1.1.3. Enunciado del Problema	15
1.1.1. Objetivos.....	15
1.1.2. Hipótesis	16
1.1.3. Variables.....	16
1.1.4. Indicadores	16
1.2. Justificación	17
1.2.1. Justificación e importancia de la investigación	17
1.3. Marco Teórico	18
1.3.1. La Evolución del MRP A ERP	18
1.3.2. ¿Qué es una ERP Personalizada?	26
1.3.3. ¿Qué es SAP PM?.....	27
1.3.4. ¿Cómo se mejora una Gestión?	39
1.3.5. ¿Cómo se mejora la Gestión de Mantenimiento con Odoo?.....	40
1.3.6. ¿Cuán de importante son las Políticas para una Eficiencia mayor?	40
1.3.7. ¿Qué es Odoo?.....	41
II. Estrategia metodológica.....	45
2.1 Tipo y Nivel de Investigación	45
2.2 Diseño de la Investigación	45
2.3 Recolección de Datos.....	45
2.4 Prototipo del Sistema	54
III. Resultados.	69
Variable 1 – Eficiencia en la Gestión de Mantenimientos.	69
Variable 2 – Evaluación del Personal Técnico.....	73

Variable 3 – Recuento de Conformidades de Servicio Externo.....	75
Variable 4 – Calidad de la información de los equipos.	82
<i>IV. Discusión.</i>	93
<i>V. Conclusiones.</i>	96
<i>VI. Recomendaciones</i>	98
<i>VII. Referencias bibliográficas.</i>	102
<i>VIII. Anexos.</i>	103
i. Instrumentos de recolección de información.	103
ii. Consentimiento Informado.	104
iii. Otros.....	105

Tabla de Figuras

<i>Figura 1</i>	37
<i>Figura 2</i>	47
<i>Figura 3</i>	48
<i>Figura 4</i>	48
<i>Figura 5</i>	49
<i>Figura 6</i>	50
<i>Figura 7</i>	51
<i>Figura 8</i>	52
<i>Figura 9</i>	53
<i>Figura 10</i>	53
<i>Figura 11</i>	54
<i>Figura 12</i>	55
<i>Figura 13</i>	56
<i>Figura 14</i>	57
<i>Figura 15</i>	57
<i>Figura 16</i>	58
<i>Figura 17</i>	59
<i>Figura 18</i>	59
<i>Figura 19</i>	60
<i>Figura 20</i>	60
<i>Figura 21</i>	61
<i>Figura 22</i>	62
<i>Figura 23</i>	62
<i>Figura 24</i>	63
<i>Figura 25</i>	64
<i>Figura 26</i>	64
<i>Figura 27</i>	65
<i>Figura 28</i>	65
<i>Figura 29</i>	66
<i>Figura 30</i>	67
<i>Figura 31</i>	67
<i>Figura 32</i>	69
<i>Figura 33</i>	71
<i>Figura 34</i>	72
<i>Figura 35</i>	72
<i>Figura 36</i>	74
<i>Figura 37</i>	76
<i>Figura 38</i>	79
<i>Figura 39</i>	80
<i>Figura 40</i>	81
<i>Figura 41</i>	82
<i>Figura 42</i>	83
<i>Figura 43</i>	83
<i>Figura 44</i>	84

<i>Figura 45</i>	84
<i>Figura 46</i>	85
<i>Figura 47</i>	86
<i>Figura 48</i>	87
<i>Figura 49</i>	88
<i>Figura 50</i>	89
<i>Figura 51</i>	90
<i>Figura 52</i>	90
<i>Figura 53</i>	98
<i>Figura 54</i>	100

Lista de Tablas

<i>Tabla 1</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 2</i>	<i>77</i>
<i>Tabla 3</i>	<i>91</i>

Anexos

<i>Anexo N° 1</i>	<i>104</i>
<i>Anexo N° 2</i>	<i>105</i>
<i>Anexo N° 3</i>	<i>106</i>
<i>Anexo N° 4</i>	<i>106</i>
<i>Anexo N° 5</i>	<i>107</i>
<i>Anexo N° 6</i>	<i>108</i>
<i>Anexo N° 7</i>	<i>109</i>
<i>Anexo N° 8</i>	<i>110</i>
<i>Anexo N° 9</i>	<i>111</i>

Resumen

Se encontró que esta implementación de Odoo como un ERP para la plataforma “GestMantenimiento” dio resultados impactantes en su evaluación de Impacto en la Unidad de Infraestructura y Mantenimiento de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga. Con relación al plan de Mantenimiento preventivo de equipos especializados. Donde este plan no se logró completar y solo se registró un avance del 28.44% de las 946 actividades programadas, además se contabilizó la dependencia de los servicios por terceros mediante las conformidades recibidas por la Unidad, con un total de 213 documentadas, eligiendo una muestra de 64 conformidades se detectaron áreas de mejora e integración con el sistema mediante la categorización, como principal recomendación Transporte y Mecánica.

Además, se evaluó que el personal actual no es suficiente para completar al 100% el plan de mantenimiento preventivo y correctivo, con recomendación del experto en necesitar otros 2 especialistas más. Sin embargo, el dato más relevante fue que la integridad de la información está al 75.5% obteniendo una evaluación alta en este campo, donde se ha realizado un gran trabajo en el tratado de data con las diferentes herramientas. Concluyendo que esta evaluación de impacto brindó información clave para mejorar los procesos y la eficiencia de los mantenimientos a futuros años.

Palabras Claves: ERP, MRP, evaluación, Odoo, Gestión de Mantenimientos, Mantenimientos Preventivos y Correctivos, SAP PM.

Abstract

It was found that the implementation of Odoo as an ERP for the "GestMantenimiento" platform delivered significant results in its impact evaluation for the Infrastructure and Maintenance Unit of the Universidad Nacional San Luis Gonzaga, specifically in relation to the preventive maintenance plan for specialized equipment. This plan was not fully completed, achieving only 28.44% progress out of the 946 scheduled activities. Additionally, the reliance on third-party services was recorded through the conformity reports received by the Unit, with a total of 213 documented. A sample of 64 conformity reports was analyzed, identifying areas for improvement and integration with the system, with the main recommendation focusing on Transportation and Mechanics.

Moreover, it was evaluated that the current staff is insufficient to fully complete the preventive and corrective maintenance plan, with an expert recommending the addition of two more specialists. However, the most relevant finding was that the integrity of the information reached 75.5%, achieving a high evaluation in this area, highlighting the significant work done in data processing using various tools. In conclusion, this impact evaluation provided key information to enhance processes and improve maintenance efficiency in future years.

Keywords: ERP, MRP, Evaluation, Odoo, Maintenance Management, Preventive and Corrective Maintenance, SAP PM.

I. Introducción

El cambio digital ha generado que muchos pongan en la mira a las nuevas tecnologías emergentes, así mismo adaptarse a estas nuevas tecnologías como obligaciones. En especial un sector educativo, con la razón de brindar un mejor ambiente como calidad de la institución educativa superior, se busca realizar mantenimientos preventivos que ayuden al control de calidad de los equipos especializados usados en los diferentes laboratorios, talleres, aulas de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga, siguiendo a grandes representantes del mantenimiento preventivo como el software SAP, y usándolo como principal referencia, se ha implementado el software libre Odoo como ERP logrando el cometido de realizar el seguimiento a los mantenimientos en la organización como así mismo el cumplimiento del plan de mantenimiento del año 2024. La presente investigación busca analizar los impactos de esta implementación en términos de eficiencia, calidad, y cumplimiento del plan anual de mantenimiento 2024, con el fin de contribuir al desarrollo tecnológico de la Universidad.

I. Aspectos científicos vinculados a la investigación

Los sistemas de planificación de recursos empresariales o también conocido por sus siglas ERP, son plataformas que logran integrar y gestionar procesos tanto operativos como administrativos, esto debido a su evolución desde el MRP a hoy en día ERP. Los recursos pueden abarcar diferentes áreas, en nuestro interés esta “Mantenimiento” que además está conectada con otros módulos de gran importancia tanto como el Inventario, Contabilidad y los Recursos humanos que dispone la organización. Los ERP han demostrado ser herramientas eficaces para planificar y realizar un seguimiento de las actividades preventivas y correctivas, asegurando la eficiencia y minimización de tiempos de inactividad en los equipos críticos (Delgado y Marín, 2023).

El ERP Odoo es un software de código abierto, dada su naturaleza nos permite modificar las funciones con una flexibilidad mayor que el software de pago SAP, además de ahorrar muchos costos de licencias. Incluye la integración de módulos e interfaces pre programadas brindando una integración bastante fácil gracias a los códigos empaquetados o también conocido por el termino Docker. Esto permite una personalización que se adapta a las necesidades específicas de las instituciones educativas, donde los recursos económicos son limitados y la flexibilidad en la adaptación de software es crucial (Cabrera, 2017).

En el contexto de la Institución educativa superior, la Universidad Nacional San Luis Gonzaga, implementar Odoo tiene como objetivo optimizar la gestión administrativa mediante la digitalización y modernización de los procesos de mantenimiento.

Este estudio enfatizado en evaluar el impacto de esta herramienta tecnológica en la gestión, eficiencia y calidad de los mantenimientos preventivos, como así mismo la gestión de la información. Además, el proyecto contribuye al cumplimiento de los estándares de calidad exigidos por la SUNEDU para instituciones educativas, promoviendo la transformación digital en la gestión universitaria.

1.1. Antecedentes

1.1.1. Antecedentes de la investigación

Delgado J. y Marín F. [1] en su artículo *“Evolución en los sistemas de gestión empresarial. Del MRP al ERP de la UPM”* explican los cambios que ha sufrido la gestión de recursos de una empresa, explicando sobre los inicios de estos sistemas, antes que llegara el ERP existía el MRP, y cómo funcionaba este sistema, además de la evolución que antes tuvo, tanto las técnicas que se usaron, metodologías implementadas, estilos de los sistemas, entre otros, a lo que hoy en día es conocido como ERP, uno de los mejores sistemas de la gestión empresarial, los cuales ayudaran a comprender el por qué uno debe migrar a este tipo de gestión moderna y un profundo análisis de la historia del ERP.

Cabrera E. [2] en su tesis *“Impacto de una ERP personalizada en el crecimiento de una empresa (2017)”* expreso que el objetivo fue evaluar el impacto en la empresa que laboro entre una ERP personalizada y las ERP enlatadas, es decir aquellos sistemas que no son escalables y a largo plazo no se pueden agregar más funciones, a diferencia de una personalizable que no solo es escalable sino que brinda mayores funciones según lo requiera la empresa cliente, de esta manera como futuras implementaciones el optar por sistemas escalables que benefician a la entidad para la que se implementa, gracias a las tecnologías Open Source y las metodologías ágiles que permiten esto, también conocido como ‘Scrum’.

Arias A. [3] en su Manual *“Tutorial de SAP PM”*, indica los **objetivos** de uno de los mejores ERP en la industria el cual es SAP, hablando del módulo PM (Plant Maintenance) profundizando en los temas técnicos que aborda el mantenimiento en todo tipo de entidad, además de la propia explicación de cómo opera dicho modulo en el mismo SAP, brindando información valiosa tanto teórica como práctica, que nos permitirá describir los procesos que se emplearon en nuestro Software ERP.

Vargas Flores, Y. F., & Zapana Sanz, H. F. [4] en su tesis *“Propuesta de mejora de la gestión integral del proceso logístico y de mantenimiento de la empresa Metales y Mas SAC”*, expresaron que el objetivo fue observar cuales eran los problemas que afrontaba la empresa a través de un análisis de observación, encontrando entre los principales una falta de un sistema para el control logístico de los materiales; el cual era muy deficiente, así mismo la falta de mantenimientos preventivos. Tras el análisis y evaluación de una solución se da por hecho que el sistema ERP Odoo fue una excelente solución, no solo al tema de los mantenimientos, sino que además gracias a los módulos que este posee, se neutralizo la falta de control logístico, aunque ahora la empresa tuvo que lidiar con la capacitación del personal ante estas nuevas tecnologías.

Vásquez Rosales, V. A. [5] en su tesis “Implementación de un módulo del ERP Odoo para mejorar la gestión de mantenimiento industrial en American Trading System SAC”, expreso que el objetivo era la implementación de Odoo para la reducción de costes en los temas de mantenimiento a través de un análisis de viabilidad, logrando un ahorro de costos de un 50.9% ante los 3 meses anteriores, demostrando como los ERP’s pueden ayudar en la reducción de costos operativos.

Huamani Santiago, D. L. [6] en su tesis “Las políticas públicas y la eficacia de la gestión administrativa en la Universidad nacional “San Luis Gonzaga” de Ica”, expreso que la finalidad fue validar si las políticas influyen en la eficacia de la gestión administrativa, dando como resultado que en efecto estas influyen de gran manera, se menciona que estas son referentes a el contenido, estrategias, alcances, integraciones de activades y en la gestión de los conocimientos, lo cual ayuda tener en cuenta las políticas que se tienen o se tendrán con los cambios tecnológicos a un posible futuro y como abordarlo en especial en el tema de capacitaciones.

Odoo (2024) [7] en su sitio web “Odoo.com/es - Odoo: ERP y CRM de código abierto”, demuestran los beneficios que presentan como un ERP y CRM de código abierto ante otras opciones de pago, además de presentar sus opciones de pago como de los módulos que ellos desarrollan para empresas, incluso el cómo se logra personalizar un ERP en la nube sin muchas complicaciones, con una comunidad que permite el constante desarrollo de manera libre y eso en su versión Odoo Community, mostrando su similar performance ante SAP manteniendo su alta usabilidad.

1.1.2. Descripción del problema

Como parte de los requerimientos para el licenciamiento, la Universidad Nacional San Luis Gonzaga debe contar con un software que permita hacer seguimiento y registro de los mantenimientos que se realizan así mismo cerrar la brecha digital que tiene a comparación de otras Universidades. La Unidad de Infraestructura y Mantenimiento ha sido la encargada de velar por la implementación del software, donde se gestionará las diferentes actividades, entre ellas la principal el Mantenimiento preventivo de los equipos especializados de las facultades, que garantiza una calidad del servicio brindado hacia los estudiantes. Sin embargo, la organización se mantuvo en una gestión directa al papel, por lo que se afrontó una situación de ignorancia tecnología. La Unidad de Infraestructura y Mantenimiento (UIM) llevo un registro de mantenimientos realizados por parte del encargado, sin embargo la información era muy difícil de encontrar o acceder debido a que solo existía un único registro de papel que el

personal especializado realizaba para llevar su control, esto generaba retrasos a la hora de ver la hoja de vida de un equipo, mantenimientos pendientes, informes de baja tardíos, el plan de mantenimiento contenía información errónea, falta del personal necesario para completar los mantenimientos de los equipos especializados, falta de datos de los equipos como así mismo afectando a la integridad de la información creando redundancia de reportes sobre los mismos equipos, es decir, se enviaba al personal a realizar una recolección de información en papel varias veces en los mismos puntos o/y facultades.

También se generaba muchas dificultades con respecto a los horarios de mantenimientos establecidos y sobre todo no se tiene un recuento del ahorro de los costos de los mantenimientos realizados fuera del plan de mantenimiento, ignorando los costos ahorrados gracias al mantenimiento preventivo.

La pregunta planteada es, ¿Acaso la implementación del Software ERP Odoo mejorara la gestión de mantenimientos preventivos en la Unidad?

1.1.3. Enunciado del Problema

Problemática General

PG: ¿Qué impactos conllevaría el uso de un ERP para la gestión del Mantenimiento Preventivo y Correctivo en la Unidad de Infraestructura y Mantenimiento de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica?

Problemas Específicos

PE:1: ¿Aumentara la eficiencia de la gestión del mantenimiento?

PE:2 ¿El personal es suficiente para atender todas las solicitudes a tiempo?

PE:3 ¿Bajara la dependencia de los servicios por terceros?

PE:4 ¿Mejorara la calidad de la Información de los equipos?

1.1.1. Objetivos

Objetivo General

OG: Evaluar el impacto del ERP Odoo en la gestión de mantenimientos preventivos en la Unidad de Infraestructura y Mantenimiento de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga.

Objetivos Específicos

OE1: Identificar las áreas de mejora en la eficiencia de la gestión de mantenimientos mediante el uso del ERP.

OE2: Analizar la capacidad del personal existente para atender las solicitudes de mantenimiento a tiempo.

OE3: Evaluar la reducción de la dependencia de servicios externos para mantenimientos correctivos.

OE4: Verificar la actualización y calidad de la información relacionada con los equipos.

1.1.2. Hipótesis

Hipótesis General

HG: La implementación del ERP Odoo en la Unidad de Infraestructura y Mantenimiento de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga mejorará la eficiencia en la gestión de mantenimientos preventivos.

Hipótesis Específicos

HE1: Se pueden mejorar los procesos de la gestión de mantenimientos.

HE2: Se requiere mayor personal para cumplir el plan de mantenimiento del año.

HE3: Se logrará reducir la dependencia de servicios externos y/o por terceros.

HE4: Se tendrá un mayor control de calidad de datos sobre la información de los equipos.

1.1.3. Variables

Variable Independiente

Implementación del software ERP “GestMantenimiento” en Odoo

Variable Dependiente

Eficiencia en la Gestión de Mantenimientos.

Evaluación del Personal técnico.

Recuento de conformidades de servicio externo.

Calidad de la información de los equipos.

1.1.4. Indicadores

I01: Nivel de Personalización del ERP Odoo.

I02: Cumplimiento de Programación.

I03. Mantenimientos Realizados Internamente y externamente.

I04: Integridad de Datos.

1.2. Justificación

1.2.1. Justificación e importancia de la investigación

¿Por qué se debe incitar la implementación de esta tecnología? Es simple, la constante evolución de las tecnologías nos ha brindado la facilidad de poder mejorar y automatizar procesos que años atrás tomarían horas, días e incluso semanas en tramitar, la sociedad actual solicita sistemas más veloces y eficientes que reduzcan estos procesos y den facilidad al trabajo interno. Por esa razón que aun existan organizaciones de gran tamaño que se mantengan a base de un cuaderno o un Excel como su principal base de datos es alarmante, y aunque es muy aceptado el uso de Excel por su facilidad de registro y que antes era de las principales habilidades a dominar, aún hoy en día, para una organización cuyo presupuesto, personal, ítems internos, etc., se necesita sistemas escalables y fuertes ante la pérdida de datos o corrupciones como lo podría sufrir un archivo de Excel.

La falta de un sistema dedicado promueve la pérdida de información, el estancamiento administrativo, y la falta de adaptación tecnológica.

El enfoque realizado al mantenimiento preventivo de los equipos en la Universidad Nacional San Luis Gonzaga ha demostrado los signos de antes, un plan de mantenimiento donde algunos equipos no cuentan con su identificación de número de serie, códigos patrimoniales incorrectos y códigos internos desactualizados, además de la demora del levantamiento de información del año presente por parte de la unidad de patrimonio.

La implementación del Software “GestMantenimiento” busca solucionar el principal problema que es la falta de registro y seguimiento de los mantenimientos programados para el año en cuestión, además de lograr registrar todos los ítems existentes en la organización. Con el fin de poder compartir dicha información con los siguientes responsables, Patrimonio, facultades y personal capacitado en el sistema como en el campo.

Al haber realizado el seguimiento se logra sacar varias conclusiones según las solicitudes atendidas, las que quedaron en progreso, las que se cancelaron y por ultimo las que no han ni empezado, revelando si la cantidad de personal actualmente es suficiente para completar los objetivos planteados para el año, si hay una falta de personal capacitado en campos específicos, tal sea como tecnología, electricidad, infraestructura, servicios hidráulicos, etc., con la posibilidad de tomar acción hacia la contratación o reducción del personal.

Estos registros también brindan la opción de obtener un marco general del costo que se va realizando como el ahorro obtenido al promover los mantenimientos preventivos, cumpliendo con metas de ahorro de costo establecidas, valorando la función del personal en campo al realizar grandes aportaciones a la organización.

1.3.Marco Teórico

La investigación inicio con la premisa de cumplir con los requisitos que establece la SUNEDU para el licenciamiento, entre ellos brindar un servicio educativo de calidad con respecto a las instalaciones e infraestructura, en este caso centrado a los laboratorios de las respectivas facultades pertenecientes a la Universidad Nacional San Luis Gonzaga, pero para ello se necesitaron evaluaciones y conocimientos de las gestiones realizadas hasta la fecha.

1.3.1. La Evolución del MRP A ERP

Como bien menciona Delgado J. y Marín F. [1] sobre la evolución de los sistemas de gestión empresariales, la importancia sobre la gestión de recursos que una entidad posee, debe ser distribuidos de una manera que facilite la obtención y conocimiento a donde es que van y para que serán usados. Su artículo centrado en los cambios y evolución del MRP (Planificación de Requerimientos de Materiales) a ERP (Planificación de Recursos Empresariales), nos brinda un entendimiento de como operaban las organizaciones anteriormente a el día de hoy, y en la explicación que nos brinda se puede encontrar similitudes con muchas entidades del Perú actual.

Se menciona que el MRP era un sistema de planificación de inventarios con el objetivo de optimizar las laboriosas tareas que traía la gestión de inventarios como así mismo su producción, esto era realizado con la ayuda de pronósticos junto a cálculos para conocer y determinar que necesidades futuras podrían presentarse, pero no todo era optimo con este sistema, debido a la falta de comunicación con otras áreas esto generaba desbalances entre la oferta y demanda, ya que este sistema estaba enfocado en la producción, y no tenía mucha comunicación con otras áreas de importancia como finanzas, recursos humanos, etc., para ponerlo de una manera de ejemplo podemos decir que se planteaba comprar una gran cantidad de materiales para cierto producto que esta tomado relevancia, pero luego de la compra emerge el problema de que no habíamos contado con el personal necesario para fabricar dichos productos, y por lo tanto no se produce lo que se espera resultando en menos ganancias, aun mas si este producto es por temporadas, ya sea navidad, año nuevo, día de la independencia, San Valentín, entre otros.

¿Esto quiere decir que el MRP no era útil?, por supuesto que no, cuando se planteó este sistema fue en los inicios de la era industrial la cual sin duda ayudo mucho a el crecimiento de las empresas, de pasar de actuar al momento, a poder prever que pasaría, que materiales podrían ser necesarios para el siguiente año o temporada sin duda impulso los negocios, así como la compresión del mercado. El MRP fue una revolución en la industria de la gestión de inventarios y materiales, el solo imaginar cómo eran los negocios con aquellos procesos ambiguos, donde primero usualmente tomaban la orden, para hacer presupuesto, luego la compra y finalizando con la fabricación, todo ese tiempo gastado de manera innecesaria mitigaba la opción de ser una empresa escalable y el manejo de mayor cantidad de clientes, con el MRP se podían entregar los productos de manera más rápida, de manera masiva, de ahí que la mayoría de cosas se industrializaran, sin embargo como todo nuevo sistema tenía sus limitaciones que poco a poco se empezaron a notar, al ser este un mercado competitivo donde el más rápido, el que tuviera mejores costos y ROI obtendría la mayor parte del pastel. La visión del MRP centrada solamente en la producción poco a poco fue pasando factura con lo antes mencionado los desbalances de materiales, este tipo de sistema ofrecía una visión bastante parcial de lo que sucedía en la organización, con muchas veces aquellas decisiones que si bien podría ser la mejor opción para la producción para las otras áreas podría ser la errada, esto era debido a la gran falta de información actualizada, imaginemos un escenario donde una área como producción planea incrementa su rendimiento, y donde otra área esta apunto de realizar un recorte de personal, o que se esté presentando el desarrollo de un nuevo producto o servicio. Este tipo de escenario no es algo ajeno al hoy en día, de hecho, es más común de lo que parece, principalmente en aquellos que recién montan un negocio u organizaciones que desean emparejarse con las nuevas reglas y tendencias tecnológicas de hoy en día.

Antes de la llegada del ERP, en la evolución de este sistema llego el MRP II, siendo la solución ante las limitaciones que tenía el MRP, si bien MPR II puede llegar a significar lo mismo por sus siglas, Planificación de requerimientos de materiales, esta última parte fue cambiada por otro entendimiento, siendo Planificación de Recursos por Fabricación. Debido a que se estaban considerando muchas más variables dentro del sistema, donde las 3 principales fueron, la Planificación de necesidades de capacidad, centros de trabajo y rutas, con el objetivo de trabajar bajo una idea que conformaba estas 3 cosas: vamos a solicitar, tenemos la capacidad de trabajar con lo solicitado y podemos cumplir con lo esperado.

Empezando por los centros de trabajo era el término que se usaba para representar a cualquier lugar físico o lógico en donde se realizaba alguna fabricación, donde se consideraba como los actores o agentes a las maquinas, estaciones de trabajo, departamentos, unidades, áreas, e incluso algunos proveedores entraban en la categoría, esto era con el fin de tener

conocimiento en donde se asignaban las tareas, revisar y calcular los tiempos de las tareas realizadas con el fin de estimar los ciclos de fabricación y tiempos de finalización de las ordenes de producción, de esa manera obteniendo un control de la capacidad del centro de trabajo, esto ayudaba a identificar cuanta carga de trabajo puede soportar cada ubicación, los cuellos de botella existentes, como los posibles y que áreas o procesos se puede optimizar, ya sea reduciendo fechas de entrega, aumentando o reduciendo cargas de trabajo, acortando procesos sin disminuir la seguridad, entre muchos aspectos que los datos de estas observaciones brindarían.

Las rutas, como su nombre menciona son los caminos que sigue el proceso de fabricación de un producto, o también el proceso para realizar un servicio, en este caso los puntos por los que se guía la ruta van acompañado por los centros de trabajo, dichos centros realizan las tareas específicas de fabricación, eso quiere decir que para llegar al producto final es necesaria la colaboración de múltiples centro de trabajo, gracias a los datos de estos centros, se puede estimar el tiempo en que tomara completar la secuencia de operaciones que deben realizarse al momento de la fabricación de un proyecto. A diferencia donde el centro de trabajo nos da detalles específicos, las rutas proporcionan visiones más amplias, no solo cuando se está fabricando sino desde la obtención de las materias primas necesarias hasta el producto terminado, y evaluarlas permite una planificación detallada de lo que se está haciendo. Además hay que sumarle que las rutas permiten obtener una recolección de datos más generales donde se incluye los costos realizados en cada punto, desde compra, producción y precio final, de esa manera realizar un cálculo de costo de cada secuencia u operación que se ha realizado permitiendo tener un balance entre la inversión inicial y la ganancia final, pero sobre todo las rutas tienen una función de suma importancia la cual es el control de calidad, al establecer estos controles estratégicamente nos permite controlar el proceso, evitar productos defectuosos que no solo nos traerán pérdidas, sino que retrasarían y consumirán tiempo esencial en la fabricación de un posible producto de alta calidad.

La Planificación de Necesidades de Capacidad, es aquella que permite abastecernos y cumplir con lo esperado o planeado, entre sus principales puntos son la identificación de cuellos de botella, como ya visto en los centros de trabajo donde se evalúa los rendimientos, es posible que las maquinas no puedan dar abasto con las operaciones u ordenes en la cola, de igual forma si no hay operarios necesarios las maquinas no podrían dar su rendimiento máximo, en todo caso soluciones como compra de más equipamiento o contratación de mayor personal, esta comparativa de demanda de capacidad con la capacidad disponible permite detectar las sobrecargas o sitios infrautilizados, es decir que no se le saca el máximo provecho, esta es una de las cosas que antes sin duda el MRP inicial no consideraba en su capacidad analítica. Otro punto de alto interés son las

posibles simulaciones de escenarios, también conocido como pruebas de estrés en algunos lugares tecnológicos, dichos escenarios ficticios permiten evaluar los impactos de las diferentes decisiones que se pueden llegar a tomar, ya sea sometiendo a más carga a los campos de trabajo, alterar las rutas acortando puntos de control de calidad, aumentando estos mismos, duplicar líneas de trabajo, entre otras decisiones de relevancia, lo que permite ajustar el plan de producción ante eventos inesperados, cambios de temporada comercial, con el objetivo de maximizar el uso que se le da a los recursos de la organización y como no puede faltar optimizar los tiempo de entrega.

Estas nuevas integraciones, junto a los resultados presentados como mayor precisión y detalles a las planificaciones realizadas lograron reducir errores y retrasos que se fueron presentando con su modelo anterior, el control de la calidad en la producción también permitió no solo obtener mayores ganancias sino mejores productos y servicios, así mismo a la hora de conseguir las materias primas, de igual forma la capacidad de detectar y resolver futuros problemas que sin duda evitarían cuellos de botella inesperados y retrasos en la fabricación. La mejora de estos conjuntos permitió trabajar con mayor eficiencia, lo que sin duda reducirán los costos, permitiendo mayores contrataciones o mayor alcance de producción, lo que sin duda significara mayor dinero, flexibilidad de escalar y disponibilidad de recursos. Todas estas innovaciones en su tiempo fueron lo que predominó por un bastante tiempo, hasta la llegada de predecesor del MPR, siendo el ERP actualmente considerado el mejor de los sistemas para todo tipo de organización, no solo aquellas enfocadas en ventas ya sea como empresas de productos o servicios, sino que hasta incluso una pequeña empresa u organización puede implementar un sistema tan completo.

El ERP se considera como una extensión mucha más avanzada del sistema de gestión empresarial, debido que ahora ya no solo considera a otras áreas en su organización aparte del área de producción, sino que además se vincula con aquellos actores que son esenciales en el funcionamiento externo como interno, esto significa que los tipos de negocios B2B, ahora son considerados en la planificación como parte de la comunicación, estas entidades B2B también conocidas como de negocio a negocio o en otros campos como proveedores son la esencia de la materia prima que recibe una organización para diferentes actividades, ya sea necesarias para el producto, servicios especializados o generales que la entidad no puede realizar por su cuenta, entre ellos se pueden encontrar mantenimientos de equipos especializados, limpiezas o pintados de la infraestructura de la organización, ampliaciones de ambientes, proyectos, entre muchos más. El sistema ERP permite esta comunicación entre dichas personas o negocios, ampliando el termino de gestión empresarial, es decir una comunicación y colaboración entre empresas.

Toda esta integración nos permite mejorar la gestión de la cadena de suministros, reducir costos, mejorar los tiempos de entrega y sobre todo tener datos confiables de lo que necesitamos, compramos, recibimos y se produce.

Otra de las nuevas relaciones implementadas son los clientes, también mencionado como CRM (Customer Relationship Management) que significa Gestión de Relación con el Cliente, permite la automatización como seguimiento de los pedidos o servicios a realizar, además de tener ya un registro e información crucial de cada uno de los clientes con los que se está trabajando, de esta forma se puede evaluar el nivel de compromiso con cada uno de estos, así mismo seguimiento de la calidad entregada, automatizaciones de pagos, ordenes, comportamientos, entre otras características que nos ayudan a mejorar la atención del cliente. Además de los manejos ante situaciones de quejas e incidencias que suelen ocurrir, resultando en un soporte mucho más rápido y aumentando la confiabilidad. Esto permite a las entidades tener un mayor ROI en el futuro debido a que el sentimiento de que la importancia que se le brinda al cliente, es común poder encontrar este tipo de sistemas en plataformas de compras, en especial tiendas online, donde a veces el producto puede presentar fallas técnicas, situaciones donde el producto no llega a su destino de ahí que el seguimiento virtual o automatizado sea muy importante, ya que ayuda a saber cuál ha sido la ruta por la cual ha pasado e inferir en cual es el punto que ha causado este incidente. Como antes mencionado la confiabilidad de que habrá una solución que hasta uno mismo puede hacerla, llamada autoatención responde a la necesidad de tener que esperar la ayuda de otro, tomando horas en las cuales simplemente pudo haber sido un error de dirección. Gracias todo esto se podrán obtener datos de alto valor que ayudarán a la organización a predecir valores o comportamientos de usuarios ante futuros eventos promocionales y decidir sobre las prioridades de sus futuras ventas. Influyendo en las gestiones de inventarios para suplir la futura demanda que se avecina, gracias a los informes que hemos de obtener gracias a todos los registros digitalizados.

Llegando a la parte que engloba las Entidades Financieras, dicha parte obtiene un importante rol, del cual toda entidad que quiera prosperar debe tener en cuenta, debido a su complejidad muchos no le dan el respeto que se merece, la parte de finanzas no solo sirve para contar el dinero que entra y sale, sino llevar un registro casi métrico de lo que pasa en toda la organización, desde cosas rutinarias como los pagos de los empleados, materiales comprados, cobros realizados a los clientes, hasta elaboraciones de presupuestos para futuros años, planeamiento de recursos humanos como servicios a costear, entre otras variables que dependiendo la entidad se aplicaran.

El registro contable que una empresa debe tener es de suma importancia, porque a fin de cuentas el dinero es lo que mueve a una organización, ya

sea que tenga como fin vender un productor o brindar un servicio. Las finanzas están arraigadas desde el más simple cambio que puede ser la compra de materiales de escritorio como papeles, lapiceros, insumos de consumo alimenticio tales como bebidas, alimentos a muchos más grandes como implementaciones de software, mejora de infraestructura, mantenimientos en diferentes áreas de la entidad. Como tal es necesario no solo estimar los costos y presupuesto disponible para todo aquello, sino que intentar buscar formas de optimizar el costo, buscar mejores ofertas, mejores precios. Además hay que tener en cuenta que la implementación de un ERP hace que esto ya no quede como interno de la empresa, sino que la integración de Entidades financieras no solo aplica a Bancos, los cuales suelen brindar préstamos, bonos, entre muchas más cosas del sector, sino que además obtenemos vías transparentes y seguras para realizar acuerdos comerciales con los proveedores, clientes de gran tamaño, seguros, temas legales como pueden ser los impuestos, declaraciones legales, entre muchas más. Con todos estos datos organizados como corresponde facilita el ser escalable a una entidad, a implementar mejoras constantes, debido a que no solo tiene un control preciso de su dinero, sino que a que mejora la gestión empresarial en general, otorgando facilidades a toda la empresa como a quienes tienen relación con dicha entidad, solo por mencionar en los últimos años se ha promocionado la integración de la SUNAT con estos sistemas, en especial con los pequeños empresarios, con el objetivo de facilitar la formalización y emisión de boletas por parte de estos negocios en ascenso, gracias a la tecnologías con un buen sistema ERP y la API de SUNAT esto es posible, demostrando como este sistema tan completo funciona con una entidad pequeña como a una grande.

Este concepto es de suma importancia, al llevarlo a un entorno real como lo es el objetivo de la investigación, en donde la Universidad Nacional San Luis Gonzaga (UNICA) presenta características propias de ambos sistemas, MRP y ERP. Por un lado, la falta de integración entre las diferentes áreas y la dependencia de herramientas manuales para la gestión de inventarios son indicativos de un sistema MRP. Por otro lado, la existencia del plan de mantenimiento anual y la implementación de software para el registro de mantenimientos sugieren un avance hacia un sistema ERP. Sin embargo, la falta de un sistema integrado y la persistencia de procesos manuales limitan la eficiencia y la toma de decisiones basadas en datos.

La Universidad cuenta con sistemas de planificación rudimentarias, es decir que no se aplica un control de seguimiento eficiente con el cual se indica que el trabajo realizado ha sido completado con las directrices esperadas. Esto se debe principalmente que la mayoría de solicitudes, peticiones y formas de comunicación son en base a documentos físicos. Además, dichos documentos suelen pasar por muchas áreas y siendo manipulados por muchos actores antes de llegar a su destino final y que

cumplan su objetivo, donde el camino se suele maltratar este tipo de documento, en donde puede haber pérdida de hojas, referencias, confusión de número de oficios, entre otros. Si bien este tipo de sistema ha perdurado durante décadas, en la actualidad provoca retrasos o demoras que ya no deberían suceder, especialmente cuando en años anteriores debido a la Pandemia se estableció un sistema de digitalización obligatorio, donde toda la Universidad adoptó el uso del correo Institucional para mandar y la recepción de documentos de diferentes naturalezas, aunque se volvió al uso del papel aún hay algunas oficinas o facultades que mantienen el uso digital del correo, lo que ha generado muchos beneficios. Entre los más principales es la velocidad y facilidad de envío, especialmente en estudiantes.

En el tema general como organización, solo pocas oficinas usan este tipo de sistema de documentación, donde crea una brecha de adopción tecnológica, en las diferentes áreas de principal importancia como lo, es mantenimiento, contabilidad, personal, administración, secretaria general, entre otras. La principal fuente de fallos con este sistema doble de documentación física y digital, es que si una oficina que no suele usar la vía digital la usa dicha oficina tiene que llevar su físico también, y a la hora de entregar a mesa de partes donde ya pasó el documento por vía correo, le ponen otro número de recepción, es decir el mismo documento se presenta dos veces, provocando que se generen confusiones, especialmente en el seguimiento ya que el oficio tiene el mismo número, pero para otros existen dos tramites ahora.

Otro de los puntos principales que esta brecha entre el sistema MRP y ERP que se genera en la Universidad, en muchos casos es de los pagos y compras. Empezando con los pagos, si bien a los trabajadores que se encuentran en la planilla o en modo CAS, no suelen tener muchos inconvenientes con sus pagos debido a que el estado se encarga directamente. A la hora de pagar a los que brindan servicios por honorarios, también conocido popularmente en la Universidad como los “Hp” se presentan retrasos, promediamente desde los 10 días a lo máximo observado cerca de los 2 meses. Debido a desconocimiento del proceso de cómo se efectúan los contratos y la demora principal del primer pago del inicio del contrato, el cual suele renovarse entre 3 meses a más. Se sabe el proceso por el cual los tramites documentarios tienen que pasar, en donde la oficina donde se trabaja hay otras 4 oficinas involucradas. Algo similar suele ocurrir con las compras, los objetos pueden demorar desde unos días hasta semanas para que se puedan conseguir los objetos necesarios para una unidad de campo pueda concluir con su trabajo. En la mayoría de casos se debe a la falta de información y especificación por parte de los responsables, un tema muy común es que a la hora de pedir una compra como referencia incluyan información sacada de internet donde anexan marca o la misma foto del producto. Y como parte del formato

documentario no se debe incluir marca de dicho producto, devolviendo el documento y repitiendo el trámite hasta que todo este conforme.

La elección de realizar una transición tecnología y especialmente el uso de un sistema ERP, se implementó con el objetivo de avanzar poco a poco para reducir estas ineficiencias, evaluar que personal es necesario, reducir la dependencia de servicios externos o de terceros y finalmente poder tener mejorar la integridad de los datos, que nos servirán para tomar decisiones.

Esto se logra a través de una implementación ERP fundamentalmente, primero que nada, en la eficiencia, el hecho de poder relacionar toda la organización y compartir la información de lo que se hace permite un seguimiento más general pero también específico. Con un seguimiento general se refiere a que las otras oficinas principales pueden conocer la situación de las otras, además de reducir cargas, si se implementa un sistema universal de tramite documental digital ya no habrá malentendidos por dobles documentos, los errores de documentos con el mismo número de oficios se reduciría, por lo que se podría dar más prioridad a informes de los trabajadores del campo, como ingenieros, electricistas, instrumentistas, carpinteros, entre mucho más personal que labora, quienes son información de primera mano de lo que sucede en la organización, mejorando el rendimiento de respuesta.

Otra mejora sería el sistema de pagos, al estar digitalizado todo, pero no solo eso, sino en un sistema donde se puede compartir la información no solo las áreas de personal o contabilidad podrían acceder para corroborar que personal aún sigue laborando, sino que pago es el que merece, debido a que la oficina donde laboran es quien se encarga de aplicar las penalidades, se vuelve mucho más fácil de realizar seguimiento y pagos. De esa forma el lapso de tiempo podría reducirse, no solo demostrando la profesionalidad de las áreas competentes sino mejorando el estado de ánimo de muchos laboradores al ser compensados en un tiempo más rápido. Además de poder realizar el control de funciones de personal empleado, así mismo funciones e información personal y no solo de los que brindan servicios por honorarios, sino que, del personal de toda la organización, encargados de laboratorios, quienes son fundamentales para realizar mantenimientos en los equipos especializados. Personal que suele rotar como los de servicios generales o de transporte, entre muchos más, gracias a esta información se puede evaluar si existe la necesidad de emplear más puestos de trabajo, como realizar mejores estructuras organizativas.

En busca de la mejora de costos también se observa con quienes colabora la organización, debido a el registro de los servicios por terceros como las compras que se realizan, ya que brindan una idea general de que servicios son de los que se dependen más, y en que regularidad, con estos datos se puede evaluar, si es conveniente seguir contando con el servicio o proveedores, o en caso contrario realizar un contrato interno de personal que brinda solución al problema. De la misma forma un análisis del

sistema nos proporcionaría información de las compras más recurrentes así mismo de incidentes que requieren materiales comunes, y elaborar compras más personalizadas o realizar un presupuesto más preciso.

Y finalmente todo esto dará una visión más precisa de los datos que tenemos como los que se consiguen, todo esto forma un ciclo donde cada vez la integridad de los datos se fortalecerá y brindará una retroalimentación beneficiosa para la Universidad, y sobre todo un mantenimiento preventivo de alta calidad que se convertirá en una calidad de educación superior y por consiguiente posicionar a la Universidad San Luis Gonzaga como una Organización Educativa a la Vanguardia.

1.3.2. ¿Qué es una ERP Personalizada?

Para lograr la visión anterior antes se debió imaginar el futuro que se desea, de lo que se dispone y como diseñarlo. Para ello tenemos la investigación de Cabrera E. [2] donde en su tesis titulada “Impacto de una ERP personalizada en el crecimiento de una empresa” nos explica de su primera mano, como un sistema personalizado puede superar con creces a los sistemas pre hechos, sobre todo en término “escalable”. Cabrera lo define como dos tipos de ERP, tenemos las ERP personalizadas y las ERP enlatadas.

Donde de manera directa nos dice que las ERP enlatadas son aquellas que no son escalables y que a plan de largo plazo no nos permiten agregar más funciones, limitando por mucho afrontar los retos que provienen al querer crecer, como pasa mucho con las micro empresas de pequeñas o medianas empresas.

Y por el otro lado están las ERP personalizadas, el cual su principal mérito es que nos permiten agregar funciones según lo requiera la empresa u organización, permitiendo escalar a niveles mayores en las diferentes gestiones que afronta una entidad en transición de pequeño a grande, de papel a digital, entre otros.

Cabrera nos explica que esta ventaja lo ayudo en a implementar un mejor sistema en donde trabajaba, pero esto no lo hizo el solo, sino que obtuvo ayuda de herramientas de software libre llamadas “Open Source”, además de las metodologías ágiles que le permitieron agilizar los trámites en la empresa a la cual trabajaba, este tipo de metodologías llamadas “Scrum” lo ayudaron plantearse un modelo de trabajo en equipo donde la calidad aumentaba y el tiempo dedicado se reducía mientras se adaptaban al cambio.

Esto gracias a la variedad de módulos que se pueden implementar en un entorno digital como ERP, los módulos permiten la resolución de problemas de gran escala como de menor, aplicando uno de los principios de resolución de problemas el cual es el desglose de problemas, es decir solucionarlos poco a poco del más fácil a el más difícil, gracias a estos se implementaron diversos módulos que ayudaron a la empresa a estabilizarse y escalar más de lo que tenían previsto. La investigación presente se enfocará en el módulo de Mantenimiento, pero necesitamos

conocer todo lo que abarca esto, para ello uno de los mejores en los sistemas ERP será nuestra guía.

1.3.3. ¿Qué es SAP PM?

Si hablamos de ERP, no podemos omitir hablar de SAP. Esta terminología quiere decir que “Sistemas, Aplicaciones y Productos en Procesamiento de datos” van del conjunto, brindando un sistema muy robusto y completo en el cual una empresa puede depositar su confianza y futuro empresarial. SAP como empresa se han encargado de desarrollar su software para que abarque distintos modos de empresas, donde brinda una completa integración y armonía entre los datos para la toma de decisiones. Aunque eso sí, su sistema al ser muy completo está enfocado mayormente a medianas y grandes empresas, sobre todo por su costo y licencias que esta empresa alemana suele solicitar, sin olvidar que para usar su sistema hay que tener bastantes conocimientos, ya que cada módulo que tiene puede abarcar increíbles funciones, y de hecho cada módulo tiene formaciones y certificaciones oficiales. Gracias ello cada módulo cuenta con información muy valiosa que nos ayuda a entender cómo funciona, como analizar y como mejorar la implementación que deseamos incorporar. Por lo tal nos centramos en uno de sus módulos de gran valor, SAP PM (Plant Maintenance (Planta de Mantenimiento SAP)).

Para ello se ha indagado en su manual “Tutorial de SAP PM” [3], el cual nos explica los principales objetivos que abarca este módulo para obtener rendimiento en los sistemas ERP, abordando y profundizando en los temas técnicos que presentan las áreas de Mantenimiento en todo tipo de entidades, obteniendo información valiosa tanto teórica como práctica. Que no solo permitirá explicar los procesos que se han de realizar sino además los que podemos emplear y mejorar en nuestro objetivo de investigación actual.

Entre los diversos puntos que se toca empezaremos primero con la introducción de que es lo que nos informara este tutorial de SAP PM, nos detalla que este módulo esta creado para la gestión de las diversas actividades que se presentan en el mantenimiento de una organización, lo cual abarca muchas cosas que implican costos, pero de forma objetiva se centra en 3 puntos claves los cuales son la Inspección, Mantenimiento Preventivo y la Reparación.

Al abordar esos puntos clave se pueden realizar múltiples cosas que ayudan a la organización, por mencionar, nos permite el registro de problemas de manera eficiente en el sistema, nos brinda un gran soporte en la planificación de actividades y recursos de mantenimientos ya sea en materiales o mano de obra, nos da la facilidad de tener una clara gestión de costos de mantenimiento gracias a los reportes detallados y nos permite la integración con otros módulos como producción e inventarios gracias a

los datos que tenemos, mejorando la facilidad de la interoperabilidad de los activos.

El tutorial SAP además nos da una explicación sobre estos puntos clave del Módulo PM, donde empieza con la Inspección, este proceso consiste en la verificación de cuál es el estado actual del sistema técnico, lo que implica no solo revisar si los equipos están funcionando como corresponde, sino que además debe permitirnos detectar posibles fallas antes que ocurran, en otras palabras, leer las señales antes que ocurran graves errores. Si bien es el primer filtro que toda organización debe prestar mucha atención, muy ocasionalmente suele ser una revisión superficial, dependiendo del tamaño de la organización es posible plantear signos comunes que indican el posible fallo de uno de estos equipos, lo que nos lleva al siguiente punto.

El Mantenimiento Preventivo, centrado en prevenir que estos signos escalen a algo peor, para ello depende en gran medida el tipo de equipamiento que se está evaluando, la razón es que estos trabajos se realizan programando cronogramas de trabajos regulares con la seguridad que se cuenta con los recursos y herramientas para realizar dichas actividades, los equipos pueden variar su tiempo de mantenimiento preventivo debido a su naturaleza, algunos pueden ser mensuales, trimestrales, semestrales, anuales hasta aquellos como los extintores que se realiza una recarga cada ciertos años. Como así mismo el tiempo varia, los recursos y herramientas lo hacen, desde pesas especializadas para balanzas hasta herramientas manuales que sirven para mantenimientos simples. El contar con la disponibilidad de estos recursos permite una programación de mayor calidad y la seguridad de que se puede completar el cronograma planteado, generando un ahorro de costos que es beneficioso para todos. Pero en el caso de que no se cuente con la disponibilidad de los recursos o no se ha dado atención a las señales de los posibles fallos, nos llevara al siguiente punto.

La Reparación, esto implica asumir no solo un coste mayor a un equipo, sino que además riesgos operativos dependiendo del nivel de dependencia de dicho equipo. La función principal de la reparación es restaurar el equipo a su estado ideal, después de que ha ocurrido un problema con su funcionamiento o uso. Pero esto no solo incluye el paso de repararlo sino que primero que nada se necesita realizar la programación del trabajo ya que no estaba contemplado designar personal y recursos, que seguramente retrasaran otros trabajos ya programados, además la asignación de recursos implicara si tenemos o no lo necesario para llevar a cabo la restauración, lo que finalmente llevara al paso de calcular los costos iniciales, que implicaran preguntas como ¿Tenemos personal especializado para la restauración?, ¿Contamos con los recursos necesarios para la reparación o es necesario comprar nuevos componentes o peor aún comprar un nuevo equipo? En el caso de que dichas preguntas sean negativas, es decir, no contamos con el personal y no hay materiales, se deberá contar ayuda externa que implicara costos mayores.

Estos puntos claves nos ayudan a la integración con otros módulos, el Tutorial de SAP PM nos indica que otros módulos son de importancia en su entorno ERP, entre ellos menciona los módulos de Gestión de Materiales (MM) que gestiona los inventarios y ordenes de compras como lo pueden ser las piezas de repuesto, Planificación de Producción (PP) que coordina las actividades de mantenimiento con el cronograma de producción donde se puede dedicar de horas hasta días para realizar inspecciones como mantenimientos preventivos a las máquinas de alta importancia, Gestión de Personal (HR) que planifica y asigna los recursos humanos necesarios en diferentes actividades como lo pueden ser de mantenimiento así mismo evaluar si es necesario más personal, reducir o distribuirlo de diferente manera, Ventas y Distribución (SD) que se enfoca en aquellas organizaciones que ofrecen sus servicios a terceros.

a) Objetos Técnicos

Los Objetos Técnicos es un concepto que nos ayuda a entender mucho mejor como gestionar una Planta de Mantenimiento. El termino Objeto Técnico es un concepto general que engloba diferentes explicaciones, pero primero empecemos con lo que significa. Este término representa a los equipos, máquinas y sistemas que requieren ser mantenidos para su operabilidad, organización y estructuración de actividades a realizar. La documentación nos explica que los Objetos Técnicos son gestionados en dos formas principales, por un lado, tenemos la Ubicación Funcional y por el otro el Equipo.

La Ubicación Funcional representa el lugar físico en donde se realiza la actividad, como antes se mencionó en la evolución del MRP al ERP [1], se puede considerar como los centros de trabajo.

En el lado de los Equipos son consideradas las maquinas en su mayoría, no únicamente aplica a maquinas, pero suele ser la mejor representación, estas máquinas específicas y únicas son las que se encuentran dentro de las ubicaciones funcionales y permiten que cumpla con su rol. Que sería de un centro de cómputo sin las computadoras y monitores que ayuden a cumplir su propósito.

Pero el Objeto Técnico necesita de las Plantas de Mantenimiento para planificar sus actividades, Este término se refieren a aquellas principales áreas u oficinas que brindan el soporte para definir las tareas para los planes de mantenimiento, Planificar y programar dichas actividades, crear y ejecutar las distintas órdenes a realizar. Se nos explica que en las plantas de mantenimiento están relacionadas y tienen cierta jerarquía que se pueden clasificar de 3 maneras, Centralizadas, es donde la planta de mantenimiento realiza su planificación de una a muchas, es decir que solo hay una planta central que se dedica a organizar y dictar la gestión de actividades a las demás plantas. Luego tenemos a la Descentralizada, a diferencia de la primera aquí las Plantas de Mantenimiento se organiza de manera individual su gestión de actividades, esto depende en gran medida de cuál será su rol en la Ubicación funcional, donde hay necesidad de autonomía para operar y planificar actividades en bien del funcionamiento

del área u Objeto técnico. Por último, tenemos a la Parcialmente Centralizada, en este caso hay múltiples Plantas que operan sobre otras, o por decirlo de una manera simple muchas plantas centrales. Donde pueden gestionar no solo su planificación de mantenimiento, sino que además tienen a su cargo el planeamiento de otras plantas de mantenimiento, que ocasionalmente están relacionadas o son de menor jerarquía.

Además, tenemos la Estructura de Objetos Técnicos que busca organizarse según las necesidades de nuestra organización, entre ellas tenemos 3 principales estructuras que se pueden tomar.

Estructuración Funcional, esta estructura divide el sistema técnico en ubicaciones funcionales donde es muy común organizarlo por estaciones de trabajo que a diferencia de los centros de trabajo son términos para dictar un rol específico de la persona o maquina a usar representándolo con un punto exacto en la ubicación.

Estructuración Basada en Objetos, esta estructura busca organizar su organización mediante los equipos individuales, es decir por las maquinas específicas que llevan una identificación única, usualmente conocido como número de serie único o un código correlativo.

Estructuración combinada, esta estructura junta ambos conceptos el funcional y el basado en objetos para obtener una estructura donde se designa una ubicación funcional y dentro de esta se encuentran los objetos técnicos únicos, es decir, las maquinas con número de serie únicos. Un claro ejemplo de esto serían las ubicaciones funcionales de Bomba de Agua o también Pozo de agua, cuyo objetivo es brindar agua a toda la organización, pero no lo realiza solo, sino que adentro de esta ubicación se encuentran distintos objetos técnicos que ayudan a realizar la tarea, tales como bombas de agua, reguladores, tableros de mando, una caseta donde se encuentra el operario o supervisor, además pueden haber computadoras, electrodomésticos, entre diferentes cosas que se pueden encontrar en estas ubicaciones funcionales.

Estos conceptos nos ayudan a comprender que una ubicación funcional es donde se va a realizar la tarea técnica. Y un equipo único nos dice que objeto estará siendo mantenido.

b) Registro Maestro de Equipos.

El Registro Maestro de Equipos fue el siguiente punto que este Tutorial PM nos explicó, en el contexto de SAP PM el registro maestro de equipos representa el “perfil” o “ficha técnica”, la cual se puede entender como la hoja de vida del equipo. SAP nos menciona la importancia de este término aplicado a la gestión de mantenimiento ya que esto permite realizar el seguimiento detallado del estado y actividades de mantenimiento asociadas al equipo en cuestión. Como ya se explicó antes un Equipo es usualmente una máquina que necesita ser mantenida, y para ellos debemos realizar este registro maestro, ya que esto nos permite:

- Saber que equipos se pueden mantener de forma independiente.

- Si tiene su número único de identificación, que suele ser el número de serie o un código correlativo que la misma organización se encarga de proveer.
- Si puede ser instalado en una ubicación funcional o moverse entre varias ubicaciones, dentro o fuera de la organización, entre ellos tenemos Maquinas tales como motores, bombas de agua, herramientas de alto valor e incluso vehículos de la organización.

Todo este proceso de registro de datos nos facilita la gestión de los datos técnicos individuales es decir especificaciones que presenta el equipo, los cuales son marca, modelo, color, número de serie, fecha de ingreso, garantía, la ubicación donde se encuentra, entre muchos más. Podemos registrar actividades de mantenimiento y los beneficios que conlleva eso tales como historiales de inspección, reparaciones y costos asociados.

También Planificar tareas de mantenimiento ya sean crear ordenes de trabajo específicas para el equipo en cuestión, mantenimientos programados, horas de pausa en caso sea un equipo de alta producción, etc.

Y muy importante Monitorear costos, identificando cuanto es lo que se gasta en el mantenimiento de cada equipo particular y detectar costos excesivos en caso se presenten.

Otra de las importancias que nos menciona SAP es que el registro maestro nos ayuda bastante cuando hay movimiento de equipo en diferentes ubicaciones funcionales, tener este tipo de controles no solo permite tener el conocimiento en que lugares están nuestros equipos, sino también el tiempo que tienen, así mismo el estado en que se encuentran, una forma de representarlo sería en una organización que tiene múltiples pozos o centro de agua, esta deberá tener un centro de agua principal el que necesita más potencia de los motores como así mismo los mejores y más nuevos, y por otro lado tiene otros centros de agua de menos potencia que son usados moderadamente o en ocasiones que lo requieran, entonces al tener el registro maestro de los equipos, podemos saber cuál ha sido el tiempo de vida útil actual de las bombas de agua como de otros equipos de importancia, con los datos de los mantenimientos que han recibido se llega a una conclusión de que es hora de comprar nuevas bombas para reemplazar las más antiguas que ya no rinden a su máxima potencia, pero estas bombas aun cuentan con un estado operativo así que las derivan a los otros centros de agua, donde no es necesario que lleguen al máximo de rendimiento, pero esta bomba de agua aún tiene un buen estado a comparación de las del centro de agua 2, de esta manera dependiendo el tamaño de la organización se optimiza la gestión de recursos sabiendo cual usable es aún el equipo gracias a su registro maestro de objetos hasta llegar al punto de que el equipo ya no sea usable y se le tenga que dar de baja.

c) Funciones de Objetos Técnicos.

Funciones de Objetos técnicos, este término explica que los objetos técnicos tienen funciones que nos permiten la facilidad de manipularlos en cuanto a información, para ello hay puntos que nos dicen como se organiza este tipo de manipulación o transferencia de datos:

- Jerárquica: Son datos que ocupan un nivel superior de relevancia como puede ser una ubicación funcional principal y que los cambios que se hagan se aplicaran a los niveles dependientes de manera automática.
- Horizontal: Brinda la posibilidad de transferir datos de una misma ubicación o hacia otras, tal caso como características similares de un equipo que será comprado en masa como lo sería un monitor, teclado o mouses.
- Transferencia desde equipos instalados: Si un equipo se encuentra instalado en una ubicación se pueden transferir datos hacia dicho equipo o viceversa, es muy común en áreas donde es necesario registros anteriores o áreas automatizadas.

La Instalación y desinstalación de equipos es otro punto relevante, el cual nos dice que para instalar un equipo debemos considerar a que ubicación será que lo instalaremos y que si necesitamos transferir datos de importancia para finalmente empezar con el guardado de registros. Para desinstalar un equipo primero que nada se debe informar sobre la acción de desmontaje, de ahí proceder a que datos se deben mantener después del desmontaje para finalmente terminar con el registro de que ese equipo se ha desinstalado.

Como en uno de los ejemplos anteriores donde se mencionaba el cambio de una bomba de agua de un centro de agua, se necesitó instalar un nuevo equipo y desinstalar el anterior, además de guardar la información de ambos y transferir registros de uso y potencia.

Clasificación de Objetos Técnicos es la característica que nos permite clasificar los objetos técnicos para una mayor facilidad de búsqueda y organización, la utilidad de este tema se realza cuando tenemos grandes cantidades de datos. La creación de estas características y clases son los atributos que los equipos comparten y se pueden identificar por estos, como pueden ser el nombre principal, una marca, un modelo en masa, entre otras características o detalles presentes. Este tipo de practica estimula la búsqueda eficiente que nos permite generar reportes y consultas mucho más rápido, identificando a una gran cantidad de equipos de entre otros muchos. Esto nos lleva a una función donde tenemos la Visualización y edición de datos. La clasificación nos permite rápidas visualizaciones de información de una categoría en específico que deseamos, no solo permitiendo la rápida búsqueda y resultados sino además la posibilidad de crear filtros más específicos que ayudan para editar datos a futuro gracias a los registros de datos maestros. Un ejemplo común es querer ver que equipos han sido cambiados últimamente, los tipos de categorías que tenemos, donde los más comunes son mobiliarios y equipamiento.

d) Mantenimiento de Averías.

El Mantenimiento de Averías se refiere a la rápida acción ante un problema del funcionamiento del equipo, especialmente en problemas inesperados que afectan en la producción de una organización o causan tiempos de inactividad. El mantenimiento de averías se busca realizar cuando el equipo no funciona correctamente, afecta la producción o servicios realizados y requiere una acción inmediata para su restauración.

Para realizar este mantenimiento de averías se nos planea seguir una serie de pasos, que van de:

- Crear una notificación de avería, que nos ayude a registrar el problema y cuál es el equipo que se debe atender, esto se ayuda mediante un modelo de informe estándar para las averías o fallas que se presentan.
- Evaluar y priorizar la notificación, esto determina la importancia de restaurar o reparar el equipo lo más pronto posible.
- Crear una orden de mantenimiento, luego que se notifica y el experto evalúe la complejidad y nivel de alerta se empieza a generar una orden que contendrá los detalles del trabajo, recursos, materiales y costos asociados que el experto nos ha informado.
- Ejecutar el trabajo, se desplegará a él o los expertos necesarios para cumplir con la reparación siguiendo los detalles de la orden de mantenimiento, entre ellos puede haber un responsable del equipo desplegado como también un solo individuo que se encargue del mantenimiento.
- Cerrar la orden, una vez que el trabajo se ha completado y se tiene el resultado final se ha de registrar en el sistema, así mismo los costos asociados como adicionales si es que existen y dar por finalizado el trabajo.

e) Mantenimiento Correctivo y Preventivo.

El Tutorial de manual de la Planta de mantenimiento, nos explica que existen esencialmente estos dos tipos de mantenimientos a la hora de planificar actividades, el correctivo que se enfoca en solucionar fallas, catalogarlas y llevar al equipo a su punto óptimo de restauración. Por otro lado, el Mantenimiento preventivo a través de la inspección, revisión y cronogramas planifica que se eviten problemas. Y claramente ambos tienen una relación para trabajar en conjuntos.

Primero hablemos del Mantenimiento Correctivo, como su mismo nombre lo indica su función principal es corregir el fallo que puede, va a y está pasando. Sin duda tiene un concepto similar al anterior punto de averías, sin embargo, aunque ambos hablan de restaurar fallos, la avería indica que el problema ya está pasando y es inesperado necesitando una rápida acción, y aunque el mantenimiento correctivo puede hacer lo mismo su enfoque no solo se basa en eso, a esperar que el problema ocurra. Ambos mantenimientos generan un costo mayor al ser operados, sin embargo, el mantenimiento correctivo puede

aparecer en un instante, puede ser programado y puede provenir de un mantenimiento preventivo.

El mantenimiento preventivo de la misma forma su nombre indica prevenir, es decir, evitar que el fallo llegue al equipo y aumentar su vida útil de funcionamiento, para ello es importante un punto que se mencionó al inicio del Tutorial SAP PM, la inspección, los mantenimientos preventivos, son generalmente programados a base de un historial, el cual puede ser el mismo tiempo que se debe realizar mantenimiento a los equipos en base a su condición, es decir, una empresa recomienda realizar mantenimiento a una maquina cada 3 o 6 meses, e incluso anual, y quienes se encargan de esto son los expertos contratados en su especialidades. El mantenimiento preventivo además de evitar fallos, reduce el costo que se dedica anualmente a la financiación de estos imprevistos, puede parecer increíble como una limpieza o calibración de algunos equipos puede llegar a evitar costos de decenas de miles de soles en grandes organizaciones y más aun en pequeñas organizaciones donde los costos se sienten con más fulgor.

La relación entre el mantenimiento correctivo y preventivo que antes se mencionó SAP PM explica que en los momentos que se realizan las actividades en el cronograma del plan de mantenimiento preventivo, hay casos donde la inspección puede encontrar que un equipo u objeto técnico se encuentra en un estado crítico, aunque aún puede estar funcionando con normalidad, el tiempo a que este equipo llegue a el fallo puede ser corto. Para esto el mantenimiento preventivo pasa a correctivo asignándole un nivel de prioridad de acuerdo a como lo especifique el experto que brinda el mantenimiento.

Este punto es uno de suma importancia en el objetivo de investigación que se está tomando, ya que el mantenimiento preventivo de equipos especializados es el principal objetivo a cumplir de la organización y unidad en investigación. Siendo este además el principal inicio para la implementación del ERP. Por ello se considera como punto clave los Mantenimientos Correctivos y Preventivos junto a sus relacionados del Tutorial SAP PM.

f) Planificación de Mantenimiento.

Es el proceso que permite aplicar los 3 puntos clave de este módulo, Inspección, Mantenimiento preventivo y Reparación todo es de una manera organizada, estructurada y siguiendo un plan. La planificación está conformada por una serie de componentes, los cuales son: Planes de mantenimiento, Lista de tareas, Ordenes de Mantenimiento y Notificaciones. Además de unos tipos de Planes de Mantenimiento que se verán aplicados dependiendo de la organización, entre ellos están:

- Plan de ciclo individual, busca basar el mantenimiento a realizar en base a un tiempo o rendimiento en un ciclo establecido.
- Plan estratégico, planifica ciclos más complejos donde los intervalos pueden ser múltiples e incluir diferentes actividades.

- Plan de contador múltiple, similar al del ciclo usa un parámetro de medición, pero con la diferencia de que los parámetros serán múltiples, que pueden ser horas de uso, ciclos completos, metros recorridos, etc.
- Plan de mantenimiento para contratación de servicios, incluye servicios externos relacionados con el mantenimiento, como órdenes de compra para proveedores.
- Plan de mantenimiento para acuerdos marco, en este caso se utilizan contratos con previos acuerdos entre la organización y el proveedor del servicio para realizar una actividad de mantenimiento específica. Para lograr una buena planificación se nos explica que es importante el ingreso de los detalles de la actividad como que ciclos tiene o se tendrán en cuenta para realizar el cronograma de mantenimiento, definir tareas específicas en caso las haya, programar que parámetros serán los evaluados para determinar el mantenimiento y guardarlo en una base de datos junto al resto de planes a realizar y llevar un control de este mismo, toda esta planificación correctamente nos lleva a poder abarcar planes de mantenimiento más complejos y de escala.

g) Mantenimiento Orientado a Proyectos.

Este término está diseñado para actividades de mantenimiento más complejas, que en muchos casos requiere no solo más personal capacitado sino que múltiples actividades posiblemente en el mismo tiempo, por esa razón para facilitar y aumentar la eficiencia de su ejecución se dividen en pequeños proyectos a realizar, esto puede ser desde el mantenimiento general de una planta de mantenimiento, una ubicación funcional hasta la inspección total de la organización en un tiempo menor, hasta implementación por terceros.

Además, nos presenta un nuevo termino MEB (Maintenance Event Builder) que en español es llamado como un Constructor de Eventos de Mantenimiento o también Generador de Eventos de Mantenimiento. Esta herramienta busca agrupar conjunto de notificaciones y ordenes de mantenimiento en paquetes de trabajo, además de brindar visualizaciones más simples y desglosadas de todo el proyecto general, permitiendo un monitoreo de las actividades realizadas y aquellas pendientes. Esto se apoya gracias a un Cuaderno de trabajo o también llamado técnicamente como LogBook según SAP. Este cuaderno guarda los registros hechos que nos sirven para rastrear todo el avance que se está realizando ya sea por un objeto técnico o por un centro de trabajo, además de ser una garantía, ya que suelen contar con la firma de quien está realizando la actividad. Estos cuadernos cuentan con dos formas de organizarlos, están los sub cuadernos, que registran actividades para nodos específicos dentro de una jerarquía técnica. Y en el otro caso es sin sub cuadernos, donde el registro se mantiene general y sincronizado con toda la estructura técnica, ambos casos generan mejores coordinaciones, aumenta la eficiencia y un seguimiento detallado en la planificación.

Proceso de Restauración se refiere a la secuencia de pasos para devolver un equipo dañado a su estado óptimo funcional, asegurando la operabilidad del equipo y reducir el costo que conllevaría reemplazar dicho equipo por uno nuevo. SAP nos sugiere seguir este orden de pasos:

- Desinstalar el equipo dañado, donde se moverá de su ubicación funcional a el almacén con un formato de movimiento de material.
- Crear una orden de reacondicionamiento, dicha orden sirve para registrar y costear la reparación.
- Ejecutar el proceso de restauración, donde el estado del equipo cambiara de dañado a reacondicionado.
- Reinstalar el equipo, una vez hecho la restauración y el equipo en su nuevo estado de reacondicionado se procede a devolverlo a su ubicación funcional original o pasarla a una diferente.
- Cerrar orden, se obtienen todos los registros que conllevo el reacondicionamiento.

h) Procesamiento de Reclamos de Garantía.

Se usa para la gestión eficiente de las reclamaciones relacionadas con las garantías de los equipos, tales como reclamar al proveedor la reparación o reemplazo de un equipo al presentar un fallo y estar dentro el periodo de garantía, también se aplica para servicios gratuitos relacionados a el equipo, como lo pueden ser inspecciones durante el año, mantenimientos preventivos por parte del proveedor o las capacitaciones. SAP PM presenta una forma de automatización para estos tipos de eventos, debido a que primero que nada es necesario que se verifique que el equipo ha presentado una falla de fabrica o que en los términos y condiciones se aplique la falla, ya sea por el uso o mismo equipo, entre los casos que pueden presentarse son:

- La garantía es válida y se aprueba como positivo.
- La garantía ya no es válida y se muestra como negativo.
- Faltan datos claves como pueden ser documentos o parámetros de medición necesarios.
- La verificación es negativa, pero a un nivel superficial podría ser valido.

i) Aplicaciones Móviles.

Para SAP PM, esto permite que el acceso sea “responsive” es decir, que se pueda acceder de diferentes plataformas, en este caso a través de dispositivos móviles, la función de este implemento busca brindar las facilidades de acceso a la información en tiempo real, ya sea en los equipos, órdenes de compra y notificaciones. Además de que el personal en campo puede ingresar datos de manera más directa y rápida a través de su dispositivo móvil, lo que reduce tiempos de respuestas y aumenta la productividad en las actividades que se tienen planificadas.

j) Gestión de Liquidación de trabajo. Este término viene de las siglas WCM (Work Clearance Management), el concepto se refiere a toda la gestión del personal y su seguridad a los momentos de realizar las distintas actividades de mantenimientos garantizando que cumplan con las normativas y procesos que protejan al personal como el entorno. Entre estos procesos y normativas se encuentran la designación de responsabilidades, que los datos sean los correctos, que el personal cuente con el equipamiento de medidas de seguridad necesarios, permisos de acceso, que se cumpla la normativa estándar que se aplica en el caso. Luego de estas verificaciones es donde se procede con el mantenimiento.

k) Sistema de Información.

La función de este concepto es recopilar información de los activos y reportar análisis encontrados, con el fin de apoyar en la toma de decisiones informadas, a través de dos principales términos.

El MTTR (Mean Time to Repair) que significa el Tiempo promedio que toma reparar un equipo, nos indica cuales son los tiempos que suele demorar la restauración y actividades de mantenimiento hacia un equipo, los cuales pueden ser desde horas hasta días dependiendo de la complejidad.

Y el MTBR (Mean Time Between Repair) que es el Tiempo promedio entre fallas consecutivas de un equipo, gracias a los historiales de mantenimiento se puede estimar cada que tiempo suele fallar un objeto técnico, con esto se establece la importancia de seguir dando mantenimiento o reemplazarlo.

Por último, otro termino que nos menciona SAP PM es la disponibilidad del equipo, donde usan una formula como se puede apreciar en la siguiente imagen.

Figura 1

Formula La Disponibilidad de un equipo.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo de operación}}{\text{Tiempo total disponible}} \times 100$$

Si donde un equipo funciona 700 horas en un mes y el tiempo total disponible es de 720 horas, la disponibilidad es del 97.2%.

Volviendo a los dos primeros términos, el estudio y análisis del tiempo promedio de fallas y reparación, permiten obtener una data de que equipos tienen un desempeño deficiente, con esta información se puede tomar la decisión de si se debe seguir dando el mantenimiento o reemplazarlo debido a los costos que genera reacondicionarlo. Así

mismo ubicar que ubicaciones son las que presentan más mantenimientos, cuáles son las que muestran un cuidado mayor con los equipos y proceder a tomar diferentes decisiones que afectaran el rendimiento en forma positiva.

l) Hoja de Tiempo de Aplicación Cruzada.

Conocida por SAP PM como CATS (Cross-Application Time Sheet) es una forma de registrar y gestionar el tiempo que el personal general o expertos dedican a las diversas tareas planificadas. De esa forma esta herramienta nos permite monitorear el uso del tiempo y asignar costos de manera precisa, gracias a los reportes de tiempos trabajados, como el tiempo que demanda proyectos de mantenimiento ya sea de gran o menor escala, o las actividades en general.

La forma en que funciona estas hojas de tiempo, es que los empleados registran el ingreso que le dedican a una tarea, lo que permite la vinculación a una orden de mantenimiento o proyecto específico al conocer el tiempo que uno se demora, además nos permite verificar con otros equipos si se están cumpliendo los mantenimientos o si se hayan dificultades mayores gracias a la estimación del tiempo, permitiendo un cálculo de costos en relación al tiempo de inactividad que causa dicha actividad(es).

m) Roles.

Según el tutorial los roles cumplen un papel fundamental en la distribución de responsabilidades y actividades específicas, esto permite que las tareas que cada persona realiza sean supervisadas en una jerarquía organizada y donde la división de tareas es clara, lo que garantiza una gestión eficiente de los procesos a realizar.

SAP PM, cuenta con roles los cuales nos explican cómo funciona una planta de mantenimiento totalmente organizada, los cuales son:

- Gerente de Mantenimiento, el encargado de supervisar todas las actividades de mantenimiento, además de analizar parámetros como los tiempos promedio de falla y reparación, para poder tomar las decisiones correspondientes y es el encargado de aprobar planes de mantenimiento y presupuestos.
- Planificador de Mantenimiento, encargado de crear planes de mantenimientos preventivos y programar las ordenes de actividades en el trabajo, para ello coordinara los recursos necesarios que pueden ser desde equipos hasta personal experto.
- Ingeniero de Mantenimiento, son el personal experto que se encarga de los análisis técnicos de equipos y sistemas, promoviendo mejoras que aumentan la eficiencia de los equipos, ellos colaboran con el planificador para buscar soluciones optimas y definir las tareas necesarias.
- Supervisor de Mantenimiento, personal en campo que su función principal es la del monitoreo, garantizando la ejecución de las ordenes de trabajo y que los técnicos realicen su trabajo en el tiempo estimado,

siempre cumpliendo los estándares de seguridad, además de reportar el cumplimiento de la planificación de mantenimientos, ya sea al planificador o gerente mediante presentaciones fáciles de entender.

- Técnico de Mantenimiento, personal principal de campo que se encarga de ejecutar las tareas de mantenimiento, desde registrar el trabajo realizado, el tiempo necesitado, materiales usados y sus observaciones técnicas. Son el personal de mayor cantidad en la organización, la comunicación con ellos es vital para comprender la situación de los objetos técnicos de nuestra organización.
- Consultores de SAP PM, este rol necesitado para los que aplican el módulo SAP PM en su organización, cumple con el rol de capacitar sobre el uso final del sistema, donde busca personalizar y brindar el mejor servicio del sistema SAP. Así mismo pueden ser consultores de la tecnología que se usa o internos de la organización.

La empleabilidad de estos roles permite una eficiencia mayor y especializada en la organización en cuanto al mantenimiento de todos los objetos técnicos existentes, además permite una clara identificación de las responsabilidades del personal existente, evitando trabajos y acciones redundantes, mejorando la coordinación entre todos los procesos.

1.3.4. ¿Cómo se mejora una Gestión?

Para entrar en detalle sobre como el proceso logístico afecta a la parte de mantenimientos revisamos la investigación “Propuesta de mejora de la gestión integral del proceso logístico y de mantenimiento de la empresa Metales y Mas SAC” de la tesis de Vargas Y. y Zapana H.[4] en su investigación expresaron que su objetivo era observar cuales eran aquellos problemas que afrontaba la empresa, por lo que realizaron análisis de observación, entre las muchas variables y situaciones encontraron que los principales acontecimientos era la falta de un sistema para el control logístico de los materiales dentro la organización. Lo que generaba una deficiencia el sistema actual que manejaban, uno manual y físico, así mismo la falta de planificación y mantenimientos preventivos hacia sus máquinas generaba fallas, retrasos y sobre todo sobre costos que tenían que afrontar. Tras su análisis y evaluación de una solución óptima y que cumpla con su objetivo implementaron un sistema ERP y dieron por hecho un sistema que permitía a la empresa poder avanzar poco a poco y escalar, esto es gracias a la plataforma Odoo. El sistema ERP Odoo fue una excelente solución comentaron, ya que no solo ayudo al tema de los mantenimientos preventivos y a los generales, sino que además a la cuantiosa cantidad de módulos que Odoo dispone se pudo contrarrestar la falta del control logístico que la empresa tenía. Aunque después de la implementación la empresa tuvo que lidiar con las capacitaciones a el personal existente ante la nueva la tecnología donde seguramente esta implementación habrá traído resistencia al inicio, pero el beneficio a largo plazo será mucho mayor.

Esto nos demuestra como una evolución hacia el ERP puede traer soluciones de manera rápida, aunque las capacitaciones y adaptación del personal empleado puede demorar, sin duda alguno los efectos del control de recursos y mantenimientos preventivos son de alto impacto. Uno de los puntos más importantes en la investigación era que la falta de mantenimientos preventivos era una de las principales causas de tantos fallos con los recursos como productividad, los implicados demostraron que la implementación de este software como alternativa a SAP puede traer increíbles resultados. Esta aplicación en la Universidad Nacional San Luis Gonzaga es aún más beneficiosa, debido a que esta ya cuenta con una planificación, un control, aunque manual se está entrando a un plano digital gracias a Google Drive y hojas de cálculo Sheets. Pero con la integración del sistema planteado se encontraron resultados bastante interesantes.

1.3.5. ¿Cómo se mejora la Gestión de Mantenimiento con Odoo?

Otra de las investigaciones en “Implementación de un módulo del ERP Odoo para mejorar la gestión de mantenimiento industrial en American Trading System SAC” en la tesis de Vásquez [5], nos menciona que en este caso el objetivo era la implementación de Odoo como parte de una estrategia en la reducción de costes por los temas de mantenimiento, esto fue realizado mediante un análisis de viabilidad, es decir que se analizó y simulo cuanto serían los beneficios de implementar Odoo en la empresa, el resultado que lograron fue que ahorraron un total del 50.9% en comparación de los 3 meses anteriores, un efecto inmediato en el ámbito empresarial, lo que demostró que el cambio hacia un entorno ERP con Odoo ayudan en la reducción de costos operativos.

Los resultados de esta investigación fomentan aún más la necesidad de dar prioridad al nuevo sistema de mantenimiento en la Universidad, por lo que los resultados se pueden apreciar en un corto periodo de 3 meses cuando es aplicado correctamente, brinda una experiencia de primera que incita que se debe tomar con más relevancia el software Odoo en la parte de mantenimientos preventivos que sin duda mejoraran el servicio operativo que la Universidad brinda, el cual es la educación de nivel superior en los laboratorios.

1.3.6. ¿Cuán de importante son las Políticas para una Eficiencia mayor?

Pero para lograr esto es necesaria la colaboración como acción de múltiples agentes, en la tesis de Huamani Santiago [6], explica sobre la importancia de las políticas para la eficacia de la gestión, su investigación titulada “Las políticas públicas y la eficacia de la gestión administrativa en la Universidad Nacional ‘San Luis Gonzaga’ de Ica” busco validar como es que las políticas implementadas si influyen en un aumento de eficiencia de la gestión administrativa, ya sea en

procesos como en el personal que labora. Esto busca como referentes a el contenido, estrategias y alcance de dichas políticas, buscando una integración de actividades y que la gestión de conocimientos no quede obsoleta, de esta manera se tiene en cuenta si las políticas implementadas influyen en la adaptabilidad tecnológica para los siguientes futuros que enfrentara la Universidad Pública.

La necesidad de unas políticas que promuevan la capacitación constante en el ámbito tecnología representaría un gran avance, debido a la alta resistencia del cambio de papel a lo digital, el sistema ERP que se planteó busca dar acceso a múltiples agentes de la Universidad para que el ingreso de datos sea constante y este actualizado en un tiempo real, sin embargo la falta de interés por esta constante capacitación tecnológica deja a la Universidad sin mucho personal que pueda adaptarse a los cambios tecnológicos que traerá la integración del sistema.

Ante todo, esto, la tecnología usada para implementar este sistema y plataforma ERP no fue SAP, debido a los altos costos y requisitos por parte del personal experto necesitado, sino que se optó por una solución que estaba la vanguardia en los softwares ERP existentes, además de que permite integrar módulos y cuenta con un software libre para la personalización y ser escalable dependiendo la organización, este es el software Odoo.

1.3.7. ¿Qué es Odoo?

Odoo [7] es uno de los softwares de código libre más usados en el Termino ERP para pequeñas y medianas empresas, debido a su bajo coste operativo y que se puede implementar de manera sencilla, desde su uso mediante la comunidad que esta misma tiene o a través de su servicio como software contratado, el cual es de un costo mayor. Además de ser considerado en el término económico, no se queda atrás en cuanto a rendimiento y capacidad en cuanto al software SAP, siendo este último el más usado por grandes empresas debido a su antigüedad, confianza, y nivel de alta especialización e integración en sus módulos, pero como se sabe para usar SAP se requiere licencias, que muchas organizaciones no puede costear de manera inmediata. Por ello vamos hablaremos de los beneficios que nos presenta este increíble software que está en aumento su uso y popularidad como alternativa a SAP.

En la página oficial de Odoo nos explica un poco de cómo opera este sistema ERP y CRM, recordando que ERP es para la gestión de una organización donde todas las áreas se involucran y que CRM es la forma de gestión hacia los clientes mediante análisis, mejores interfases, relaciones, entre otros que ayudan a lograr los objetivos propuestos.

Primero que nada, en la página de inicio de Odoo ya nos recibe con un eslogan que nos dice “Todo tu negocio en una sola Plataforma” [7] además de recalcar el rendimiento y el buen precio que esta plataforma

brinda. A continuación, nos da un ejemplo de los módulos que tiene en su integración, mas no siendo todos, porque en Odoo tenemos módulos casi para todo, entre ellos observamos términos conocidos como, Contabilidad, CRM, Puntos de ventas, Hojas de horas, Sitio web que ayuda bastante para un sistema responsive o móvil, Compras, Inventarios, Recursos Humanos, entre muchos más que se puede explorar. Recalcando la facilidad con la que se pueden integrar con un solo clic, ya que su sistema funciona como un sistema de descarga, es decir una vez implementado el Odoo base se pueden descargar estos módulos como si de aplicaciones se trataran esto es gracias a su tecnología de Dockers, la cual funciona como empaquetados, estos módulos al estar empaquetados ya vienen con un modelo pre hecho, donde incluyen bastantes características, campos, variables que nosotros como el usuario experto podemos modificar a nuestra conveniencia ya sea agregando más campos a considerar o quitando campos que no sean relevantes. Siguiendo una frase muy famosa de que a veces “Menos es más” la cual es atribuida a Ludwig Mies Van der Rohe.

Para reforzar la idea que Odoo es una de las mejores alternativas e incluso con la intención de querer superar a SAP, ellos en su página incluyen un video de comparativa con SAP, comparando su rendimiento y uso.

Como antes se mencionó Odoo cuenta con dos modalidades principales, Odoo Community y Odoo Enterprise. En donde el Community como su nombre lo indica es la versión de código abierto totalmente gratuito para desarrolladores que desean innovar o prestar servicios como parte de sus conocimientos, además organizaciones pequeñas que desean iniciar con lo básico, pero hay que recordar que se necesita un hosting y servidor para poder poner a funcionar este servicio, así que totalmente gratuito no es, sino que el costo viene por el alojamiento de la plataforma web.

Por otro lado, su versión Enterprise como también su nombre lo indica está orientado a empresas o como modelo de negocio, el cual brinda todo el soporte total por parte del personal que trabaja en Odoo, ofreciendo el potencial al máximo rendimiento y atención, donde el principal valor es el Odoo Studio que permite total personalización en lo que se esté deseando, con más de 40 mil aplicaciones creadas por la comunidad según menciona el mismo Odoo. Además de que el acceso está libre de la plataforma y repositorio de código GitHub.

Centrándonos en el objetivo de la investigación y las funcionalidades de Odoo, nos dirigimos a una de sus principales aplicaciones la cual es la cadena de suministro, ahí se encuentra el módulo que buscamos, el módulo de Mantenimiento. Odoo nos da una recapitulación rápida de lo que encontraremos en este módulo cuando este ya este implementado, además de los principales puntos claves de la importancia de este mismo.

Entre ellos nos menciona sobre como Mantenimiento automatiza los mantenimientos preventivos a través de estadísticas estándares. Además de incluir un video intuitivo sobre cómo opera en armonía con una planta de mantenimiento, producción o un pequeño negocio.

En el video Odoo nos da un recorrido además de poner un caso de ejemplo de cómo se emplea Odoo en los momentos de mantenimientos, esto consiste primero que nada como un línea de producción puede tener una falla de averías, termino conocido antes en SAP PM; Odoo permite realizar un mantenimiento de esta avería a través de compras y reparaciones técnicas que aseguran el reacondicionamiento de esta máquina altamente especializada, pero eso no es todo, en una parte del video, para un pequeño negocio de un club de juegos retro, nos muestra el proceso de cómo funciona en un entorno real, este corto animado, inicia primero que nada donde uno de los clientes en un arrebato daña la maquina en la cual se encontraba jugando además de derramar comida sobre ella dejando inoperativa la consola, de esta manera llega un informe en el archivo del equipo en ese caso la consola, de que ha dejado de operar, mediante un chat de los implicados concluyen que la maquina necesita un mantenimiento pero que no hay actualmente un experto dentro el negocio que pueda resolverlo, de esa manera necesitan a un agente externo, con Odoo crean esta categoría para el mantenimiento, además el nuevo encargado va a necesitar información sobre qué es lo que ha pasado, mediante las cámaras se envían los detalles de lo sucedido, entonces el experto contratado remite cuanto tiempo le tomara realizar el mantenimiento, además de cuantas veces habrá que darle una inspección al equipo para que se mantenga en óptimas condiciones, aquí podemos observar los términos que nos enseñó SAP PM, acerca de los tiempos medios de incidentes de falla como el de reparación. Y aunque en realidad en el video se tocan muchos más temas e interesantes opciones como formas de programar mantenimientos, queda en claro como esta facilidad de comunicación y programación de actividades permite el control de un mantenimiento eficiente y sobre todo integrado.

Otro de los puntos importantes es la Organización de Solicitudes de Mantenimiento, Odoo maneja diferentes formas de visualización, pero su preferida es el modelo de la tabla de Kanban, donde separa por aquellas solicitudes nuevas, las que están en proceso y las que ya han sido atendidas. Cuenta con su otra forma de visualización mediante un calendario, donde está registrado las actividades pendientes del día, semana, mes y año, donde lo podemos organizar y sobre todo modificar a nuestra preferencia, aumentando los tiempos de mantenimiento, cambiando horarios, adaptándolos a emergencias que ocurren, entre muchas opciones más. Que sin duda incrementaran la eficiencia en el trabajo, menciona Odoo, sobre todo en los tiempos de inactividad. Otra forma de visualizar es mediante tableros llenos de estadísticas datos que darán reportes de alto valor, usando los términos

MTBF (Mean Time Between Failures) o (Tiempo Medio Entre Fallos) que es similar al MTTR de SAP, y el MTBR que tienen el mismo significado. Esto nos permitió ajustar las reglas para los mantenimientos preventivos, al saber cuáles serán los niveles de prioridad, duración de reacondicionamiento y reducir el riesgo de fallas, además de la increíble opción de crear KPI (Indicadores claves de rendimiento) personalizados en instantes. Todo esto y más nos ofrece Odoo con su módulo de mantenimiento, que sin duda buscamos aprovechar al máximo.

La Universidad busco usar esta plataforma y las bases de una Planta de Mantenimiento para cumplir las expectativas de el Plan de Mantenimiento anual de Mantenimientos preventivo de equipos especializados de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga, y este software no solo nos ayudó con los registros maestros, sino que a ver que procesos pueden ser mejorados, el personal necesario para las actividades, que la integridad de los datos tuvo contrastes a lo esperado, y sobre todo que los servicios por terceros eran algo que necesitaba atención.

II. Estrategia metodológica.

El presente estudio tiene como objetivo evaluar el impacto de la implementación del sistema ERP Odoo en los procesos de mantenimiento de la Universidad Nacional “San Luis Gonzaga”. A través de un estudio de caso descriptivo con un enfoque evaluativo, se busca caracterizar la implementación de Odoo, analizar su contribución a la eficiencia y eficacia de las operaciones de mantenimiento, e identificar los factores clave que influyen en su éxito.

La elección de Odoo como solución de gestión de mantenimiento responde a la necesidad de un sistema de código abierto y económico sin perjudicar el potencial para escalar a futuro, además de su uso común en entornos ERP. Sin embargo, la literatura existente sobre la implementación de ERP en entornos universitarios y, específicamente, en el ámbito del mantenimiento preventivo de equipos especializados, es limitada. Este estudio busca llenar este vacío y proporcionar evidencia empírica sobre los beneficios y desafíos asociados con la adopción de Odoo en este contexto.

Mediante la recopilación y análisis de datos tanto cualitativos como cuantitativos, se busca dar solidez a las dudas que pueden presentarse, como desafíos comunes en cuanto a organizaciones públicas en este contexto.

2.1 Tipo y Nivel de Investigación

Descriptiva

Se describe acerca del problema que se presenta, así como los elementos que se pueden usar para solucionar, además de como estaría conformada su estructura y cuál sería el comportamiento a tomar ante la situación problemática, ante, los procesos de gestión de mantenimientos, en especial los mantenimientos preventivos de equipos especializados, con el fin de cumplir el Plan de Mantenimiento anual 2024.

2.2 Diseño de la Investigación

La investigación va a ser del tipo cuantitativa, ya que se medirá el nivel de incremento de los registros en el sistema de gestión de mantenimientos por parte de la plataforma “GestMantenimiento” creada en Odoo. Así mismo también se buscará medir el cumplimiento del Plan de Mantenimiento 2024.

2.3 Recolección de Datos

La población serán las solicitudes de mantenimiento que están asociadas a él plan de mantenimiento 2024, así mismo se evaluarán aquellos que no están asociados, como la cantidad de equipos registrado a lo largo del año.

La recolección de los datos se hizo de manera presencial como digital, en base a ir a las facultades a comprobar la información remitida por la unidad, estos datos principales fueron el nombre del equipo. Número de serie, código patrimonial, modelo y estado. Además, se solicitó a la Oficina de Control Patrimonial y Mergesí de Bienes, la información correspondiente a todos los equipos existentes de la organización hasta la fecha. La cual se tuvo que Limpiar y mejorar la Normalización mediante herramientas como R Studio y Excel, logrando la importación a la plataforma “GestMantenimiento” en Odoo.

Cuadro de Puntuación

A continuación, se presentarán los sistemas de ERP que pueden ayudar a resolver el caso, además de porque se escogió el software que usamos, el nivel para medir se basa desde 1 a 5, siendo 1 como el menor o peor, a 5 como el mayor o mejor, además de la puntuación total donde 4 es el mínimo y 20 el máximo.

Tabla 1

Cuadro Comparativo de Características ERP.

Software	Facilidad de uso	Personalización	Integración	Soporte técnico	Costo	Puntuación total
Odoo	4	5	4	3	Bajo	16
SAP	3	4	5	5	Alto	17
Oracle	2	4	5	5	Alto	16
Microsoft Dynamics	4	3	3	4	Medio	14
Infor	3	5	4	3	Medio	15
NetSuite	4	4	4	4	Medio	16

Como se puede apreciar Odoo empata el segundo puesto entre las mejores opciones solo superado por SAP, pero en las variables de Costo se puede apreciar una gran diferencia de Bajo, medio y Alto, dándonos como la mejor opción a Odoo que nos ofrece un alto rendimiento a bajo costo. Por esta razón se considera que Odoo gracias a su código abierto es la mejor opción para ser implementada en una organización pública.

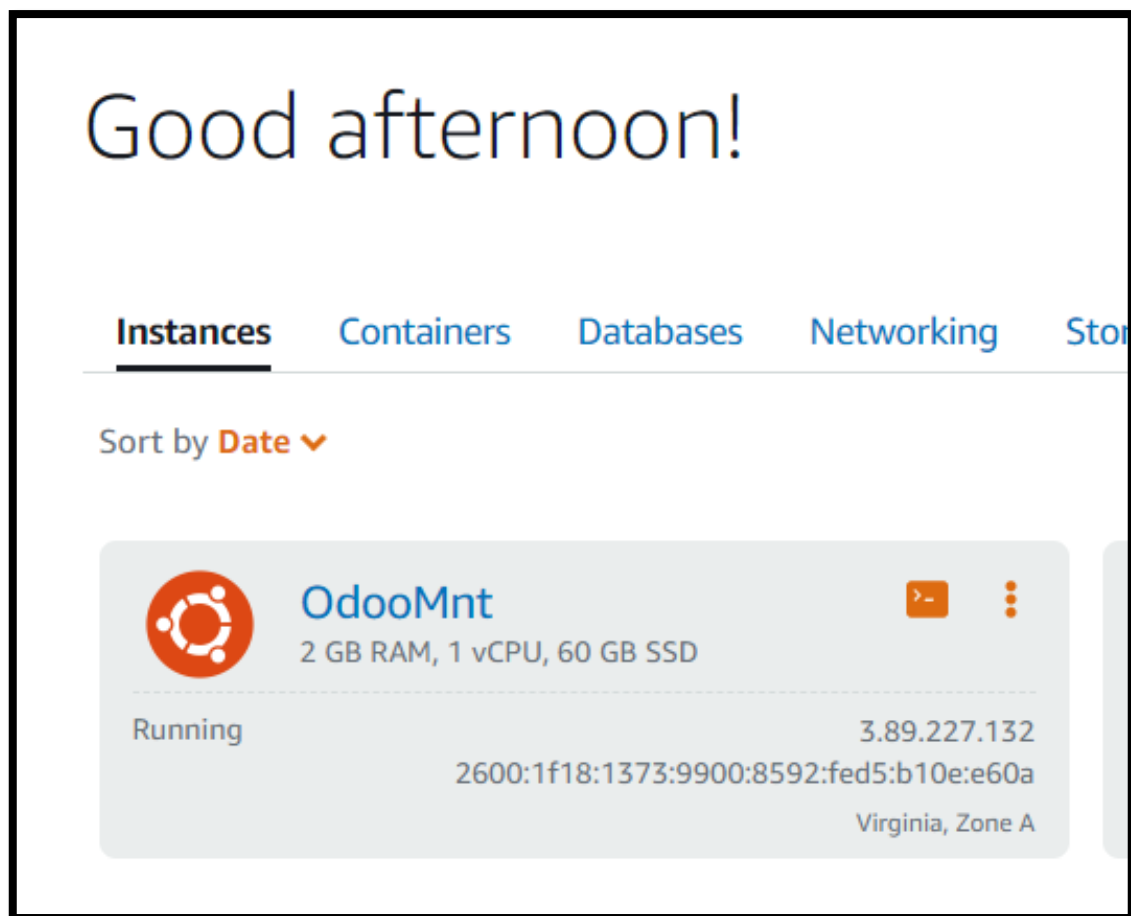
Al realizar la implementación de Odoo años anteriores al 2024, se encontraron detalles que servirán como puntos de ayuda para aquellos que desean buscar una implementación similar.

En la búsqueda de implementar Odoo se encontró muchos momentos donde la Versión de Odoo usada era inestable, debido a lo nueva que era, el sistema hosting de prueba

usado en esos momentos no era el mejor debido a su conexión se presentaron muchos casos de desconexión continua, por lo que se tuvo que bajar a una versión más antigua pero estable, se pasó de la versión 16 a la 15 y finalmente a la 14. Aunque se regularizo en cuanto al entorno, se determinó que el principal causante era la conexión de internet de la Unidad, en cuanto se remodelo las redes de toda la organización, la conectividad mejoro en gran medida lo que permitió volver a probar con versiones más recientes.

Figura 2

Servicio Cloud Amazon de Prueba



En los temas de información y data, eran desordenados, la información fue entregada primeramente en papel, lo que dificulto la redacción debido a la malinterpretación de la letra, ortografía errónea, modelos y números de series borrosos, entre muchos otros causantes, por lo que se determinó buscar un modelo Excel que sea más legible, al recibirlo se encontró con que toda la descripción e información del equipo estaba en una sola celda, por lo que se tuvo que tratar de limpiar y separar, en esos años se usó Open Refine como primer software para tratar los datos y se usó Google drive como principal almacenamiento de archivos y respaldo.

Figura 3

Recolección de Datos en papel de equipos.

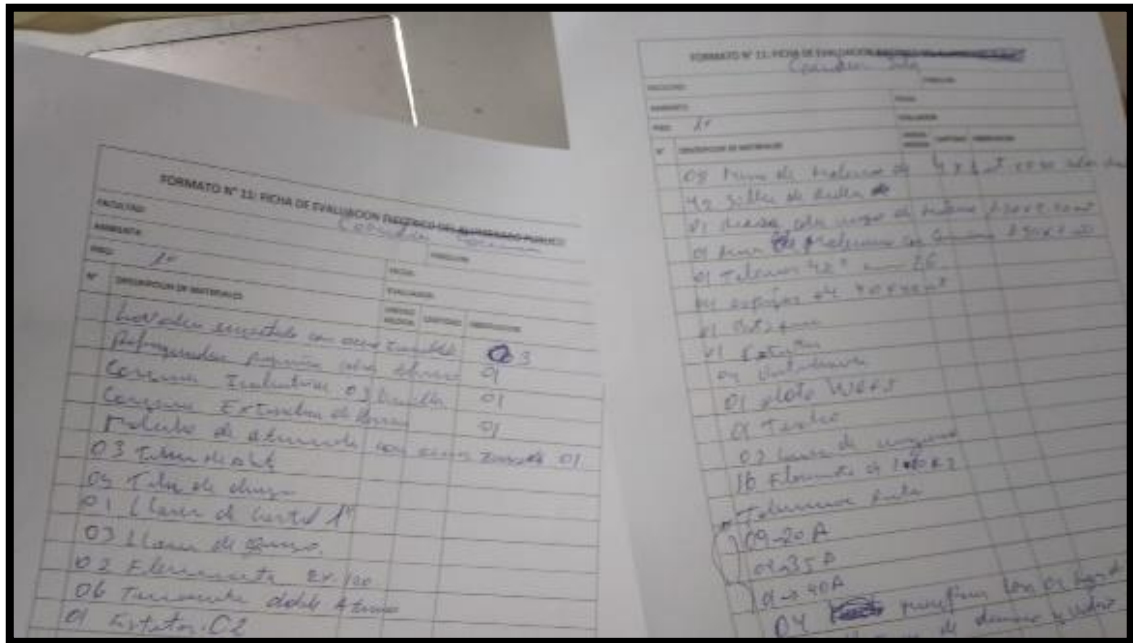
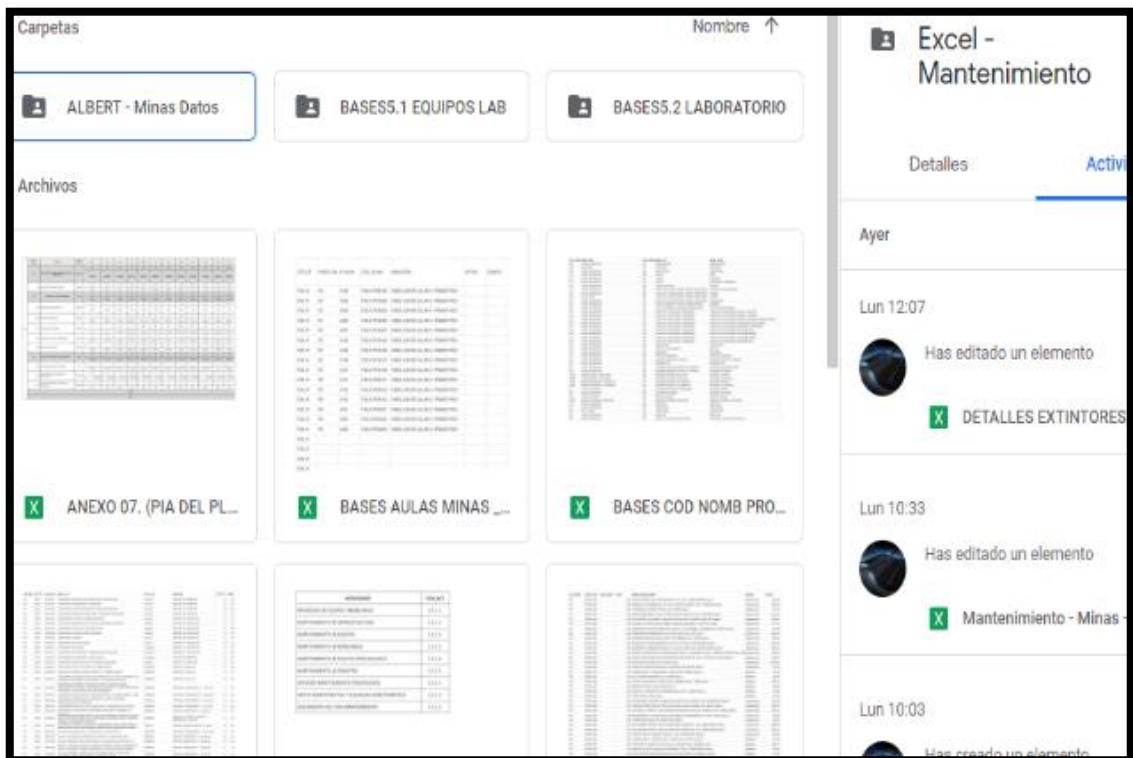


Figura 4

Almacenamiento de Nube en Google Drive de Datos.



Pero para poder corroborar la data inicial se realizó un control de campo inicial con la facultad de medicina como primer punto.

El objetivo era inspeccionar que todos los equipos proporcionados por la facultad estuvieran en sus respectivos laboratorios.

Figura 5

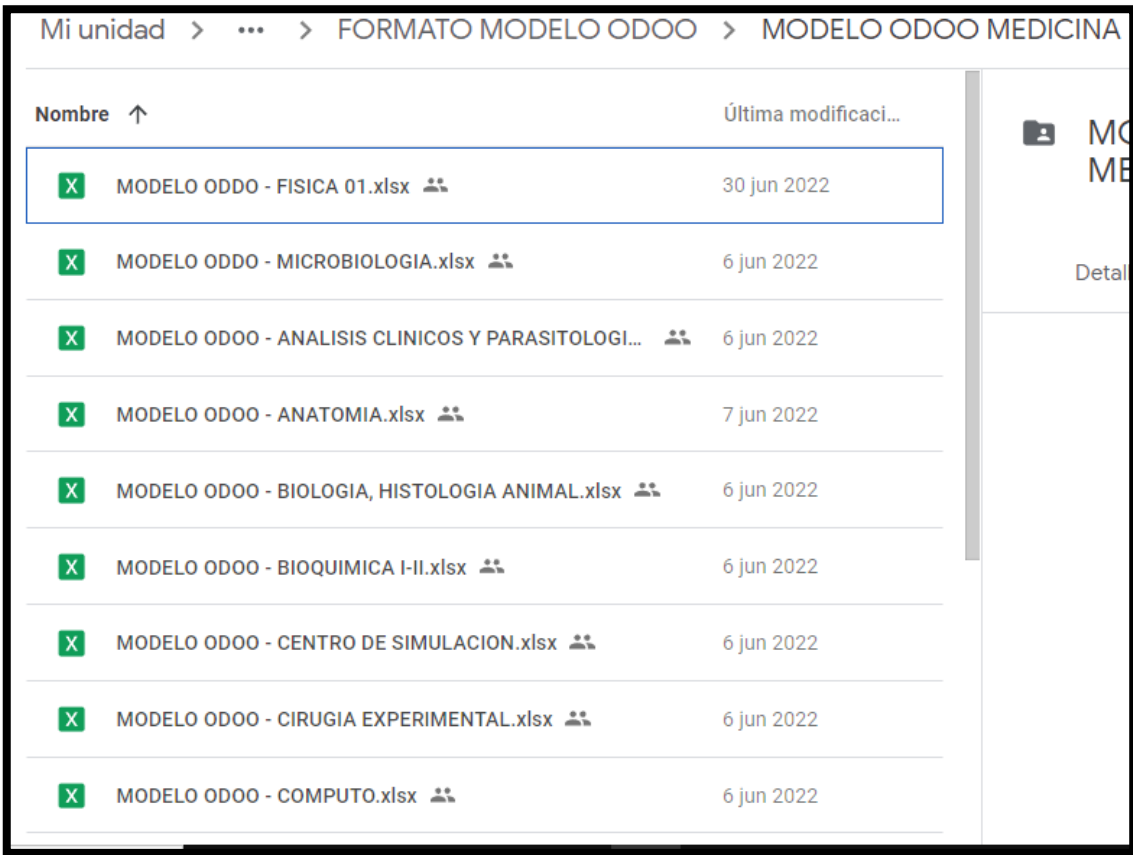
Verificación de Datos en la Facultad de Medicina Humana.



Con estos datos se empezaron a crear los primeros formatos o modelos de importación para Odoo, donde se buscó normalizar las columnas para que todos los equipos tuvieran los mismos datos y estructura.

Figura 6

Formato de Modelo Odoo de Equipos en Laboratorios de Medicina Humana.



Mi unidad > ... > FORMATO MODELO ODOO > MODELO ODOO MEDICINA	
Nombre ↑	Última modificaci...
☒ MODELO ODDO - FISICA 01.xlsx 	30 jun 2022
☒ MODELO ODDO - MICROBIOLOGIA.xlsx 	6 jun 2022
☒ MODELO ODDO - ANALISIS CLINICOS Y PARASITOLOGI... 	6 jun 2022
☒ MODELO ODDO - ANATOMIA.xlsx 	7 jun 2022
☒ MODELO ODDO - BIOLOGIA, HISTOLOGIA ANIMAL.xlsx 	6 jun 2022
☒ MODELO ODDO - BIOQUIMICA I-II.xlsx 	6 jun 2022
☒ MODELO ODDO - CENTRO DE SIMULACION.xlsx 	6 jun 2022
☒ MODELO ODDO - CIRUGIA EXPERIMENTAL.xlsx 	6 jun 2022
☒ MODELO ODDO - COMPUTO.xlsx 	6 jun 2022

Debido a la falta consistente de datos el trabajo de campo se extendió más de lo previsto, pero se logró obtener una buena idea de cómo estaba conformada la información de los equipos especializados en los laboratorios. Los campos usados en los formatos, también llamados MODELO ODOO y se agregaba el nombre del laboratorio contenían:

- Código: En este campo va el código patrimonial que le asignaba la oficina de Patrimonio y estaba en una pegatina pegada en el equipo que consta de 8 dígitos. Por ejemplo “60220042” (Monitor LG) que representa la clase del equipo.
- Código Interno: En este campo de manera similar iba un código sin embargo este representa la unidad única del equipo, conformado por 6 dígitos, a futuro se fue modificando llegando a ser la suma del código patrimonial y código interno.
- Nombre de equipo: El nombre completo del equipo con el que se identifica fácilmente, No se debe incluir Marcas o Modelos.
- Equipo Padre: Campo dedicado si el equipo es parte de un conjunto de equipo más grande.

- Estado: El estado en el que se encuentra el equipo, anteriormente solo había Bueno, Regular y Malo, pero se Añadió el Estado Nuevo, son también identificados con números 1, 2, 3, 4.
- Propietario: Se usa para indicar el nombre de la facultad o escuela a donde pertenece el equipo, en caso de información actualizada y confiable se puede indicar el nombre del encargado del laboratorio.
- Etiquetas: De forma similar a Estado se usa para indicar como se encuentra el equipo, se pueden usar ambos campos, pero etiqueta es mucho más variable a cambios, por lo que se pueden agregar más estados no listados de manera fácil y sencilla.
- Equipo de Mantenimiento: El tipo de mantenimiento al que se realizara, los principales son Mantenimiento Interno, Mantenimiento Externo y Mantenimiento Especializado.
- Número de Serie: El numero único de serie del equipo correspondiente, se usa para ubicarlo de manera directa y única.
- Modelo: Campo donde se indica características del equipo en el cual suele ir la Marca, Modelo, Color, se le agrego el termino MMC, por las siglas de las características que lo representan.
- Técnico: Personal quien este encargado del equipo ante futuros mantenimientos.
- Categoría del Equipo: La forma de categorización del sistema para ubicar a los equipos, está conformada por 4 principales términos, EQUIPAMIENTO, EQUIPO ESPECIALIZADO, MOBILIARIO, SOFTWARE.
- Proyecto: En caso de forma de un Mantenimiento de Proyectos, o parte de uno general. Hasta ahora no se usado esta opción para los mantenimientos especializados.
- Image: Imagen representativa del equipo, en caso sea difícil de ubicar por el nombre.
- Ubicación: Área donde se encuentra operando el equipo.
- Nota: Descripción general que se desee agregar del equipo, pueden ser características que no encajan en los otros campos o comentarios acerca del ítem.

Figura 7

Contenido de Datos de Equipos del Formato Odoo.

Código	Código Interno	Nombre del equipo
53227856	000772	MICROSCOPIO (OTROS)
53227856	000783	MICROSCOPIO (OTROS)
53227951	000784	MICROSCOPIO ELECTRONICO
53227856	-	MICROSCOPIO (OTROS)
53227856	000786	MICROSCOPIO (OTROS)
53227856	-	MICROSCOPIO (OTROS)
53227856	-	MICROSCOPIO (OTROS)
53227856	-	MICROSCOPIO (OTROS)
67225669	-	ESTEREOSCOPIO
67225669	-	ESTEREOSCOPIO
67225669	-	ESTEREOSCOPIO
60220634	-	BALANZA ANALITICA
67224331	-	EQUIPO DE BAÑO MARIA
60225537	-	MEDIDOR (OTROS)
60225537	-	MEDIDOR (OTROS)
60225537	-	MEDIDOR (OTROS)
53223063	-	DESTILADOR DE AGUA
74089950	-	UNIDAD CENTRAL DE PROCESO - CPU
95226644	000790	PROYECTOR
74088187	000792	MONITOR BLANCO

Luego de estas modificaciones se empezó a crear un nuevo grupo de datos, donde se les aplico limpieza de datos, normalización y orden para poder ser analizados según lo requiera.

Próximamente otro grupo de datos fueron requeridos, los datos que la oficina de patrimonio remitió requirieron uso de habilidades como de tecnologías más acordes a la manipulación de grandes cantidades de datos, debido a la complejidad de ser manejadas solamente en Excel, para ello se buscó y se optó por usar R Studio en lugar de Python, debido a que ya se contaba con conocimientos y además familiarización con este software.

Figura 8

Interfaz R Studio – Tratado de Datos.

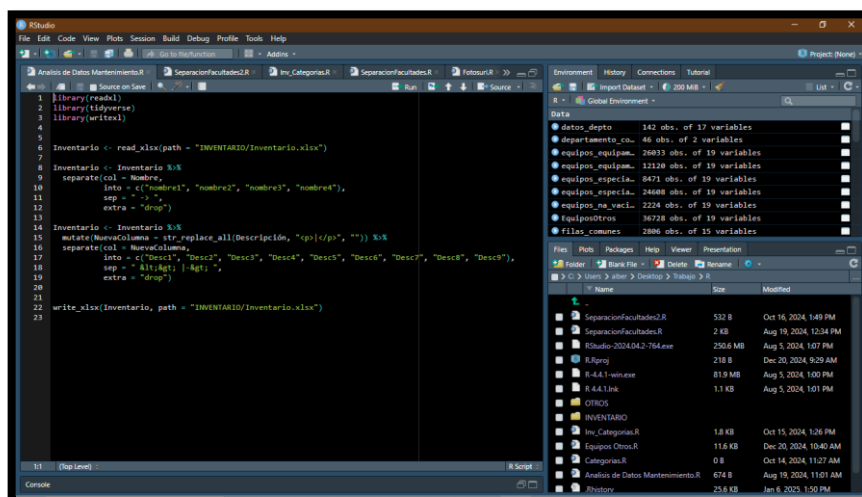


Figura 9

Interfaz R Studio – Tratado de Datos.

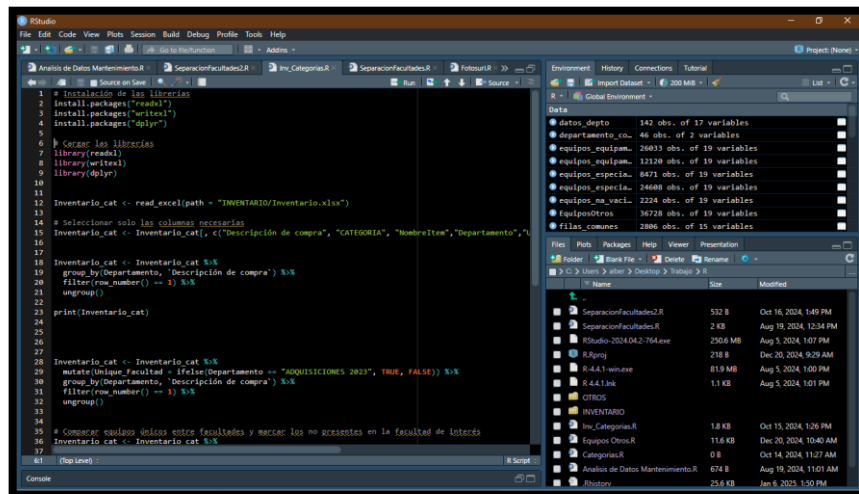
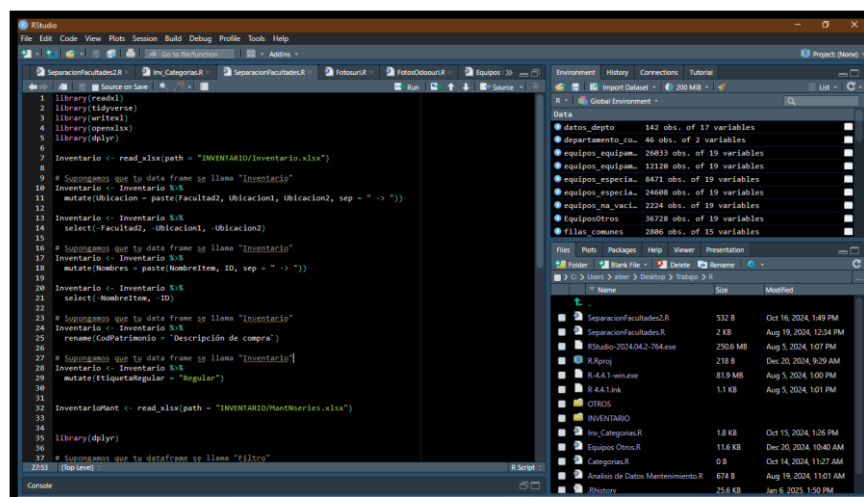


Figura 10

Interfaz R Studio – Tratado de Datos.



Para un desempeño mejor, optimizado y avanzado se usó herramientas de apoyo para el código con R Studio, de entre tantas opciones se trabajó con Copilot y Chat GPT, siendo Copilot de Microsoft la utilizada en su mayoría. Entre las peticiones que se solicitaron, fueron los movimientos de columnas, separación de palabras, términos. Eliminación de columnas vacías, agrupación de códigos patrimoniales, identificación única de nombre de equipos para la categorización, asignación de códigos correlativos o internos, limpieza de dimensiones de mobiliarios en la columna Número de serie, ya que al ser repetitivas causaban conflicto con el sistema, se las paso a el campo Nota o descripción. La agrupación de MMC, donde están las marcas, modelos y color del equipo, Entre otras pruebas que ayudaron a comprender la naturaleza de toda la información y nuevas formas de usarla.

Toda esta información se modificó de manera que quedo adecuada al formato de Odoo y Lista para subir masivamente al Software, de esta manera los equipos que posee la Universidad hasta la actualidad verificados por Patrimonio han sido importados, para ello antes se tuvo que exportar de R Studio en diferentes Excel debido a la gran cantidad de información, que rondaba cerca de las 50,000 filas se tuvo que exportar por departamentos, es decir facultades, oficinas, unidades, también podemos usar el termino de ubicaciones funcionales como tecnicismo. Esta información alojada en el Módulo de Mantenimiento y además adaptada para el módulo de Inventario fueron puestas en marcha. De esta forma a la hora de empezar a agregar las solicitudes de mantenimiento se fueron jalando los equipos identificados para que empiecen con su registro maestro y de esa forma su historial de mantenimientos.

2.4 Prototipo del Sistema

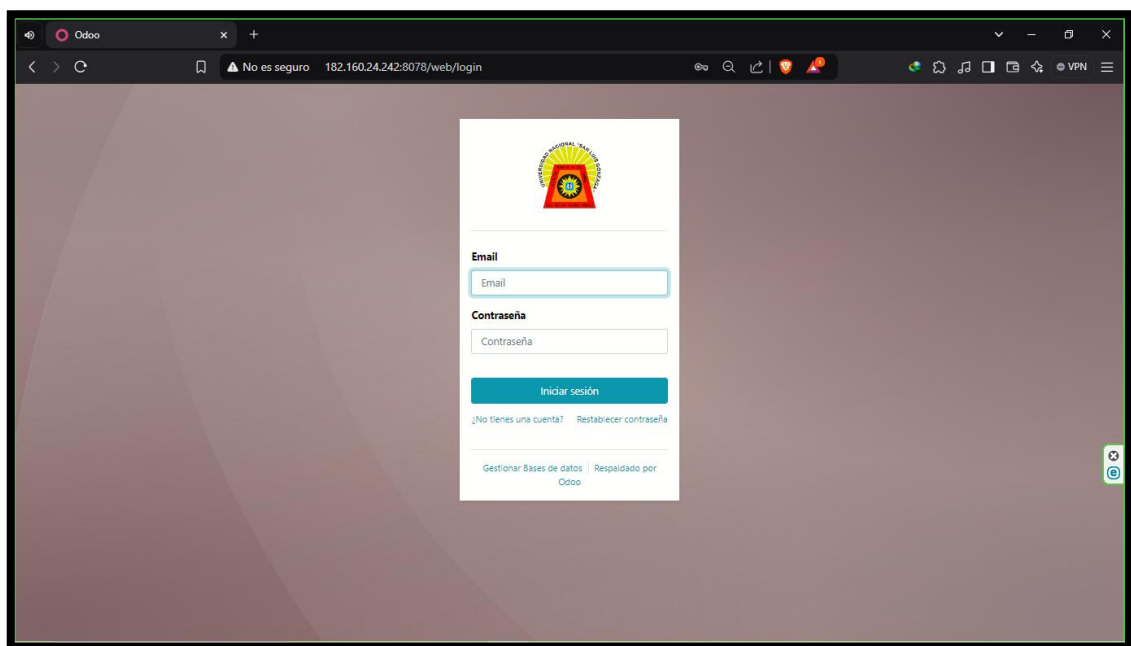
El prototipo del sistema ya ha sido realizado y en este año 2024 paso a su fase de prueba oficial, como primer año en operatividad, con el principal objetivo de cumplir el Plan de Mantenimiento 2024 de la Unidad de Infraestructura y Mantenimiento.

Esta es una guía de cómo funciona y usa la plataforma que por nombre lleva “GestMantenimiento”, creada en Odoo y con la final misión de ser un sistema ERP integrado en toda la Universidad Nacional San Luis Gonzaga del departamento de Ica en Perú.

a. Login

Figura 11

Inicio de Sesión de “GestMantenimiento”.



El sistema cuenta como primer paso con un Login, donde sus principales campos son:

Email, indica que se ingrese con un correo que ya este asociado al sistema.

Contraseña, contraseña perteneciente al correo asociado del sistema.

El sistema al ser de uso interno de la Universidad, y este caso de la Unidad de Infraestructura y Mantenimiento, ambos accesos son brindados por el administrador del Software, donde el registro suele ser de manera interna en la plataforma mediante configuraciones. En este caso se ha tenido acceso y algunos privilegios como registrador de data y modificaciones en los módulos correspondientes como algunas configuraciones básicas, sin embargo, no tengo los privilegios de poder agregar ni eliminar otros accesos, como tampoco acceder a código fuente ni al servidor donde es almacenado el software de Odoo.

b. Inicio.

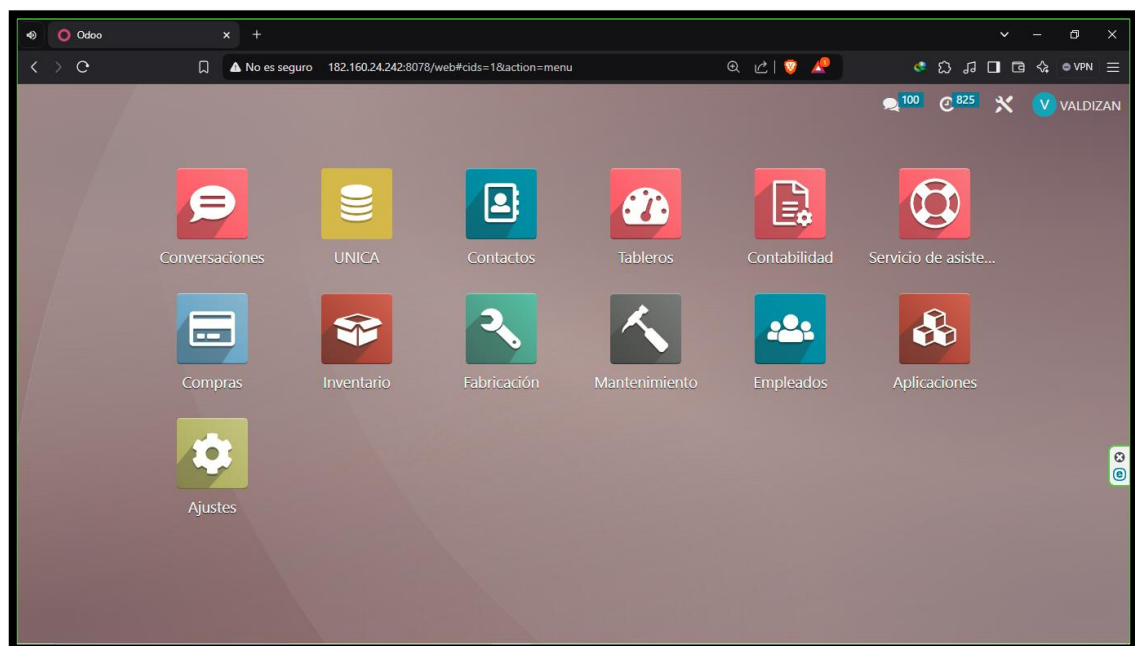
Al ingresar nuestro correo y contraseña correctas, nos brindara acceso al sistema donde nos encontramos con los diferentes módulos como así mismo a los ajustes del sistema.

Los módulos actuales son:

- Contactos
- Contabilidad
- Compras
- Inventario
- Fabricación
- Mantenimiento
- Empleados

Figura 12

Inicio de los módulos de “GestMantenimiento” en Odoo.



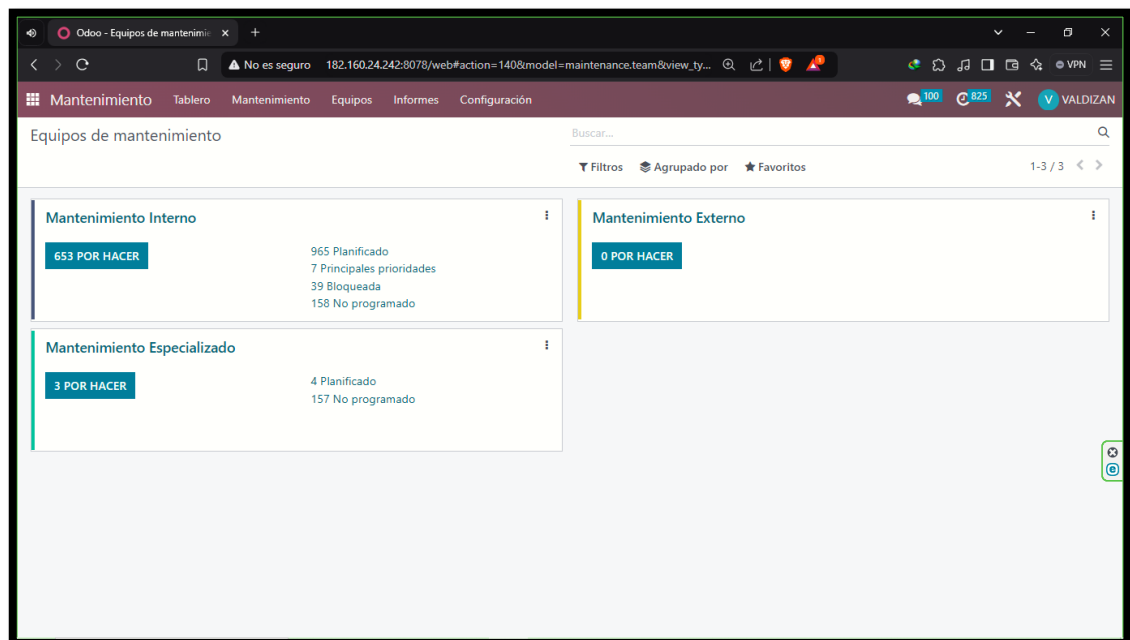
El módulo principal sobre el cual la unidad está trabajando es el módulo de Mantenimiento, el cual se centra en el seguimiento de las diferentes planeaciones, tales como mantenimientos correctivos, preventivos, averías, registro maestro, objetos técnicos (equipos, ubicaciones funcionales).

Por el otro lado los módulos complementarios, son Inventario, donde está el registro de los ítems existentes dentro la organización (aquellos que se consideren necesarios), el módulo de Empleados, los cuales nos ayudan a el registro de las personas como diferentes lugares.

c. Modulo Mantenimiento

Figura 13

Interfaz del Módulo Mantenimiento de “GestMantenimiento”.



Al entrar en el módulo de Mantenimiento tenemos su inicio, el cual nos presenta tres principales opciones.

- Mantenimiento Interno.
- Mantenimiento Externo.
- Mantenimiento Especializado

El mantenimiento Interno esta congregateado por todos los mantenimientos planteados para ser completados por el personal de la Unidad.

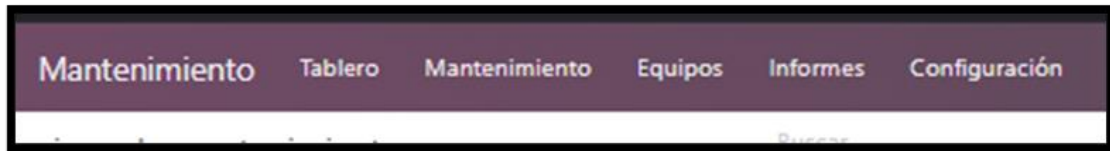
El mantenimiento Externo, está planteado para aquellas solicitudes que se encuentran fuera de las posibilidades de la organización, ya sea por falta del personal, el origen del equipo (garantía, terceros, servicios, etc.).

El mantenimiento Especializado, comprende equipos realizados por otras áreas dentro de la organización (TIC; técnicos de las facultades, etc.).

Además de eso, también tenemos un inicio de navegación dentro del módulo.

Figura 14

Barra de Navegación del Modulo Mantenimiento.



Conformado por:

Tablero (los mantenimientos explicados antes).

Mantenimiento.

Peticiones de Mantenimiento.

Calendario de Mantenimiento.

Equipos -> Maquinas y Herramientas

Informes ->Peticiones de Mantenimiento.

Configuración.

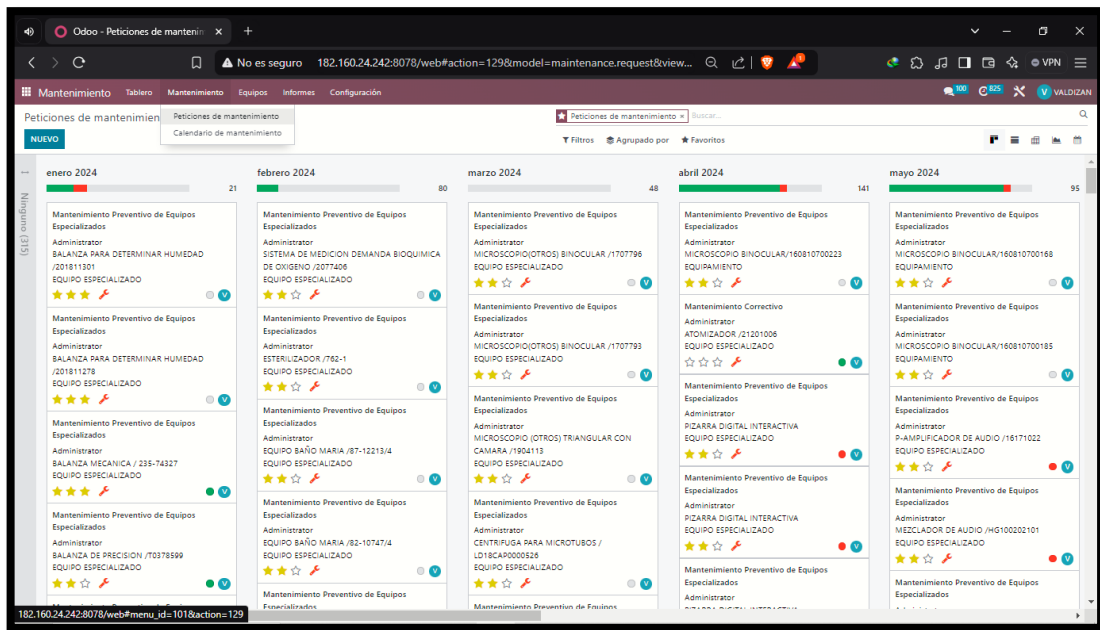
Equipos de Mantenimiento.

Categorías de Equipamiento.

Pestaña Mantenimiento

Figura 15

Filtro actividades de Mantenimientos por Mes.



d. Peticiones Mantenimiento.

En esta pestaña están registrados todos los estados de mantenimientos que son nuevos, están en progreso, han sido completados o han sido cancelados.

La pestaña cuenta con diferentes formas de visualización así mismo como filtros disponibles.

En las formas de visualización tenemos el de la imagen anterior el cual es un estado de Kanban.

Un formato de Lista.

Figura 16

Lista de Mantenimientos por Mes.

Código Petición	Serial	Mantenimientos	Equipamiento	Departamento	Plan de Manten...	Costo Estimado	Fecha de Mant...	Empleado	Técnico	Categoría	Etapa	Fecha Cierre At...
* enero 2024 (21)						24,150.00						
* febrero 2024 (80)						92,000.00						
* marzo 2024 (48)						54,898.00						
* abril 2024 (141)						161,000.00						
* mayo 2024 (95)						109,250.00						
* junio 2024 (62)						70,700.00						
* julio 2024 (129)						147,200.00						
* agosto 2024 (52)						59,800.00						
* septiembre 2024 (113)						129,950.00						
* octubre 2024 (110)						128,500.00						
* noviembre 2024 (81)						93,150.00						
1-80 / 81												
☐ 20241890		Mantenimiento Prev...	MAQUETA SISTEMA...	OBSTETRICIA	Asocia Plan Mto	1,150.00	11/11/2024 00:00:00	Administrator	VALIDZAN	EQUIPO ESPECIALIZ...	Nueva solicitud	
☐ 20241889		Mantenimiento Prev...	MAQUETA PARA CO...	OBSTETRICIA	Asocia Plan Mto	1,150.00	22/11/2024 00:00:00	Administrator	VALIDZAN	EQUIPO ESPECIALIZ...	Nueva solicitud	
☐ 20241888		Mantenimiento Prev...	MAQUETA PARA CO...	OBSTETRICIA	Asocia Plan Mto	1,150.00	21/11/2024 00:00:00	Administrator	VALIDZAN	EQUIPO ESPECIALIZ...	Nueva solicitud	
☐ 20241887		Mantenimiento Prev...	MAQUETA PARA CO...	OBSTETRICIA	Asocia Plan Mto	1,150.00	20/11/2024 00:00:00	Administrator	VALIDZAN	EQUIPO ESPECIALIZ...	Nueva solicitud	
☐ 20241886		Mantenimiento Prev...	MAQUETA PARA CO...	OBSTETRICIA	Asocia Plan Mto	1,150.00	19/11/2024 00:00:00	Administrator	VALIDZAN	EQUIPO ESPECIALIZ...	Nueva solicitud	
☐ 20241885		Mantenimiento Prev...	MAQUETA DEL S'STE...	OBSTETRICIA	Asocia Plan Mto	1,150.00	18/11/2024 00:00:00	Administrator	VALIDZAN	EQUIPO ESPECIALIZ...	Nueva solicitud	
☐ 20241884		Mantenimiento Prev...	MAQUETA DEL S'STE...	OBSTETRICIA	Asocia Plan Mto	1,150.00	15/11/2024 00:00:00	Administrator	VALIDZAN	EQUIPO ESPECIALIZ...	Nueva solicitud	
☐ 20241883	S/N-EU 1811764	Mantenimiento Prev...	MICROSCOPIO BINO...	MEDICINA VETERIN...	Asocia Plan Mto	1,150.00	14/11/2024 00:00:00	Administrator	VALIDZAN	EQUIPO ESPECIALIZ...	Nueva solicitud	
☐ 20241882	S/N-EU 1811748	Mantenimiento Prev...	MICROSCOPIO BINO...	MEDICINA VETERIN...	Asocia Plan Mto	1,150.00	13/11/2024 00:00:00	Administrator	VALIDZAN	EQUIPO ESPECIALIZ...	Nueva solicitud	
☐ 20241881	S/N-EU 1811876	Mantenimiento Prev...	MICROSCOPIO BINO...	MEDICINA VETERIN...	Asocia Plan Mto	1,150.00	12/11/2024 00:00:00	Administrator	VALIDZAN	EQUIPO ESPECIALIZ...	Nueva solicitud	

El formato Pivote

Figura 17

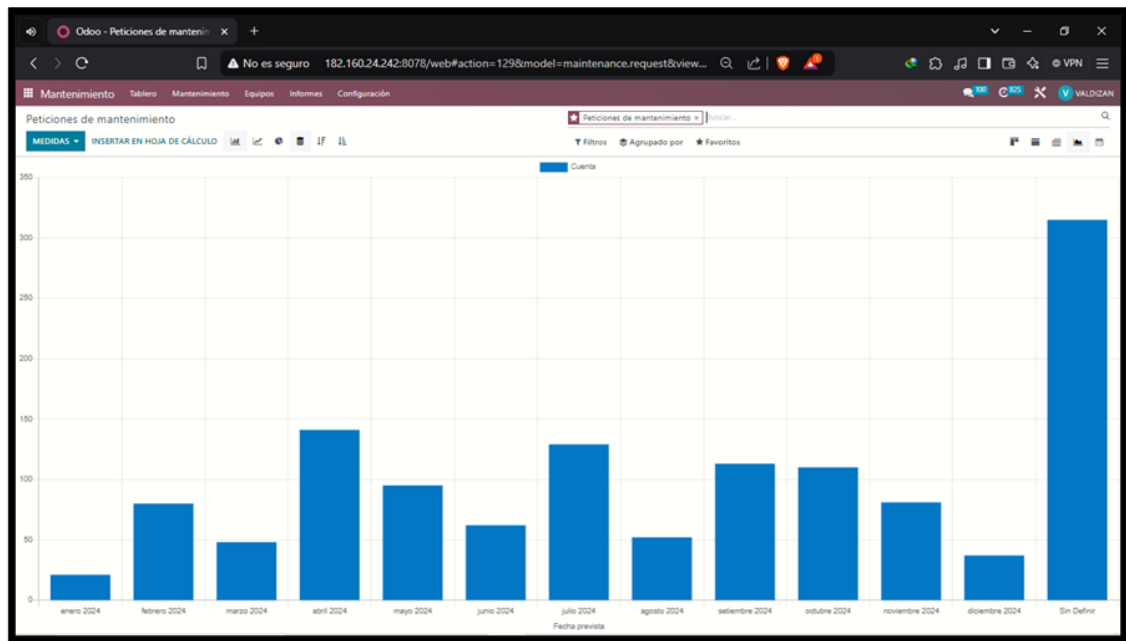
Imagen de Tabla Dinámica de “GestMantenimiento” en Odoo.

Cuenta	Cuenta
Total	1,284
* enero 2024	21
* febrero 2024	80
* marzo 2024	48
* abril 2024	141
* mayo 2024	95
* junio 2024	62
* julio 2024	129
* agosto 2024	52
* septiembre 2024	113
* octubre 2024	110
* noviembre 2024	81
☐ VALDIZAN	81
☐ EQUIPO ESPECIALIZADO	76
☐ EQUIPAMIENTO	5
☐ diciembre 2024	37
☐ VALDIZAN	37
☐ Ninguno	315
☐ Administrator	1
☐ UNICA	156
☐ VALDIZAN	158

En formato de Gráficos.

Figura 18

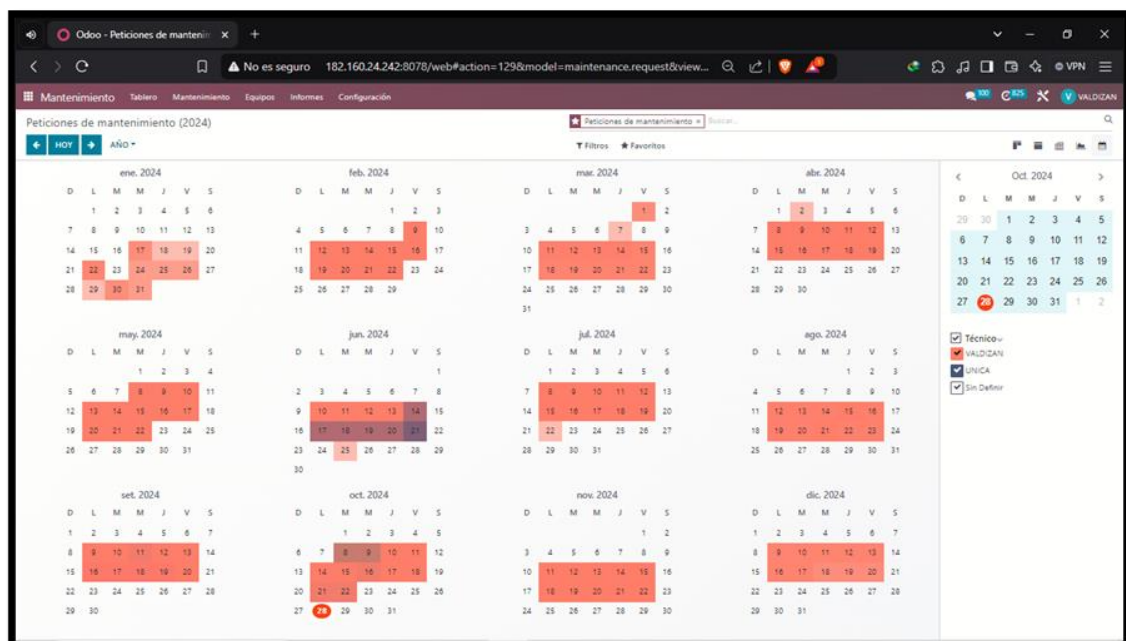
Gráfico de barras de “GestMantenimiento” en Odoo.



En formato Calendario.

Figura 19

Calendario de Actividades de Mantenimiento Anual.

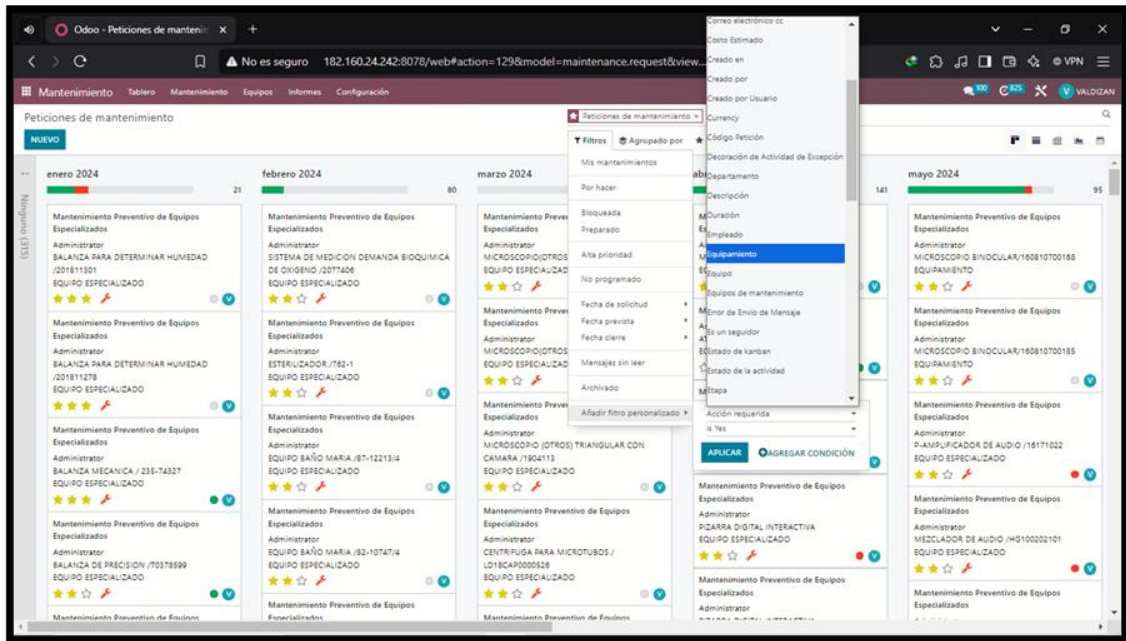


e. Filtros

Los filtros están clasificados según los campos existentes, como así mismo los datos que han sido usados para crear los registros.

Figura 20

Diferentes tipos de Filtros de “GestMantenimiento” en Odoo.

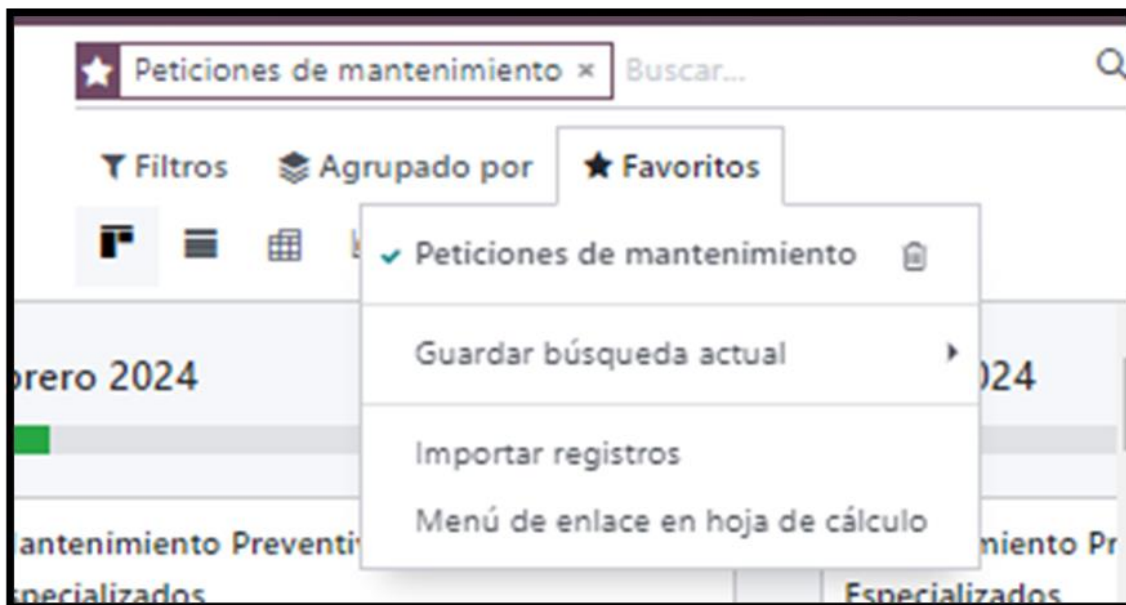


Los filtros pueden ser hechos para ser ubicados de manera única o por grupo, por grupo también se puede usar la opción de “Agrupado por”, con opciones un poco más limitadas a elegir.

En la sección de Favoritos nos brinda posibilidades de guardar tipos de filtros o búsquedas, para en el futuro realizarlo de manera más sencilla, además una de las opciones más importantes el “Importar Registros”.

Figura 21

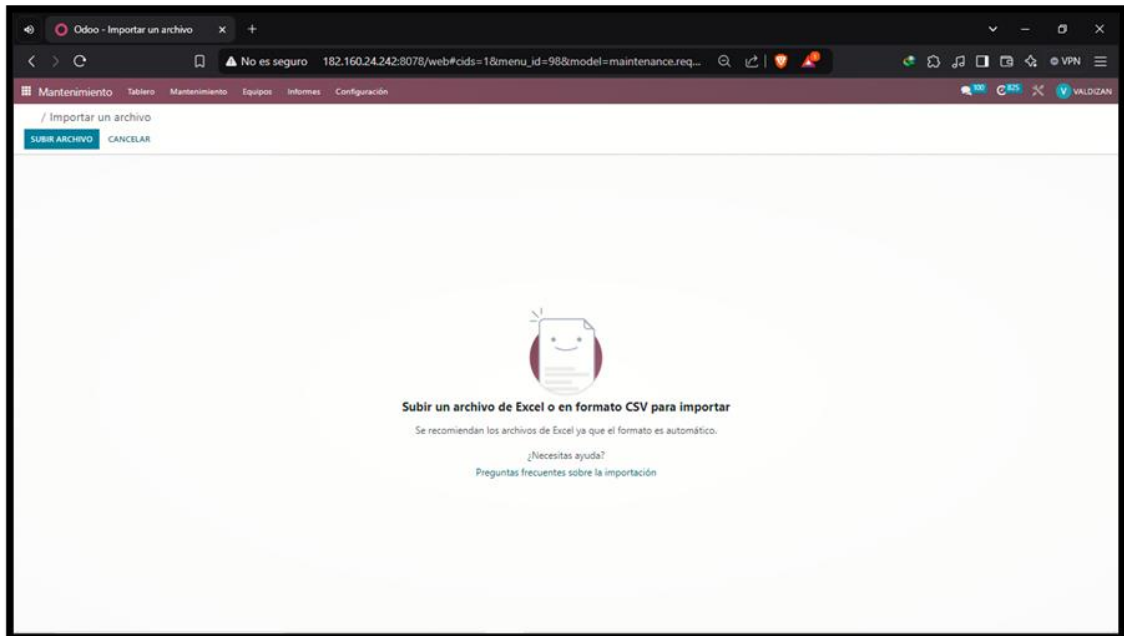
Función Favoritos de “GestMantenimiento” en Odoo.



Dicha opción nos permite realizar levantamiento de información nueva o agregar a la existente de manera masiva mediante plantillas o datos estructuras, dependiendo los datos que nos pida la pestaña o la información que se busca subir.

Figura 22

Función Importar para datos masivos de el Formato “Modelo Odoo”.



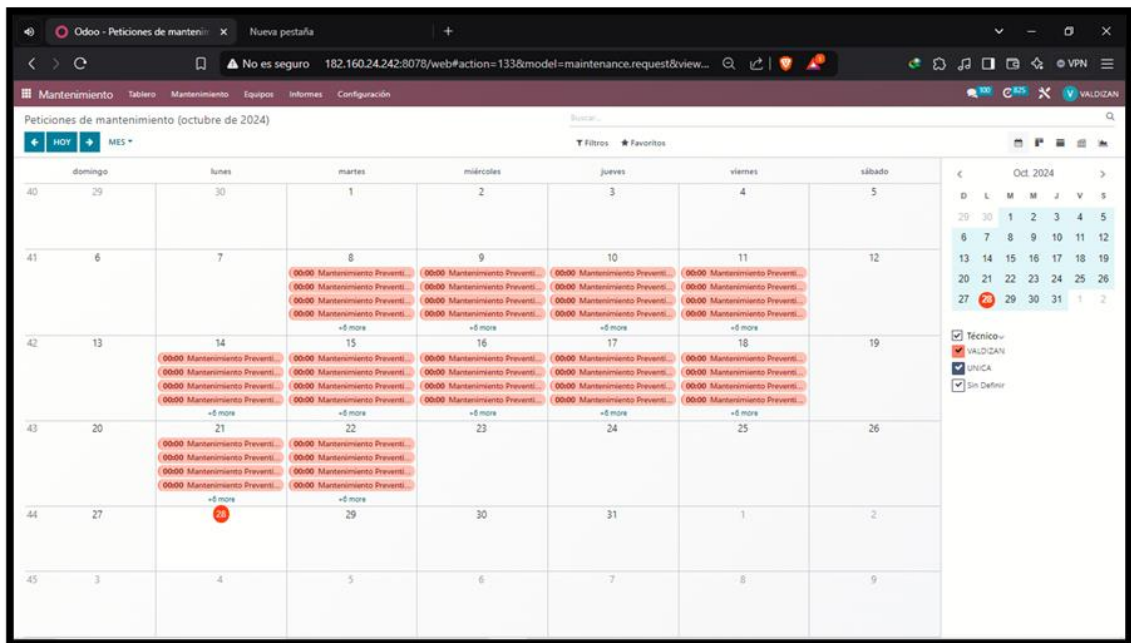
f. Calendario de Mantenimiento

Presenta un resumen de los mantenimientos programados en diferentes expectativas del tiempo tales como, Día, Semana, Mes, Año.

Con las facilidades de filtrar por el responsable de dichos mantenimientos.

Figura 23

Calendario Actividades Mantenimiento Mensual.



g. Pestaña Equipos -> Maquinas y Herramientas.

En esta pestaña se encuentra el registro de todos los equipos pensados para que tengan un posible mantenimiento en el futuro, donde está más enfocado en máquinas y herramientas que son usadas en las diferentes ubicaciones dentro la organización.

En el proceso de integración de datos, se planteó agrupar estos equipos en 4 categorías generales., siendo estas:

Equipamiento, categoría para equipos de uso general, tales como computadoras que suelen ser usadas por diferentes tipos de personas y no requiere un experto especializado para su mantenimiento.

Equipo Especializado, categoría enfocada en equipos usados para situaciones específicas, dentro el contexto de la organización son los equipos de laboratorio, el cual requiere un instrumentista que haga calibración, medición, etc., requiriendo personal capacitado y experto en esto.

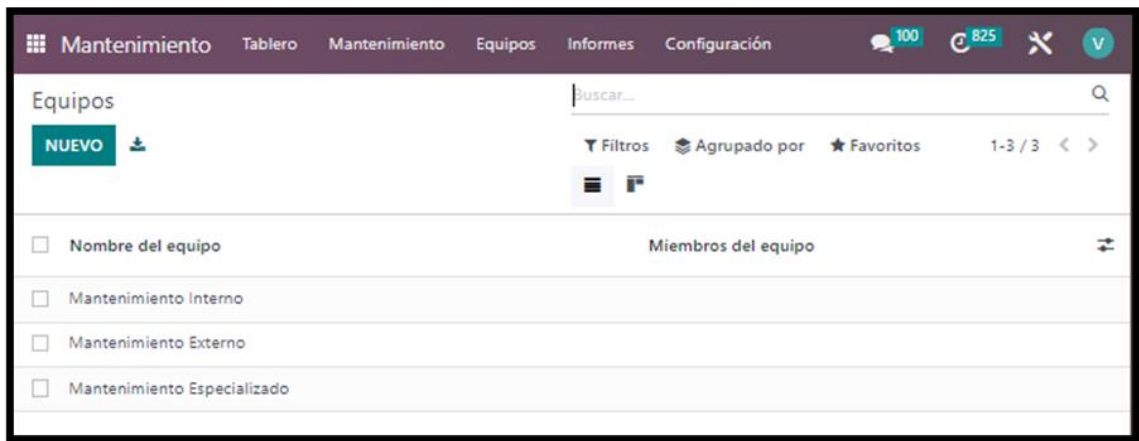
Mobiliario, categoría que engloba todo tipo de conformado por metal o madera, los más comunes son, estantes, sillas, bancos, mesas, etc.

Software, categoría que engloba todo aquello digital. Licencias, programas, debido a la inclusión de esta información en los data set.

Esta pestaña cuenta con las mismas características de filtros y agrupaciones, de igual forma dependiendo de los campos requeridos como datos ingresados.

Figura 24

Interfaz 'Equipos y herramientas' del módulo Mantenimiento.



Muestra los diferentes campos o tipos de mantenimiento, con la posibilidad de agregar más distinciones de mantenimiento, como también la opción de eliminarlos.

Categorías de Equipamiento, similar forma nos muestra las categorías existentes, con posibilidad de agregar más categorías o reducirlas.

Figura 27

Categorías de 'Equipo y herramientas' Configuradas.



j. Interfaces

Esta parte comprende como se llenan los registros, campos, datos, según cada interfaz de las pestañas de Equipos y Peticiones de Mantenimiento.

Para registrar un equipo se tiene que completar los siguientes campos de la interfaz.

Figura 28

Formulario de Registro Maestro de un Equipo.

Donde los campos Nombre es obligatorio para que se inicie el guardado del registro. En donde los campos de siguiente valor son “N° de Serie”, “Código” y “Código Interno”, cada uno de ellos son esenciales para la identificación del equipo de una u otra manera, Numero de serie para ubicar el equipo único y su origen, el Código para ubicar a que agrupación pertenece y Código interno que ubica con que registro lo ha designado el Área de Patrimonio.

k. Resultado de un registro completo.

Figura 29

Ejemplo de Registro Maestro de Equipo Actual.

El número que sigue al campo “Nombre”, es usado para identificar que un equipo haya sido único debido a las inconsistencias de los números de serie, en los datos remitidos por patrimonio.

1. Petición Mantenimiento.

Para solicitar una Petición de Mantenimiento se debe llenar la siguiente interfaz de la siguiente manera.

Figura 30

Formato de Petición de Mantenimiento – Mantenimiento Preventivo de Equipo Especializado.

The screenshot shows the Odoo web interface for creating a maintenance request. The browser address bar shows a local IP address. The Odoo header includes navigation tabs: Mantenimiento, Tablero, Equipos, Informes, and Configuración. The main header displays 'Peticiónes de mantenimiento / Mantenimiento Preventivo de Equipos Especializados' with a 'Nuevo' button. Below the header is a progress bar with four stages: CANCELAR, NUEVA SOLICITUD (active), EN PROGRESO, ATENDIDO, and CANCELADO. The main form area is titled 'Solicitud Mantenimiento Preventivo de Equipos Especializados' and contains the following fields:

Solicitud	
Creado por	Administrator
Código Petición	20241896
Equipamiento	BALANZA DE PRECISION /1129462825
Categoría	EQUIPO ESPECIALIZADO
Fecha de solicitud	22/02/2024
Tipos de mantenimiento: ☐ Correctivo ☒ Preventivo	
Orden de fabricación	
Departamento	INGENIERÍA DE MINAS Y METALURGIA
Descripción	Notas internas
Equipo	Mantenimiento Interno
Responsable	VALDIZAN
Fecha prevista	16/12/2024 00:00:00
Duración	03:00 horas
Prioridad	★★★☆☆
Costo Estimado	1,150.00
Plan de Mantenimiento	Asocia Plan Mito

At the bottom of the form, there are buttons for 'Enviar mensaje', 'Poner una nota', and 'Actividades'. A status bar at the very bottom shows 'Siguiendo' with a green checkmark.

Aquí se toca el termino de Mantenimiento Preventivo y Mantenimiento Correctivo.

Donde el Preventivo esta alineado con el Plan de Mantenimiento del correspondiente año, así mismos informes que el personal responsable informe y se añada en el camino.

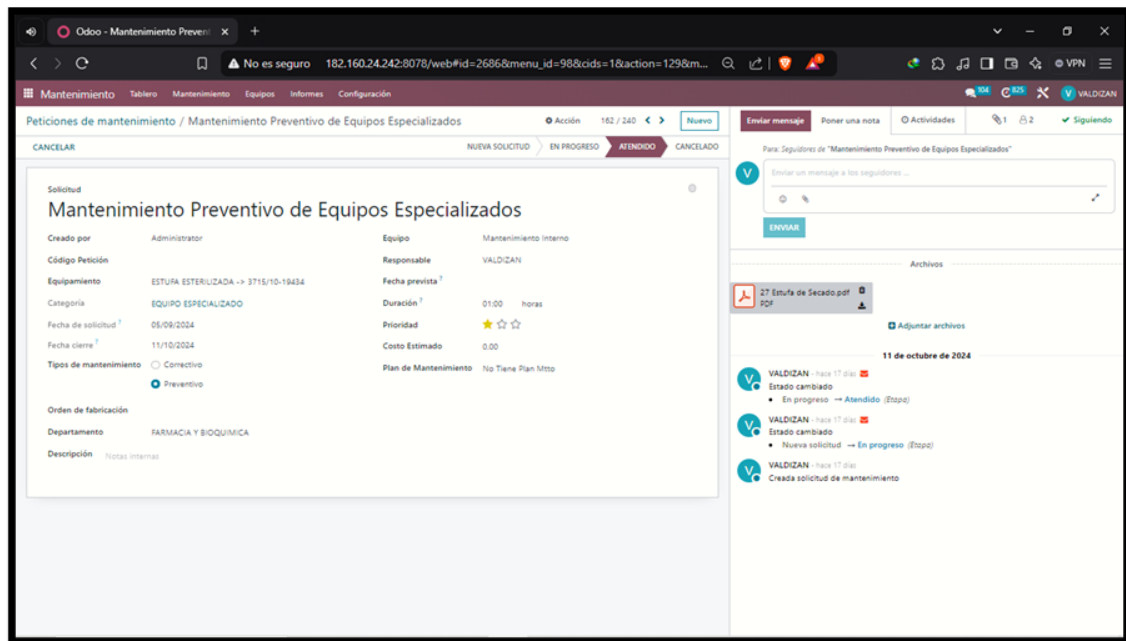
En cambio, en el Mantenimiento Correctivo se toma cuando el equipo ha sufrido un altercado y se ha solicitado la reparación de manera inmediata, resolviéndose en el acto, se registra dicho acontecimiento para poder realizar un seguimiento del estado del equipo y si recibe más mantenimientos correctivos a lo largo de su tiempo de vida.

La Petición de Mantenimiento cuenta con 4 estados, Nueva Solicitud, En progreso, Atendido y Cancelado. Cuyo objetivo principal es que todas terminen en Atendido.

En donde se agrega el informe o ficha técnica del responsable. Como prueba de lo realizado.

Figura 31

Mantenimiento Etapas – Nueva Solicitud, En Progreso, Atendido, Cancelado.



Con el fin de usar la información para planear su próximo mantenimiento o informar la baja u otro estado del equipo.

De esa manera se mostraría que la Gestión de mantenimientos se ha estado realizando de manera que cumpla con las normas.

III. Resultados.

Los resultados obtenidos servirán para demostrar el rendimiento de la variable independiente planteada “Implementación del Software ERP ‘GestMantenimiento’ en Odoo” demostrando de si la plataforma cumple lo esperado, y si es una solución viable para las problemáticas presentadas por la Universidad Nacional “San Luis Gonzaga”, además se presentara los resultados de cada variable dependiente en su respectivo orden, con la finalidad de mostrar estructuradamente los pasos que se dio en todo el año de estudio y observación para determinar una evaluación final sobre un resultado general que indica el nivel de impacto que ha tenido el presente software en la organización, en especial en la Unidad de Infraestructura y Mantenimiento.

Variable 1 – Eficiencia en la Gestión de Mantenimientos.

La Gestión de Mantenimientos es guiada principalmente por el plan de Mantenimientos del año 2024. Su eficiencia se medirá principalmente por el nivel de cumplimiento del cronograma de los Mantenimientos Preventivos de Equipos Especializados del Plan de Mantenimiento 2024.

Los mantenimientos para los equipos especializados registrados en el Plan de Mantenimiento 2024, son un total de 946 equipos especializados para todo el año, con un costo de 1,086,466.00 soles, donde el costo más común repetido establecido es de 1,150.00 soles.

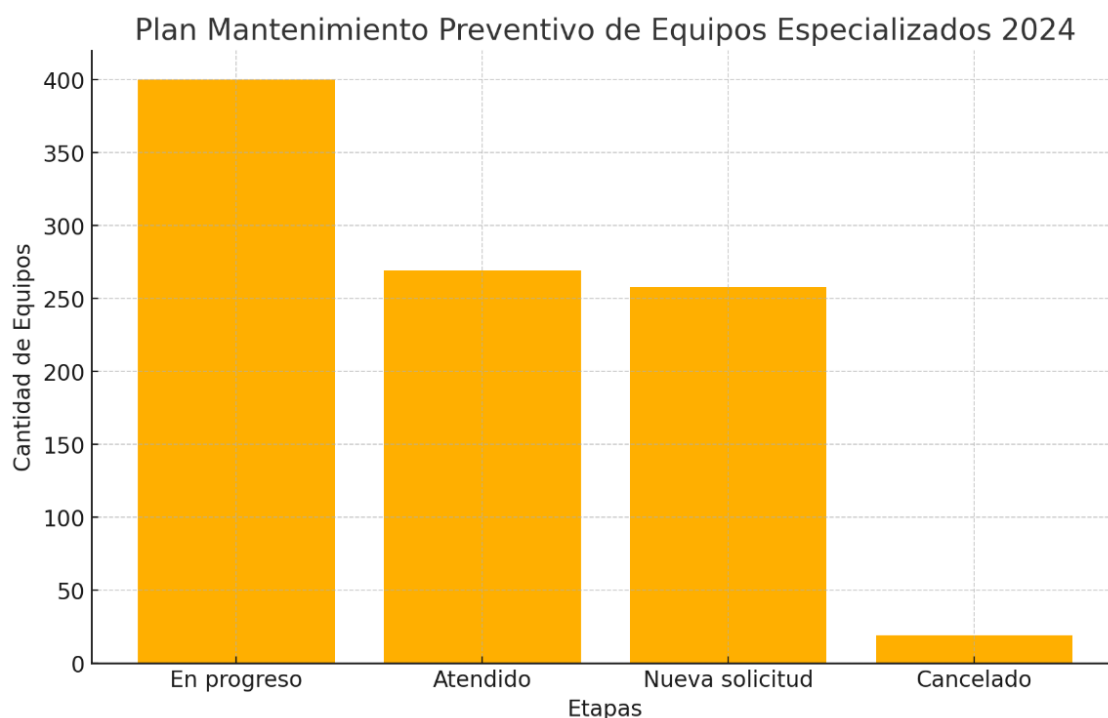
De los 946 registros, el software detalla que en lo que respecta el año 2024, el estado en que han quedado estos mantenimientos es de:

- En Progreso 400 registros.
- Atendidos 269 registros
- Nueva Solicitud 258 registros
- Cancelado 19 registros.

En el siguiente grafico se puede apreciar a un nivel de barras como ha sido el rendimiento en cuanto a lo esperado para el año 2024. Y además se explica que significan estas Etapas.

Figura 32

Gráfico de Barras de Etapas de Plan de Mantenimiento Preventivo Equipos Especializados del 2024.



La etapa son la forma en que se organiza el estado de un mantenimiento, iniciando desde la creación de una nueva solicitud hasta la atención que termina en atendido.

La etapa Nueva solicitud indica la creación de una petición de mantenimiento, para la creación de este mantenimiento se necesita que el equipo tenga un registro maestro, que vincula los detalles más importantes, además se necesita saber si incluirá una fecha específica, este caso para mantenimientos preventivos o será de inmediata para mantenimientos correctivos. Ya que estos términos son los principalmente usados, para no caer en redundancia con el termino de Mantenimiento de Averías.

La etapa En Progreso, indica que la fecha ha llegado y que el experto responsable se ha puesto en marcha al llamado de la solicitud programada o de emergencia. Desde este momento se espera el informe del técnico para conocer los detalles del mantenimiento a realizar, desde el resumen en una ficha técnica a materiales que necesitara.

La Etapa de Atendido, indica que la petición de mantenimiento ha sido cumplida, donde el experto debe brindar la ficha técnica con su firma y la conformidad (en forma de firma o sello) de la contraparte que reside en la ubicación funcional (en este caso, el encargado de laboratorio) con ambas partes de acuerdo, se procede a realizar un escaneo de la ficha y subirlo al sistema indicando si el equipo ha sido reacondicionado y continua con su funcionamiento o ha sido dado de baja y se debe informar a la siguiente oficina correspondiente (Oficina de Control Patrimonial y Margesí de Bienes).

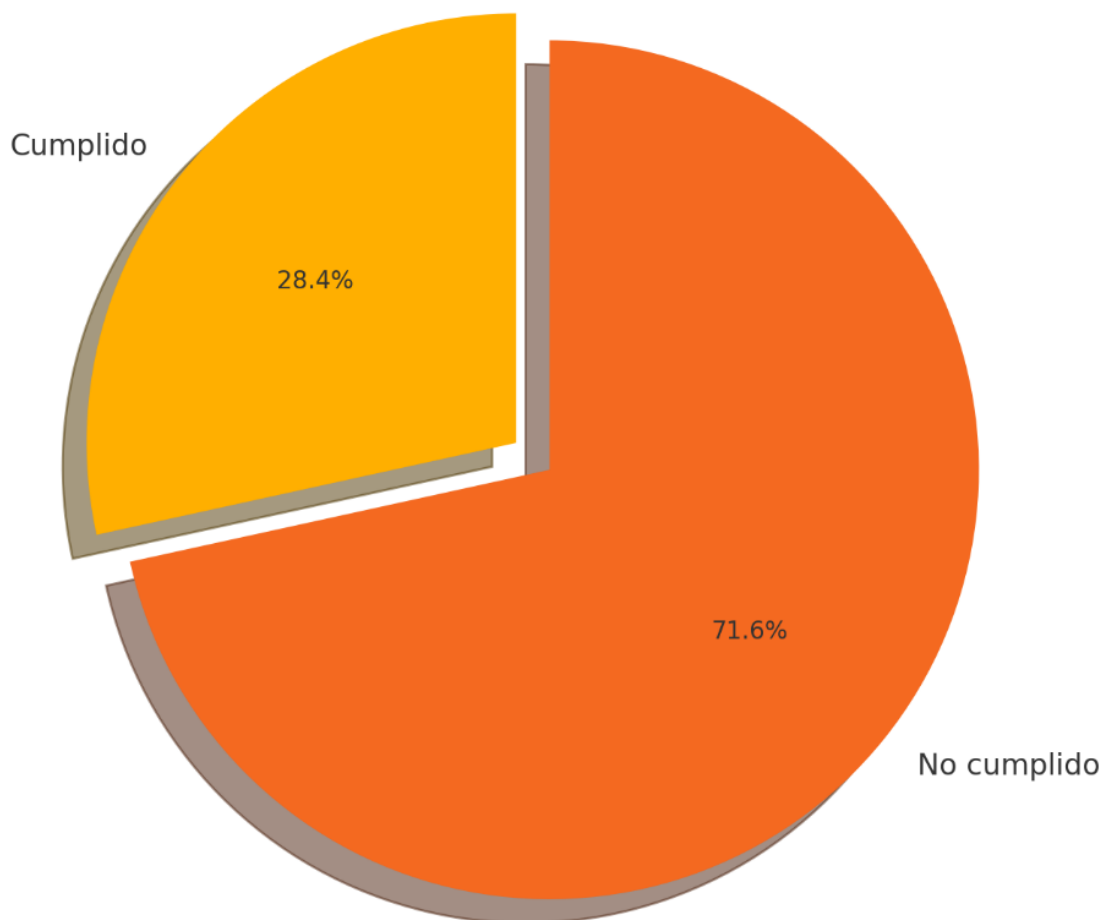
La etapa de cancelado indica que el equipo no existe o no se encuentra en la ubicación designada, así mismo que ya se le dio de baja o que no se cuenta con un experto interno, ni se ha dado una orden de servicio para ser atendida. Así como otros indicativos que dificultan el proceso correcto de mantenimiento a realizar.

Resultando en parte de estos 946 registros maestros que pertenecen directamente al Plan de Mantenimiento 2024. En que se ha cumplido un **28%.44 (Atendidos)** y por el contrario ha habido un faltante de cumplimiento de **71.56% (En Progreso, Nueva Solicitud, Cancelado)**.

Figura 33

Diagrama de Pastel de % de Mantenimientos Especializados.

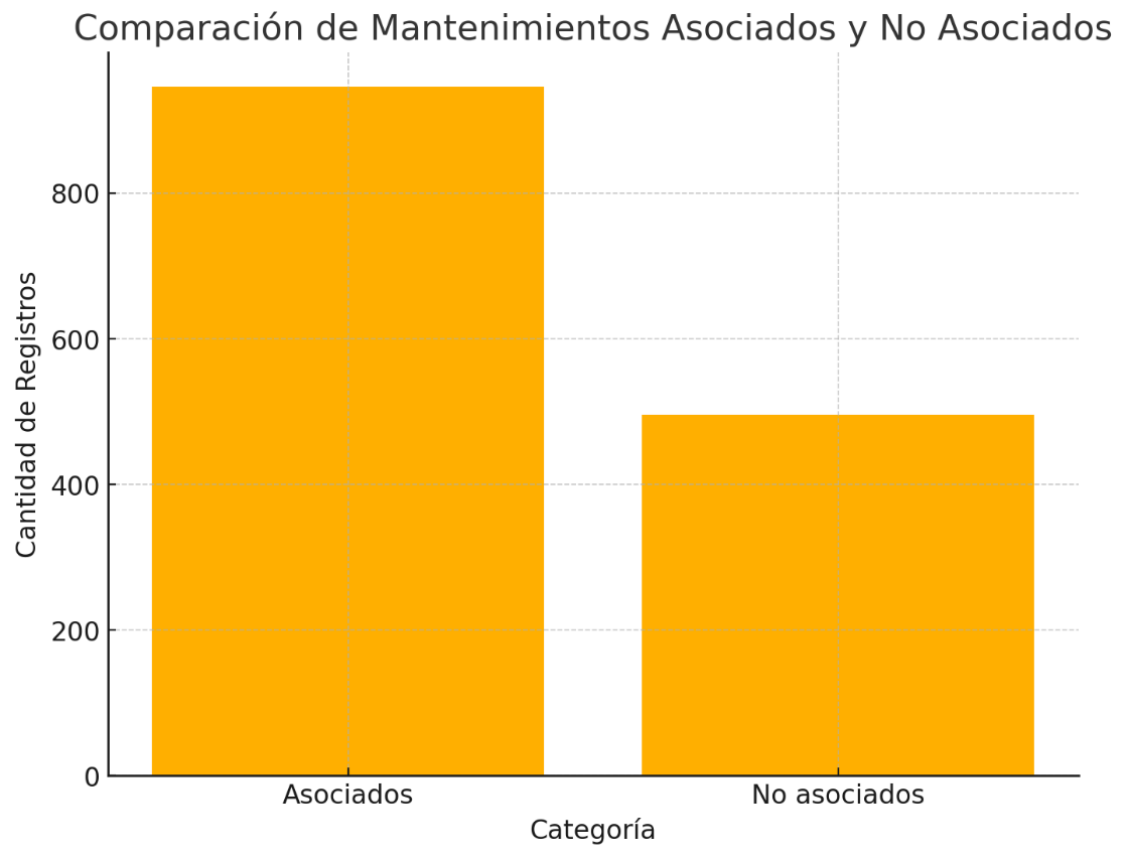
Porcentaje de Cumplimiento del Plan de Mantenimiento



Estos resultados solo forman parte de la vista de acuerdo a lo cronogramado. Sin embargo, existen más mantenimientos que se han realizado, entrando correctivos y mantenimientos preventivos realizados por el experto (Instrumentista - Ingeniero Químico) que no estaban planeados dentro del cronograma, el cual resulta en un 496, dando como un total de 1,442 registros de mantenimientos.

Figura 34

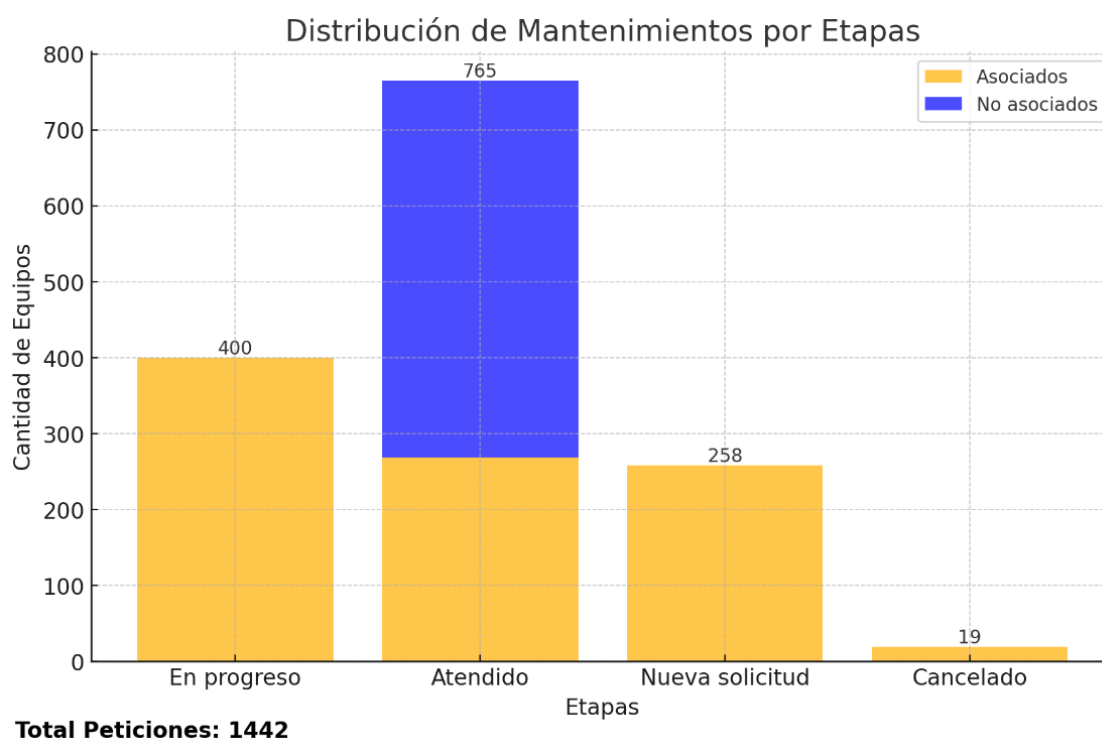
Gráfico de Barras de Mantenimientos Asociados y No Asociados.



Por lo que, al sumar todo las peticiones hechas e informadas, encontramos otro contraste al presentado anterior.

Figura 35

Diagrama de Mantenimientos por Etapas General.



Como resultado encontramos que en realidad en cuanto a mantenimientos se encontró mediando los resultados que, de los 1442 mantenimientos en todo el año, se han cumplido 53.05% y que no se logró cumplir según lo esperado un 46.95%, aunque la mayoría de atención viene de mantenimientos no cronogramados se obtiene como un resultado que se ha logrado cumplir con la mayoría de mantenimientos en el año 2024. Estos datos nos ayudan a poder mejorar la eficiencia en la gestión de Mantenimientos, porque encontramos que hay cierta deficiencia a la hora de la programación de mantenimientos, y que los datos obtenidos nos contarán cuáles serían las mejoras que se pueden implementar.

Variable 2 – Evaluación del Personal Técnico.

El personal técnico o también personal experto, es la mención que se le da a los trabajadores que son parte esencial en los mantenimientos de diferentes ámbitos, sin embargo, en este caso nos centramos en el personal experto encargado de realizar mantenimientos preventivos a los equipos especializados que habitan en su mayoría en laboratorios y talleres. El ingeniero titulado y colegiado encargado es uno de ellos donde su especialidad es la de un Ingeniero Químico Instrumentista.

Sus funciones consisten en completar el Plan de Mantenimiento Preventivo de Equipos especializados 2024, sin embargo, sus funciones principales radican en equipos delicados, entre los conformados con microscopios, muflas, balanzas digitales, entre muchas más que residen en laboratorios de facultades de alta especialización, como lo suele ser la medicina, química, farmacia, etc.

Sin embargo, para equipos más generales como Monitores, CPU, camas dentales, y similares no se encarga al no entrar en su especialidad, por lo tanto, estas se derivan a otras áreas o se busca un servicio que lo realice.

En los resultados obtenidos se buscó saber cómo era el rendimiento y trabajo de este personal y si podía realmente llegar a completar el plan de mantenimientos que se le daba.

Al observarlo, y trabajar conjuntamente, se encontró que sus tiempos rondaban entre la 1 hora hasta 3 horas en un equipo de mantenimiento preventivo en buen estado. Para equipos que se les debía dar de baja, la demora iba en los 30 minutos, debido a la inspección a realizar para indicar el motivo de baja, y de igual forma de los mantenimientos. Sin embargo, existían equipos especializado en los que tomaba incluso días hasta semanas en ser reacondicionados, debido a la demora de compra de materiales o el trámite que esto incluía. Además de esto se debe considerar la disponibilidad de la ubicación funcional, cosa que, al trabajar conjuntamente, se observó que no siempre había disponibilidad inmediata.

Por esa razón se buscó simular un entorno considerando estos elementos, además de la cantidad de mantenimientos reales realizados, para encontrar la respuesta a si el personal actual es suficiente.

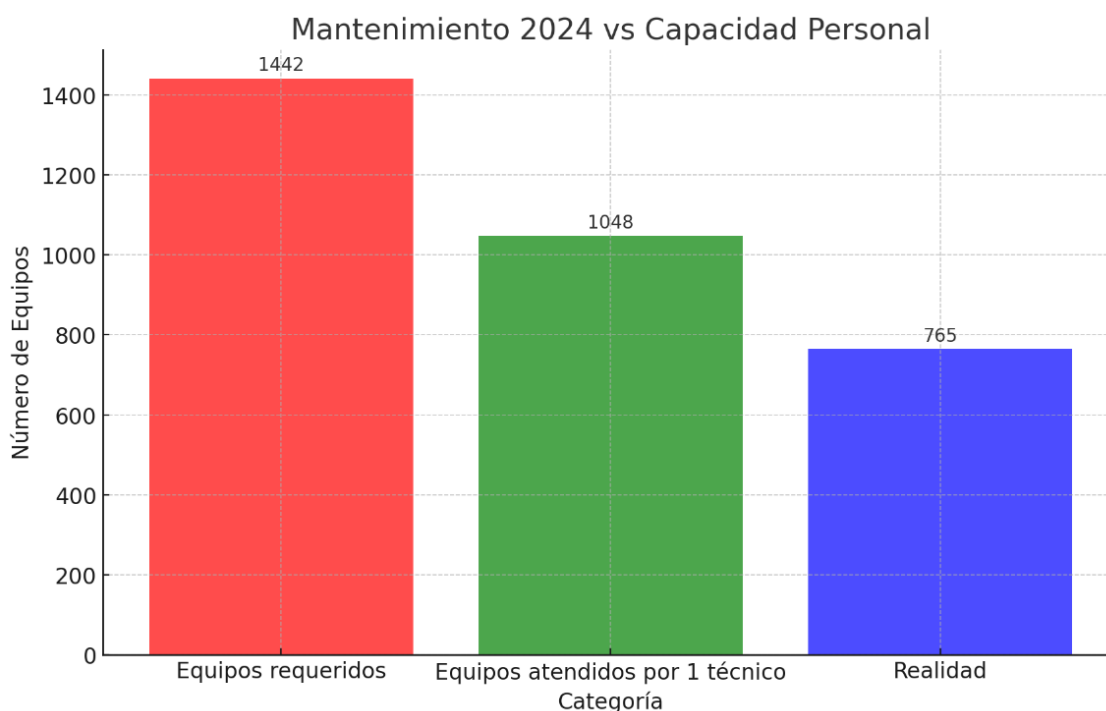
Para la simulación se consideró que el experto instrumentista demora un promedio de 1 hora y media por equipo especializado, y que en su tiempo laboral puede realizar mantenimiento hasta 4 equipos de manera constante en el año. Esto considerando que hay días que puede realizar más actividades o que puede solo realizar una actividad.

Resultando en que hipotéticamente, en los días laborales del año 2024, que consiste de 262 días sin vacaciones de lunes a viernes, el instrumentista puede realizar un alcance de 1,048 equipos especializados en el año. Una cifra una poco alejada de la realidad de los 765 mantenimientos atendidos.

Y según lo observado, hay equipos que requieren doble mantenimiento en lo que va el año, debido a que sus mantenimientos son semestrales o incluso trimestrales, además de observar que aún faltaban muchos mantenimientos que no estaban catalogado en la programación en las distintas facultades.

Figura 36

Diagrama comparativo de Barras sobre Capacidad Técnica.



Por lo tanto, como resultado se encuentra que actualmente el personal no es suficiente para dar abasto a todas las peticiones existentes, considerando que se necesita por recomendación del mismo instrumentista que se necesita **3 expertos** en total para dar abasto a toda la organización, en cuanto a los equipos especializados.

Variable 3 – Recuento de Conformidades de Servicio Externo.

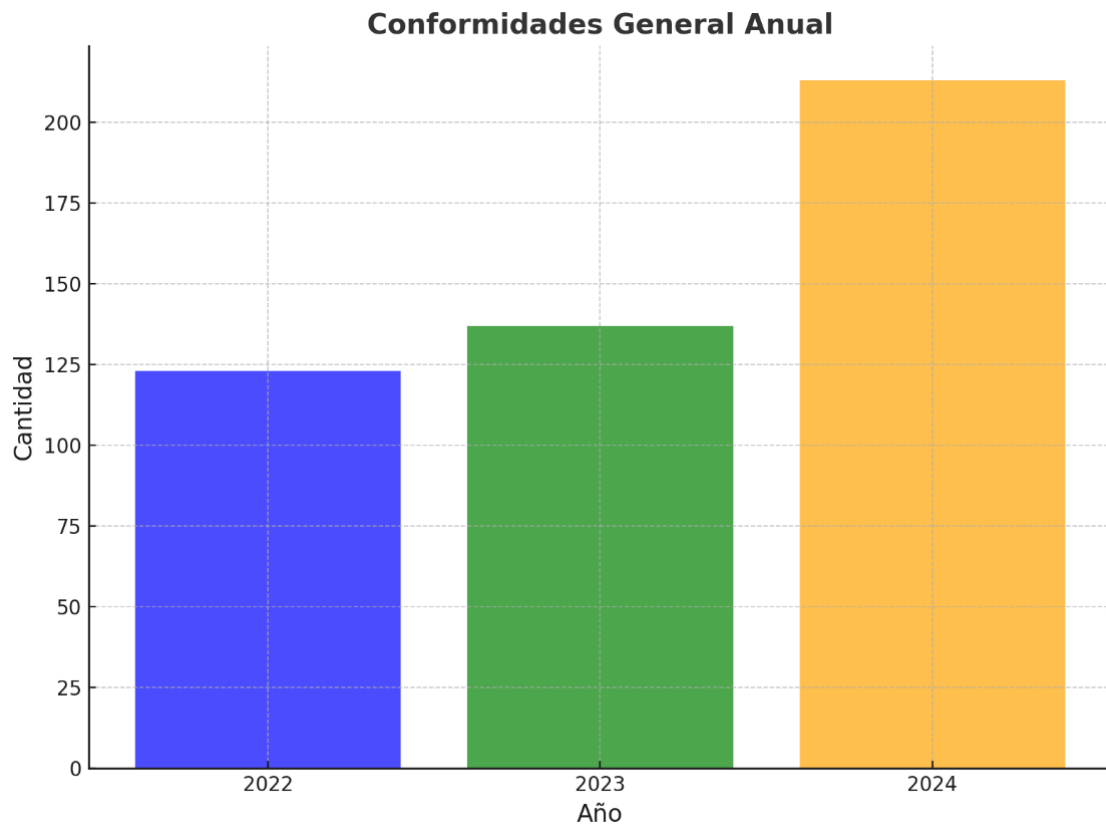
Las conformidades son el documento que acredita que una orden de servicio se ha completado satisfactoriamente, en esta se indican detalles como el precio, acciones realizadas, y puntos explicativos como penalidades en caso de demora.

La Universidad cuenta con una amplia consistencia de contratación de estos servicios también denominados “Servicios a todo costo”, que relega toda una actividad hacia terceros llamados proveedores, para el cumplimiento de diversas amplitudes, pero estos resultados buscaron enfocarse en aquellos que se relación con el mantenimiento especializado, posibles objetivos a integrar y el recuento anual de las conformidades realizadas en los últimos 3 años, desde el inicio del 2022 a finales del 2024. Siendo el 2024 el más explicativo y detallado debido a la integración de la Plataforma Odoo, y evaluar el resultado obtenido.

Para empezar con los resultados con respecto a las conformidades, se hizo el recuento de las conformidades en estos 3 últimos años, independientemente de la naturaleza, con el fin de obtener la información de cuan dependiente es la organización del servicio externo.

Figura 37

Diagrama de Barra Comparativo de Conformidades (Servicios por terceros) Anuales.



En los resultados obtenidos se observó que en el año 2022 se realizaron 123 conformidades, terminando estas en las fechas aproximadas a noviembre.

Para el año 2023 se hizo el recuento de 137 conformidades realizadas, de similar forma terminando por el mes de noviembre aproximadamente.

Para el año 2024, el conteo fue de 213 conformidades realizadas, donde la fecha de finalización a diferencia de las anteriores fue hasta últimos días de diciembre.

Con los resultados obtenidos, se consideró que las conformidades podrían aumentar en una proporción de entre 10 a 20, sin embargo, lo que no se conto fue la gran cantidad que se realizó en los meses finales en el año 2024. De no considerar las conformidades del mes de diciembre del año 2024, se obtendrían un total de 136 conformidades, siendo este un resultado esperado en la hipótesis.

Para comprender mejor como fue la distribución de la dependencia que se tiene de los servicios a todo costo en la organización se realizó el conteo dividiéndolo por meses. Además, se realizó una muestra selectiva de los mantenimientos que guardan relación al mantenimiento de equipos especializados y otros tipos de mantenimientos y/o servicios que se podrían integrar con el software. Agregando su costo estimado que nos ayuda a comprender cuantos serían los costos que la Universidad podría reducir.

Nota: Los títulos de los servicios son referentes, para mantener la integridad no se revela el nombre total del servicio.

Tabla 2

Tabla de Muestras de Servicios Por terceros por Mes con costos asociados y Total de Conformidades por Mes del 2024.

Mes	Título	Costo de Muestras (S/)	Servicios x Mes
ENERO	No se encontró relación a Mantenimientos	0	1
FEBRERO			9
	Aire Acondicionado Bus	8,800	
	Póliza Vehicular	41,031	
	Mantenimiento Preventivo Bus	11,600	
	Transporte Mantenimiento	6,220	
	Ficha Técnica Vehicular	3,520	
	Mantenimiento Buzonetas Eléctricas	41,123	
	Sanitarios General	30,313	
	Subtotal	142,607	
MARZO			13
	Ventanas	40,672	
	Aire Acondicionado Correctivo	7,590	
	Aire Acondicionado Preventivo	3,300	
	Subtotal	51,562	
ABRIL			5
	Camionetas	2,960	
	Ventiladores	39,178	
	Subtotal	42,138	
MAYO			8
	Tableros	39,500	
	Mecánica Lab	38,370	
	Aire Acondicionado	1,090	
	Pintado	36,921	
	Subtotal	115,881	
JUNIO			19
	Cambio y Mantenimiento Puertas	36,132	
	Mantenimiento Correctivo Bus	8,730	
	Mantenimiento Preventivo Carro	1,055	
	Subtotal	45,917	
JULIO			13
	Transporte	2,100	
	Mantenimiento y Reparación Escaleras	40,977	
	Electrobomba	3,500	
	Sistema de Cableado	40,783	

	Recarga de Extintores 534	40,338	
	Subtotal	127,698	
AGOSTO			18
	Mantenimiento Preventivo Carro	2,100	
	Baterías de Bus	4,803	
	Baterías de Bus	5,180	
	Mantenimiento Equipos Rayos X	16,900	
	Aire Acondicionado	6,750	
	Reparación de Servicios Higiénicos	19,984	
	Subtotal	55,717	
SEPTIEMBRE			19
	Mantenimiento Tuberías	38,583	
	Incinerador	41,158	
	Mantenimiento Horno de Fundición	35,125	
	Unidades Dentales	39,358	
	Servicios Higiénicos	41,144	
	Pizarras Interactivas (Correctivo)	21,200	
	Fabricación de Cortinas	39,557	
	Subtotal	256,125	
OCTUBRE			6
	Mejoramiento Cajas de Pase Eléctrico	41,000	
	Reparación de Fibra Óptica	41,150	
	Maquinaria de Jardinería	4,510	
	Subtotal	86,660	
NOVIEMBRE			25
	Equipos de Climatización	40,870	
	Aire Acondicionado	4,250	
	Certificación de Seguridad en Edificaciones	40,000	
	Laboratorio de Cómputo	19,149	
	Sistema de Vigilancia y Seguridad	22,939	
	Categorización Documentario	40,655	
	Reparación Sistema Eléctrico de Laboratorio	41,010	
	Subtotal	208,873	
DICIEMBRE			77
	Faro de Carro	2,160	
	Ómnibus Mantenimiento Preventivo Bus	2,160	
	Sistema Hidráulico Higiénico	41,012	
	Correctivo Pozos a Tierra	36,005	
	Equipos Electrónicos	41,160	
	Correctivo Camión	13,570	
	Mantenimiento Sistema Eléctrico y Mecánico	40,809	
	Cables de Poder y Ductos de Ventilación	40,721	
	Pozo Tubular	41,120	

	Preventivo Carro	2,160	
	Mantenimiento Cortinas	15,270	
	Desbrozadora, Podadora, etc.	40,584	
	Caseta de Pozo	41,000	
	Planta de Conservas y Alcoholes	41,150	
	Simuladores, Autoclave, Electrobisturí, etc.	40,911	
	Instrumentos, Herramientas Especializadas	40,388	
	Retretes	40,209	
	Subtotal	520,389	
TOTAL		1,653,567	213

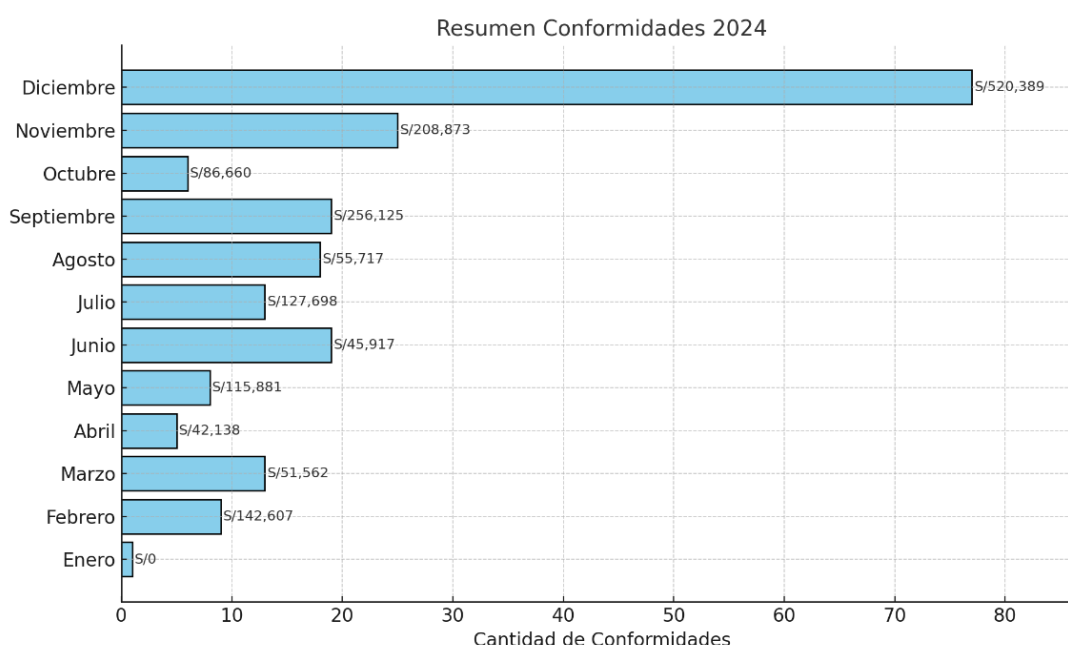
El cuadro anterior nos da una vista detallada de los mantenimientos preventivos y correctivos que se han realizado, estos se seleccionaron manualmente de entre toda la cantidad de servicios solicitados, debido a que se consideró que no todos los servicios son innecesarios, y que no están totalmente relacionados con mantenimientos de equipos específicos.

Aun así se seleccionaron actividades alejadas del clásico mantenimiento especializado para que nos ayuden a obtener una idea general, del costo empleado, entre ellos están pintados, limpieza, recargas de extintores, cortinas, entre otros.

Para comprender mejor se presenta un resumen en forma de grafico de este cuadro en base a los meses, la cantidad de conformidades de por cada mes y el costo que generan las actividades antes mencionadas. Desde el mes de diciembre a el mes de enero.

Figura 38

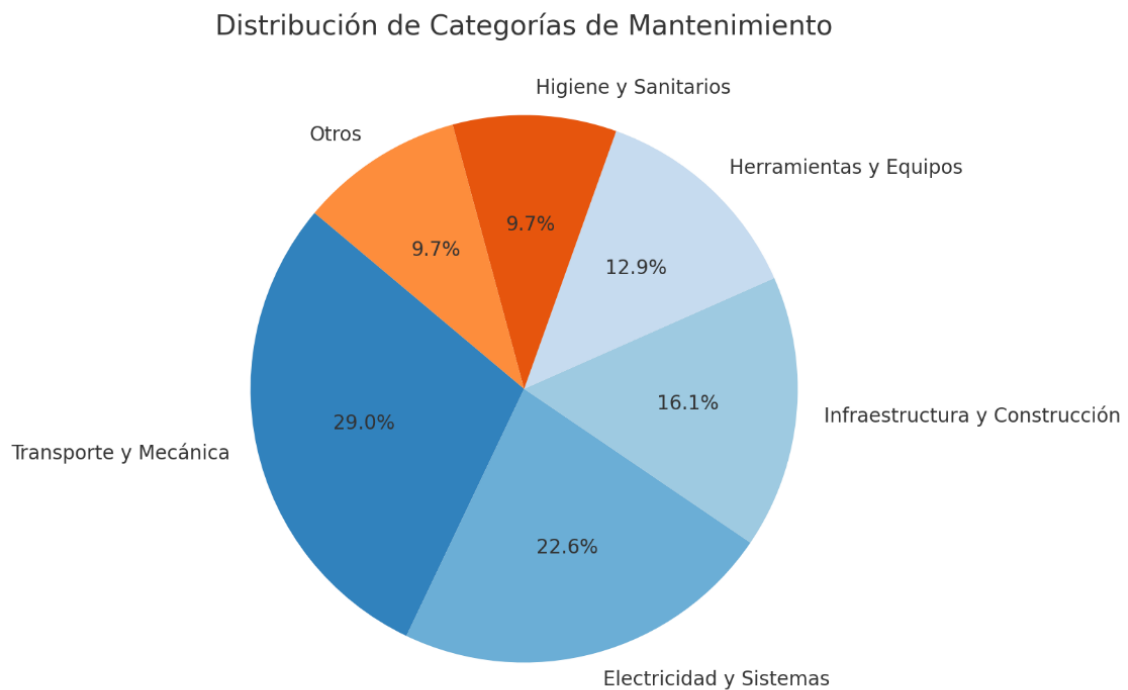
Diagrama de Barras horizontal de Conformidades por Mes de la tabla 2



Además de esto se realizó un análisis crítico de como categorizar estas actividades de mantenimiento por servicios externos, para analizar de cuales la organización es mas dependiente, que, de otras, y realizar posibles hipótesis que promuevan un menor costo a futuro, como lo puede ser la integración de nuevos módulos en la plataforma “GestMantenimiento”.

Figura 39

Diagrama de Pastel de Categoría de las Muestras Seleccionadas de la Tabla 2.



Con las proporciones obtenidas, y una categorización en base a la muestra específica recolectada, se tiene una idea general de como los servicios en base a mantenimientos y mejoramientos resaltan.

Como parte de la evaluación se resalta la atención en 4 categorías.

- Transporte y Mecánica
- Electricidad y Sistemas
- Herramientas y Equipos
- Higiene y Sanitarios.

Con respecto a las categorías de Infraestructura y Construcción y otros, se comprende que existe una dependencia razonable, debido a la complejidad de estas mismas, se necesita ser servicio y colaboración de agentes externos que promuevan la innovación, eficiencia y trabajo efectivo. La categoría de otro engloba a actividades de servicio que suceden rara vez, o son tan especiales ya sea de tamaño o de especialidad que resulta mas barato realizarlo por servicio que contratar personal especializado en aquello.

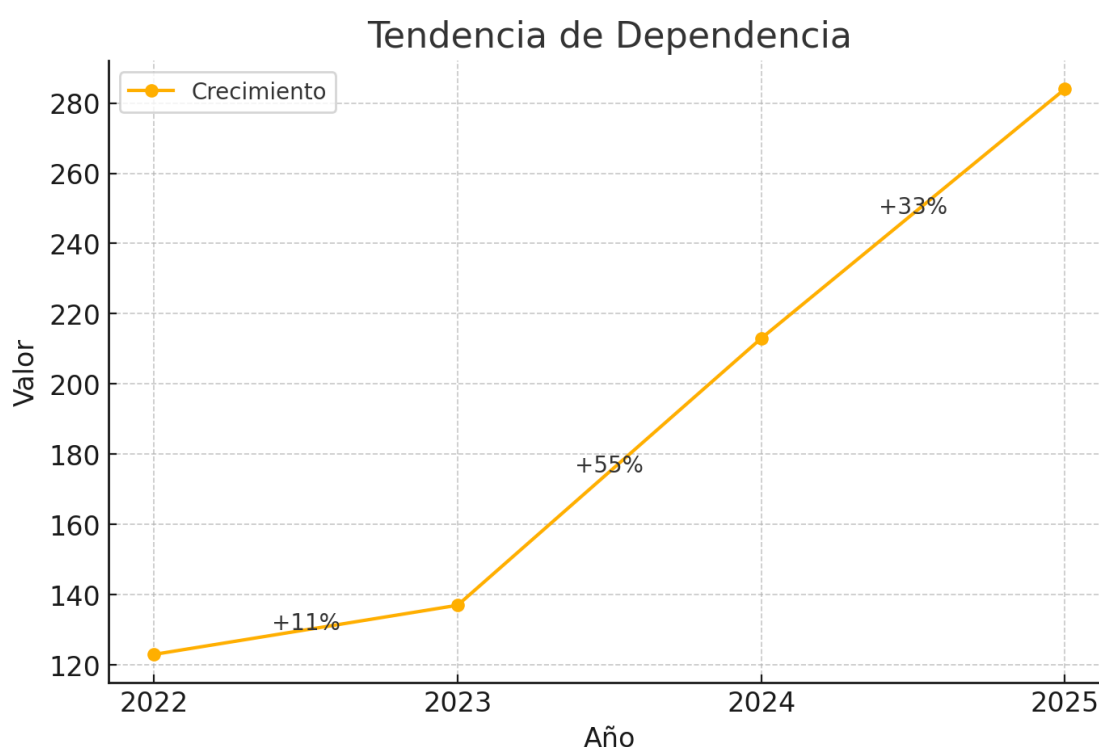
Sin embargo, en las 4 categorías se encuentra una evaluación efectiva de que se necesita mejorar y reducir la dependencia de agentes externos. Sin embargo, abarcar todo esto resultaría difícil a un corto plazo, por esa razón como resultado ante la dependencia de conformidades de servicio externo, se planea proponer una de las categorías como opción viable que ayude a reducir la dependencia de servicios externos y reducir costos.

Esta es la categoría de Transporte y Mecánica, siendo un tema muy relacionado con Mantenimiento, se propone que al menos al implementar esta solución al software de Odoo, integrando un módulo llamado flota, en donde se registran los vehículos utilizados por la organización se podrá llevar un mejor control de mantenimientos preventivos, además de la contratación de un experto mecánico que brinde soporte y mantenimiento a los activos de flota, se busca reducir en un 29% la carga.

Como resultado final para la variable “Recuento de conformidades de servicio externo” y ante la pregunta de si se lograra reducir la dependencia de estos servicios, se da como respuesta que la implementación no ha tenido un efecto positivo e inmediato ante esta variable. Donde no solo el incremento ha sido muy superior a lo esperado, sino que se evalúa que hay realizar un control crítico ante este repentino aumento, sino se predice un aumento aún mayor.

Figura 40

Diagrama de incremento porcentual anual de las Conformidades Actual.

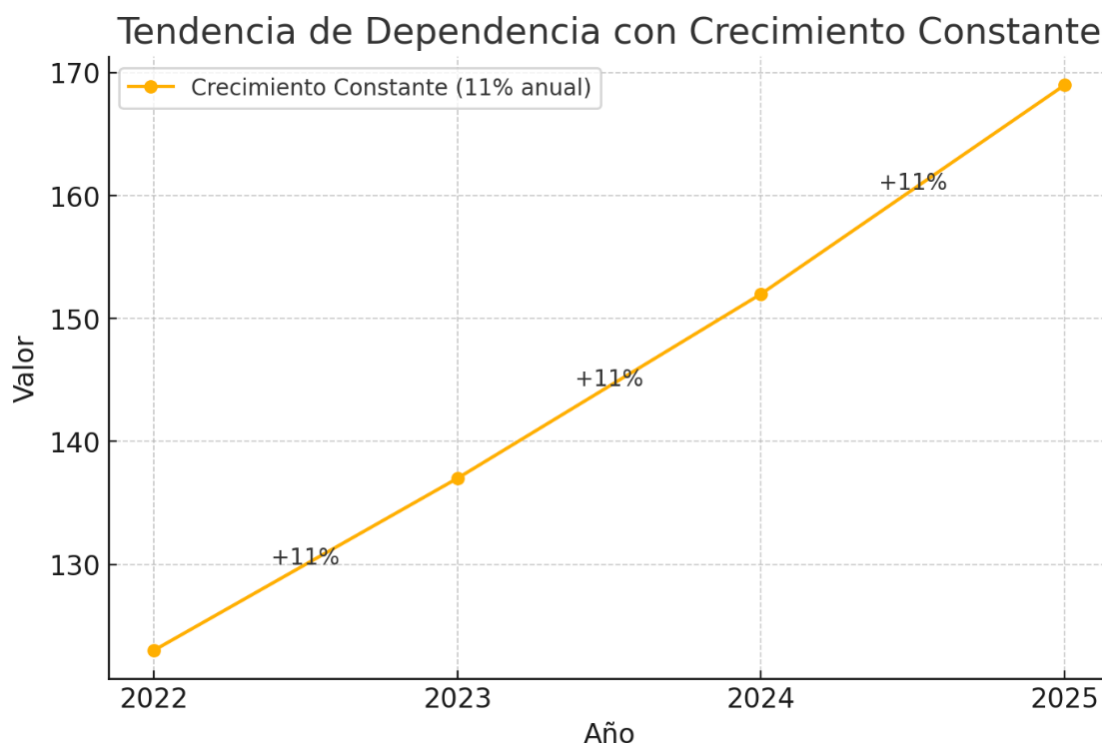


Como resultado esperado, se previó que el aumento sería similar al año pasado con porcentaje de alza de 11%, calculando que **el 2024 se obtendrían 152 conformidades y**

en el 2025 un máximo de 169, en un entorno donde la plataforma tuviera un buen impacto.

Figura 41

Diagrama de dependencia de Servicios por Terceros prevista de manera Constante.



Variable 4 – Calidad de la información de los equipos.

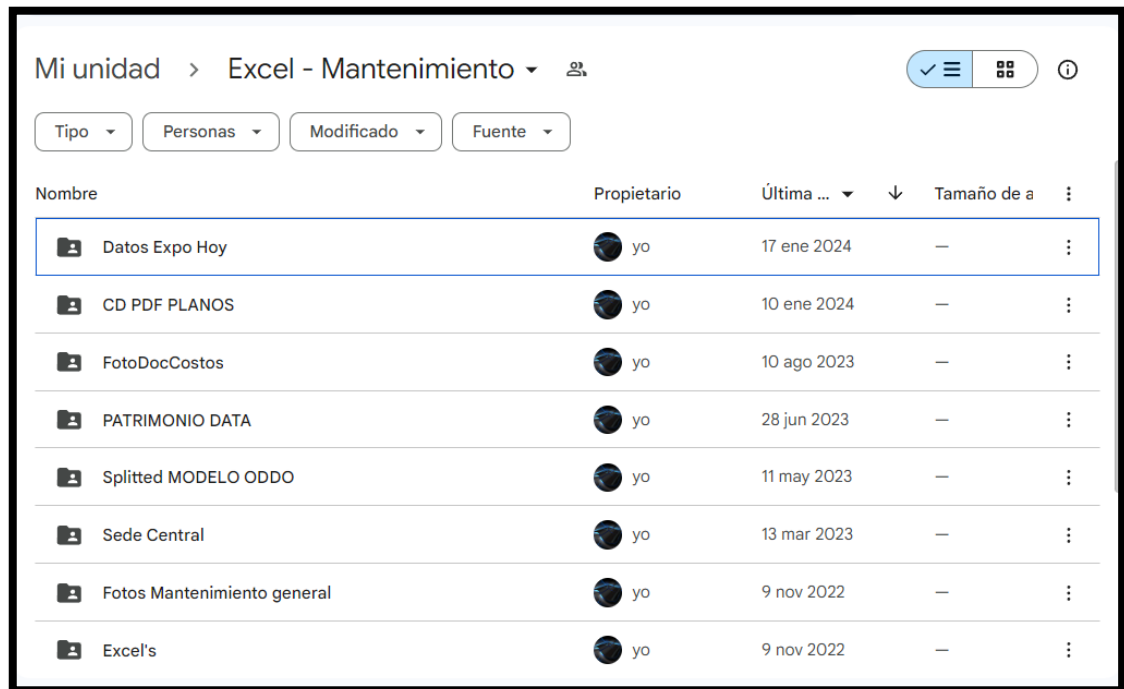
La calidad o también llamado integridad de la información busca emplear usar el término “Registro de Maestro de Equipo” que explico SAP PM, en donde la información de un equipo proviene de todas las fuentes posibles para obtener data de alta calidad, entre ellos pueden ser de campo directo, catálogos, oficinas dedicadas a la recolección y verificación de esta misma, los mismos operarios que se encargan de dar mantenimiento.

Como resultado general se tiene información de 59 097 equipos existentes en toda la Universidad Nacional San Luis Gonzaga, sin embargo, no se tiene la seguridad de afirmar que estos son todos los objetos técnicos que la Universidad Posea.

Como inicio los datos recibidos se fueron organizando en carpetas en Google drive, para poder compartir con otros implicados de manera sencilla. Así mismo ordenados en carpetas cada uno.

Figura 42

Datos en Google Drive Cloud.



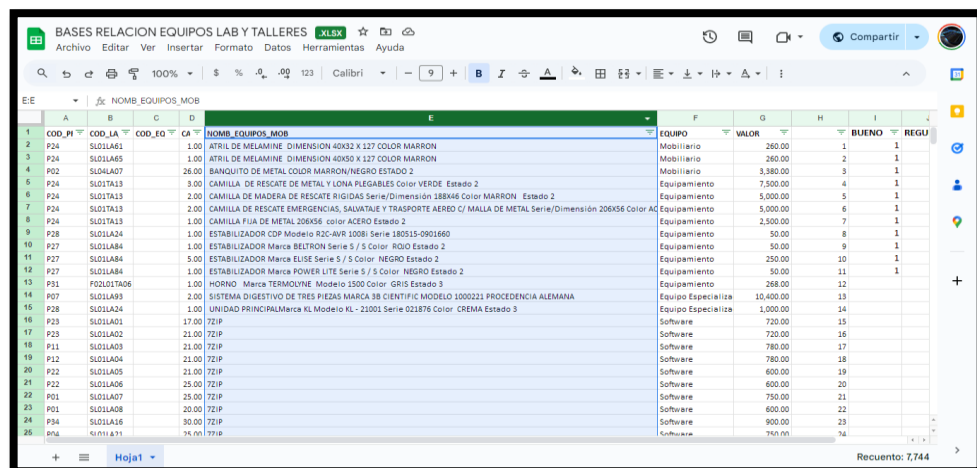
Google Drive interface showing a folder named "Excel - Mantenimiento". The folder contains several files, including "Datos Expo Hoy", "CD PDF PLANOS", "FotoDocCostos", "PATRIMONIO DATA", "Splitted MODELO ODDO", "Sede Central", "Fotos Mantenimiento general", and "Excel's". The files are listed with their names, owners (all "yo"), last modified dates, and sizes.

Nombre	Propietario	Última ...	Tamaño de a
Datos Expo Hoy	yo	17 ene 2024	—
CD PDF PLANOS	yo	10 ene 2024	—
FotoDocCostos	yo	10 ago 2023	—
PATRIMONIO DATA	yo	28 jun 2023	—
Splitted MODELO ODDO	yo	11 may 2023	—
Sede Central	yo	13 mar 2023	—
Fotos Mantenimiento general	yo	9 nov 2022	—
Excel's	yo	9 nov 2022	—

Al inicio se inició con 7744 datos proporcionados por la Unidad. Los cuales se trabajo para poder limpiarlos adecuadamente y establecer un formato acorde a lo que requirió el software, así mismo a la información disponible. Para ello se usaron herramientas como el mismo Excel, pero la demora y trabajo resultaron ser mayor a las esperadas por lo que después de empezó a usar otras herramientas que facilitarían el trabajo como Open Refine que fue el software secundario y optando como opción final a R Studio y como lenguaje a Python para análisis que no se pudieran realizar en R Studio.

Figura 43

Datos de Equipos Especializados Iniciales.



Excel spreadsheet titled "BASES RELACION EQUIPOS LAB Y TALLERES". The spreadsheet contains a table with columns: COD, LA, COD, EQ, CA, NOMB, EQUIPOS, MOB, EQUIPO, VALOR, BUENO, and REGU. The table lists various pieces of equipment, including "ATRIL DE MELAMINE", "BANQUITO DE METAL", "CAMILLA DE RESCATE", "ESTABILIZADOR", "HORNO", "SISTEMA DIGESTIVO", and "UNIDAD PRINCIPAL".

COD	LA	COD	EQ	CA	NOMB	EQUIPOS	MOB	EQUIPO	VALOR	BUENO	REGU
P24	SL01LA01	1.00			ATRIL DE MELAMINE	DIMENSION 40X32 X 127 COLOR MARRON		Mobiliario	260.00	1	1
P24	SL01LA05	1.00			ATRIL DE MELAMINE	DIMENSION 40X30 X 127 COLOR MARRON		Mobiliario	260.00	2	1
P02	SL04LA07	26.00			BANQUITO DE METAL	COLOR MARRON/NEGRO ESTADO 2		Mobiliario	3,380.00	3	1
P24	SL01TA13	3.00			CAMILLA DE RESCATE	DE METAL Y LONA PLEGABLES Color VERDE Estado 2		Equipamiento	7,500.00	4	1
P24	SL01TA13	2.00			CAMILLA DE MADERA DE RESCATE	RIGIDAS Serie/Dimensión 28X46 Color MARRON Estado 2		Equipamiento	5,000.00	5	1
P24	SL01TA13	2.00			CAMILLA DE RESCATE EMERGENCIAS	SAUTATAT Y TRANSPORTE AEREO C/ MALLA DE METAL Serie/Dimensión 206X56 Color AC		Equipamiento	5,000.00	6	1
P24	SL01TA13	1.00			CAMILLA FIJA DE METAL	206X56 color ACERO Estado 2		Equipamiento	2,500.00	7	1
P28	SL01LA24	1.00			ESTABILIZADOR CDP	Modelo R2C-AVR 10081 Serie 180515-0901660		Equipamiento	50.00	8	1
P27	SL01LA84	1.00			ESTABILIZADOR Marca BELTRON	Serie 5 / 5 Color ROJO Estado 2		Equipamiento	50.00	9	1
P27	SL01LA84	5.00			ESTABILIZADOR Marca ELISE	Serie 5 / 5 Color NEGRO Estado 2		Equipamiento	250.00	10	1
P27	SL01LA84	1.00			ESTABILIZADOR Marca POWER LITE	Serie 5 / 5 Color NEGRO Estado 2		Equipamiento	50.00	11	1
P91	F02L01TA06	1.00			HORNO	Marca TERMOLVNE Modelo 1500 Color GRIS Estado 3		Equipamiento	268.00	12	
P07	SL01LA93	2.00			SISTEMA DIGESTIVO DE TRES PIEZAS	MARCA 38 CIENTIFICO MODELO 1000221 PROCEDENCIA ALEMANA		Equipo Especialize	10,400.00	13	
P28	SL01LA24	1.00			UNIDAD PRINCIPAL	Marca XL Modelo XL - 21001 Serie 021876 Color CREMA Estado 3		Equipo Especialize	1,000.00	14	
P23	SL01LA01	17.00			Software			Software	720.00	15	
P23	SL01LA02	21.00			Software			Software	720.00	16	
P11	SL01LA03	21.00			Software			Software	780.00	17	
P12	SL01LA04	21.00			Software			Software	780.00	18	
P22	SL01LA05	21.00			Software			Software	600.00	19	
P22	SL01LA06	25.00			Software			Software	600.00	20	
P01	SL01LA07	25.00			Software			Software	750.00	21	
P01	SL01LA08	20.00			Software			Software	600.00	22	
P94	SL01LA16	30.00			Software			Software	900.00	23	
P94	SL01LA17	15.00			Software			Software	750.00	24	

Figura 44

Datos de Equipos Antes del Tratado de Datos.

AGITADOR MAGNETICO Marca FOUR E'S CIENTIFIC Modelo MI0102002 Serie SS52J000355 Color AZUL/BLANCO Estado 2
AGITADOR MAGNETICO Marca FOUR E'S CIENTIFIC Modelo I0102002 Serie SS52J000336 Color AZUL/BLANCO Estado 2
AGITADOR MAGNETICO MARCA HAMILTON BEACH MODELO/TIPO HMD200P-CE SERIE/DIMENSION H4281L00002 COLOR NEGR
AGITADOR MAGNETICO MARCA HAMILTON BEACH MODELO/TIPO HMD200P-CE SERIE/DIMENSION H4281L00024 COLOR NEGR
AGITADOR MAGNETICO MARCA HAMILTON BEACH MODELO/TIPO HMD200P-CE SERIE/DIMENSION H4281L00027 COLOR NEGR
AGITADOR MAGNETICO MARCA HAMILTON BEACH MODELO/TIPO HMD200P-CE SERIE/DIMENSION H4281L00034 COLOR NEGR
AGITADOR MAGNETICO MARCA HAMILTON BEACH MODELO/TIPO HMD200P-CE SERIE/DIMENSION H4281L00040 COLOR NEGR
AGITADOR MAGNETICO Marca IKA Modelo RHKT/C Serie 05008664 Color AZUL / BLANCO Estado 2
AGITADOR MAGNETICO Marca IKA-RH-KT/C Modelo Serie 05-008659 Color CELESTE/BLANCO Estado 2
AGITADOR MAGNETICO Marca ISOLAB ALEMAN Modelo 161301001 Serie LS52S000250 Color BLANCO-VERDE Estado 1
AGITADOR MAGNETICO Marca ISOLAB ALEMAN Modelo 613-001 Serie MN6T006586 Color BLANCO-VERDE Estado 1
AGITADOR MAGNETICO Marca LMIN ESZTERGOM Modelo LE-302 Serie 407/197-4 Color NEGRO/PLATA Estado 3
AGITADOR MAGNETICO Marca LMIN ESZTERGOM Modelo LE-302 Serie 431/1974 Color NEGRO/PLATEADO Estado 3
AGITADOR MAGNETICO Marca LMIN ESZTERGOM Modelo LE-302 Serie 439/197-4 Color NEGRO/PLATA Estado 3
AGITADOR MAGNETICO Marca VEP CIENTIFICA Modelo Serie 552452 Color BLANCO HUMO-NEGRO Estado 1

Figura 45

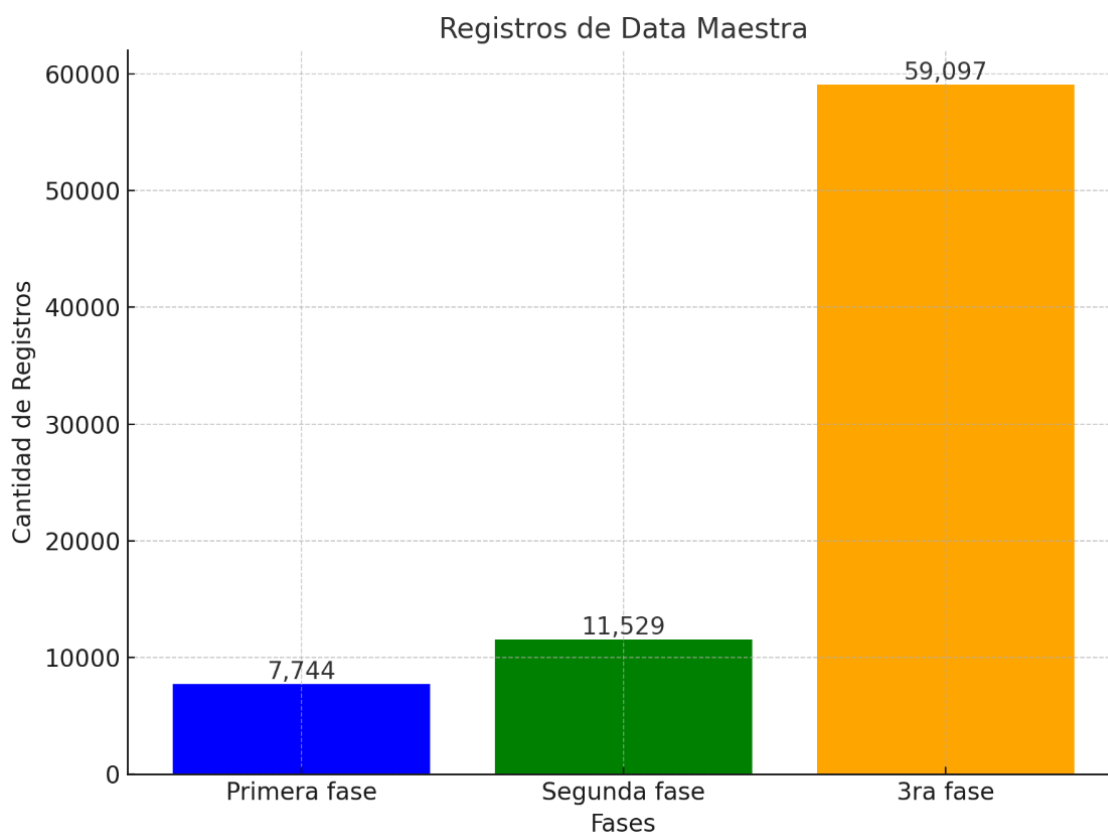
Datos Equipos Especializados Después de una Limpieza y Tratado de Datos.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Nº de serie	Código Interno	Nombre del equipo	Estado	Propietario	Etiqueta	Equipo de mantenimiento	Nº de serie	Modelo	
-	-	VLC		INGENIERIA DE SISTEMAS		Mantenimiento interno			
-	-	UNIDAD CENTRAL DE PROCESO - CPU		INGENIERIA DE SISTEMAS	BUENO	Mantenimiento interno	ST 200	COMPATIBLE / CORE I7	
-	-	UNIDAD CENTRAL DE PROCESO - CPU		INGENIERIA DE SISTEMAS	BUENO	Mantenimiento interno	ST 201	COMPATIBLE / CORE I7	
-	-	UNIDAD CENTRAL DE PROCESO - CPU		INGENIERIA DE SISTEMAS	BUENO	Mantenimiento interno	ST 202	COMPATIBLE / CORE I7	
-	-	UNIDAD CENTRAL DE PROCESO - CPU		INGENIERIA DE SISTEMAS	BUENO	Mantenimiento interno	ST 205	COMPATIBLE / CORE I7	
-	-	UNIDAD CENTRAL DE PROCESO - CPU		INGENIERIA DE SISTEMAS	BUENO	Mantenimiento interno	ST 206	COMPATIBLE / CORE I7	
-	-	UNIDAD CENTRAL DE PROCESO - CPU		INGENIERIA DE SISTEMAS	BUENO	Mantenimiento interno	ST 207	COMPATIBLE / CORE I7	
-	-	UNIDAD CENTRAL DE PROCESO - CPU		INGENIERIA DE SISTEMAS	BUENO	Mantenimiento interno	ST 208	COMPATIBLE / CORE I7	
-	-	UNIDAD CENTRAL DE PROCESO - CPU		INGENIERIA DE SISTEMAS	BUENO	Mantenimiento interno	ST 209	COMPATIBLE / CORE I7	
-	-	UNIDAD CENTRAL DE PROCESO - CPU		INGENIERIA DE SISTEMAS	BUENO	Mantenimiento interno	ST 210	COMPATIBLE / CORE I7	
-	-	UNIDAD CENTRAL DE PROCESO - CPU		INGENIERIA DE SISTEMAS	BUENO	Mantenimiento interno	ST 212	COMPATIBLE / CORE I7	
-	-	UNIDAD CENTRAL DE PROCESO - CPU		INGENIERIA DE SISTEMAS	BUENO	Mantenimiento interno	ST 213	COMPATIBLE / CORE I7	
-	-	UNIDAD CENTRAL DE PROCESO - CPU		INGENIERIA DE SISTEMAS	BUENO	Mantenimiento interno	ST 216	COMPATIBLE / CORE I7	
-	-	UNIDAD CENTRAL DE PROCESO - CPU		INGENIERIA DE SISTEMAS	BUENO	Mantenimiento interno	ST 217	COMPATIBLE / CORE I7	
-	-	UNIDAD CENTRAL DE PROCESO - CPU		INGENIERIA DE SISTEMAS	BUENO	Mantenimiento interno	ST 220	COMPATIBLE / CORE I7	
-	-	UNIDAD CENTRAL DE PROCESO - CPU		INGENIERIA DE SISTEMAS	BUENO	Mantenimiento interno	ST 222	COMPATIBLE / CORE I7	
-	-	UNIDAD CENTRAL DE PROCESO - CPU		INGENIERIA DE SISTEMAS	BUENO	Mantenimiento interno	ST 223	COMPATIBLE / CORE I7	
-	-	UNIDAD CENTRAL DE PROCESO - CPU		INGENIERIA DE SISTEMAS	BUENO	Mantenimiento interno	ST 224	COMPATIBLE / CORE I7	
-	-	UNIDAD CENTRAL DE PROCESO - CPU		INGENIERIA DE SISTEMAS	BUENO	Mantenimiento interno	ST 225	COMPATIBLE / CORE I7	
-	-	UNIDAD CENTRAL DE PROCESO - CPU		INGENIERIA DE SISTEMAS	BUENO	Mantenimiento interno	ST 226	COMPATIBLE / CORE I7	
-	-	UNIDAD CENTRAL DE PROCESO - CPU		INGENIERIA DE SISTEMAS	BUENO	Mantenimiento interno	ST 227	COMPATIBLE / CORE I7	
-	-	UNIDAD CENTRAL DE PROCESO - CPU		INGENIERIA DE SISTEMAS	BUENO	Mantenimiento interno	ST 228	COMPATIBLE / CORE I7	

A lo largo del trimestre se logró completar un trabajo de recolección de 11 529 objetos técnicos, para luego de solicitar la relación de equipos a patrimonio los cuales aproximadamente eran de 47 000, y realizar filtros para evitar la duplicidad de equipos se obtuvo un total de 59 097 filas.

Figura 46

Diagrama de Barras del avance de Registro de Datos en el 2024.



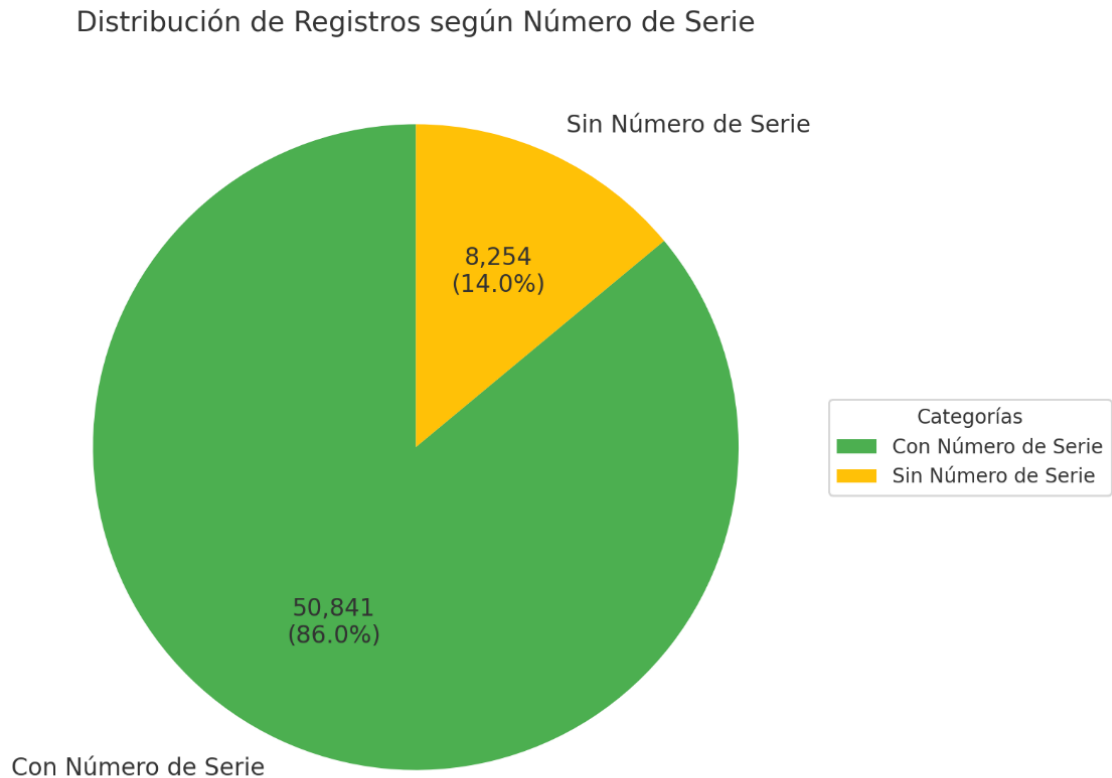
El incremento de data fue de lo mejor de lo esperado, se realizaron mejores búsquedas de información, además se pudo relacionar más fácilmente información para las peticiones de mantenimiento, sin embargo, aunque la cantidad era grande, la calidad e integridad se empezaron a notar, se tuvo que realizar un gran esfuerzo en la limpieza de datos. Debido a que el principal indicador de que el equipo era único faltaba en muchas ocasiones. Anteriormente también se obtuvo problemas con los números de serie al existir duplicados. Por lo que se realizaron ajustes para que se puedan corregir después en la plataforma, como agregados, nuevos números de identificador, como lo es el código interno correlativo, y además un ID extra de conteo de equipos.

Para lidiar con ello se propuso usar el código interno correlativo como nuevo número de serie, en lo que se regulariza el oficial, funcionando de manera excelente reduciendo la gran cantidad de errores que presentaba subir datos de manera masiva al sistema. El código interno correlativo está conformado por el código patrimonial que consiste de 8 dígitos, y el código interno que está conformado por 4 dígitos, aunque se le suele agregar hasta 6 dígitos, pero estas 2 iniciales son "00" ceros. La suma de estos da a un código nuevo que funciona como único, pero dada la mala integridad de los datos, se encontró que no todos los datos tenían código patrimonial o código interno, para ello se buscó usar un ID de conteo como reemplazo para alguno de ellos, en especial el código interno. Con esto se volvió más fácil subir datos sin que se presenten duplicados. Una vez que los

expertos de campo trajeran información de un equipo, se procedía a modificar en caso este tuviera un código correlativo, con el fin de ir regularizando información.

Figura 47

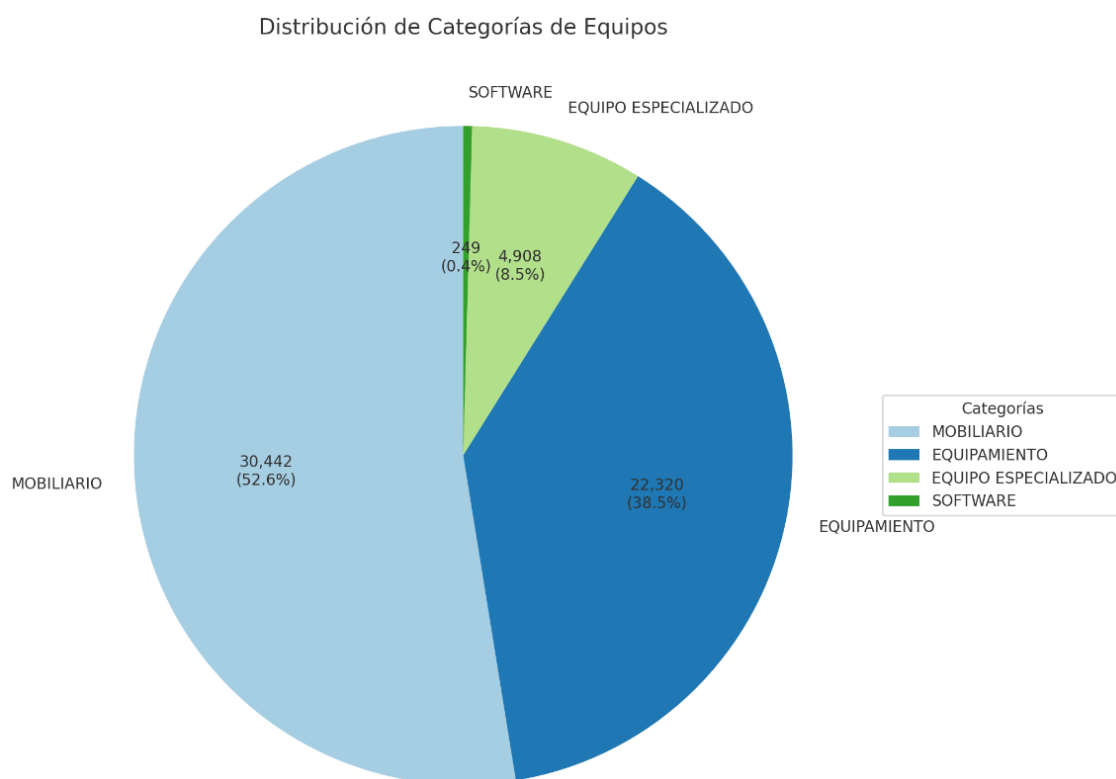
Diagrama Pastel de Integridad de los datos en el campo Número de Serie.



Para mejorar la búsqueda se aplicó otro de los métodos de SAP que es la categorización, de esa forma los filtros y trabajos se dividieron según la categoría del objeto técnico. De esta forma se presenta la visión general de los activos, y en especial obtenemos una real visión de cuantos equipos especializados cuenta la Universidad, y de la misma manera a cuantos se les debe dar mantenimiento, e incluso calcular el personal necesario.

Figura 48

Diagrama Pastel de Categorización de los datos.

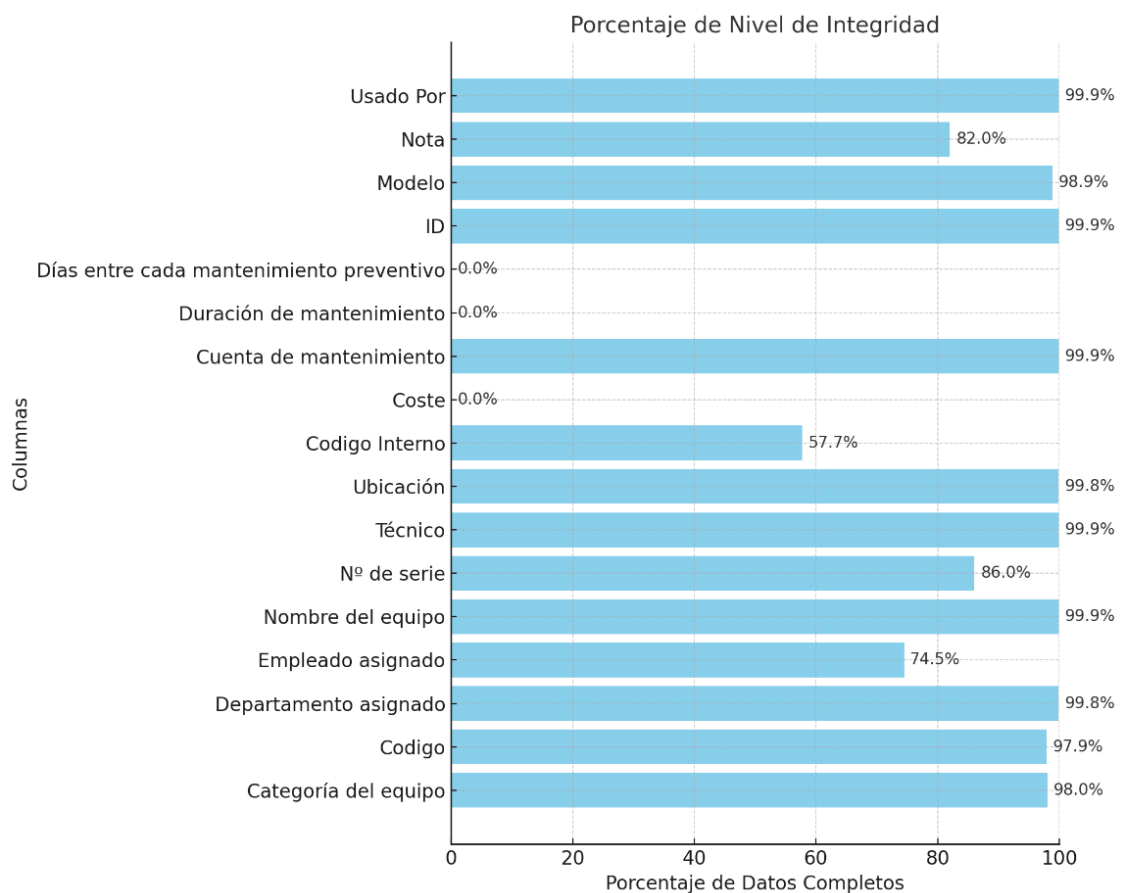


Sin embargo, mediante análisis y observaciones se detectó que no todos los equipos especializados lo son realmente, pero lo peor aún, que no todos los categorizados equipamientos no entran en la categoría equipo especializado, esto significa que aún puede haber muchos más equipos especializados a los que no se está considerando. Esto se debió a la falta de integridad de la información que se compartió, debido a que esta no contaba con categorización, y ya en el proceso de asignación de data mediante programación se asignó por medio de razonamiento artificial y comparación las categorías. Además de una falta de relación de precios para realizar cálculos matemáticos en base a costos y sobre todo demostrar lo ahorrado en costos con los mantenimientos preventivos y correctivos que se realizan fuera del cronograma establecido.

Para demostrar el nivel de integridad se presenta el grafico donde se indica el nivel de porcentaje de las columnas mas importantes, comprobando el nivel de la calidad de información disponible.

Figura 49

Diagrama de Barras de nivel de porcentaje de Integridad de Columnas Seleccionadas.



Columnas que han sido evaluadas en el grafico:

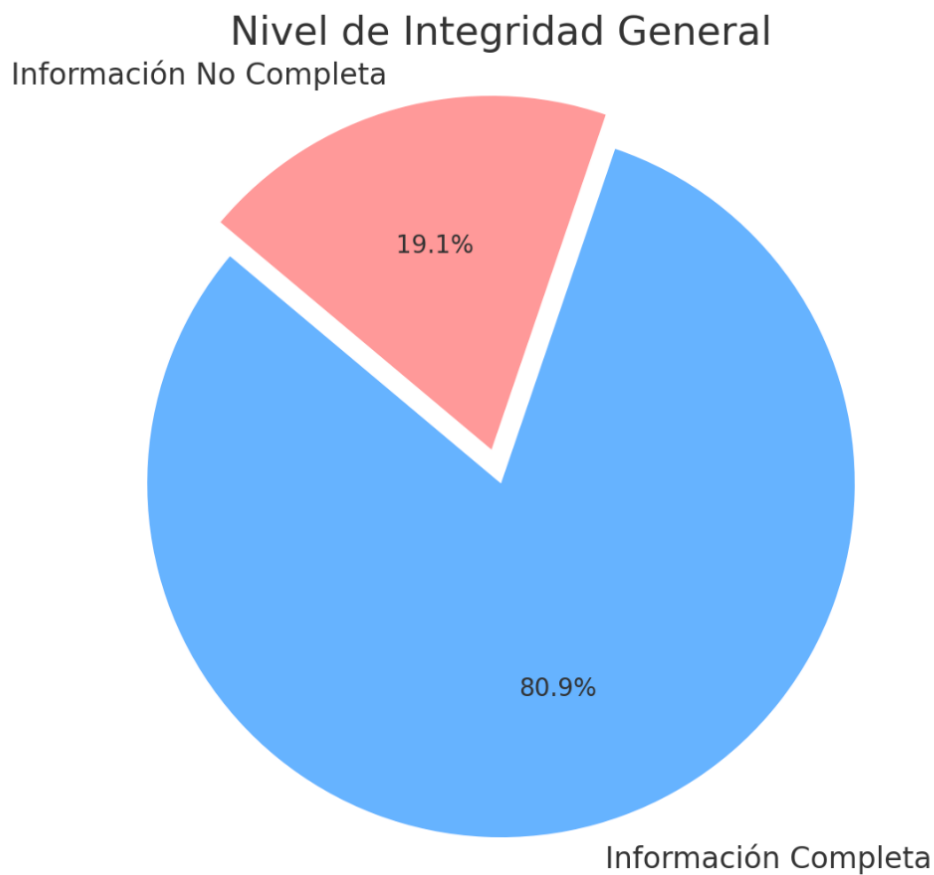
- Usado por: 99.9%
- Nota: 82.0%
- Modelo: 98.9%
- ID: 99.9%
- Días entre cada mantenimiento preventivo: 0.0%
- Duración entre mantenimientos: 0.0%
- Cuenta de Mantenimiento: 99.9%
- Coste: 0.0%
- Código Interno: 57.7%
- Ubicación: 99.8%
- Técnico: 99.9%

• N° de Serie:	86.0%
• Nombre de Equipo:	99.9%
• Empleado asignado:	74.5%
• Departamento asignado:	99.8%
• Código:	97.9%
• Categoría de equipo:	98.0%

Ahora se evaluará el nivel de integridad general en un porcentaje global de las 16 columnas consideradas anteriormente, estas 16 columnas son las que se han considerado más relevantes en cuanto a data. Con un 80.9% de información Completa y un 19.1% como Información no completa, es decir lo faltante y que se necesita completar.

Figura 50

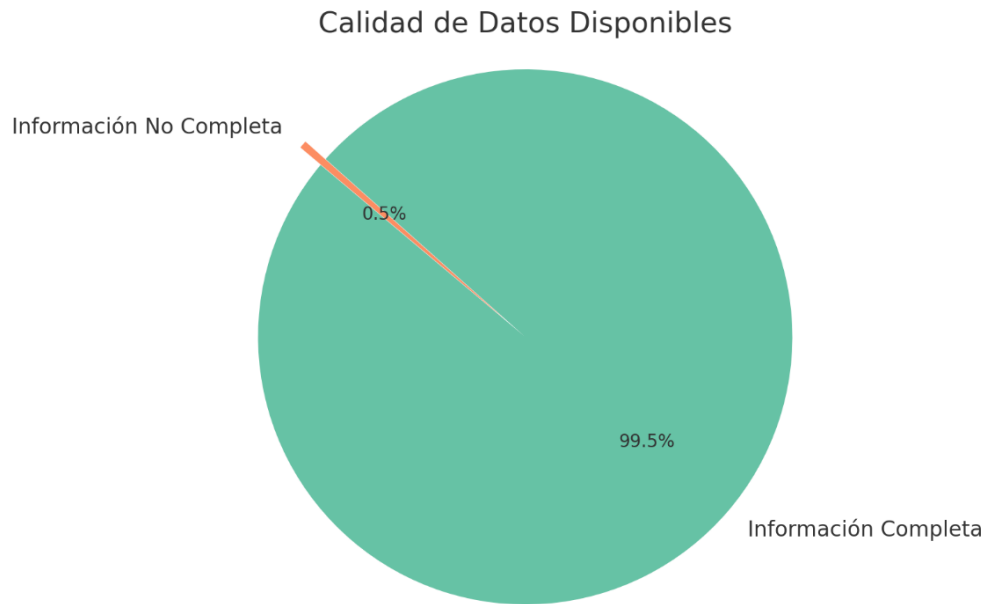
Diagrama Pastel de porcentaje de Integridad de los datos en General.



Aplicando un Filtro para las columnas que contienen un 0% de información, se ha obtenido que actualmente hay 0.5% que no está completa y que el 99.5% se ha logrado registrar.

Figura 51

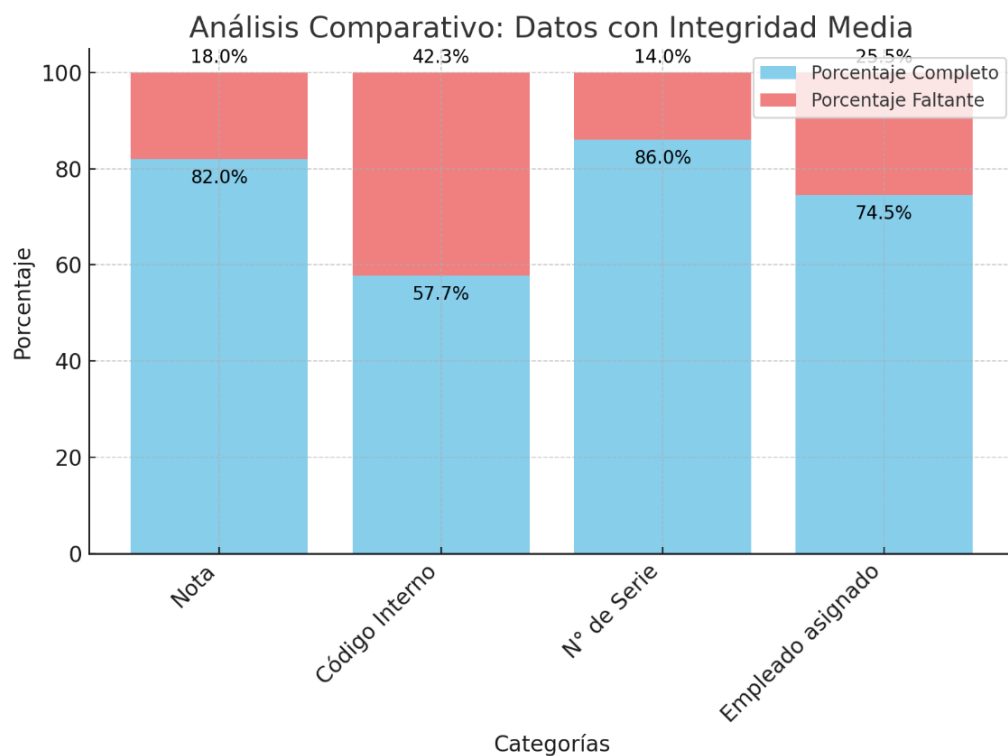
Diagrama Pastel de porcentaje de Integridad de los datos excluyendo el 0%.



Sin embargo, estos datos aún son generales y si bien representan un panorama del nivel de integridad que se lleva para llegar a un punto crítico se ha hecho un filtro donde se excluyen a aquellos con un porcentaje igual al 0% y que sean menores que 99%. Obteniendo un resultado más realista.

Figura 52

Diagrama Pastel de porcentaje de Integridad de los datos excluyendo el 0% y el 99%.



A través de cálculo, el resultado entonces es que **se tiene un 75.05% de la información registrada, y que existe un faltante de 24.5% de la información**. Como resultado se puede decir que al superar los $\frac{3}{4}$ de la información más relevante, la variable de calidad de la información ha resultado gratificante en cuanto a su obtención y actualización.

Como evaluación General se comenta que el software “GestMantenimiento” ha tenido un impacto evidente en los registros maestros de los equipos, ya que se ha logrado obtener más de tres cuartos de información completa de los equipos existentes en la Universidad, esto indica que el faltante es cuestión de labor de campo e inspecciones constantes. Además, se ha logrado detectar mejoras en los procesos de las actividades de mantenimiento que impulsaran la eficiencia, al superar el 50% de mantenimientos registrados en el año, se observa que hay una labor activa, pero que por la falta de personal no se logra cumplir satisfactoriamente el Plan de mantenimiento preventivo de equipos especializados 2024. Además, se detectó un gran incremento de la dependencia de uso de servicios por terceros detectando que el software no ha tenido ningún impacto, sin embargo, se logró detectar posibles módulos que ayudarían a reducir costos, como lo es el módulo de Flota, para lo vehículos existentes de la Universidad Nacional “San Luis Gonzaga”.

Tabla 3

Tabla de Resultados de los Indicadores.

Indicador	Valor Positivo	Valor Negativo	Evaluación de Impacto	Nº de Datos	Año
I01	Presente	-	Medio	Progresivo	2024
I02	28.44%	71.56%	Bajo	946	2024
I03	152	213	Bajo	213	2024
I04	75.5%	24.5%	Alto	59097	2024

Como se apreciar en la tabla de indicadores, donde I01 es el nivel de personalización del ERP Odoo, se muestra un impacto medio y que estuvo presente en todo el desarrollo, llevando desde cambios regulares de interfaz, campos, versiones, etc., de manera progresiva en todo el caso de uso del año 2024, aun así, no hubo un cambio a nivel organización que mencionar.

En el I02, es el cumplimiento de la programación, en específico el seguimiento del mantenimiento preventivo de los equipos especializados, donde de los 946 que se programaron, un 28.44% se ha atendido y con un 71.56% de solicitudes pendientes, por lo tanto, se denomina que el impacto ha sido bajo, sin embargo, los datos ayudaran a medir el personal que se necesita.

En el I03, es el Mantenimiento Realizado Internamente y externamente, indicando indirectamente a las conformidades, donde el número de conformidades para el año 2024 esperadas eran de 152, sin embargo, se conteo hasta 213 conformidades realizadas en todo el año, por lo tanto, se evalúa que el impacto del software ha sido bajo, pero se encontró nuevos posibles módulos a integrar con el fin de reducir esta cantidad de ordenes de servicio.

En el I04, Integridad de Datos, con el fin de medir la calidad de la información obtenida, existe un 75.5% de información completa y actualizada, con un existe de 24.5% de data sin completar o desconocida, se evalúa que en este campo el impacto ha sido alto, resultando en que se hizo una gran labor de campo y calidad de datos.

IV. Discusión.

La presente discusión se enfoca en resaltar los obstáculos que se presentó en la presente investigación así mismo la diferencia de realidades en la implementación del software Odoo, en contraparte con los antecedentes y referencias usados como ejemplos.

Empezando sobre la intención de cambio del MRP a ERP presentado por Delgado J. y Marín F. [1], resulta interesante sobre el cambio que puede llegar a presentarse en la comunicación entre varias áreas de trabajo, como también oficinas, y sobre todo compartir información es algo increíble que sin duda debe promoverse en toda organización, ya que esta es la que permite tener un visión global, que es lo que muchos gerentes, jefes de oficina, personal de cargo espera de sus trabajadores a cargo, pero es muy complicado obtener este resultado en organizaciones públicas, en especial en organizaciones del estado peruano, si bien muchas organizaciones presentan información detallada como entregables, en el entorno interno se complica aplicar esta comunicación libre a menos que sea por documentos oficiales, documentos que demoran en tramitarse. Si bien el artículo nos informa sobre cuál ha sido la ruta de cambios de la Planificación de Requerimientos de materiales a la Planificación de recursos empresariales, estos enfoques están mucho más dirigidos a empresas dedicadas a la producción, aun así no significa que no se pueda usar los conocimientos obtenidos, pero en un entorno donde la Universidad presta servicios educativos, el enfoque debe cambiar la perspectiva, a centrarse en dos planos, el organizacional y el servicio, es decir una investigación a lo interno operativo y otra para el método de servicio brindado.

Aun así, los conocimientos servirán mucho para lograr sacar el mejor rendimiento del Software Odoo con la Plataforma “GestMantenimiento”.

Para hablar sobre el tema de personalización, usaremos de base a la tesis de Cabrera E. [2], él explica que la base en el crecimiento es poder adaptar el ERP en el modelo de negocio, y es algo que no se puede cuestionar, debido a que una personalización indica la mejora o adaptabilidad de un Sistema a un posible nuevo modelo, este se ajustara a las necesidades como requerimientos que irán apareciendo. Sin embargo, algo que no se detalla es sobre el abarcar mucho sin tener un plan estable, podemos suponer que integrar totalmente un sistema ERP puede llevarnos al éxito, pero de igual forma que un negocio compra más de lo que vende, o Una Universidad contrata personal que no empleara todo el tiempo, generan puntos muertos. Por esa razón se observa que los modelos ERP necesitan aplicarse poco a poco, en especial en estos sistemas donde la Universidad trabaja con trámites burocráticos, no se puede esperar a que todos acepten sin una resistencia mínima, y aun mas con los datos obtenidos, dada la razón se menciona que una ERP personalizada solo aplica cuando la necesidad lo amerita y los involucrados se interesan por la otra parte. De igual manera se apoya la idea de que poder personalizar el ERP permite mayores respuestas ante estados críticos y de riesgo.

El manual de SAP PM por parte de Arias A. [3], nos da una idea general de cómo organizar y que tener en mente a la hora de mejorar áreas como lo es Mantenimiento, donde sus más importantes términos obtenidos son el mantenimiento preventivo, correctivo, Registro Maestro de Equipo y los Objetos Técnicos. Estos conceptos ayudaron

sin duda alguna a entender mejor como se conforma una buena Planta de Mantenimiento, además de tener las bases para mejorar el Software Odoo con nuevos campos a considerar o rutas a seguir. Entre lo indicado aprecia que algunos conceptos guardan similitud, como lo sería el termine Mantenimiento de Averías, con el termino Mantenimiento Correctivo, por ello se usa solamente mantenimiento Correctivo como principal referencia ante la falla o inoperatividad de un equipo u objetivo técnico. Por lo demás se aprecia bastante el tipo de información que brinda SAP; además de que existen otros módulos que pueden brindar información valiosa como una estructura a seguir para la mejor eficiencia en un nuevo sistema ERP.

Observando los Mantenimientos no se puede dejar de lado a Vargas y Zapana [4] con su investigación sobre la gestión integral en la logística para los mantenimientos de su empresa objetivo, si bien tras un gran análisis pudieron encontrar los principales indicadores de los fallos, demostrando que el mantenimiento preventivo es un gran aliado para reducir costos y mantener una alta productividad. En el caso de una entidad pública que cuenta con un solo personal dedicado a estos mantenimientos preventivos para equipos especializados, como bien reporta los datos analizados fue insuficiente, dando a entender que para realizar un buen mantenimiento preventivo se necesita una capacidad laboral especializada, ese factor a considerar es uno que hace que muchas organizaciones obtén por contratar servicios externos, al ahorrar tiempo y personal, debido a que le dejan la tarea a otros, pero como bien mencionan en su tesis, estas máquinas necesitan constantemente inspecciones, revisiones, cosa que una orden de servicio no puede hacer al 100%, es esa disponibilidad lo que aumenta la eficiencia de los mantenimientos preventivos, y algo a considerar bastante es como ellos remarcen la capacitación a este personal.

Para la implementación se consideraron potenciales softwares, pero en la mira ya se encontraba Odoo, debido a su facilidad y código abierto, además también estaba la opción de emplearlo en su versión Enterprise, pero gracias a los datos obtenidos de Vásquez Rosales [5] donde implemento Odoo para mejorar la gestión de Mantenimiento, y sus resultados, se confirmó que Odoo era viable y se procedieron a realizar más pruebas en torno a la investigación, sobre todo para la planificación, gestión y organización de los datos de los equipos existentes en toda la Universidad.

Pero hay que tener en cuenta que no estamos en una organización privada donde los cambios pueden ser inmediatos, para ello se necesitó revisar que influye más en una organización publica, y para ello Huamani Santiago [6] brindo relevante estudios sobre las Políticas que aumentan el rendimiento en una gestión administrativa, y sobre todo lo mejor en la misma entidad a ser investigada, la Universidad Nacional “San Luis Gonzaga” de Ica, la importancia de las políticas se menciona que genera un impacto en la forma de trabajo como la gestión administrativa, siendo esta una importante para la gestión de información a través de compartir datos entre diversas áreas que conforman a la organización. Sin embargo, no todas las políticas llegan a tener el efecto esperado, un caso bastante observado y analizado es por parte de las capacitaciones que tienen un efecto bajo, ya que el nivel de capacitación sobre office y gestión administrativa no se reflejan en el uso de tecnologías para agilizar los trámites documentarios y cerrar la brecha digital. Por lo tanto, aunque Huamani indica la importancia de estas políticas, al final es el trabajador que indica si hace el cambio o no, por lo tanto, no se pueden medir

de manera efectiva la eficacia de estas políticas a nivel de todo personal o sistema empleado, la integración de estas debería analizarse y darse mediante estrategias con medidas de medición.

Como ultimo la opción acerca de Odoo se remarcó al visitar su sitio web constantemente para ver las actualizaciones como noticias acerca de las nuevas versiones como integraciones, indicando su relevancia, Odoo [7] es un sistema que puede combinar el ERP y CRM con su código abierto para brindar el mejor servicio y personalización posible, con un alto repertorio busca brindar diferentes alternativas de solución a los diferentes problemas que abarca el modelo de negocio u organización que busque su uso. Además, gracias a los conceptos de SAP PM; pudimos profundizar mejor las funciones que nos presentaba su software, para comprender campos nos eran más relevantes y de carácter funcional. Además de conceptos para tener más visión de las actividades de mantenimiento a realizar. Por lo tanto, Odoo es una gran opción para organizaciones que desean iniciar a implementar un sistema ERP digitalizado sin complejidades con fácil uso y capacitación e integración de diversos modos.

Todo este conjunto de reflexiones nos lleva a responder las hipótesis específicas y generales que se planeó al inicio,

HE1 ¿Se pueden mejorar los procesos de la gestión de mantenimientos? Desde luego que sí, se ve un gran panorama de mejora, sobre todo al usar los datos recolectado como principal punto de inicio.

HE2 ¿Se requiere mayor personal para cumplir el plan de mantenimiento del año?, la respuesta es Si, sobre todo porque un solo especialista no puede abarcar los mantenimientos preventivos y correctivos al mismo tiempo sin afectar los horarios programados a lo largo del año.

HE3 ¿Se logrará reducir la dependencia de servicios externos y/o por terceros? No, el año 2024 ha sido uno de los que mas ha tenido este tipo de servicios, sin embargo, se espera que los puntos de dolor encontrados ayuden a reducir la dependencia del próximo año.

HE4 ¿Se tendrá un mayor control de calidad de datos sobre la información de los equipos? Si, se ha ido progresando de manera satisfactoria en este campo, se espera que con el apoyo y mayor personal se obtenga información en tiempo real.

HG ¿La implementación del ERP en la Unidad de Infraestructura y Mantenimiento de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga mejorará la eficiencia en la gestión de mantenimientos preventivos? Si, al obtener el registro de los mantenimientos de campo por los especialistas se obtiene mejores visiones del panorama general y se encuentran cuellos de botella en los tramites de estos mismos, así como mejoras en nuevas categorías de mantenimiento.

V. Conclusiones.

Como conclusión podemos decir que la implementación del software “GestMantenimiento” con Odoo ha resultado positivamente en cuando a el registro de data de los equipos, aun se necesitan mejoras en cuanto a términos de cumplimientos de cronogramas establecidos y evaluar el personal necesario para abarcarlo, como también tener un registro mejor de los servicios de mantenimiento por externo que se realizan con el fin de reducir costos, además de implementación de futuros módulos que beneficiaran a la Universidad Nacional San Luis Gonzaga, por lo tanto ante lo observado y evaluado, con el fin de mejorar la eficiencia del software y plataforma se procederá a responder las preguntas que nos planeamos al inicio de la investigación, con el fin de dar conclusiones más específicas y dirigidas a los puntos de interés.

Problemas Específicos 1 ¿Aumentara la eficiencia de la gestión del mantenimiento?

Si, al analizar el mantenimiento preventivo que se realizó en conjunto con el experto se determinaron mejoras para el proceso de mantenimiento como reporte de estos mismos, aumentando la efectividad de la ficha técnica, además de charlar sobre los procedimientos que se realizan y el tiempo que le toma. Con estos datos se establece que se puede mejorar el plan de mantenimiento de equipos especializados para hacerlo más cercano a la realidad, y que el plan se cumpla lo más cercano al 100% en futuros años.

Problema Especifico 2 ¿El personal es suficiente para atender todas las solicitudes a tiempo?

No, aunque se cuenta con el personal disponible para responder ante mantenimientos correctivos o también Mantenimiento de Averías, se deben pausar todos los mantenimientos preventivos de equipos especializados, debido a que solo existe un personal dedicado a este tipo de mantenimientos, en cuando a el resto de mantenimientos general también se ha encontrado una deficiencia del personal disponible como rendimiento. El instrumentista encargado recomendó que se debería aumentar de 2 a 3 para gestionar el mantenimiento preventivo en su totalidad, incluyendo las otras sedes.

Problema Especifico 3 ¿Bajara la dependencia de los servicios por terceros?

No, usando la información anterior del personal disponible se encuentra que la proporción de servicios de terceros es influenciada por la falta de personal para abarcar los mantenimientos necesarios en toda la Universidad, eso no justifica el increíble salto que en cantidades que dio de 2023 a 2024, pero se prevé que el 2025 sea similar si es que no se mejoran la disponibilidad y calidad del personal como asi mismo un mejor cronograma de los mantenimientos preventivos a realizar. Sumando que falta un registro de conformidades y/o servicios por terceros que de análisis de áreas de mejora o inversión interna.

Problema Especifico 4 ¿Mejorara la calidad de la información de los equipos?

Si, el recuento con los diferentes filtros aplicados demuestra que se ha estado dando un buen trabajo en relación a la data de los equipos, se espera contar con mejor información como lo es aquellos campos que tienen un porcentaje de 0% que son el costo del equipo, el promedio de fallas y mantenimientos, que son datos que se empezaran a recolectar a

medida que se mejore la gestión de mantenimientos y la labor de campo para obtener información sobre nuevos equipos y aquellos que se darán de baja. Por lo tanto, es un hecho de que aún se puede seguir mejorando la calidad de la información de los equipos.

Todo esto lleva a responder la Problemática general de ¿Qué impactos conllevaría el uso de un ERP para la gestión del Mantenimiento Preventivo y Correctivo en la Unidad de Infraestructura y Mantenimiento de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica?

La respuesta y conclusión es que los impactos en su mayoría son altos, ya que, aunque se obtuvo todos los datos de manera positiva, nos ayudó a comprender el verdadero estado en el que se encuentran los mantenimientos preventivos y cuál es el costo que nos genera los mantenimientos correctivos que en su mayoría son resueltos por terceros elevando aún más el costo. Sin embargo, aun así, descubrimos que contamos con una buena calidad en nuestra base de datos referente a los equipos existentes, el cual aún se pueden aplicar mejoras, además de la falta de personal experto necesario para cubrir futuras categorías de mantenimientos. El impacto ha sido que ahora se tiene una visión más real y detallada de lo que es necesario, se necesita ir resolviendo uno por uno de los detalles presentados para que el mantenimiento realizado por la Unidad hacia los estudiantes por parte de la Universidad sea el mejor posible.

VI. Recomendaciones

Se recomienda da prioridad a la alimentación de información al sistema con diferentes tipos de datas, como lo puede ser la creación de un nuevo módulo de documentos para hacer el registro de las conformidades, de esa manera no solo se tiene un control de los costos realizados, sino que ayuda a planificar el posible costo para el año siguiente, así como áreas de reducción de costo mediante contratación de personal calificado.

Se recomienda también implementar de manera rápida el módulo flota, al encontrar una conformidad sobre las fichas técnicas de los vehículos, puede facilitar la creación de esta misma brindando el seguimiento del estado operativo de los vehículos, como la contratación de un mecánico calificado que pueda resolver la mayoría de altibajos que puedan tener los vehículos y de esa manera preparar un pequeño plan de mantenimiento para estas máquinas sobre ruedas.

Se invita a las oficinas a realizar una digitalización de los documentos que posean, esto gracias a una futura integración del módulo documento de Odoo, de esta manera se reducirá el desorden provocado por estos cientos o miles de documentos que año tras año se acumulan. Así mismo pasar el registro a uno totalmente digital reduciendo la brecha digital que actualmente existe, como tiempos de respuesta ante trámites burocráticos.

Se recomienda digitalizar las fichas técnicas mediante scanner o forma computarizada, de esa forma se ahorra tiempo de escritura a mano. En el momento de la investigación se promovió el uso de plantillas semi completas, es decir una parte de la ficha ya impresa y con opciones para rellenar como si fuera un borrador, reduciendo el tiempo que se dedicaba a escribir, para luego pasarlo a un modelo en la web e imprimirlo y finalmente obtener los sellos correspondientes, dicha manera fue organizada para que no exista un solo registro en papel, sino obtener respaldos. En las siguientes imágenes se presenta un antes y después de estas fichas. Pero se recomienda llevarlo a un entorno totalmente digital.

Figura 53

Imagen de Ficha Técnica de un Equipo Especializado a mano.



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA DE ICA
MANTENIMIENTO - UNICA
Carretera Panamericana Sur Km. 105

MANTENIMIENTO DE EQUIPOS

Nombre del Equipo:	Centrifuga	Código:	PARM-000347/772
Fabricante:	Banco	Modelo:	C-38A
Relación de trabajos:	N° de Serie: 0001977-05		
- Limpieza interna y externa del equipo. - Revisión y ajuste de conexiones eléctricas. - Revisión y lubricación del rotor. - Revisión y limpieza de la fuente de alimentación. - Prueba y monitoreo de funcionamiento correcto.			
Tipo de Problema			
No gira el rotor falta el porta tubos			
Reparación Realizada			
Mantenimiento Preventivo			
Recomendación técnica			
No dejar nada suelta dentro del equipo			
Materiales y Equipos Utilizados			
- Trapo industrial - Brocha - Herramientas manuales. - Multitester			
Plano Diagramas Adjuntos			
Manual del Equipo			
Costo del Mantenimiento:			
Observaciones/Detalles: Fac. de Farmacia y Bioquímica/Lab. de Análisis Bioquímicos y Clínicos SI 03 LA 48			
Equipo No Operativo			
Actividades de Mantenimiento	Fecha/Hora	Persona	Duración
Mantenimiento Preventivo	28/10/24 1:00pm	Raúl Valdivia Echegaray	4h
Costo Mantenimiento US\$=	Costo Materiales US\$=	Horas Hombre US\$=	
Reparado por: Mantto UNICA		Trabajo Recibido Conforme:	
Nombre/Firma: Raúl Valdivia E.		Nombre/Firma: Dra. Bertha Ramos	
Fecha/Hora: 28/10/24		Fecha/Hora:	
 Ing. Raúl Valdivia Echegaray MANTENIMIENTO		 Dra. Bertha Ramos	

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin aprobación de la UNICA

Figura 54

Imagen de Ficha Técnica de un Equipo Especializado Digitalizado.



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA DE ICA
MANTENIMIENTO – UNICA
Carretera Panamericana Km. 305
MANTENIMIENTO DE EQUIPOS

Número del Equipo: Microscopio Monocular		Código: 54227856028
Fabricante: Sin Marca		Modelo: -
Rotación de trabajos:		N° de Serie: 635094
Revisión de lentes y objetivos. Revisión del ocular, Revisión de las perillas macrométrica y micrométrica. Revisión del Condensador. Prueba y monitoreo de funcionamiento correcto.		
Tipo de Problema		
Equipo obsoleto, presenta múltiples fallas, oculares rayados.		
Reparación Realizada		
Mantenimiento Preventivo		
Recomendación técnica		
Se recomienda dar de baja por ser un equipo obsoleto y con fallas múltiples.		
Materiales y Equipos Utilizados		
- Herramientas manuales - Brocha - Solvente - Trapo industrial		
Planos Diagramas Adjuntos: Manual del Equipo		
Costo del Mantenimiento:		
Observaciones/Detalles: Facultad de Ciencias Biológicas / Laboratorio Biología-Histología SL01LA88		
Equipo No Operativo (Dar de baja por obsoleto y múltiples fallas)		
Actividades de Mantenimiento	Fecha/hora	Persona
Mantenimiento Preventivo	06/11/24 12:30 pm	Raúl Valdizán Echegaray
Costo Mantenimiento US\$=	Costo Materiales US\$=	Horas Hombre US\$=
Reparado por: Mantenimiento UNICA		Trabajo Recibido Conforme:
Nombre /Firma: Raúl Valdizán Echegaray	Nombre/Firma: Alberto Peña Flores	
Fecha/Hora: 06/11/24	Fecha/Hora:	
 Ing. Raúl Valdizán Echegaray INSTRUMENTISTA		 DIRECTOR
Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin aprobación de la UNICA		

Por ultima recomendación, se debe realizar el tramite del pago del servicio hosting y/o servidor de la web con 6 meses de anticipación para evitar cortes o pausa del servicio, lo que perjudicaría el registro de data y sobre todo la calidad obtenida.

VII. Referencias bibliográficas.

- [1] Delgado J. y Marín F. “Evolución en los sistemas de gestión empresarial. Del MRP al ERP de la UPM”.
- [2] Cabrera E. “Impacto de una ERP personalizada en el crecimiento de una empresa” Universidad San Ignacio de Loyola, 2017.
- [3] Arias A. “Tutorial de SAP PM” UFS.
- [4] Vargas Flores, Y. F., & Zapana Sanz, H. F. “Propuesta de mejora de la gestión integral del proceso logístico y de mantenimiento de la empresa Metales y Mas SAC” Universidad Católica San Pablo, 2022.
- [5] Vásquez Rosales, V. A. “Implementación de un módulo del ERP Odoo para mejorar la gestión de mantenimiento industrial en American Trading System SAC” Universidad San Ignacio de Loyola, 2023.
- [6] Huamani Santiago, D. L. “Las políticas públicas y la eficacia de la gestión administrativa en la Universidad nacional “San Luis Gonzaga” de Ica” UNICA-Institucional, 2022.
- [7] Odoo web site “Odoo.com/es - Odoo: ERP y CRM de código abierto” Odoo ,2024

VIII. Anexos.

- i. Instrumentos de recolección de información.
 - IRI01: Google
 - IRI02: Digitalia
 - IRI03: YouTube
 - IRI04: Herramientas IA (Gemini, ChatGPT, Copilot)
 - IRI05: Scielo.Org
 - IRI06: Reserach4life R4L
 - IRI07: Alicia
 - IRI08: R Studio
 - IRI09: Campo (revisión e inspección de los equipos)

ii. Consentimiento Informado.

Anexo N° 1

Documento donde se solicita la Información para la manipulación de los datos de “GestMantenimiento”.

Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho

INFORME 010-2024 – ALTA

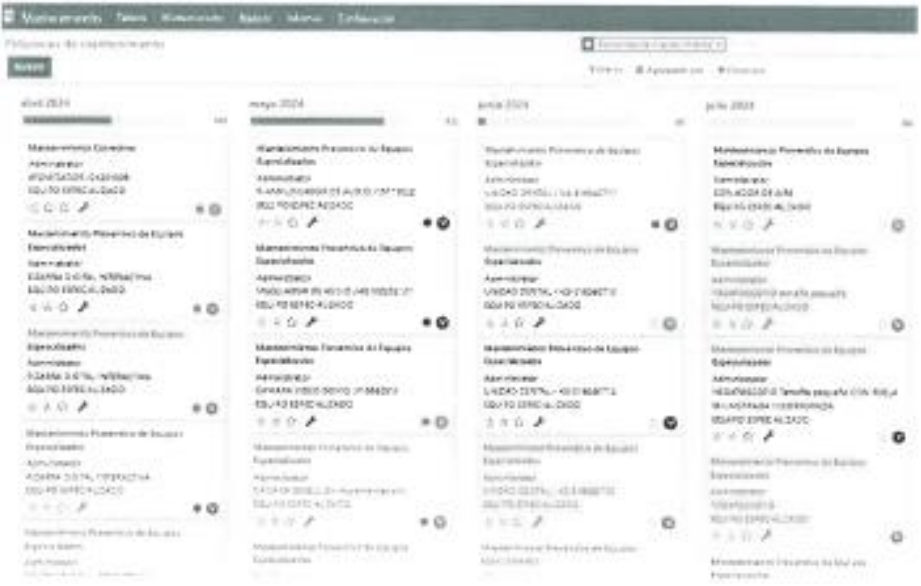
SEÑOR: Ing. ALEJANDRO SULPICIO ESCATE HERNANDEZ
Jefe de la Unidad de Infraestructura y Mantenimiento-UNICA

DE: ALBERT LENIN TACAS ALVAREZ
Analista y Asistente de Sistemas de la Plataforma GestMantenimiento de la UIM - UNICA

ASUNTO: REQUERIMIENTO DE INFORMACION RAE PARA CONVALIDACION DE DATOS

FECHA: Ica, 18 de abril del 2024

Tengo el agrado de dirigirme a Usted con la finalidad de requerir información RAE a la Área de Patrimonio y Bienes con el fin de convalidar información sobre los equipos eléctricos y electrónicos para lograr actualizar los datos existentes en el plan de mantenimiento 2024 en el Sistema GestMantenimiento y aumentar la integridad de lo datos.



De esta manera, ante lo expuesto solicito que la información sea entregada de manera digital a través del correo de la unidad presente, el cual es mantenimiento.mesadepartes@unica.edu.pe, lo cual brindara mayor facilidad para la manipulación.

Sin otro particular me suscribo de Usted.

Atentamente,


Albert Lenin Tacas Alvarez
DNI: 70128764
ANALISTA Y ASISTENTE DE SISTEMAS DE LA PLATAFORMA DE LA UIM-UNICA

iii. Otros.

Informes hechos.

Anexo N° 2

Documentos presentados sobre Informes de los mantenimientos Programados en el año 2024.

VINIFAN VINIFAN CARGO

CARGO

"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

INFORME 048-2024 - ALTA

SEÑOR: Ing. ALEJANDRO SULPICIO ESCATE HERNANDEZ
Jefe de la Unidad de Infraestructura y Mantenimiento-UNICA

DE: ALBERT LENIN TACAS ALVAREZ
Analista y Asistente de Sistemas de la Plataforma GestMantenimiento de la UIM - UNICA

ASUNTO: INFORME DE LAS FACULTADES CON MANTENIMIENTO PENDIENTES

FECHA: Ica, 04 de octubre del 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
UNIDAD DE INFRAESTRUCTURA Y MANTENIMIENTO
RECIBIDO
04 OCT 2024
EXP. N° 4261
FOLIO 8

Me dirijo a usted con el fin de dar conocimiento sobre los Mantenimientos de equipos especializados pendientes en la Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos, según el Cronograma de Plan de Mantenimiento 2024. Le solicito que esta información sea remitida al especialista correspondiente.

Facultad de INGENIERIA PESQUERA Y DE ALIMENTOS cuenta con un aproximado de 08 equipos especializados restantes.

- MAQUINA MOLEDORA DE CARNE /224087
- LIOFILIZADOR /206120 -1
- LICUADORA INDUSTRIAL
- ESPECTROFOTOMETRO /02151928 -1
- CENTRIFUGA /623 -1
- BOMBA DE VACIO /61100002770 -1
- BATIDORA ELECTRICA
- BALANZA ELECTRONICA

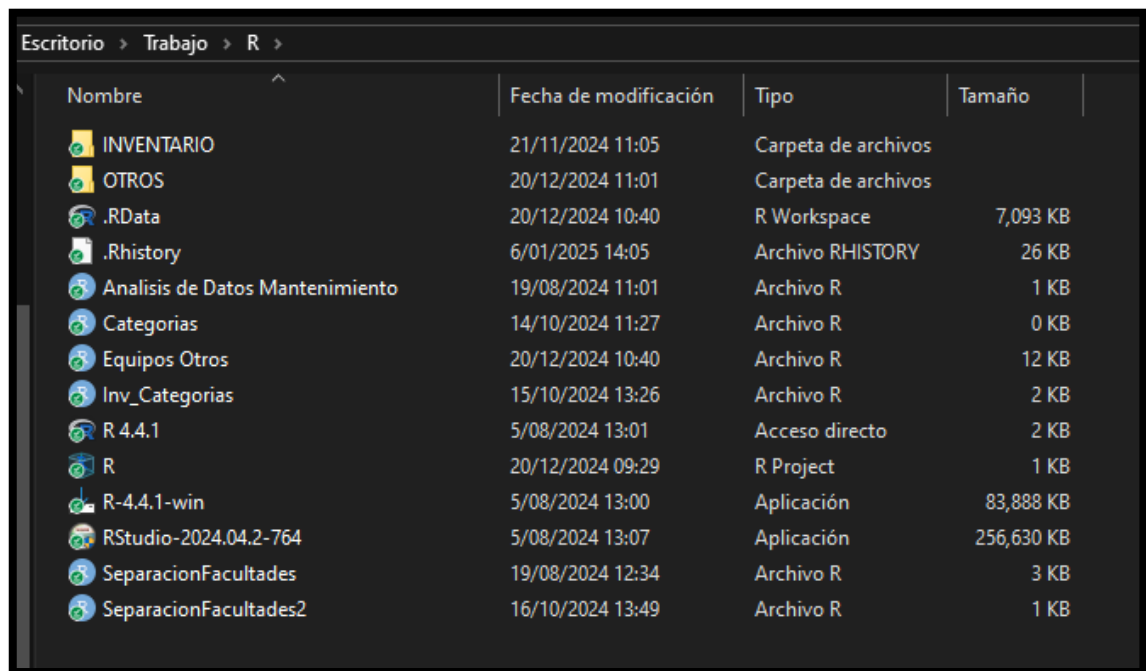
Sin otro particular me suscribo de Usted.

Atentamente,

Albert Lenin Tacas Álvarez
DNI: 70128764
ANALISTA Y ASISTENTE DE SISTEMAS DE LA PLATAFORMA DE LA UIM-UNICA

Anexo N° 3

Carpeta con el Software R Studio Para el tratado de Datos.

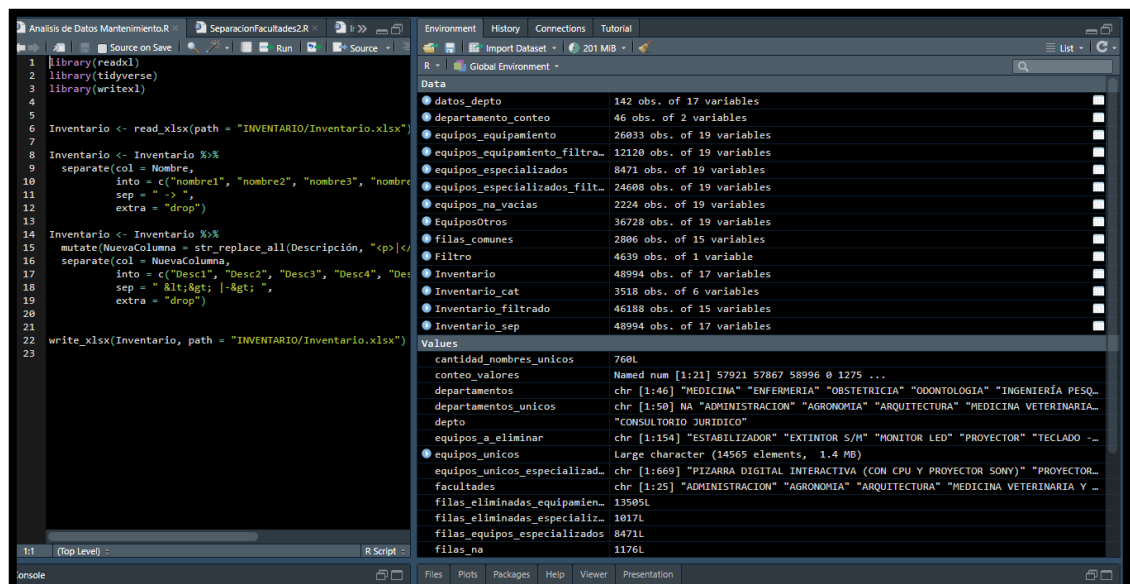


Nombre	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño
INVENTARIO	21/11/2024 11:05	Carpeta de archivos	
OTROS	20/12/2024 11:01	Carpeta de archivos	
.RData	20/12/2024 10:40	R Workspace	7,093 KB
.Rhistory	6/01/2025 14:05	Archivo RHISTORY	26 KB
Analisis de Datos Mantenimiento	19/08/2024 11:01	Archivo R	1 KB
Categorias	14/10/2024 11:27	Archivo R	0 KB
Equipos Otros	20/12/2024 10:40	Archivo R	12 KB
Inv_Categorias	15/10/2024 13:26	Archivo R	2 KB
R 4.4.1	5/08/2024 13:01	Acceso directo	2 KB
R	20/12/2024 09:29	R Project	1 KB
R-4.4.1-win	5/08/2024 13:00	Aplicación	83,888 KB
RStudio-2024.04.2-764	5/08/2024 13:07	Aplicación	256,630 KB
SeparacionFacultades	19/08/2024 12:34	Archivo R	3 KB
SeparacionFacultades2	16/10/2024 13:49	Archivo R	1 KB

Interfaz de trabajo con R

Anexo N° 4

Interfaz de las variables creadas en R Studio.



Variable	Observaciones
datos_depto	142 obs. of 17 variables
departamento_conteo	46 obs. of 2 variables
equipos Equipamiento	26033 obs. of 19 variables
equipos Equipamiento filtra...	12120 obs. of 19 variables
equipos especializados	8471 obs. of 19 variables
equipos especializados_filt...	24608 obs. of 19 variables
equipos na_vacias	2224 obs. of 19 variables
EquiposOtros	36728 obs. of 19 variables
filas comunes	2806 obs. of 15 variables
Filtro	4639 obs. of 1 variable
Inventario	48994 obs. of 17 variables
Inventario_cat	3518 obs. of 6 variables
Inventario_filtrado	46188 obs. of 15 variables
Inventario_sep	48994 obs. of 17 variables

Variable	Observaciones
cantidad_nombres_unicos	760L
conteo_valores	Named num [1:21] 57921 57867 58996 0 1275 ...
departamentos	chr [1:46] "MEDICINA" "ENFERMERIA" "OBSTETRICIA" "ODONTOLOGIA" "INGENIERIA PESQ...
departamentos_unicos	chr [1:50] NA "ADMINISTRACION" "AGRONOMIA" "ARQUITECTURA" "MEDICINA VETERINARIA..."
depto	"CONSULTORIO JURIDICO"
equipos_a_eliminar	chr [1:154] "ESTABILIZADOR" "EXTINTOR S/M" "MONITOR LED" "PROYECTOR" "TECLADO ...
equipos_unicos	Large character (14565 elements, 1.4 MB)
equipos_unicos_especializad...	chr [1:669] "PIZARRA DIGITAL INTERACTIVA (CON CPU Y PROYECTOR SONY)" "PROYECTOR...
facultades	chr [1:25] "ADMINISTRACION" "AGRONOMIA" "ARQUITECTURA" "MEDICINA VETERINARIA Y ...
filas eliminadas Equipamien...	13505L
filas eliminadas especializ...	1017L
filas equipos especializados	8471L
filas_na	1176L

Personal de Mantenimiento Preventivo de Equipos Especializados.

Anexo N° 5

Personal Experto – Único Instrumentista para Mantenimiento de Equipos Especializados.



Servicio por terceros.

Anexo N° 6

Servicio por Terceros Limpieza de Lavaderos de Laboratorios de las Facultades de Farmacia y Bioquímica y Ciencias Biológicas.



Ubicación Funcional donde se realiza los mantenimientos.

Anexo N° 7

Laboratorio donde se realizo el servicio por terceros.



Modelo de Plan de Mantenimiento.

Anexo N° 8

Modelo de Documento Excel donde se realizó el Plan de Mantenimiento.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO								
ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	SEDE - FILIAL	FACULTAD	Ener	Feb	Marz	Abril	May
1.5.2.1. Mantenimiento de Infraestructura		SEDE ICA - CAMPUS SUD1	ADMINISTRACION				2	
			ARQUITECTURA					
			CIENCIAS DE LA COMUNICACIÓN, TURISMO Y ARQUEOLOGIA					
			CIENCIAS					
			CIENCIAS BIOLOGICAS					
			CIENCIAS DE LA EDUCACION Y HUMANIDADES					
			CIENCIAS ECONOMICAS Y NEGOCIOS INTERNACIONALES					
			CONTABILIDAD					
			DERECHO Y CIENCIAS POLITICAS					
			ENFERMERIA					
			FARMACIA Y BIOQUIMICA					
			INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA					

CUADRO DE METAS FISICAS

1

PRESUPUESTO GENERAL SEDES Y FILI

1.5.1.1 (REPOSICION)

1.5.2.1 (MPI1)

1.5.2.1 (DESAROLLO-PREVENTIVO)

Labor de campo e inspección.

Anexo N° 9

Inspección y Verificación de Información de Equipos Especializados de la Facultad de Medicina Humana.

