

**DESARROLLO DE UN PLAN DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
SOPORTADO EN LOS ESTÁNDARES DE ACREDITACIÓN DE LA NORMA ISO
9001:2015 PARA LOS ACTIVOS FÍSICOS DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN EN LA
EMPRESA NATURAL'S HERBEAT'S UBICADA EN DAGUA, VALLE DEL CAUCA.**



Universidad
del Cauca

Sebastián Cortés Cortés

Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones
Programa de Ingeniería en Automática Industrial
Popayán, Cauca.

**DESARROLLO DE UN PLAN DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
SOPORTADO EN LOS ESTÁNDARES DE ACREDITACIÓN DE LA NORMA ISO
9001:2015 PARA LOS ACTIVOS FÍSICOS DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN EN LA
EMPRESA NATURAL'S HERBEAT'S UBICADA EN DAGUA, VALLE DEL CAUCA.**



Universidad
del Cauca

Sebastián Cortés Cortés

Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero en Automática Industrial
Modalidad: Práctica profesional

Director:

MSc. Oscar Amaury Rojas Alvarado

Asesor de la empresa:

Adrian Aguirre Contreras

Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones
Programa de Ingeniería en Automática Industrial
Popayán, Cauca.

Agradecimientos

Agradezco enormemente a Dios principalmente y a todas las personas y entidades que hicieron parte de esta etapa tan fundamental e importante en mi vida, como lo fueron mi familia, mi pareja, la Universidad del Cauca, la compañía Natural's Herbeat's que me permitió desarrollar mi proyecto de grado de la mano con ellos y el Magister Oscar Amaury Rojas quien me apoyó y guió en todo el proceso, para poder culminar mi pregrado universitario de manera oportuna.

Dedicatoria

Quiero dedicar este trabajo de grado a mi familia que siempre estuvo para mi en todo momento, especialmente a mi tío Sandro que siempre me orientó y apoyó incondicionalmente para poder enfocarme principalmente en mis estudios, destinando todo mi esfuerzo y mi tiempo a ello para que el recorrido por cada uno de los semestres fuese algo realmente enriquecedor para mi, como persona y como profesional.

Nota de aceptación:

Firma del director

Firma del jurado

Firma del jurado

Popayán, 2022.

Resumen

Este documento expone toda la información utilizada y generada en el desarrollo de un proyecto encaminado al desarrollo de un plan de gestión de mantenimiento preventivo soportado en la NTC ISO 9001:2015, que brinda solución a diferentes problemáticas de carácter procedimental por parte del departamento general de mantenimiento, que fueron evidenciadas como resultado de un diagnóstico y una evaluación de los procedimientos implementados sobre la maquinaria y los equipos en el área de producción de la compañía Natural's Herbeat's ubicada en Dagua, Valle del Cauca, quien paralelamente desea certificarse en la norma técnica ISO 9001 del 2015, norma enfocada en la mejora continua de la calidad y por tanto de la satisfacción del cliente, permitiéndoles así, ejecutar de manera más eficaz estos procedimientos, con el fin de aumentar la productividad, reducir los costos y darse a conocer como una entidad avalada en buenas prácticas empresariales y alta gestión de la calidad.

En el desarrollo del proyecto se logran evidenciar tres fases principales, la fase del diagnóstico en donde se levanta toda la información relacionada con los procedimientos actuales de mantenimiento, su modelado gráfico haciendo uso de las herramientas IDEF0 en donde se expresa la estructura de las actividades y BPMN 2.0 que permite reflejar la dinámica que se desarrolla en la ejecución de las actividades de manera secuencial y jerárquica, definiendo los responsables de éstas, para posteriormente realizar un análisis de ingeniería de procesos y de gestión de la calidad, tomando como referencia el estándar ISA-95 y la norma ISO 9001 del 2015 respectivamente, identificando así fallos o inconsistencias en el proceso, que permitan dar paso a la siguiente fase, la fase del modelo propuesta, en donde se reestructuran los procedimientos y se añaden nuevos, creando un plan de gestión de mantenimiento preventivo que cumpla con los estándares de calidad de la NTC ISO 9001:2015. Finalmente se concluye con la tercera fase, en donde se diseñan y elaboran los soportes que garantizan el debido cumplimiento y seguimiento del plan de gestión de mantenimiento preventivo para los activos físicos de producción de la empresa Natural's Herbeat's.

Palabras clave: Mantenimiento, Preventivo, Procedimental, Diagnóstico, Modelado de procesos, ISA 95, Calidad, IDEF0, BPMN.

Abstract

This document exposes all the information used and generated in the development of a project aimed at developing a preventive maintenance management plan supported by NTC ISO 9001: 2015 that provides a solution to different problems of procedural nature by the general maintenance department, which were evidenced as a result of a diagnosis and evaluation of the procedures implemented on the machinery and equipment in the production area of the company Natural's Herbeat's located in Dagua, Valle del Cauca, who in parallel wishes to be certified in the technical standard ISO 9001 of 2015, a standard focused on the continuous improvement of quality and therefore customer satisfaction, allowing them to execute more effectively these procedures, in order to increase productivity, reduce costs and become known as an entity endorsed in good business practices and high quality management.

In the development of the project, three main phases are evidenced, the diagnostic phase where all the information related to the current maintenance procedures is collected, its graphic modeling using IDEF0 tools where the structure of the activities is expressed and BPMN 2.0 that allows reflecting the dynamics that develops in the execution of the activities in a sequential and hierarchical manner, defining those responsible for them, to subsequently perform an analysis of process engineering and quality management, taking as a reference the ISA-95 standard and ISO 9001 of 2015 respectively, thus identifying failures or inconsistencies in the process, allowing the next phase, the proposed model phase, where procedures are restructured and new ones are added, creating a preventive maintenance management plan that complies with the quality standards of NTC ISO 9001: 2015. Finally, the third phase concludes with the design and elaboration of the supports that guarantee the due compliance and follow-up of the preventive maintenance management plan for the physical production assets of Natural's Herbeat's company.

Keywords: Maintenance, Preventive, Procedural, Diagnostic, Process Modeling, ISA 95, Quality, IDEF0, BPMN.

Índice de contenido

0. Introducción	16
CAPÍTULO I.	18
Introducción	18
1. Aspectos generales del proyecto	18
1.1. Planteamiento del problema	18
1.2. Justificación	20
1.3. Antecedentes	20
1.4. Motivación	21
1.5. Objetivos	21
1.5.1. Objetivo general	21
1.5.2. Objetivos específicos	21
1.6. Metodología	22
1.7. Aportes	22
1.8. Síntesis	23
CAPÍTULO II.	24
Introducción	24
2. Marco teórico	24
2.1. Conceptualización de generalidades	24
2.1.1. Empresa	24
2.1.2. Agente tercero	24
2.1.3. Mantenimiento	24
2.1.3.1. Mantenimiento preventivo	25
2.1.3.2. Mantenimiento correctivo	25
2.1.4. Análisis de criticidad	25
2.1.5. Codificación	25
2.1.6. Contextualización del proceso actual de mantenimiento	26
2.1.7. Descripción del proceso actual	26

2.2. Conceptualización de estándares y sistemas de gestión de calidad	26
2.2.1. Calidad	26
2.2.2. Sistemas de gestión	27
2.2.3. Sistema de gestión de calidad	27
2.2.4. Organización internacional para la normalización(ISO)	27
2.2.5. Norma ISO 9001:2015(Mantenimiento de equipamiento)	27
2.2.6. Decreto 1567 de 1998(Sistema nacional de capacitación para trabajadores)	28
2.3. Conceptualización mecanismos para el modelado de procesos	28
2.3.1. International society of automatization(ISA)	28
2.3.2. Estándar ANSI/ISA 95	28
2.3.3. Estándar ANSI/ISA 95 parte 3: Enterprise-Control System Integration	29
2.3.4. Modelado de procesos	29
2.3.5. Modelado estructural IDEF0	30
2.3.6. Modelado dinámico BPMN	31
2.4. Síntesis	31
CAPÍTULO III.	32
Introducción	32
3. Procedimiento para el diseño y desarrollo de un plan de gestión de mantenimiento preventivo soportado en la NTC ISO 9001:2015 con ayuda del estándar ISA 95	32
3.1. Estructura para el modelo de proceso	32
3.2. Fases del modelo de implementación	33
3.2.1. Realizar análisis y estudio inicial de la empresa, específicamente a la parte de producción y su área de mantenimiento	33
3.2.2. Realizar diagnóstico de los procedimientos actuales de mantenimiento	34
3.2.3. Plantear y desarrollar la propuesta	34
3.2.4. Diseñar y elaborar formatos para la planificación adecuada de cada procedimiento en el mantenimiento preventivo	35
3.3. Actividades necesarias para el desarrollo de las fases del modelo	35
3.4. Entregables de cada fase	41
3.5. Síntesis	41

CAPÍTULO IV.	42
Introducción	42
4. Estudio de la empresa y su proceso actual de mantenimiento	42
4.1. Natural's Herbeats	42
4.2. Máquinas y equipos utilizados en sus procesos	44
4.3. Matriz de criticidad	47
4.3.1. Cálculo de la matriz de criticidad	49
4.4. Identificación de fuentes de información	51
4.5. Elaboración cuestionario para entrevistas	52
4.6. Adquisición de información mediante entrevistas	53
4.7. Síntesis	56
CAPÍTULO V.	57
Introducción	57
5. Diagnóstico del proceso actual de mantenimiento	57
5.1. Procedimientos ejecutados en el proceso de mantenimiento para las máquinas o equipos	57
5.2. Cadena del valor	58
5.2.1. Cadena del valor actual del proceso de mantenimiento	60
5.3. Modelado estructural	60
5.3.1. Definición IDEF0	60
5.3.1.1. Enfoque del IDEF0	61
5.3.1.2 Elementos de un modelo IDEF0	63
5.3.2. Modelado estructural del proceso actual de mantenimiento	66
5.4. Modelado dinámico	72
5.4.1. Definición BPMN	72
5.4.1.1. Principales elementos de BPMN	72
5.4.2. Modelado dinámico del proceso actual de mantenimiento	74
5.5. Análisis y estudio de la NTC ISO 9001:2015 y el estándar ISA 95 para una estrategia de mantenimiento preventivo como SGC	79
5.5.1. Sistema de gestión de la calidad	79
5.5.1.1. Ciclo planificar, hacer, verificar, actuar	80

5.5.2. Lineamientos para el desarrollo de un plan de gestión de mantenimiento preventivo según la Norma ISO 9001:2015	82
5.5.3. Modelos y herramientas necesarias para un plan de gestión de mantenimiento preventivo según el estándar ISA 95	87
5.5.4. Correlación procedimental entre la normativa ISO 9001:2015 y el estándar ISA 95	89
5.6. Determinación requisitos NTC ISO 9001:2015	91
5.7. Síntesis	95
CAPÍTULO VI.	95
Introducción	95
6. Propuesta de un plan de gestión de mantenimiento preventivo	96
6.1. Aspectos fundamentales del plan de gestión de mantenimiento preventivo	96
6.2. Propuesta de cadena del valor para el proceso de mantenimiento	99
6.3. Propuesta de modelado estructural para el proceso de mantenimiento	103
6.4 Propuesta de modelado dinámico para el proceso de mantenimiento	109
6.5. Síntesis	113
CAPÍTULO VII.	114
Introducción	114
7. Resultados documentales	114
7.1. Mapa de interacción entre procesos del SGC	114
7.2. Caracterización del proceso (definición el alcance, objetivo, recursos, entre otros)	115
7.3. Formatos soporte para las actividades propuestas	118
7.4. Síntesis	124
CONCLUSIONES	125
BIBLIOGRAFÍA	127

Índice de figuras

1. Estructura del modelo de proceso para la implementación del PGMP	32
2. Estructura de cadena del valor de Michael Porter	57
3. Estructura de cadena del valor actual para el proceso de mantenimiento	59
4. En un modelo IDEF0, las cajas representan una función	63
5. Las flechas representan objetos o datos	63
6. El rol de cada objeto en la función está determinado por la posición de la flecha en relación a la caja	64
7. Modelo IDEF0 actual de todo el proceso mantenimiento	66
8. Modelo IDEF0 actual del procedimiento detección de fallas	66
9. Modelo IDEF0 actual del procedimiento elaboración reporte	67
10. Modelo IDEF0 actual del procedimiento programación mmto. correctivo	67
11. Modelo IDEF0 actual del procedimiento diagnóstico mantenimiento	68
12. Modelo IDEF0 actual del procedimiento decisión de reparación o mmto.	68
13. Modelo IDEF0 actual del procedimiento cotización mantenimiento	69
14. Modelo IDEF0 actual del procedimiento generación orden de compra	69
15. Modelo IDEF0 actual del procedimiento compra y transporte de repuestos	70
16. Modelo IDEF0 actual del procedimiento ejecución mmto. correctivo	70
17. Modelo IDEF0 actual del procedimiento verificación mmto. o reparación	71
18. Modelo BPMN actual del procedimiento detección de fallas	74
19. Modelo BPMN actual del procedimiento elaboración reporte	74
20. Modelo BPMN actual del procedimiento programación mmto. correctivo	75
21. Modelo BPMN actual del procedimiento diagnóstico mantenimiento	75
22. Modelo BPMN actual del procedimiento decisión de mmto. o reparación	75
23. Modelo BPMN actual del procedimiento cotización de mantenimiento	76
24. Modelo BPMN actual del procedimiento generación orden de compra	76
25. Modelo BPMN actual del procedimiento compra y transporte de repuestos	77
26. Modelo BPMN actual del procedimiento ejecución de mmto. correctivo	77
27. Modelo BPMN actual del procedimiento verificación funcionamiento	78
	12

28. Sistema de gestión	79
29. Sistema de gestión de la calidad	79
30. Ciclo PHVA en un sistema de gestión de la calidad	80
31. Diagrama de pastel para el grado porcentual acumulado de cumplimiento frente a los requisitos de NTC 9001:2015	86
32. Actividades de nivel 3 “administración de operaciones mantenimiento”	87
33. Estructura de cadena del valor propuesta para el proceso de mantenimiento	102
34. Modelo IDEF0 propuesta del procedimiento actualizar datos	103
35. Modelo IDEF0 propuesta del procedimiento generación orden de compra	103
36. Modelo IDEF0 propuesta del procedimiento transporte de elementos adquiridos	104
37. Modelo IDEF0 propuesta del procedimiento programación mmto. preventivo	104
38. Modelo IDEF0 propuesta del procedimiento diagnóstico(máquina-equipo)	105
39. Modelo IDEF0 propuesta del procedimiento verificar disponibilidad recursos	105
40. Modelo IDEF0 propuesta del procedimiento presentación necesidad recursos	106
41. Modelo IDEF0 propuesta del procedimiento decisión de adquisición	106
42. Modelo IDEF0 propuesta del procedimiento ejecución mmto. preventivo	107
43. Modelo IDEF0 propuesta del procedimiento verificar funcionamiento	107
44. Modelo IDEF0 propuesta del procedimiento elaborar reporte	108
45. Modelo BPMN propuesta del procedimiento actualizar datos (máquina-equipo)	108
46. Modelo BPMN propuesta del procedimiento generación orden de compra/trans.	109
47. Modelo BPMN propuesta del procedimiento programación mmto. preventivo	109
48. Modelo BPMN propuesta del procedimiento diagnóstico(máquina-equipo)	109
49. Modelo BPMN propuesta del procedimiento verificar disponibilidad recursos	110
50. Modelo BPMN propuesta del procedimiento presentar necesidad de recursos	110
51. Modelo BPMN propuesta del procedimiento decisión de adquisición	111
52. Modelo BPMN propuesta del procedimiento ejecución mmto. preventivo	111
53. Modelo BPMN propuesta del procedimiento verificar funcionamiento	111
54. Modelo BPMN propuesta del procedimiento elaborar reporte	112
55. Interacción entre el proceso de mantenimiento como SGC	114
56. Formato de inventario para máquinas, equipos y repuestos	118
57. Formato de ficha técnica para máquinas y equipos	119

58. Formato solicitud para necesidades de mantenimiento	120
59. Formato para registro de mantenimientos realizados a las máquinas y equipos	121
60. Formato para reporte del servicio prestado por el agente externo encargado	122
61. Formato de registro para programación de mantenimientos	123

Índice de cuadros

1. Antecedentes históricos de fallas en máquinas y equipos.	19
2. Especificación de actividades por fase para implementación de un plan de gestión de mantenimiento preventivo	39
3. Variables de criticidad	
4. Modelo matriz de criticidad	47
5. Resultados de criticidad total por máquina/equipo	49
6. Resultados matriz de criticidad	50
7. Elementos principales de BPMN	72
8. Requisitos NTC ISO 9001:2015	82
9. Comparativa de cumplimiento de requisitos NTC ISO 9001:2015	83
10. Grado porcentual de cumplimiento de los requisitos de la NTC 9001:2015	85
11. Relación de la norma ISO 9001:2015 y el estándar ANSI/ISA 95	88
12. Determinación de los requisitos de la NTC ISO 9001:2015 que se encuentran en estado de no cumplimiento	89
13. Caracterización del proceso de mantenimiento	115

0. Introducción

Hasta la actualidad la alta demanda de los diversos productos y servicios de tipo farmacéuticos o alimenticios ha impulsado a la industria a interesarse aún más por la gestión de la calidad en todos sus procesos empresariales, incluyendo en éstos, los procesos de mantenimiento que deben implementarse de manera frecuente en las plantas de producción, garantizando así el correcto funcionamiento de toda la maquinaria y los equipos que se encuentran vinculados en la elaboración de x o y producto, obteniendo por consiguiente una adecuada y alta calidad final en la fabricación del mismo. Aún así, la cantidad de empresas que al día de hoy, desconoce la importancia de cumplir con estos objetivos de calidad, es todavía muy grande, hablaremos particularmente de la empresa Natural's Herbeat's, una empresa de alimentos donde se desarrolla y suministra vitaminas en polvo, jarabes, jaleas, mermeladas y aceites de todo tipo, esta ha presentado varios inconvenientes por el hecho de no llevar un control debidamente estandarizado de sus procedimientos de mantenimiento preventivo y correctivo, consecuencias tales como el fallo constante en algunas de sus máquinas más importantes y pertenecientes a la línea de producción de sus productos estrella más solicitados en el mercado, y que ha tenido una repercusión negativa en la eficiencia productiva, a su vez aumentando drásticamente los costos por los mantenimientos de tipo correctivo, ya que ellos lo han llevado así hasta el momento, esperando a que la máquinas se averíen y tengan que adquirir piezas fundamentales para su arreglo, frenando sus entregas e incumpliendo con acuerdos pactados previamente con otras compañías para la compra de sus productos, así mismo se han visto en la lamentable situación de tener que desechar un lote por completo, debido a que algunas de sus máquinas han llegado a desajustarse a tal punto de desempeñarse ineficientemente, ofreciendo como resultado, lotes que no cumplen con las características de calidad requeridas para su posterior venta y comercialización.

Por los motivos expuestos anteriormente, se elaboró un proyecto en donde se obtuvo como resultado, un plan de gestión de mantenimiento preventivo que brindará solución a las problemáticas mencionadas, cumpliendo así con los más altos estándares de calidad en sus procesos de mantenimiento, obteniendo finalmente en sus productos y procesos de producción, resultados positivos y esperados. Es importante resaltar el hecho de que dicho plan, estará soportado por la Norma ISO 9001:2015, una norma que dados sus lineamientos y acompañada de los modelos de ISA 95, permite diseñar las estrategias más apropiadas para que los mantenimientos que se ejecutarán en la empresa, sean de calidad, permitiendo paralelamente que la empresa se logre certificar públicamente ante esta importante normativa.

Del desarrollo del proyecto propuesto, se tienen plasmados en este documento, los seis capítulos de los que consta la totalidad del mismo: el primer capítulo presenta todos los aspectos

generales que se deben tener en cuenta para terminar de comprender a grandes rasgos, la iniciativa planteada. En el segundo capítulo se tiene el marco teórico con las conceptualizaciones básicas necesarias para entender todo en el desarrollo del proyecto, entre estas la general, de estándares y sistemas de gestión de calidad, y por último de mecanismos para el modelado de procesos. En el capítulo tres se define el procedimiento para el diseño e implementación de un plan de gestión de mantenimiento preventivo como sistema de gestión de calidad. En el capítulo cuatro se estudia la norma ISO 9001:2015 y se asocia con los estándares ANSI/ISA. El capítulo cinco contiene la realización del diagnóstico de estado actual de los procedimientos de mantenimiento, para el apartado estructural y dinámico, teniendo como lineamientos la norma y los estándares mencionados en el capítulo anterior, seguido de la propuesta de modelos que garantizan el cumplimiento los mismos, y que conforman la parte procedimental del plan de gestión de mantenimiento preventivo. Finalmente se encuentra el capítulo seis que presenta los resultados obtenidos, estos traducidos en un manual de mantenimiento preventivo y correctivo que contiene todos los soportes necesarios que ratifican el cumplimiento y seguimiento del plan de gestión.

CAPÍTULO I.

Introducción

A continuación se puede apreciar el primer capítulo del documento, donde se resaltan los aspectos generales del proyecto, describiendo inicialmente la problemática objeto de investigación presentada en la empresa Natural's Herbeat's, seguido de la motivación, el objetivo general y los objetivos específicos del proyecto. Posteriormente tendremos la metodología aplicada para llevar a cabo el desarrollo total del proyecto de manera muy detallada, acompañada de cada actividad que previamente ha sido asignada en las diferentes fases del proyecto, permitiendo corroborar la propuesta planteada inicialmente, continuando con las contribuciones o aportes de la misma.

1. Aspectos generales del proyecto

1.1. Planteamiento del problema

“La fiabilidad y la disponibilidad de una empresa dependen del diseño y la calidad de su montaje, en el cual influyen las técnicas utilizadas para su ejecución. Dependen de la forma y buenas costumbres del personal de producción, el personal que opera en las instalaciones y por último dependen del mantenimiento que se realice. Debemos tener en cuenta que los efectos de las acciones hechas en mantenimiento no son inmediatos sino que se ven varios meses después.”(Gasca et al., 2014) Cuando una empresa no posee un plan de mantenimiento es inevitable que sean las averías las que dirijan la actividad de mantenimiento. Normalmente se presta mucha importancia al mantenimiento de los equipos principales, haciendo a un lado el mantenimiento de los equipos auxiliares; ésto representa un grave error, pues uno de esos equipos al presentar una falla puede parar la producción de la empresa y ocasionar un daño en un equipo más costoso. Conviene entonces prestar atención también a aquellos equipos capaces de provocar fallos críticos. Para elaborar un buen plan de mantenimiento es absolutamente necesario realizar un detallado análisis de fallos de todos los sistemas que componen la empresa.

Al día de hoy es sumamente importante llevar a cabo los pertinentes mantenimientos sean preventivos o incluso predictivos, más comúnmente los mencionados primeramente y en especial para los activos físicos en una empresa como lo son sus equipos de producción, esto con el fin de

garantizar la disponibilidad o capacidad de los mismos cuando sean requeridos para llevar a cabo un dicho procedimiento (Chávez Salazar et al., 2016).

“El mantenimiento preventivo resulta novedoso con respecto a la visión tradicional, en la cual el mantenimiento se orienta al equipamiento considerándolo como un elemento aislado y no parte integrante de un todo con una función que desempeñar. Un plan de mantenimiento preventivo óptimo nos permite comprender que este tiene unos límites en los cuales no mejoramos la fiabilidad más que si consideramos la posibilidad de realizar modificaciones o ajustes sobre los sistemas. Por tanto, un plan de mantenimiento preventivo va a definir la estrategia del mantenimiento más pertinente que aplicar sobre un equipo, frente a las consecuencias de no aplicarlo.” (Sacristán, 2014)

Dado que en muchas ocasiones no se realizan los mantenimientos en las fechas necesarias por diferentes motivos, tales como la previa adquisición de las herramientas necesarias para su ejecución o la incorrecta asignación de los procesos o procedimientos en la programación, así que justo en esos momentos es cuando surgen problemas mayores que implican un mantenimiento de tipo correctivo el cual obliga a una detención obligatoria de la producción mientras se detecta el problema, se consiguen los respectivos repuestos y se resuelve el desperfecto. Esto siendo optimistas sin plantarse en un escenario en el que los activos físicos se pueden llegar a afectar tanto que es necesario desecharlos y adquirir otros totalmente nuevos, esto se ve traducido en un aumento de los costos, pérdida de tiempo y por ende una menor eficiencia de producción.(Flores et al., 2016)

Teniendo presente lo mencionado anteriormente y enfocando esta propuesta de desarrollo desde la perspectiva de la empresa Natural's Herbeats, quien a nivel de mantenimiento sólo ha tenido presencia de tipo correctiva hasta el momento, pero que pretende reorganizarse y ofrecer un mayor interés en este pilar fundamental, teniendo presente lo que conlleva aplicar un adecuado mantenimiento preventivo a las máquinas y los equipos pertenecientes al área de producción, los cuales trabajan en un uso normal más de siete horas al día, para así mismo obtener grandes beneficios que en últimas se traducen en tiempo, dinero y certificaciones en diferentes normativas como lo es la NTC ISO 9001: 2015 (Cruz Medina et al., 2017), que paralelamente la empresa necesita. Por lo cual, se pretende realizar un diagnóstico total del estado actual de la programación y forma de ejecución de las actividades de mantenimiento, hallando los puntos de acción más apropiados, permitiendo así diseñar y planificar la estrategia más adecuada para la obtención del plan de mantenimiento preventivo(PMP)con procedimientos debidamente estandarizados que se ajusten a los procesos y que se sustenten en los adecuados estándares y normativas de mantenimiento de equipos.

1.2. Justificación

Para la empresa Naturals Herbeats, una mejora en la disponibilidad de sus activos físicos, acompañado de una disminución de los costos por mantenimiento correctivo, permitirá obtener beneficios, que redundan en una filosofía de mejoramiento continuo, una mayor rentabilidad operacional y un menor impacto ambiental, todo lo cual permitirá mejorar la capacidad y la competitividad de la empresa. La empresa puede beneficiarse con un plan de gestión de mantenimiento preventivo que marcará un antes y un después en la batalla contra gastos y tiempo de uso en la maquinaria. De este modo, podrían mejorarse la calidad y las expectativas de vida de los equipos, además de proponer un plan de prevención puntual y efectivo, soportado en la normativa ISO 9001:2015 y aplicando los estándares ISA 95.03 que tienen como objetivo la unificación y estandarización de todos los flujos que se relacionen directa e indirectamente con la parte operacional de mantenimiento.

1.3. Antecedentes

Uno de los aspectos generales a tener en cuenta son los antecedentes de las máquinas y equipos averiados que se han presentado en la empresa en los últimos seis (6) meses, esto para darse una idea de lo tardío y caótico que puede ser el permitirse que los activos físicos de producción no operen adecuadamente por descuidarse, sin llevar una correcta planificación de mantenimiento preventivo sino por el contrario, ejecutando procesos de mantenimiento correctivo. A continuación se presenta una tabla con los equipos o máquinas que presentaron fallas, su respectivo tiempo de reparación y el agente encargado:

Máquina/Equipo	Tiempo reparación(hrs)	Responsable
Selladora de jarabe	48	KM LTDA.
Martillo molino	36	Técnico en maquinaria
Mezcladora en V	4	Técnico en maquinaria
Selladora de látex	96	KM LTDA.
Máquina de vapor	7	KM LTDA.
Tapadora	4	Técnico en maquinaria

Cuadro 1: Antecedentes históricos de fallas en máquinas y equipos.

Fuente. Realización propia, Mayo 2022.

1.4. Motivación

Es satisfactorio al momento de diseñar y desarrollar este proyecto, poder aplicar o poner en práctica todos los conocimientos teóricos adquiridos por parte del estudiantado en la Universidad del Cauca, dando así las facultades para poder contribuir al bienestar y mejoramiento de los procesos de mantenimiento en una empresa que depende tanto de ello, dadas sus condiciones y altas exigencias a nivel de producción. Paralelamente mediante la elaboración de dicho proyecto, se ofrece la posibilidad de validar éste, como trabajo de grado, llamándose así, prácticas profesionales.

Un resultado obtenido de un previo estudio y un primer acercamiento con la empresa Natural's Herbeat's, más precisamente con el departamento de mantenimiento para el área de producción, expone que la información documentada de sus procedimientos tanto correctivos como preventivos para la parte de mantenimiento, es casi inexistente, por lo que se ven sometidos a acudir a entidades terceras que ofrecen sus servicios de manera ineficaz al no estar estandarizado el proceso, por lo cual se le da un grado más alto de complejidad al momento de trazar las estrategias necesarias para crear un plan de gestión de mantenimiento preventivo que brinde solución a estas problemáticas, convirtiéndolo en un gran reto de automatización.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Desarrollar un plan de gestión de mantenimiento preventivo para los activos físicos de producción en la empresa Natural's Herbeat's que se rija bajo los estándares de calidad de la norma ISO 9001:2015.

1.5.2. Objetivos específicos

- Determinar el estado actual de los procesos de mantenimiento para los activos físicos de producción en la empresa Natural's Herbeat's.
- Elaborar un diagnóstico donde se evidencie el grado de cumplimiento de los estándares de calidad dada la norma ISO 9001:2015 en los procesos de mantenimiento para los activos físicos de producción en la empresa Natural's Herbeat's.
- Diseñar los soportes que garantizan el debido cumplimiento y seguimiento de los procesos de mantenimiento para los activos físicos de producción de la empresa Natural's Herbeat's.

1.6. Metodología

Este proyecto se dividirá en tres componentes principales que conforman la metodología a nivel general:

- **Primer acercamiento:** El desarrollo del proyecto parte de este punto, en donde se realizará un primer acercamiento con la empresa, su visión y objetivos, a los protocolos de mantenimiento y a los equipos o maquinaria implicados en los procesos de producción.
- **Diagnóstico:** Este diagnóstico está enfocado a la situación actual y considera todos aquellos aspectos relacionados con el mantenimiento de equipos de los cuales se disponga información; por ejemplo, aspectos tales como la planificación, programación y ejecución de las tareas de mantenimiento, histórico de fallas, indicadores de tiempo medio entre fallas (MTTF) y tiempo medio de reparación (MTTR), recursos financieros asignados al mantenimiento, impacto económico o en producción (consecuencia de falla del equipo) por parada no programada de la planta(sistema) o subsistema. Posteriormente al análisis de toda esta información, la forma actual en la que se están realizando las actividades correspondientes al mantenimiento y después de haber modelado todo adecuadamente, procedemos a presentar propuestas de solución en los puntos de acción detectados, teniendo presente los lineamientos de la norma ISO 9001:2015 y obteniendo como resultado un plan de gestión para el mantenimiento que acredite dicha norma en la empresa.
- **Desarrollo de los soportes para el seguimiento e implementación de la propuesta:** Para finalizar, se diseñarán los soportes donde se consignará la información necesaria para garantizar la debida realización del mantenimiento preventivo, en los tiempos y a las máquinas o equipos adecuados, con su respectiva planificación anticipada.

1.7. Aportes

Natural's Herbeat's es un laboratorio de ALIMENTOS donde desarrollamos y suministramos vitaminas en polvo, jarabes, jaleas, mermeladas, aceites de todo tipo, además comercializamos cosméticos de primera calidad, contamos con las exigencias del INVIMA para garantizar nuestros procesos. Fomentamos el desarrollo y la mejora continua de nuestros procesos para brindar lo mejor en productos y servicios que cumplan o excedan su expectativa. Es por eso que en Natural's Herbeat's tenemos la visión de poder acreditarnos también bajo la norma NTC ISO 9001:2015 para cumplir con todos los estándares de calidad necesarios para sustentar la óptima y correcta elaboración de nuestros productos, a su vez capacitando a nuestros trabajadores para desempeñarse y relacionarse mejor con los nuevos procedimientos de mantenimiento.

Con el fin de lograr dicha acreditación se desarrollará un proyecto para la elaboración de un sistema de gestión de calidad, más específicamente para el área de mantenimiento, buscando que este sea de carácter predictivo, se realizarán mejoras y ajustes en los procedimientos actuales de la organización para poder cumplir con los requerimientos de calidad establecidos en la norma ISO 9001:2015.

Para cumplir los requerimientos de la acreditación se pretenden hacer las siguientes actividades:

- Se aplicará simultáneamente el pertinente estándar de calidad que pertenece a la asociación ISA junto a la normativa ISO 9001:2015 con el fin de obtener una visión más clara de la correcta planificación y programación de los procesos de mantenimiento haciendo uso de las buenas prácticas de Ingeniería.
- Se realizará un diagnóstico completamente enfocado a todas las actividades y procedimientos que se ven implicados en los procesos de mantenimiento correctivo para los activos físicos que se encuentran ubicados en el área de producción, más específicamente la maquinaria y los equipos de la compañía. Para esto se utilizará la herramienta de modelado estructural conocida como IDEF0 para reflejar de manera gráfica cada detalle de los respectivos procesos, obteniendo así una documentación acertada que permita analizar y proponer mejoras para cada una de sus etapas, orientando estas al orden preventivo.
- Se elaborará un modelado dinámico por medio de herramientas de diseño BPMN como bizagi, para poder documentar los procedimientos del nuevo orden en los procesos de mantenimiento al igual que la jerarquía en que se llevará a cabo cada uno de manera programada.

1.8. Síntesis

Como se pudo apreciar, este primer capítulo nos brinda toda la información necesaria para lograr comprender a grandes y pequeños rasgos lo que se busca alcanzar con el desarrollo y posible implementación para la parte de mantenimiento preventivo en la empresa Natural's Herbeat's, al igual que la motivación para su realización y los aportes que posteriormente se verán reflejados.

CAPÍTULO II.

Introducción

En este capítulo y con relación al proyecto se precisa definir los conceptos necesarios para contextualizar el mismo sobre generalidades, la norma, el estándar vigente y las entidades que los expiden, rigen y auditan.

2. Marco teórico

2.1. Conceptualización de generalidades

2.1.1. Empresa

El concepto de empresa revela un trasfondo filosófico que permite conocer la importancia que tienen además de las actividades que se realizan y los recursos que se utilizan las “personas” y sus “conversaciones” en el funcionamiento de toda empresa (Thompson, n.d.).

2.1.2. Agente tercero

El servicio de outsourcing o tercerización Es una técnica innovadora que consiste en transferir a terceros ciertas actividades complementarias que no hacen parte del giro principal del negocio permitiendo así la concentración de los esfuerzos esenciales a fin de obtener resultados más tangibles (Riquelme & González, n.d.), (Lankford & Parsa, 1999).

2.1.3. Mantenimiento

Se conoce como mantenimiento a todo conjunto de medidas de carácter técnico organizativo mediante las cuales se lleva a cabo el mantenimiento de la reparación de los equipos y máquinas. Esta medida pueden o no ser elaboradas previamente según un plan que asegure el trabajo constante de los equipos, además permitirá establecer las necesidades de los recursos humanos, materiales, financieros y la estructura organizativa para lograr los objetivos trazados por el sistema implementado (Penkova vassileva, n.d.).

2.1.3.1. Mantenimiento preventivo

Por medio de unas inspecciones periódicas se conoce el estado de la máquina y se programan las correcciones necesarias para ser realizadas en los momentos más oportunos y antes de que se lleguen a producir las averías(Herrera, n.d.).

2.1.3.2. Mantenimiento correctivo

La máquina está en servicio hasta que no pueda desempeñar su trabajo normal. Una vez corregida la avería que produjo su parada no se la volverá a prestar atención mientras no surjan otros fallos. Existen algunos casos en los que este procedimiento puede estar justificado, como es el caso de las pequeñas canteras y obras públicas de corta duración, pero en general resulta caro y comprometido por no poder garantizarse, a medio plazo, ni las producciones ni los costos horarios por tonelada de una mina mediana o grande(Herrera, n.d.).

2.1.4. Análisis de criticidad

Un análisis de criticidad es un instrumento que ayuda a establecer la prioridad de un equipo o máquina en un proceso o sistema, mediante una jerarquización establecida por ciertos criterios que valoran dichos equipos(Arango Cifuentes, n.d.), (Mendoza, 2000).

2.1.5. Codificación

Es un código con representación alfanumérica que sirve para identificar los equipos dentro de una organización, con el fin de facilitar su localización, su referencia en órdenes de trabajo, permite la elaboración de registros históricos de fallos e intervenciones y permite el control de costos (Zamora, 2008). Se recomienda que el código sea de un lenguaje sencillo para poder distinguirlo de forma clara y rápida. Algunas reglas básicas que se deben tener en cuenta al momento de realizar una codificación son las siguientes:

- No pueden existir dos códigos iguales.
- Mantener la codificación lo más corta y simple posible.
- Cada código debe obligatoriamente estar marcado en su puesto.

2.1.6. Contextualización del proceso actual de mantenimiento

En la empresa Natural's Herbeats se han presentado grandes cambios y oportunidades en la última década, potenciando sus ventas y por ende aumentando su intensidad de producción, así que se ha visto en la obligación de reestructurar sus procesos, por lo cual la empresa ha respondido positivamente, ante unos procesos más que otros, pero con una visión que busca mejorar drásticamente todos sus procesos empresariales para el 2025, el proceso de mantenimiento es uno de los que se ha dejado mayormente de lado, y por lo cual han tenido varios y diferentes inconvenientes de tipo operativos dado que no manejan adecuadamente sus mantenimientos de forma preventiva, por el contrario, ejecutan acciones correctivas.

2.1.7. Descripción del proceso actual

Con base en la contextualización previamente presentada, se procede a describir el proceso. La empresa natural's Herbeat's implementa en sus procesos de mantenimiento actuales, acciones de tipo correctivas, dejando que su maquinaria y equipos presentes fallas para posteriormente ponerse en contacto con entidades terceras que puedan acudir a la planta de producción para brindar soluciones que permitan poner de nuevo en marcha la maquinaria para continuar con la fabricación y distribución de sus productos comerciales.

2.2. Conceptualización de estándares y sistemas de gestión de calidad

Para el desarrollo del trabajo y lo que pretende abarcar, se tendrán en cuenta los siguientes estándares y normas que son necesarias para la gestión del mantenimiento y todo lo que implica.

2.2.1. Calidad

La importancia de la calidad para la competitividad de las empresas es innegable; la función de calidad dentro de las organizaciones, su impacto en el mercado, el progresivo aumento del interés de la comunidad académica, los cambios que ha sufrido en sus principios y prácticas, la organización de los expertos en la materia son indicadores de su avance (Cubillos Rodríguez, 2009). La calidad ha sido definida a través de los siglos por variedad de personajes como Platón, Shewhart, Deming, Iizikawa entre otros. Cuyo punto principal se centraba en la mejor manera de realizar las actividades mediante las mejores prácticas obteniendo los mejores resultados (González Cruz, 2006).

2.2.2. Sistemas de gestión

En un entorno cada vez más competitivo, las empresas necesitan gestionar de forma eficaz sus diferentes actividades y demandan por ello modelos de sistemas de gestión que les sirvan como herramientas útiles en esta tarea, y que puedan implantar de manera sencilla. Las empresas persiguen el éxito, y para ello, hoy en día, es clave gestionar eficazmente la calidad, el medio ambiente y la prevención de riesgos laborales, pues ello les va a permitir tanto ser competitivas, como satisfacer los requisitos reglamentarios y las demandas cada vez más exigentes de sus principales destinatarios: los clientes, la sociedad y los trabajadores, respectivamente (Abril Sánchez, 2006).

2.2.3. Sistema de gestión de calidad

El Sistema de Gestión de la Calidad es un conjunto de elementos interrelacionados que interactúan para establecer políticas, objetivos y procesos con el fin de lograr dichos objetivos. Un sistema de gestión puede definirse para determinadas disciplinas, para las finanzas de la organización, asuntos operacionales o la gestión de la calidad. Lo que hay que tener en cuenta es que todo sistema de gestión tiene límites y hay aspectos donde los requisitos que lo definen pueden aplicarse o no. Esto es lo que llamamos alcance de un sistema de gestión (Cortés Sánchez, n.d.).

2.2.4. Organización internacional para la normalización(ISO)

La organización internacional para la normalización produce acuerdos internacionales que se publican como normas internacionales, estas promueven el desarrollo de regularización y las actividades relacionadas en el mundo con miras a facilitar el intercambio internacional de géneros y servicios, adicionalmente promueve la cooperación entre países en vías de desarrollo en las esferas intelectuales, actividades científicas, tecnológicas y económicas (Melchor Díaz, 2018).

2.2.5. Norma ISO 9001:2015(Mantenimiento de equipamiento)

Establece los requisitos para los sistemas de gestión de calidad (SGC) de procesos y la mejora de los mismos. Es una decisión estratégica, para cualquier organización, que ayuda a mejorar el desempeño y proporcionar iniciativas de desarrollo sostenible. Dentro de los beneficios potenciales de implementar un SGC están la capacidad para proporcionar regularmente productos y servicio que satisfagan los requisitos del cliente y los legales y reglamentarios aplicables; facilitar oportunidades de aumentar la satisfacción del cliente; abordar los riesgos y

oportunidades asociadas con su contexto y objetivos; la capacidad de demostrar la conformidad con requisitos del SGC especificados (Cruz Medina, 2017).

2.2.6. Decreto 1567 de 1998(Sistema nacional de capacitación para trabajadores)

Créase el sistema nacional de capacitación, definido como el conjunto coherente de políticas, planes, disposiciones legales, organismos, escuelas de capacitación, dependencias y recursos organizados con el propósito común de generar en las entidades y en los empleados del Estado una mayor capacidad de aprendizaje y de acción, en función de lograr la eficiencia y la eficacia de la administración, actuando para ello de manera coordinada y con unidad de criterios(a Secretaría General de la Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., 1998).

2.3. Conceptualización mecanismos para el modelado de procesos

2.3.1. International society of automatization(ISA)

La International Society of Automation (www.isa.org) es una asociación profesional sin fines de lucro que define los estándares para aquellos quienes aplican la ingeniería y la tecnología para mejorar la gestión, seguridad de procesos, y ciberseguridad de los sistemas de automatización y control modernos usados en la industria e infraestructura crítica. Fundada en 1945, ISA desarrolla estándares globales ampliamente usados, certifica profesionales de la industria, suministra educación y capacitación, publica libros y artículos técnicos, organiza conferencias y ferias, y propende por la creación de redes de profesionales y programas de desarrollo de carrera para sus 36.000 miembros y 350.000 clientes alrededor del mundo(Reinaldos, 2018).

2.3.2. Estándar ANSI/ISA 95

La norma ISA 95 es un estándar internacional que facilita la integración de todos los sistemas de información que puedan estar involucrados en un entorno de fabricación, desde las funciones empresariales hasta los sistemas de control en planta. Fue desarrollada por ISA (International Society of Automation) en el año de 1990, para hacer frente a los problemas encontrados durante el desarrollo de interfaces “automatizadas” entre diferentes sistemas de información, con el objetivo final de reducir los riesgos, los costes y los errores que surgían en esos proyectos de integración de sistemas.

Para ello, la norma ISA 95 contiene modelos y terminología estandarizada (como no puede ser de otra forma en una Norma). Estos modelos y terminología pueden ser utilizados por cualquier entidad que quiera trabajar en el desarrollo de aplicaciones, sistemas e interfaces, para determinar qué información, y con qué estructura, se debe intercambiar entre las diferentes funciones empresariales (compras, ventas, finanzas, logística) y las operaciones de gestión de producción (producción, inventarios, mantenimiento y calidad).

Esta información se estructura en modelos representados en UML (Unified Modeling Language), que, según la propuesta de ISA, son la base para el desarrollo de interfaces estándar entre diferentes sistemas de información, como los ERP (Enterprise Resource Planning) o MES (Manufacturing Execution System), entre otros (Oltra, n.d.).

2.3.3. Estándar ANSI/ISA 95 parte 3: Enterprise-Control System Integration

Este estándar de la Parte 3 de la serie ISA-95 define modelos de actividad de gestión de operaciones de fabricación (conocido como MOM por las siglas del nombre inglés “Manufacturing Operations Management”) que permiten que el sistema empresarial controle la integración del sistema. Las actividades definidas en esta parte de los estándares son consistentes con las definiciones de modelos de objetos dadas en ANSI / ISA- 95.00.02-2010 (IEC 62264-2 Mod) y ANSI / ISA-95.00.04-2012. Las actividades modeladas operan entre las funciones de planificación comercial y logística, definidas como las funciones de Nivel 4 y las funciones de control de procesos, definidas como las funciones de Nivel 2 de ANSI / ISA-95.00.01-2010 (IEC 62264-1 Mod) (Oltra, n.d.).

2.3.4. Modelado de procesos

El modelado de procesos, como su nombre lo indica, tiene dos aspectos que lo definen: el modelado y los procesos. Frecuentemente, los sistemas conjuntos de procesos y subprocesos integrados en una organización son difíciles de comprender, complejos y confusos; con múltiples puntos de contacto entre sí y con un buen número de áreas funcionales, departamentos y puestos de trabajo implicados. Un modelo puede dar la oportunidad de organizar y documentar la información sobre un sistema (An. Miguel Brunnello & Cr. Marcelo Rocha Vargas, 2011), (Oyuky, 2015).

2.3.5. Modelado estructural IDEF0

Durante los años 70, la fuerza aérea de los Estados Unidos desarrolló un programa para la fabricación asistida por computador (Integrated Computer Aided Manufacturing, ICAM). El programa ICAM identificaba las necesidades de una mejora en las técnicas y en análisis de la comunicación para personal involucrado en la producción. El resultado del proyecto ICAM son una serie de técnicas conocidas como IDEF. El National Institute of Standards and Technology (NIST) lo convirtió en estándar (183) Integration Definition for Function Modeling (IDEF0).

IDEF “consiste en una serie de normas que definen la metodología para la representación de funciones modeladas” (Feldman, 1998). Es una técnica de modelado para representar de manera estructurada y jerárquica las actividades que conforman un sistema o empresa y los objetos o datos que soportan la interacción de esas actividades.

Con el modelado de funciones (IDEF0), analizamos sistemáticamente el negocio, centrándonos en las tareas (funciones) que se realizan de forma regular, las políticas de control que se utilizan para asegurar que esas tareas se realizan de forma correcta, los recursos (tanto humanos como materiales) que se utilizan para realizarla, los resultados de la tarea (salidas) y las materias primas (entradas) sobre las que la actividad actúa (Alberto G. Alexander, n.d.).

El método IDEF0, puede utilizarse:

- Como medio para facilitar la comunicación entre staff y gerentes. La sintaxis simple de caja-y-flecha de IDEF0, permite la fácil comunicación entre personal orientado a software, gerentes, personal de soporte y todos aquellos que necesiten entender el sistema y verificar la precisión del modelo.
- Para obtener una visión estratégica de un proceso
- Para modelar cualquier sistema compuesto por objetos/cosas y actividades/procesos, tales como planificación estratégica, planificación de proyectos, sistemas computarizados/manuales/híbridos.
- Como soporte de un Business Process Reengineering (BPR) (Peter O'Neill & Amrik S. Sohal, 1999).
- Para los nuevos sistemas, IDEF0 se puede usar para definir los requisitos y especificar las funciones y luego diseñar la puesta en marcha que resuelva los requisitos y realice las funciones.

2.3.6. Modelado dinámico BPMN

BPMN se define como una notación gráfica que describe la lógica de los pasos en un proceso de negocio. Por lo tanto, es un lenguaje formal que permite modelar, simular y eventualmente, ejecutar un proceso de negocio. Su sintaxis está basada en elementos gráficos agrupados en categorías y su desarrollo estuvo a cargo de la organización BPM Initiative, pasando posteriormente a manos de OMG (Object Management Group), lo que lo ha convertido en un estándar para el modelamiento de procesos.

El principal objetivo de BPMN es proporcionar una notación estándar que sea fácilmente legible y entendible por parte de todos los involucrados e interesados del negocio(stakeholders). Entre actores interesados se encuentran los analistas de negocio (quienes definen y redefinen los procesos), los desarrolladores técnicos (responsables de implementar los procesos) y los gerentes y administradores del negocio (quienes monitorizan gestionan los procesos).

En síntesis, BPMN tiene la finalidad de servir como lenguaje común para cerrar la brecha de comunicación que frecuentemente se presenta entre el diseño de los procesos de negocio y su implementación(Eduardo García López, 2013).

2.4. Síntesis

Se presentaron en el actual capítulo los cimientos teóricos utilizados para la realización del diagnóstico y la optimización de los procesos, de igual manera, se anexaron los aspectos relacionados con el funcionamiento del proceso para su correcto entendimiento.

CAPÍTULO III.

Introducción

En el presente capítulo se expone la estrategia con la cual se diseñó y desarrolló el plan de gestión de mantenimiento preventivo propuesto que tuvo como fundamento los requisitos exigidos dentro de la normativa ISO 9001 del año 2015, cuando hablamos de fundamento, también podemos percibir, que esta propuesta permitirá que la empresa pueda certificarse tranquilamente en la misma. A su vez, se encontrará que dentro de esta estructura se tiene en cuenta el estudio de todos los lineamientos que brinda la Asociación Internacional de Automatización (ISA) en su apartado número 95.3 donde se define el modelo de actividad de gestión de operaciones de fabricación (conocido como MOM por las siglas del nombre inglés “Manufacturing Operations Management”) que permiten que el sistema empresarial controle la integración del sistema.

3. Procedimiento para el diseño y desarrollo de un plan de gestión de mantenimiento preventivo soportado en la NTC ISO 9001:2015 con ayuda del estándar ISA 95

3.1. Estructura para el modelo de proceso

El modelo de proceso lo definiremos como el instrumento que nos ayudará a realizar un análisis, evaluación y experimentación en aspectos de interés correspondientes al sistema de mantenimiento en la empresa Natural's Herbeat's y que al mismo tiempo representa el procedimiento que se logra proponer como la metodología para la implementación de un plan de gestión de mantenimiento preventivo soportado en la NTC ISO 9001:2015 con ayuda del estándar ISA 95, dicho modelo a su vez se encuentra compuesto por fases que se logran distinguir cada uno entre los otros por su nivel de aplicación, en donde tendremos como conceptos de fase la de acercamiento, diagnóstico, propuesta solución y cierre. Estas al mismo tiempo contienen actividades que deben ser desarrolladas con el orden propuesto.

Para un mayor entendimiento de la estructuración del modelo y de su jerarquía entre fases se elaboró un diagrama en donde se detalla el orden procedimental de cada una, el cual servirá como guía para su posterior aplicación con el objetivo de desarrollar el proyecto apropiadamente.



Figura 1: Estructura del modelo de proceso para la implementación del PGMP
Fuente. Realización propia, Mayo 2022.

3.2. Fases del modelo de implementación

3.2.1. Realizar análisis y estudio inicial de la empresa, específicamente a la parte de producción y su área de mantenimiento

Descripción: En esta primera fase se identificarán todos los aspectos generales de la empresa Natural's Herbeat's, como su razón de ser, su visión, sus objetivos y demás cualidades que los representan a nivel empresarial, así mismo se determinarán cuales son sus principales problemáticas y que opciones de mejora han planteado previamente, por consecuente se tendrá acceso a toda la información que se haya documentado con relación a sus procesos de mantenimiento aplicados hasta el momento para pasar a la siguiente fase, dentro de estos cabe decir que se tendrán en cuenta aspectos como los reportes de fallas, las entidades que acuden a solucionar dichas fallas y las repercusiones que han tenido estas en la empresa tanto a nivel operacional como logístico, la parte económica también es fundamental para corroborar todo.

3.2.2. Realizar diagnóstico de los procedimientos actuales de mantenimiento

Descripción: En esta fase se entra a utilizar toda la información que se pudo recolectar y agrupar por medio de entrevistas con personal que se ve directamente relacionado con todos estos procedimientos de mantenimiento, desde los grandes mandos hasta los operarios que se desarrollan sus labores en el área de producción donde se encuentran todos los activos físicos los cuales se deben estar revisando periódicamente a nivel funcional. La información recopilada se utiliza para establecer la cadena de valor de la empresa pero a nivel de mantenimiento, lo que quiere decir que en dicha cadena se tienen organizadas todas las operaciones que conforman un proceso llamado mantenimiento, a su vez de esta se logra corroborar el tipo de mantenimiento aplicado en la empresa, y los encargados de su aplicación. Al tener esta cadena de valor, iremos inspeccionando uno a uno todos los procedimientos para poder realizar el modelado estructural y dinámico de forma precisa, identificando entradas, salidas, control, mecanismos, jerarquías, encargados y tiempos en cada uno. Hecho esto y teniendo listos los modelos actuales se procede a estudiar y realizar un análisis comparativo en donde se tienen como lineamientos los requisitos de la NTC ISO 9001:2015 y el estándar ISA 95, siendo estos dos encargados de garantizar la calidad en los procesos de mantenimiento en este caso para que basado en ellos, se pueda detectar con mayor precisión y efectividad en donde se están cometiendo los errores que ocasionan dichas problemáticas planteadas anteriormente.

3.2.3. Plantear y desarrollar la propuesta

Descripción: En esta tercera fase del proyecto se busca plantear y diseñar la estrategia más apropiada para dar solución a todos esos requisitos que pueda no estén siendo cumplidos según el resultado obtenido del estudio y análisis de la auditoría interna, apoyándose en la NTC ISO 9001:2015 e ISA 95 en su apartado 3, que nos dice cómo se deben estructurar los procesos de mantenimiento preventivo/correctivo adecuadamente, esto para garantizar la alta gestión de la calidad en dichos procesos, por lo cual nuevamente se hará uso de las herramientas de modelado usadas en la anterior fase, IDEF0 y BPMN, pero esta vez estandarizando todo el proceso de tal forma que su correlación entre procedimientos tenga mayor sentido a la hora de sostener un plan de mantenimiento preventivo que facilite la adecuada planificación y/o programación de actividades. eventualmente surgirán algunos procedimientos adicionales.

Mencionamos también lo correctivo por si surge algún inconveniente que no se encuentre acotado dentro del plan de gestión de mantenimiento, ya que este se enfocará en la parte preventiva pero al mismo tiempo se dará un pequeño espacio para documentar algunos pasos para el proceso general de un mantenimiento correctivo como forma de brindar un apoyo a los encargados del área por si algo adicional se llegase a presentar.

3.2.4. Diseñar y elaborar formatos para la planificación adecuada de cada procedimiento en el mantenimiento preventivo

Descripción: Como última fase, tenemos la de diseño y elaboración de los formatos soporte, que acompañan a varios de los procedimientos que se encuentran en la nueva cadena de valor, como resultado de la propuesta planteada en la fase anterior, estos formatos son necesarios para llevar una adecuada implementación y seguimiento a los mantenimientos preventivos y/o correctivos, en el área de producción de la empresa Natural's Herbeats donde se encuentra todo el equipamiento. Dichos formatos soporte se realizan con el objetivo de tener una opción que se encuentre más a mano para llevar el control de los mantenimientos de forma más directa y sin la necesidad de tener que implementar un software que le puede salir mucho más costoso a la empresa.

3.3. Actividades necesarias para el desarrollo de las fases del modelo

A continuación se encuentran listadas las actividades que se propusieron para el correcto desarrollo del proyecto

3.3.1. Actividades fase 1: Realizar análisis y estudio de la empresa, específicamente a la parte de producción y su área de mantenimiento

- Realizar consulta previa.
- Realizar visita técnica.
- Realizar recorrido por el área de producción.
- Recoger información de los procesos de mantenimiento.
- Elaborar matriz de criticidad a las máquinas y equipos.
- Localizar fuentes idóneas para realizar encuestas.
- Elaborar preguntas para la encuesta y la encuesta.

3.3.2. Actividades fase 2: Realizar diagnóstico de los procedimientos actuales de mantenimiento

- Recopilar todos los datos obtenidos.
- Diseñar cadena de valor actual.
- Desarrollar modelado de la cadena de valor actual para el proceso de mantenimiento.

- Elaborar modelado estructural actual IDEF0.
- Elaborar modelado dinámico actual BPMN.
- Definir la normativa y estándar para realizar auditoría interna.
- Contrastar información de los modelos actuales de mantenimiento versus los requerimientos de la NTC ISO 9001:2015.
- Contrastar información de los modelos actuales de mantenimiento versus los modelos de ISA 95 parte 3.
- Analizar resultados de auditoría para oportunidad de mejora y posterior certificación en ISO 9001.

3.3.3. Actividades fase 3: Plantear y desarrollar la propuesta

- Identificar puntos de acción.
- Definir componentes principales del plan de gestión de mantenimiento preventivo.
- Diseñar diagrama de cadena de valor con el plan de gestión de mantenimiento como propuesta.
- Diseñar la propuesta del modelo estructural IDEF0.
- Diseñar propuesta BPMN de las actividades.
- Realizar diseño completo de la propuesta.

3.3.4. Actividades fase 4: Diseñar formatos para la planificación adecuada de los procedimientos en el mantenimiento preventivo

- Elaborar formato para inventario físico para instrumentos y equipos de trabajo.
- Elaborar formato para ficha técnica de cada equipo e instrumento.
- Elaborar formato de necesidad de mantenimiento en equipos.
- Elaborar formato para programa de mantenimiento preventivo.
- Elaborar formato para el servicio de mantenimiento del equipo de trabajo.
- Elaborar formato de registro de mantenimiento de equipos y/o instrumentos de trabajo.

Fase	Actividades	Descripción
	Realizar consulta previa.	Se investiga acerca de la empresa para relacionarse con su información

Realizar análisis y estudio de la empresa, específicamente el área de producción		global.
	Realizar visita técnica.	Se tiene una primera visita que permita apreciar mejor el funcionamiento de sus procesos.
	Realizar recorrido por el área de producción.	Se analizan las máquinas y equipos del área de producción para comprender mejor su funcionamiento y relación entre sí.
	Recoger información de los procesos de mantenimiento.	Se recoge toda la información que se pueda apreciar a la vista y adicionalmente la que ya está documentada.
	Elaborar matriz de criticidad a las máquinas y equipos	Se realiza una matriz de criticidad que permita tener conocimiento de qué máquinas o equipos pueden tener un mayor impacto negativo en los procesos de producción si presentan alguna falla o avería.
	Localizar fuentes adecuadas para realizar encuestas.	Se buscan los actores principales que estén directamente implicados en los procesos de mantenimiento de la empresa, para adquirir información más verídica y valiosa.
	Elaborar preguntas para encuesta.	Se diseñan preguntas que estratégicamente permitan abstraer la información potencial que más se necesite.
	Recopilar todos los datos obtenidos.	Se reagrupa toda la información y se aclaran las dudas que surjan de toda esta con los mismos encargados del proceso.
	Diseñar cadena de valor actual.	Se definen los procedimientos que conforman el proceso de mantenimiento y se asignan a la categoría de gestión u operación según sus características.
	Desarrollar modelado de la cadena	Se modela la cadena de valor del

Realizar diagnóstico de los procedimientos actuales para el MMTO	de valor actual para el proceso de mantenimiento.	proceso de mantenimiento por medio de un diagrama en donde se aprecia bien el proceso general y sus respectivos procedimientos, organizándolos en el orden con el cual se desarrollan.
	Elaborar modelado estructural actual IDEF0.	Se desarrolla el modelo estructural de cada procedimiento mediante la aplicación de la técnica IDEF0 que permite representarlos de manera estructurada y jerárquica, identificando los objetos o datos que soportan la interacción entre estos.
	Elaborar modelado dinámico actual BPMN.	Se desarrolla el modelo dinámico de cada procedimiento mediante la aplicación del método de estandarizado BPMN que permite visualizar todos sus pasos de principio a fin.
	Definir la normativa y estándar para realizar auditoría interna.	Se definen los aspectos que se quieren ver reflejados al final del proyecto, entre esos la certificación de la norma ISO 9001:2015 y el estándar ISA 95.
	Contrastar información de los modelos actuales de mantenimiento versus los requerimientos de la NTC ISO 9001:2015.	Se realiza un tipo de auditoría interna en donde se contrasta la información que se recogió del proceso con la normativa que se requiere certificar para verificar si satisface los requerimientos de un sistema de mantenimiento de alta calidad propuesto por la misma, para así poder tomar decisiones o crear estrategias.
	Contrastar información de los modelos actuales de mantenimiento versus los modelos de ISA 95 parte 3.	Se realiza un tipo de auditoría interna en donde se contrasta la información que se recogió del proceso con el estándar ISA 95 que orienta la forma

		correcta en que un sistema de mantenimiento de alta calidad debe funcionar, para así poder tomar decisiones o crear estrategias.
	Analizar resultados de auditoría para oportunidad de mejora y posterior certificación en ISO 9001.	Se estudian los resultados obtenidos de la anterior actividad para generar una estrategia que dé pie al diseño de un plan de gestión de mantenimiento preventivo que cumpla con los requerimientos exigidos.
Desarrollar propuesta	Identificar puntos de acción.	Se identifican los principales procedimientos y actividades que dan lugar a un mantenimiento de tipo correctivo y no preventivo, al igual que la falta de determinados procedimientos que sí garantizan el segundo y al mismo tiempo coinciden con lo planteado por la normativa y el estándar en cuestión.
	Definir componentes principales del plan de gestión de mantenimiento preventivo.	Se definen los componentes principales que trae consigo el nuevo plan de gestión de mantenimiento preventivo, como sus objetivos y prioridades, recursos e indicadores de rendimiento, métodos para revisión y mejora constante, entre otros.
	Diseñar diagrama de cadena de valor con el plan de gestión de mantenimiento como propuesta.	Se modela la cadena de valor del proceso de mantenimiento de tipo preventivo por medio de un diagrama en donde se aprecia bien la reestructuración del proceso general y sus respectivos procedimientos nuevos, organizándolos en el orden con el cual se desarrollan.
	Diseñar la propuesta del modelo estructural IDEF0.	Se desarrolla el modelo estructural del proceso de mantenimiento preventivo propuesto con cada

		procedimiento nuevo y/o reestructurado, mediante la aplicación de la técnica IDEF0 que permite representarlos de manera estructurada y jerárquica, identificando los objetos o datos que soportan la interacción entre estos.
	Desarrollar propuesta BPMN de las actividades.	Se desarrolla el modelo dinámico del proceso de mantenimiento preventivo propuesto con cada procedimiento nuevo y/o reestructurado, mediante la aplicación del método de estandarizado BPMN que permite visualizar todos sus pasos de principio a fin.
	Realizar diseño completo de la propuesta.	Se reúne toda la información y los modelos para ultimar los detalles finales y se expone.
Diseñar formatos para la planificación adecuada de cada procedimiento en el mantenimiento preventivo	Elaborar formato para inventario físico para instrumentos y equipos de trabajo.	Se diseñan todos y cada uno de los formatos para soportar los nuevos y/o reestructurados procedimientos del plan de mantenimiento preventivo. Estos con el fin de consolidar la información del proceso que sea necesaria para llevar a cabo una correcta aplicación y seguimiento de los mantenimientos de manera digital o física.
	Elaborar formato para ficha técnica de cada equipo e instrumento.	
	Elaborar formato de necesidad de mantenimiento en equipos.	
	Elaborar formato para programa de mantenimiento preventivo.	
	Elaborar formato para el servicio de mantenimiento del equipo de trabajo.	
	Elaborar formato de registro de mantenimiento de equipos y/o instrumentos de trabajo.	

Cuadro 2: Especificación de actividades por fase para implementación de un plan de gestión de mantenimiento preventivo

Fuente. Realización propia, Mayo 2022.

3.4. Entregables de cada fase

3.4.1. Entregables fase 1: Realizar análisis y estudio de la empresa, específicamente a la parte de producción y su área de mantenimiento

Información y aspectos generales de primera mano por parte de la empresa, de lo correspondiente a los procesos actuales de mantenimiento correctivo para los activos físicos de producción en la empresa Natural's Herbeat's.

3.4.2. Entregables fase 2: Realizar diagnóstico de los procedimientos actuales de mantenimiento

Documentación con el diagnóstico y la evaluación del estado actual de la empresa a nivel de mantenimiento para maquinaria y equipos, modelos dinámicos y estructurales, documentación de resultado de auditoría interna con respecto al cumplimiento de los estándares de calidad según la norma ISO 9001:2015.

3.4.3. Entregables fase 3: Plantear y desarrollar la propuesta

Modelo y documentación propuesta de la cadena de valor para los procesos actuales de mantenimiento preventivo, modelos dinámicos y estructurales propuesta del proceso de mantenimiento preventivo según el plan de gestión diseñado para los activos físicos de producción de la empresa Natural's Herbeat's.

3.4.4. Entregables fase 4: Diseñar formatos para la planificación adecuada de cada procedimiento en el mantenimiento preventivo

Documentos de entrega y formatos finales elaborados para el desarrollo y seguimiento de los procesos de mantenimiento preventivo y a su vez, los encargados e implicados en los mismos para la empresa Natural's Herbeat's.

3.5. Síntesis

En el capítulo expuesto, se puede apreciar como se desglosó todo el proyecto en fases y actividades directamente, ya que esto permite tener más clara la idea de cómo y con qué herramientas se debe desarrollar un proyecto de este tipo y en que se puede apoyar como soporte para hacerlo de forma adecuada y previamente sustentada. Al mismo tiempo se tiene en cuenta el/los entregables que se deben obtener como resultado de cada fase que ha sido planteada.

CAPÍTULO IV.

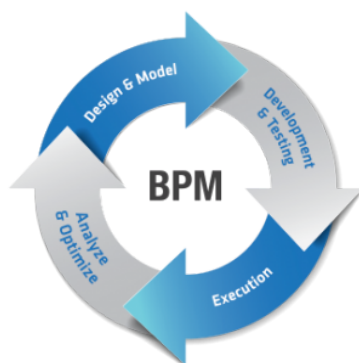
Introducción

En este capítulo se encuentra plasmado todo lo relacionado con respecto a la adquisición de la información de los procesos de mantenimiento realizados actualmente en la empresa Natural's Herbear's, para ello se proponen varios puntos, entre los cuales está la adquisición de información por medio de visitas o recorridos técnicos que permitan apreciar más de cerca los procedimientos que se ejecutan sobre la maquinaria y los equipos, generando así dudas y preguntas que puedan ser resueltas con los encargados del área, al igual que la lectura y apreciación de todo lo que previamente se haya documentado en la empresa por parte del departamento de mantenimiento, también se tiene otro punto que es más directo, se trata de la elaboración de cuestionarios que permitan abstraer la información más importante de los procesos, y que esto permita modelarlos de la manera más precisa en los siguientes apartados del proyecto.

4. Estudio de la empresa y su proceso actual de mantenimiento

4.1. Natural's Herbeats

Como se mencionó anteriormente la empresa Natural's Herbeat's es un laboratorio de ALIMENTOS que desarrolla y suministra vitaminas en polvo, jarabes, jaleas, mermeladas, aceites de todo tipo, además comercializa cosméticos de primera calidad, por lo cual cuenta con las exigencias del INVIMA para garantizar sus procesos.



Se fomenta el desarrollo continuo de los procesos para brindar lo mejor en productos y servicios que cumplan o excedan la expectativa de los clientes.

Naturals Herbeats nació en el año 2003 como comercializadora de productos naturales, alimenticios y cosméticos como una nueva línea del respetado laboratorio farmacéutico LABORATORIOS JUCHER LTDA, cuyo fundador el Dr. Julio Cesar Hernandez Toro, químico farmacéutico e investigador científico de la universidad nacional, especialista en células madre de origen bovino, aportó su conocimiento en el desarrollo de la línea de productos NATURAL'S HERBEAT'S.

Teniendo aceptación en el mercado colombiano se ganó la confianza y credibilidad de sus clientes, trayendo paso a paso un crecimiento empresarial enfocado en la salud. Hoy en el 2022 NATURAL'S HERBEAT'S es una marca de productos naturales con presencia a nivel nacional, destacado por la calidad en sus procesos de producción y desarrollo e innovación. Es por ello que cada vez destinan una mayor atención a imponer como objetivo la mejora y el fortalecimiento continuo en todas las áreas de la empresa, entre estas destacan las de producción y mantenimiento que han presentado algunos inconvenientes que han llegado a crear discordia en contadas ocasiones, por lo cual, se tiene como visión a corto plazo, poder certificarse bajo estrictas normativas como lo es la NTC ISO 9001:2015, permitiéndoles así contar con buenas prácticas que garanticen la alta calidad en el desarrollo de los procedimientos de dichas áreas.

Con lo anterior entendido, se procedió a realizar la visita técnica al laboratorio que se encuentra ubicado en Dagua, Valle del Cauca, en donde primeramente se realizó un recorrido por toda la parte de producción, la cual cuenta con diferentes tipos de maquinaria y equipos que se usan y alternar dependiendo del lote que se vaya a producir conforme al producto deseado, la empresa Natural's Herbeats cuenta con un portafolio de productos bastante amplio en donde se identificaron alrededor de 118 items diferentes, por lo que hay máquinas que no se usan siempre, más bien se usan estrictamente para aquellos productos que necesiten de ellas. Por otro lado están las máquinas y los equipos a los cuales se les da un uso excesivo al participar en más de 15 lotes de producción promedio, los cuales hacen alusión a un mes si se habla más concretamente de tiempo, por lo cual son equipamientos que deben ser supervisados constantemente para asegurar que su funcionamiento sea correcto y que paralelamente se vea reflejado en la alta calidad de los lotes que se estén elaborando.

Cabe resaltar que de todos los tipos de productos que produce y comercializa la empresa Natural's Herbeats como se mencionó anteriormente, la mayoría se encuentran ubicados en las categorías de Jaleas, Polvos y Jarabes, que son los fuertes de producción para esta empresa.

4.2. Máquinas y equipos utilizados en sus procesos

Con el fin de proceder a conocer los procesos de mantenimiento aplicados sobre las máquinas y los equipos del área de producción, se consideró importante saber sobre que se están aplicando exactamente, tener algo de conocimiento acerca de la maquinaria y el equipamiento que más afecta y por contraparte que menos afecta a los procesos de producción, es por ello que se procedió a estudiar un poco más sobre estos para poder tener dicha información presente al momento de proponer un plan de gestión de mantenimiento preventivo que permita planificar y programar actividades de procedimientos con mayor exactitud, sin dejar nada por fuera.

A continuación se detalla el funcionamiento de algunas máquinas y equipos que son primordiales en los procesos de elaboración de jaleas, jarabes y polvos por Natural's Herbeat's:

Mezcladora en V: El equipo consta de dos cilindros unidos en forma de "V" formando 80°. En el extremo de cada uno dispone de un registro de apertura manual que permite la accesibilidad a su interior. La parte inferior de la unión de los dos cilindros está provista de la boca de descarga que dispone de una válvula de mariposa con actuador manual o automático para la descarga del producto. Las dos bancadas situadas en los laterales ubican el motor reductor y el sistema de rodaduras del cuerpo mezclador.

El sólido se introduce por la boca de carga. La capacidad de mezcla será de un 50%, o sea, que en cada vuelta del mezclador trasiega el producto situado en los dos cilindros al habitáculo común y así constantemente. La velocidad no es elevada, por lo que resulta útil para los productos que sea necesario mantenerlos fríos.

La descarga de la mezcla se realiza mediante una válvula de mariposa con cierre hermético de abertura manual o automática.

El equipo dispone de una barandilla de protección con seguridad eléctrica para evitar que el operario pueda acceder cuando está en funcionamiento. En caso de acceder al recinto, por seguridad, cesará su funcionamiento.

Selladora de jarabes: Para el sellado de los envases que actúan como recipiente de las jaleas o los mismos jarabes se emplean dos tipos de selladoras que se fundamentan en diferentes técnicas de aplicación, entre estas tenemos la de sellado por inducción y codificación.

Para el primero se utiliza un sistema que mediante un proceso de calentamiento por inducción de corriente realiza un sello entre un polímero y el envase. Los componentes del sistema son: una fuente de potencia y un cabezal de sellado. El cabezal es una caja plástica que posee un espiral conductor que al activarse por la fuente de potencia produce una corriente electromagnética. Para

el sellado el envase y el sello ingresan a la corriente que genera calor, debido al aluminio que se comporta como resistencia al paso de corriente, ese calor derrite el sello dando una hermeticidad final a este sistema de sellado.

Para la siguiente técnica de sellado se cuenta con un sistema que utiliza un láser guiado o un láser vectorial que permite la impresión instantánea y permanente en los productos. Esta impresión puede ser regulada manualmente y permite la impresión de diferentes líneas de caracteres y logotipos. Este sistema puede imprimir o marcar en diferentes tipos de materiales como aluminio, plástico, cartón, madera, vidrio etc.

Martillos molino: Son equipos con una amplia capacidad en la cámara de molienda, vienen equipados con martillos intercambiables, el número de martillos varía de acuerdo al tamaño, así como la perforación de la criba. Estos exclusivos martillos de punta reemplazables cuentan con un innovador diseño de piezas que utiliza una punta extremadamente dura para una excelente resistencia a la abrasión. Gracias al sistema de aspiración dentro de la cámara de molienda, reduce el calentamiento provocado por la inercia del movimiento, lo cual aumenta la producción. Esta característica elimina costosos tiempos muertos y mejora la productividad.

Su mecanismo emplea una lluvia de golpes por medio de una serie de martillos rotativos que están unidos a un eje e impactan reiteradamente para destruir y desintegrar el material, al final pasa a través de una criba perforada con medidas específicas de acuerdo a la granulometría estimada. La alimentación central está completamente simétrica, con lo cual se distribuye el producto a través de todo el ancho del área de la cámara para un desgaste uniforme de los martillos, lo que permite utilizar ambos bordes antes de que se requiera el reemplazo.

Selladora de látex: Está selladora de bolsas es una máquina empleada para sellar envases termoplásticos mediante el uso del calor y la presión. El material del envase o bolsa a sellar variará en función de criterios variados (tipo de alimento, necesidades de almacenaje y transporte, etc.), pero deberá permitir la realización del termosellado. En ocasiones, se emplea un adhesivo o material de soporte específico para el sellado. La máquina utiliza una pieza caliente, mantenida a una temperatura constante, que se aplica sobre la zona de sellado.

Máquina de vapor: La marmita de Natural's Herbeat's por poseer una chaqueta o camisa vapor, que funcionan como cámara de calentamiento, ésta rodea el recipiente y el calor se difunde de forma circular a una presión determinada. El vapor es suministrado por una caldera. También posee una tapa, que al cerrarse se cierra herméticamente y permite que la presión aumente internamente, impidiendo así que ebulle el producto a tratar. Debido a las altas presiones que maneja, se requiere la presencia de una válvula de seguridad que controle la presión; así, si la temperatura interna y la presión son muy altas, la válvula libera un poco de la presión contenida.

Homogeneizador en línea: Los homogeneizadores industriales de línea son máquinas que constan de dos elementos fundamentales: un bloque de compresión que permite bombear el producto a alta presión y una válvula de homogeneización capaz de micronizar las partículas dispersas hasta que alcancen el tamaño de micrómetros y nanómetros, dependiendo de las características del producto y de los resultados que se quieran obtener.

Elevadora lavadora de frutas: Por medio de esta máquina se facilita el lavado de las frutas y demás ingredientes utilizados para la fabricación de varios de sus productos, ya sean los jarabes, las jaleas, o los polvos como las proteínas que cuentan con diferentes sabores, esta máquina a su vez permite la elevación de las mismas para su posterior transporte por medio de bandas transportadoras que las llevan a las siguientes etapas del proceso que constan de otras maquinarias y equipamientos al igual que otros operarios si es el caso.

Molino de discos perforados: Estos molinos se enfocan en la reducción de tamaño y trituración previa de productos voluminosos. Los molinos de disco perforado los emplean para la reducción inicial de tamaño, pulpeado y maceración de sólidos voluminosos - por ejemplo, todo tipo de fruta y verdura. El producto se alimenta axialmente y con una cuchilla que gira a unas 3.000 rpm aproximadamente, muy próxima al disco perforado, se procesa el producto. Los esfuerzos de corte e impacto producidos reducen el tamaño y empujan el producto a través de los orificios del disco. Se dispone de discos perforados con distintos tamaños de orificio. Un brazo expulsor giratorio situado debajo del disco descarga el producto terminado a través de la salida del molino.

Llenadora: En esencia la función de estas máquinas en el área de producción es permitir que el llenado de las botellas o cualquier otro envase con los productos líquidos como los jarabes, se haga con la mayor precisión. De estas máquinas depende que cada botella contenga la cantidad exacta de líquidos, previene el despilfarro del producto.

La mejor forma de explicar la función de sus máquinas llenadoras de líquidos es la siguiente:

- Introducen el producto en el envase de forma precisa.
- Agilizan el proceso de llenado.
- Hacen más higiénico el proceso.

El primer paso es que el recipiente en cuestión, generalmente una botella, se impulsa por plataforma giratoria que posee la máquina, para luego girar en torno a un eje vertical y someterse al llenado continuo. Las máquinas llenadoras de líquidos están compuestas por el transporte de fluidos, o el sistema de alimentación, el transporte de contenedores, que consiste en el transporte de los envases, luego se encuentra la válvula de llenado, seguida por el plato giratorio y

finalmente elementos como la transmisión, control automático, carrocería entre otra serie de partes.

Tapadora: Esta tapadora está diseñada con un sistema pick and place, la cual siempre se recomienda para producciones pequeñas o medianas como es el caso de la empresa Natural's Herbeats, dicha tapadora tiene capacidad de hasta 3.000 bph y funciona con una banda transportadora lineal, elevación motorizada de la torreta, con posicionado y alimentación de tapón automática, para cada tapón. Así mismo cuenta con una sincronización con línea y sencillo manejo por parte del operario.

4.3. Matriz de criticidad

Una vez identificados todos los equipamientos utilizados por la empresa para satisfacer las necesidades productivas, al igual que sus requerimientos de funcionamiento y principales refacciones, se procede a elaborar una matriz de criticidad en donde se logran diferenciar las máquinas o equipos que pueden llegar a ser mayormente perjudiciales entre los procesos de producción, si llegasen a averiarse o en el peor de los casos, dañarse por completo. Para que pueda quedar mayormente claro, se definirá como funciona la teoría de criticidad orientada a los equipamientos de producción y sus mantenimientos.

“La implementación de la teoría de criticidad se basa en la operación de los equipos y de las bitácoras. La calificación de los equipos se realiza mediante inspección visual y auditiva de cada uno de los componentes del sistema, considerando, el aporte de tiempo de vida y duración, así como el ambiente de trabajo al que están sometidos” (Yam Cervantes et al., 2019), así que en pocas palabras la matriz de criticidad es una herramienta que permite establecer niveles jerárquicos de criticidad en sistemas, equipos y componentes en función del impacto global que generan, con el objetivo de facilitar la toma de decisiones y priorización de los mantenimientos programados, sean preventivos o predictivos.

Teniendo claro lo expuesto previamente y en concordancia con el objetivo trazado para el proyecto, se implementó el desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo con el fin de idear el mejoramiento en la producción a partir del departamento de mantenimiento y sus acciones. Por tal motivo se propone una técnica especializada (estudio de Criticidad), que permita obtener información más concisa de la maquinaria y los equipos para posteriormente tenerla en cuenta en el diseño y desarrollo del plan.

A continuación en la siguiente tabla, se presenta la información general de las variables de criticidad utilizadas para este estudio.

Tipo de variable	Variable evaluada	Puntaje
Frecuencia de fallas(FF)	Pobre a mayor, 4 fallas por año	4
	Promedio 2-3 fallas por año	3
	Buena 1-2 fallas por año	2
	Excelente menos de 1 falla por año	1
Costo de mantenimiento(CM)	Mayor o igual a \$200.000	2
	Inferior a \$200.000	1
Impacto operacional(IO)	Parada de toda la planta	10
	Parada del sistema o sección y tiene repercusión en otros sistemas	7
	Impacta niveles de inventario	4
	No genera ningún efecto significativo sobre operaciones y producción	1
Impacto de seguridad ambiental e higiene(ISAH)	Afecta seguridad humana tanto interna como externa y requiere de la notificación de agentes internos y externos de la organización	8
	Afecta el ambiente e instalaciones	7
	Afecta Instalaciones causando daños severos	5
	Provoca daños menores	3
	No provoca ningún daño a personas, medio ambiente e instalaciones	1
Flexibilidad operacional(FO)	No existe opción de producción, ni repuesto disponible para Compra	4
	Hay opción de fabricación del repuesto	2
	Repuesto disponible en almacén	1

Cuadro 3: Variables de criticidad, parte de la información tomada de la tesis “Aplicabilidad de la criticidad en el mantenimiento de equipos”

Fuente. (Yam Cervantes et al., 2019).

Para el cálculo de la Criticidad se utilizaron las siguientes operaciones dadas por las ecuaciones **(1 y 2)** que son mostradas a continuación:

$$\text{Criticidad total (CT)} = \text{Frecuencia (FF)} \times \text{Consecuencias (CC)} \quad (1)$$

Dónde las consecuencias son calculadas de la siguiente manera, ecuación (2):

$$\text{Consecuencias (CC)} = \text{IO} \times \text{FO} + \text{CM} + \text{ISAH} \quad (2)$$

Dónde: FF, es la frecuencia; CC, son las consecuencias; IO, es el impacto operacional; FO, es la flexibilidad operacional; CM, es el Costo de mantenimiento y ISAH, Impacto seguridad ambiente e higiene.

4.3.1. Cálculo de la matriz de criticidad

A cada uno de los equipos a estudiar se les asignó una calificación correspondiente con cada factor, y el valor final de criticidad se calculó usando las ecuaciones 1 y 2. Se utilizaron las columnas de frecuencia y consecuencia para el desarrollo de la Matriz de criticidad, la cual ayuda a determinar la tendencia de mantenimiento aplicable para cada equipo. En el cuadro 4, se muestra el modelo para la construcción de la matriz de criticidad a utilizar. Esta matriz de criticidad señala la dependencia de la frecuencia (FF) como función de la consecuencia (CC) y en ella se plasma el grado de criticidad de los mantenimientos.

Medianamente Crítico (**MC**), Mantenimiento Crítico (**C**) y Mantenimiento no Crítico, (**NC**).

Frecuencia, FF	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	C
	2	NC	NC	MC	C	C
	1	NC	NC	NC	MC	C
		10	20	30	40	50
	Consecuencia, CC					

Cuadro 4: Modelo matriz de criticidad
Fuente. Realización propia, Mayo 2022.

Los resultados que se obtuvieron de la matriz de criticidad para los equipamientos del área de producción en la empresa Natural's Herbeats se muestran a continuación en el siguiente cuadro:

MÁQUINA/EQUIPO	FF	IO	FO	CM	ISAH	CT	CC	FF
Selladora de jarabes	4	4	1	2	1	28	7	4
Martillo molino	4	1	2	1	1	16	4	4
Mezcladora en V	4	7	2	1	1	64	16	4
Selladora de Látex	4	4	1	2	1	28	7	4
Máquina de vapor	4	7	2	2	5	84	21	4
Homogeneizador en línea	2	7	1	1	3	22	11	2
Elevadora lavadora de frutas	1	1	1	1	3	5	5	1
Molino de discos perforados	2	1	2	2	3	14	7	2
Llenadora	2	4	1	2	5	22	11	2
Tapadora	4	4	1	1	3	32	8	4

Cuadro 5: Resultados de criticidad total por equipo/máquina

Fuente. Realización propia, Mayo 2022.

Dados estos resultados de criticidad total como el reflejo entre la frecuencia y la consecuencia, reubicamos cada máquina en su respectiva categoría de nivel de criticidad, la cual se relaciona directamente con el apartado de mantenimiento que se debe tener presente, ya que mientras más crítico sea el inadecuado funcionamiento de una máquina/equipo, mayor atención preventiva se le debe brindar:

Frecuencia FF	4	Selladora de jarabes	Mezcladora en V	Máquina de vapor	C	C
		Martillo molino				
		Selladora de Látex				
		Tapadora				
	3	MC	MC	MC	C	C
	2	Molino de discos perforados	Homogeneizador en línea	MC	C	C
Llenadora						
1	Elevadora lavadora	NC	NC	MC	C	
	10	20	30	40	50	
Consecuencia, CC						

Cuadro 6: Resultados matriz de criticidad
Fuente. Realización propia, Mayo 2022.

Esta información de criticidad en las máquinas/equipos se obtuvo en primeras instancias ya que del enfoque con el cual estaba dirigido el proyecto, se podía deducir que serviría como soporte para la formulación de la propuesta que corresponde al desarrollo del plan de gestión de mantenimiento preventivo.

4.4. Identificación de fuentes de información

Con el propósito de encontrar la mayor cantidad de información y la más apropiada para el correcto desarrollo del proyecto, se procedió a hablar, con el dueño de la empresa y su hijo quien se encarga de la misma cuando el dueño no se encuentra, este tiene gran conocimiento en la estructuración de áreas y personal con el que cuenta la empresa, al mismo tiempo y con el propósito de capturar la mayor cantidad de información posible de fuentes confiables, se entablaron conversaciones con trabajadores que se encontraban directamente relacionados con los procesos de mantenimiento y que a continuación se mencionan:

Edward Naturals Herbeats: Jefe de producción, es quien se encarga de toda la parte productiva de la empresa, para el departamento de mantenimiento, es quien brinda la información del fallo o la avería que presenta cada máquina o equipo de la planta de producción.

Adrian Naturals Herbeats: Encargado de toda la parte documental de los procesos, es quien maneja toda la información de los mantenimientos que se han realizado en la empresa, tiene el conocimiento de sus procedimientos secuenciales y conoce el personal designado para estos.

Adicionalmente es quien se pone en contacto con proveedores de repuestos y demás artículos necesarios para llevar a cabo cada mantenimiento.

Julio Cesar Natural Herbeats: Jefe administrativo, es quien se encarga de la parte de asignación de recursos, entre estos, los destinados para el mantenimiento o reparación de las máquinas o equipos, aparte de gestionarlos.

4.5. Elaboración cuestionario para entrevistas

Con las fuentes de información debidamente identificadas para la adquisición de la información por medio de ellas, se formularon diferentes preguntas muy precisas para conocer y entender mejor su metodología de implementación sobre un mantenimiento al momento de requerirlo. A continuación se listan algunas de las preguntas más destacadas del cuestionario que se desarrolló:

1. ¿Conoce a cabalidad todos los procedimientos del proceso de mantenimiento?, ¿Cuáles son?, ¿Cómo se identifican?
2. ¿En qué orden o con qué jerarquía se desarrolla cada procedimiento y/o actividad?
3. ¿Cuáles son las condiciones para ejecutar cada procedimiento del proceso de mantenimiento?
4. ¿Cuántos operarios realizan el mantenimiento en general?
5. ¿Cuántos operarios se asignan a un mismo equipo para mantenimiento?
6. ¿Número de equipos a los que se les realiza mantenimiento?
7. ¿Herramientas necesarias para el mantenimiento?
8. Conocimientos necesarios y/o estudios de los operarios de mantenimiento?
9. ¿Cada cuánto tiempo se realiza un mantenimiento?
10. ¿Número de mantenimientos preventivos realizados en un año o dos años?
11. ¿Número de mantenimientos correctivos realizados en uno o dos años por daños en equipos?
12. Una vez iniciado el mantenimiento, normalmente cuanto tiempo tarda en terminarse la actividad con éxito?
13. ¿Se planifican los mantenimientos? ¿O se realizan cada que surja un inconveniente?
14. ¿Hubo alguna pérdida total de un equipo por falta de mantenimiento?
15. Están estandarizados los pasos para un determinado mantenimiento?
16. ¿Cualquier operario de la planta está capacitado para realizar un mantenimiento a un determinado equipo?
17. ¿Se ha retrasado alguna entrega o no se ha realizado alguna entrega por un equipo en mal estado?
18. ¿Datos adicionales sobre cada procedimiento y/o actividad desarrollados en el proceso?

4.6. Adquisición de información mediante entrevistas

Esta adquisición de información se obtiene a partir de entrevistas a las fuentes mencionadas anteriormente, quienes nos brindaron la información necesaria para estructurar la forma en que se realizan los mantenimientos para los activos físicos de producción en la empresa, la información que se obtuvo en conjunto con todos los datos que se recopilamos de las visitas técnicas al área de producción como se apreció en la primera parte del presente capítulo fue suficiente, esto a pesar de que muchas de las cosas que se hacen para llevar a cabo los procedimientos de mantenimiento, no se encuentran documentados.

A partir de todo eso se logró adquirir la información deseada, de la cual posteriormente pudimos general el modelo de cadena del valor para el mantenimiento con los siguientes aspectos fundamentales que se debían tener en cuenta:

Tipo de mantenimiento actual: Mantenimiento Correctivo: Es el conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentando en los distintos equipos y que son comunicados al departamento de mantenimiento por los usuarios de los mismos.

Personal relacionado: Operarios encargados de trabajar en su propio puesto o máquina, jefe de producción, encargado de documentación, agente tercero de mantenimiento, área administrativa de gestión y compras.

Agente externo: KM LTDA. es una empresa con una experiencia de 20 años de fabricación, diseño, venta, mantenimiento e instalación de máquinas automáticas. También asiste un técnico en maquinaria conocido por la empresa.

Coti

Recursos destinados: La parte de gestión y compras se encarga de realizar un correcto mantenimiento al mejor costo por medio de consultas y cotizaciones.

La eficiencia en cuanto al mantenimiento no es el mejor, por lo cual en varias ocasiones se han tenido que pausar los procesos de tipo batch hasta que se realiza el mantenimiento correctivo, los siguientes son los equipos o máquinas que se habían averiado recientemente, y de manera frecuente: selladora de jarabes, martillo molino, mezcladora en v, selladora de látex, máquina de vapor, tapadora.

Finalmente se logró alcanzar la información necesaria de todos los procedimientos que conforman la cadena del valor de mantenimiento, para lo cual, y por cuestión de orden decidimos dividirlos entre procedimientos de tipo GESTIÓN y procedimientos de tipo OPERACIÓN, adicionalmente nos detuvimos en cada uno para poder obtener detalladamente todos los tipos de

entradas, salidas, leyes de control o normativas y el equipo encargado. Con las letras G y O se identificarán los procedimientos de gestión y operación respectivamente.

O-Detección de fallas: Del funcionamiento actual de los procesos de mantenimiento correctivo que se aplican en la empresa, tenemos primeramente el procedimiento de detección de fallas, de aquí parte toda su estructura, ya que el mecanismo logístico que ejecutan plantea que se deben detectar las fallas que esté presentando alguna máquina u equipo dentro del área de producción, esto quiere decir que apenas se detecte alguna falla o avería en los procesos de producción dado el incorrecto funcionamiento de algún activo físico, se debe parar el proceso o la unidad de proceso dependiendo de la criticidad presente.

O-Elaboración reporte: Una vez detectada la falla en el procedimiento anterior, se pasa a elaborar un reporte en el que se indica claramente porque se paró el proceso o la unidad, a simple vista, es decir, se documenta lo que sucedía en el momento en que se detectó que había una aparente falla en alguna máquina o equipo del área de producción para entregarlo al encargado de programar la visita técnica en cuanto a mantenimiento se refiere, se habla de aparente ya que se logra saber por que se presentó dicha falla a ciencia exacta cuando acude el agente tercero(encargado de realizar los mantenimientos correctivos en la empresa) a verificar qué aconteció realmente al igual que cuáles fueron las causas y consecuencias del mismo.

G-Programación de mantenimiento correctivo: En este apartado se programa por parte del jefe de planta y el administrador documental, el mantenimiento de la máquina o equipo en cuestión que está presentando fallas en su funcionamiento o que ya se encuentra totalmente averiada, dependiendo de ello también se asigna el personal externo(terceros) encargado para dicho mantenimiento o reparación, dentro de esta programación se adjunta el reporte que entregaron previamente del departamento de producción al igual que los reportes anteriores para que se pueda dar con la solución de manera más precisa y concisa. Antes de ello se envía previamente una copia o se expresa verbalmente al gestor administrativo, dando contexto de la situación y detallando el requerimiento para que ratifique y autorice dicha solicitud.

O-Diagnóstico de mantenimiento: A continuación se realiza un proceso de diagnóstico por parte del agente externo encargado, más precisamente el técnico que se ve de cara con la máquina u equipo, exponiendo en este diagnóstico las causales que encontró de la falla o avería presentada, al igual que el impacto que tuvo y el que pudo llegar a tener de haberse prolongado más tiempo su indebido funcionamiento, dentro de este mismo diagnóstico el técnico da a conocer el tiempo estimado que se podría tardar y los requerimientos para poder llevar a caba un correcto mantenimiento correctivo que permita reparar lo daños causados en la maquinaria o los equipos, entre estos requerimientos se resaltan las piezas o repuestos que sean necesarios, su costo, las herramientas adecuadas y se proponen algunos de los lugares en donde se pueden

adquirir a un precio más asequible. Este diagnóstico se le entrega a papel al jefe de planta para que posteriormente lo haga llegar al jefe documental y a los encargados administrativos para la toma de decisiones.

G-Decisión de reparación: Para este procedimiento se necesita que el encargado de autorizar este tipo de solicitudes de compra y reparación lo acceda a ello, lo cual también depende el costo que este tenga, ya que en algunos casos, les es más conveniente adquirir un equipo totalmente nuevo a comprar repuestos para su mantenimiento correctivo si es el caso. También se tienen presentes los repuestos que se encuentren disponibles para su uso, ya que esto también tiene cierto impacto en la decisión que se toma.

O-Cotización mantenimiento correctivo: Si es autorizada la orden de mantenimiento correctivo, el departamento de compras en compañía del jefe documental y de planta proceden a elaborar la cotización con los proveedores y entidades externas que se encuentran en la base de datos de la empresa, para poder adquirir los repuestos que se solicitan lo más pronto posible y al mejor precio, al mismo tiempo se verifica que parte de los repuestos necesarios que se encuentren disponibles en la empresa, cumplan a cabalidad con los lineamientos requeridos por los encargados de ejecutar los mantenimientos correctivos a las máquinas y equipos.

O-Transporte de repuestos: Una vez identificados los repuestos que se deben adquirir, la empresa que los va a proveer, y su costo, se envía al transportista encargado de recogerlos para que los pueda llevar a la empresa y que el técnico encargado pueda desarrollar sus actividades sin contratiempos. Esto en caso de que la empresa proveedora no cuente con el servicio de envío de productos, generalmente estas empresas se ubican en la ciudad de Cali, aproximadamente a una hora del laboratorio.

O-Ejecución mantenimiento correctivo: Una vez el técnico cuenta con los elementos necesarios, corrobora que todos sean los adecuados y procede a ejecutar el correspondiente mantenimiento correctivo de la máquina o equipo.

O-Validación de funcionamiento máquina o equipo: Este es el procedimiento final en el cual se corrobora que el equipo o máquina en cuestión ya se encuentre funcionando de nuevo correctamente, esta validación la realizan los encargados de laborar en la unidad de proceso en donde se encuentra ubicado el/la misma respectivamente. Si hay alguna duda o sugerencia se le plantea al técnico en el momento.

4.7. Síntesis

En el presente capítulo se expuso la información principal que se logró recopilar mediante varias técnicas de obtención de datos, lo cual fue bastante exitoso ya que se pudo con dichos datos se podía pasar a desarrollar el siguiente capítulo, el cual se enfoca en el modelado de todos estos procedimientos y actividades que se desarrollan en el proceso de mantenimiento para la empresa Natural's Herbeats, al mismo tiempo se obtuvo información que muy probablemente se utilizaría para la formulación de propuestas que buscan mejorar el manejo y aplicación del proceso mencionado anteriormente.

CAPÍTULO V.

Introducción

El propósito de este capítulo consiste en desarrollar la primera parte de un diagnóstico, a los procesos de mantenimiento actuales que se sostienen en la empresa Natural's Herbeat's para sus máquinas y equipos del área de producción, con el fin de estructurar toda la información que se obtuvo anteriormente del capítulo número cuatro, en forma de Cadena del valor, la cual integra todos los procedimientos actuales ejecutados para los mantenimientos que se realizan, así mismo se analizará cada procedimiento a nivel estructural y dinámico, haciendo uso de la técnica y el método de modelado IDEF0 y BPMN respectivamente. También se hará un tipo de auditoría interna para contrastar la información actual con los requisitos exigidos por la norma ISO 9001:2015 y así verificar el nivel de cumplimiento.

5. Diagnóstico del proceso actual de mantenimiento

5.1. Procedimientos ejecutados en el proceso de mantenimiento para las máquinas o equipos

Como bien se mencionó anteriormente, hay una gran cantidad de procedimientos que se desarrollan para llevar a cabo un mantenimiento, entre todos ellos, se pueden desprender lo de tipo gestión como los de tipo operativo, es por ello que se modelará de tal forma para tener una mayor comprensión de su orden o jerarquía de aplicación, los procedimientos y sus actividades de gestión en su mayoría se ven desarrollados por parte del área administrativa que se encarga de ejecutar tareas como planificar las fechas de mantenimientos, pagos, ordenes de compra y por supuesto tomar decisiones que hayan sido previamente aprobadas por los cargos directivos.

GESTIÓN

- Programación de mantenimiento correctivo
- Decisión de reparación
- Generar orden de compra

OPERACIÓN

- Detección de fallas
- Elaboración reporte
- Diagnóstico de mantenimiento
- Cotización mantenimiento correctivo
- Transporte de repuestos

- Ejecución mantenimiento correctivo
- Validación de funcionamiento máquina o equipo

5.2. Cadena del valor

Cada empresa es un conjunto de actividades que se desempeñan para diseñar, producir, llevar al mercado, entregar y apoyar sus productos. Todas esas actividades pueden ser representadas usando la cadena de valor. (Riquelme, 2020)



Figura 2: Estructura de cadena del valor de Michael Porter
Fuente. Matías Riquelme, Julio 2020.

La cadena de valor despliega el valor total, y consiste en las actividades de valor y del margen. Aquí se dan algunas definiciones claves para el entendimiento del concepto:

Margen: Es la diferencia entre el valor total y el costo colectivo de desempeñar las actividades de valor.

Actividades de valor: Son las distintas actividades que realiza una empresa. Se dividen en dos amplios tipos:

- **Actividades primarias:** Las actividades primarias en la cadena de valor son las actividades implicadas en la creación física del producto, su venta y transferencia al comprador así como la asistencia posterior a la venta. Se dividen a su vez en las cinco categorías genéricas que se observan en la imagen. (Riquelme, 2020, 55)

1. Logística interna: La primera actividad primaria de la cadena de valor es la logística interna. Las empresas necesitan gestionar y administrar de alguna manera las actividades de recibir y almacenar las materias primas necesarias para elaborar su producto, así como la forma de

distribuir los materiales. Cuanto más eficiente sea la logística interna, mayor es el valor generado en la primera actividad.

2. Operaciones: La siguiente etapa de la cadena de valor son las operaciones. Las operaciones toman las materias primas desde la logística de entrada y crea el producto. Naturalmente, mientras más eficientes sean las operaciones de una empresa, más dinero la empresa podrá ahorrar, proporcionando un valor agregado en el resultado final.

3. Logística externa: Después de que el producto está terminado, la siguiente actividad de la cadena de valor es la logística de salida. Aquí es donde el producto sale del centro de la producción y se entrega a los mayoristas, distribuidores, o incluso a los consumidores finales dependiendo de la empresa.

4. Marketing y ventas: Marketing y ventas es la cuarta actividad primaria de la cadena de valor. Aquí hay que tener cuidado con los gastos de publicidad, los cuales son una parte fundamental de las ventas.

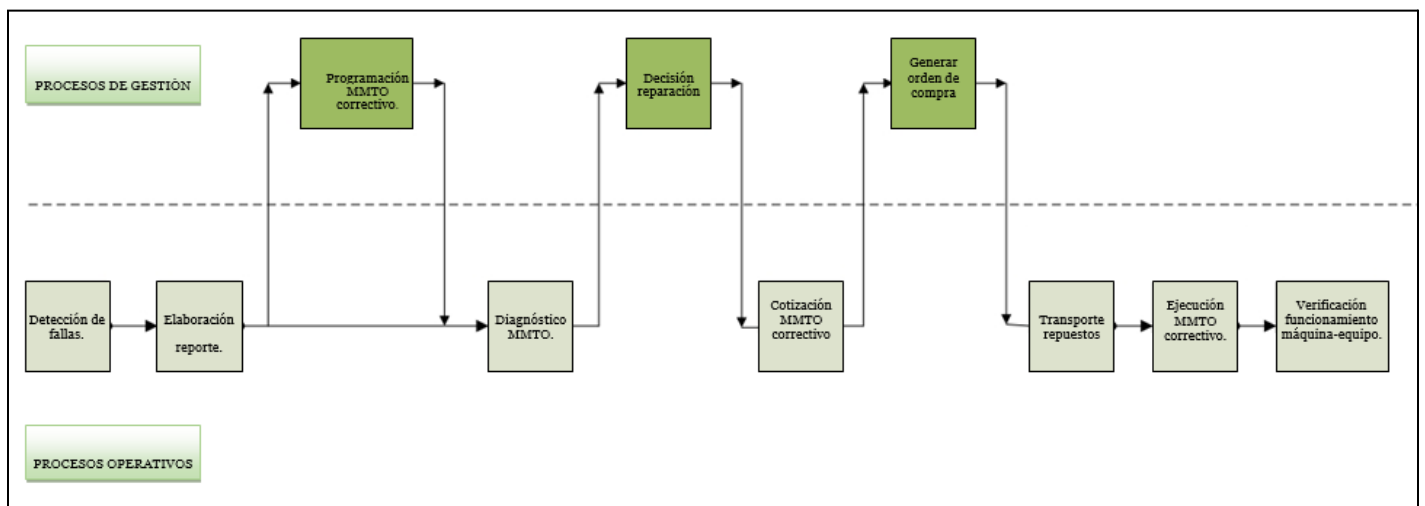
5. Servicios: La actividad final de la cadena de valor es el servicio. Los servicios cubren muchas áreas, que van desde la administración de cualquier instalación hasta el servicio al cliente después de la venta del producto. Tener una fuerte componente de servicio en la cadena de suministro proporciona a los clientes el apoyo y confianza necesaria, lo que aumenta el valor del producto.

- **Actividades de apoyo:** En la cadena de valor de Michael Porter las actividades de apoyo son las que sustentan a las actividades primarias y se apoyan entre sí, proporcionando insumos comprados, tecnología, recursos humanos y varias funciones de toda la empresa. Las líneas punteadas reflejan el hecho de que el abastecimiento -compras-, la tecnología y la gestión de recursos humanos pueden asociarse con actividades primarias específicas, así como el apoyo a la cadena completa. La infraestructura no está asociada a ninguna de las actividades primarias sino que apoya a la cadena completa. (Riquelme, 2020, 56)

Teniendo presente todo lo mencionado anteriormente y comprendido un poco más el tema, se tomaron en cuenta las recomendaciones para diseñar un modelo que tuviera concordancia con todo lo que se desarrolla físicamente para los procesos de mantenimiento, se procede a modelar la cadena del valor actual con la supervisión del encargado de documentación para que el pueda corroborar cada detalle de la misma y de lo que se desprende de ahí en adelante como lo es el modelado estructural y dinámico, en la siguiente figura se logra apreciar:

5.2.1. Cadena del valor actual del proceso de mantenimiento

Figura 3: Estructura de cadena del valor actual para el proceso de mantenimiento
Fuente. Realización propia, Mayo 2022.



5.3. Modelado estructural

5.3.1. Definición IDEF0

Procedemos a identificar la parte estructural de cada procedimiento perteneciente a la cadena del valor, para ello, se tendrán en cuenta todos los aspectos propuestos por parte de la técnica de modelado IDEF0 (Integrated DEFinition language 0) la cual fue concebida como parte de un programa para el desarrollo de manufactura asistida por computación integrada. El programa identificó la necesidad de mejores herramientas y técnicas de análisis y comunicación entre personas relacionadas en mejorar la productividad manufacturera, ésta se dedicó en gran proporción al “modelamiento funcional”.

5.3.1.1. Enfoque del IDEF0

IDEF0 hace referencia, por un lado, a un lenguaje o notación para modelar un sistema. Un sistema está compuesto por un conjunto de elementos interdependientes que operan en conjunto para realizar alguna función útil. Estos elementos pueden ser personas, información, software, equipos, productos, insumos, etc. Al decir que IDEF0 sirve para modelar sistemas y funciones en lugar de procesos y actividades, no estamos sacrificando nuestra capacidad de modelar efectivamente los procesos; al contrario, como se verá, esto permite mucha mayor flexibilidad y rigurosidad de análisis.

IDEF0, a su vez, se refiere también a una metodología para que equipos de trabajo puedan elaborar e interpretar estos modelos, incluyendo: recolección de datos, construcción de diagramas, y ciclos de revisión y documentación. En este sentido, la metodología no es solo una herramienta de diagramación, sino un medio para conceptualizar y refinar el entendimiento. Los modelos IDEF0 pueden ser utilizados para diagramar una gran variedad de sistemas automatizados o no automatizados. En el caso de nuevos sistemas, puede ser usado en primera instancia para definir los requerimientos y especificar las funciones. Posteriormente, puede ser utilizado para diseñar una implementación que permita satisfacer esos requerimientos y realice esas funciones. Para los sistemas existentes, IDEF0 es útil para analizar las funciones que realiza actualmente el sistema y registrar los mecanismos por los cuáles las realiza.

Los objetivos posibles son: entender mejor el sistema, brindar soporte al realizar el análisis, proveer de una lógica a los cambios potenciales, especificar requerimientos y facilitar el diseño e integración de sistemas. Por lo tanto, un modelo IDEF0 refleja el cómo operan y se interrelacionan las funciones de un sistema de la misma manera en que los planos técnicos de un producto reflejan cómo se integran las diferentes piezas del producto.

Algunos de los conceptos clave de IDEF0 son:

Modela restricciones, no flujos: Los diagramas IDEF0 son “diagramas de restricciones”, esto es, muestran cómo las funciones del sistema se restringen unas a otras. Esto contrasta con la forma en la que se diagrama un proceso en otras notaciones, que suelen ser “diagramas de flujo”. Un diagrama de flujo limita las relaciones entre una actividad y otra a una secuencia temporal; al terminar una primera actividad, empieza la siguiente según el flujo especificado. Con frecuencia, al modelar un proceso de relativa complejidad, o uno que integra múltiples inicios o líneas de tiempo, es engorroso limitar las capacidades de modelamiento a una secuencia de pasos. En cambio, modelar en torno a las restricciones que limitan la ejecución de la actividad, sin hacer referencia, a menos que sea explícita, al cuándo se ejecuta esta, permite mucha mayor flexibilidad.

Adicionalmente, los modelos IDEF0 también especifican el rol que cumple cada restricción sobre una función. Hay controles, los cuáles determinan el comportamiento de la función; inputs, que son los objetos sobre los cuáles la función actúa; mecanismos, los medios por los cuáles se realiza la función (por ejemplo: las personas o software que realiza una operación); y outputs, los resultados de una función. Esto permite realizar modelos con un mayor grado de precisión y rigurosidad que en notaciones alternativas. En la siguiente sección se explican estos conceptos a mayor detalle.

Facilita la comunicación de la información: La documentación de una arquitectura de procesos debe ser concisa para que sea una herramienta útil. El lenguaje escrito, por su linealidad y verbosidad, es claramente insuficiente. Los modelos IDEF0 facilitan la comunicación de la información a través de una serie de principios.

- Diagramas sencillos, basados en gráficos de cajas y flechas, y texto que explica su significado.
- Exposición progresiva al detalle, limitando cada diagrama a un solo tema, con una cantidad manejable de información. Cada diagrama en el modelo especifica con precisión las relaciones que tiene con los demás diagramas.
- Un índice de nodos, para ubicarse dentro de la jerarquía de diagramas.
- Un texto, glosario y diagramas de apoyo para facilitar la interpretación y la precisión del modelo.

Brinda rigor y precisión: Una de las fortalezas de IDEF0 es la rigurosidad que requiere en sus diagramas. Esto asegura que la información sea consistente, asegura que se preserve el alcance original del modelo, y que no se omitan o dupliquen los datos. Adicionalmente, las reglas de diagramación facilitan la limpieza y el orden en los diagramas. Algunas de estas reglas se detallan a continuación:

- Cada diagrama puede contener solamente entre 3 y 6 cajas (funciones).
- El alcance del modelo se hace explícito en el diagrama contextual de nivel superior, no se puede omitir ni añadir información fuera de este alcance.
- Las cajas y flechas siguen una sintaxis específica.
- Los nombres y etiquetas en un diagrama deben ser únicos y cumplir los requisitos de asignación de nombres.
- La relación entre diagramas debe ser explícita a través de un DRE (Expresión de Referencia de Detalle).

- La relación de objetos entre diagramas debe ser explícita a través de un código ICOM o una flecha túnel.
- Diferenciación entre inputs y controles.
- Presencia obligatoria de por lo menos un control y un output por función.
- Etiquetas obligatorias al ramificar una flecha (uniones o separaciones)

Permite el trabajo en equipo disciplinado: Como parte de la metodología IDEF0 se definen una serie de procedimientos que permiten el desarrollo y revisión del modelo por un gran número de personas, así como facilitar la integración entre distintos modelos.

La creación de un modelo es un proceso dinámico, en el cual los autores crean unos diagramas iniciales y permiten a los miembros del proyecto revisarlos y comentarlos. Estas revisiones se integran al modelo y se realiza una nueva iteración, hasta que finalmente se obtiene una versión final.

La metodología IDEF0 permite documentar todas las decisiones y cambios realizados a lo largo del proyecto. Los detalles de los distintos procedimientos de revisión del modelo están fuera del alcance del presente trabajo, sin embargo, se reserva un pequeño espacio para su discusión en las conclusiones.

5.3.1.2 Elementos de un modelo IDEF0

Funciones y objetos: Una función es una actividad, proceso, procedimiento o transformación. Se modela por medio de una caja con una breve descripción de lo que la función hace, redactada como un verbo o sintagma verbal. Adicionalmente, cada caja tiene en la esquina inferior derecha un número, relativo al diagrama, que permite identificarla.

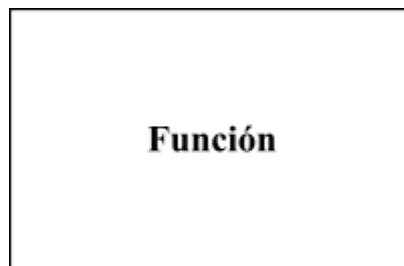


Figura 4: En un modelo IDEF0, las cajas representan una función
Fuente. Elaboración propia fundamentado en (Valdez Stuard, 2021)

Asimismo, un diagrama IDEF0 consta de flechas, compuestas de uno o más segmentos. Cada flecha representa un objeto (o información) que cumple un rol respecto a las cajas que conecta. Esto contrasta con otras metodologías tradicionales de procesos, en las que una flecha representa

un flujo o secuencia. Solo en los niveles inferiores de un diagrama una flecha podría representar un flujo.

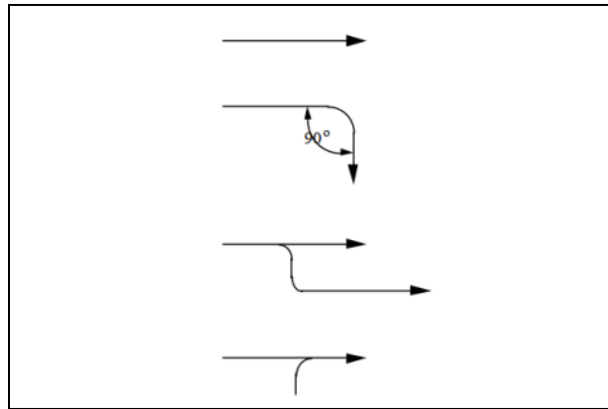


Figura 5: Las flechas representan objetos o datos

Fuente. Elaboración propia fundamentada en (Valdez Stuard, 2021).

Es útil pensar en las flechas de un modelo IDEF0 como canales o conductos por donde se transportan los objetos o datos. Estos parten de una función fuente (sin cabeza de flecha) a una función destino (con cabeza de flecha). La función destino depende, y, por lo tanto, está limitada por los objetos o datos que le provee la función fuente.

La función destino requiere de todos los objetos especificados por las flechas para ser realizada completamente; sin embargo, si el modelo así lo detalla, la caja puede realizar parte de sus funciones dependiendo de los objetos que ha recibido. A esto se le llaman activaciones de la caja o función. De esta forma, en un momento dado un conjunto de funciones pueden estarse ejecutando de manera concurrente según los objetos disponibles, mientras que en un momento distinto estas cajas se comportarán de manera secuencial.

El rol de cada flecha sobre una caja depende del lado de la caja con la que se conecta.

- **Entradas:** Lado izquierdo. Son los objetos sobre los que actúa la función; serán consumidos, utilizados o transformados por ella.
- **Controles:** Lado superior. Los controles especifican las condiciones y requerimientos para que la función se realice correctamente. Toda caja debe tener por lo menos un control. En caso haya duda de si una flecha es un input o un control, es mejor mostrarlo como un control.
- **Salidas:** Lado derecho. Son los resultados u objetos producidos por la función. Toda caja debe tener por lo menos un output.
- **Mecanismos:** Lado inferior. Hay dos tipos de mecanismo: flecha apuntando hacia arriba, identifica los medios por los cuales se realiza la función (por ejemplo: las personas o

sistemas que la realizan); flecha apuntando hacia abajo, es una herramienta de diagramación bajo el nombre de flecha de llamada.

Las flechas de llamada sirven para conectar distintos diagramas del mismo modelo o incluso de modelos distintos, e indican que dicha caja se detalla en el diagrama especificado. Adicionalmente, considerar que los mecanismos pueden ser heredados implícitamente de la caja padre, sin estar detallados con una flecha.

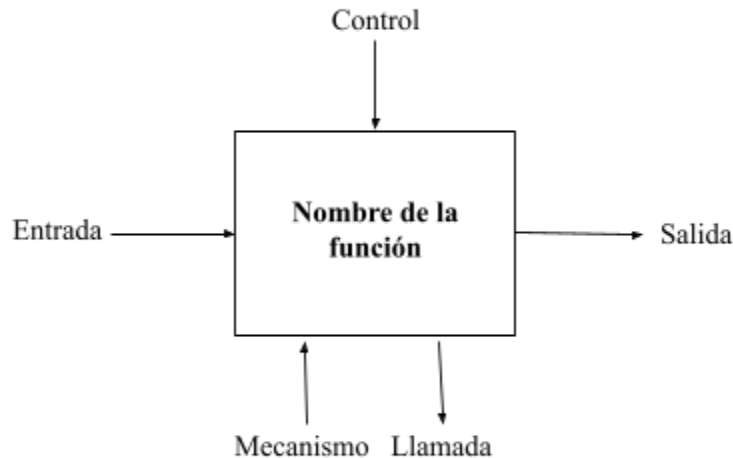


Figura 6: El rol de cada objeto en la función está determinado por la posición de la flecha en relación a la caja

Fuente. Elaboración propia fundamentada en (Valdez Stuard, 2021).

El objeto representado por una flecha se especifica haciendo uso de un pequeño garabato (squiggle) o línea curvada que vincula un segmento de flecha con una etiqueta. La etiqueta aplica solamente sobre ese segmento de flecha, y debe ser fraseada como un sustantivo o sintagma nominal.

Las flechas en un diagrama pueden estar ramificadas, es decir, una misma flecha se bifurca en otras, o viceversa. Cuando esto sucede, las distintas ramas pueden representar el objeto en su totalidad o partes del objeto, en cuyo caso se especifica mediante una nueva etiqueta el significado de cada rama. Esto se puede entender como agrupación o desagrupación de objetos en las distintas flechas. Las flechas se agrupan siempre que sea posible, para evitar exceso de información en el diagrama y asegurar que su nivel de detalle corresponda con el de las cajas.

Parte de los contenidos mencionados en la presente subsección del capítulo actual, corresponden a la información proporcionada del artículo “Análisis de Procesos en el Área de Equipos de una Empresa Constructora utilizando Metodología IDEF0” (Valdez Stuard, 2021, 65).

5.3.2. Modelado estructural del proceso actual de mantenimiento

Ahora bien, con el concepto de la técnica de modelado IDEF0 claro, al igual que su funcionamiento, y teniendo presente que esta accede a organizar una cantidad masiva de datos y conectar diferentes procedimientos para mostrar su impacto en el proceso, permitiendo entenderse y mejorarse con mayor precisión y efectividad, procedemos a modelar partiendo del modelo de cadena del valor obtenido anteriormente y el resto de la información proporcionada por las fuentes clave halladas, desarrollando el modelo estructural IDEF0 del mantenimiento realizado en la planta de producción, por cuestiones de dimensión, se adjuntará todo el modelo de procedimiento en procedimiento, teniendo presente que los flujos de salida de unos, son los flujos de entrada para otros. Cabe decir que el desarrollo va orientado de la misma forma a las tres áreas que en esta se tienen(jaleas, líquidos y polvos).

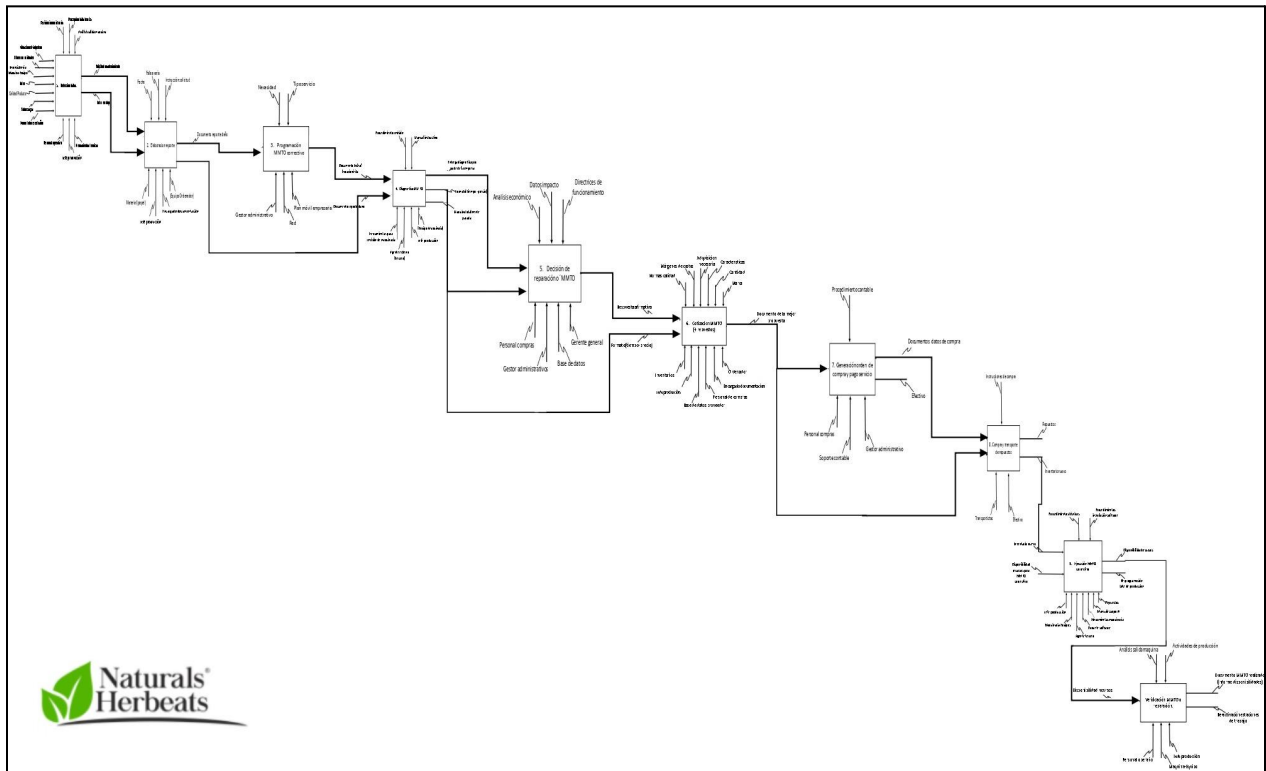


Figura 7: Modelo IDEF0 actual de todo el proceso mantenimiento
Fuente. Realización propia, Mayo 2022.

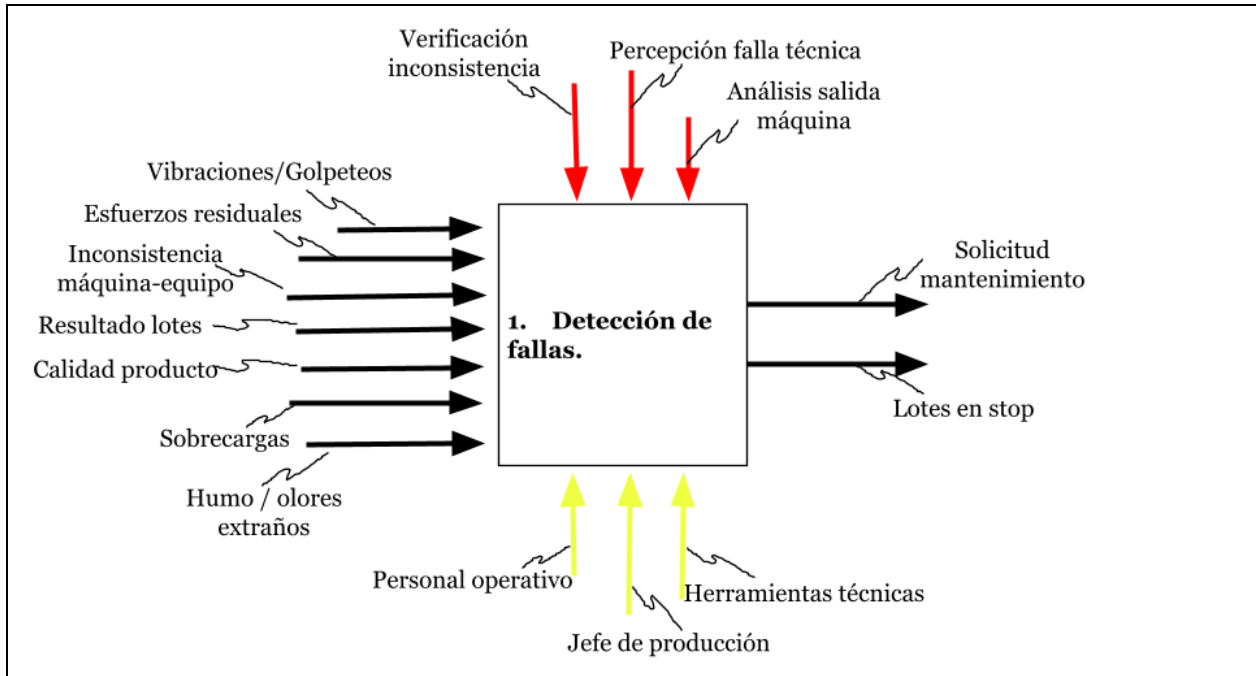


Figura 8: Modelo IDEF0 actual del procedimiento detección de fallas
Fuente. Realización propia, Mayo 2022.

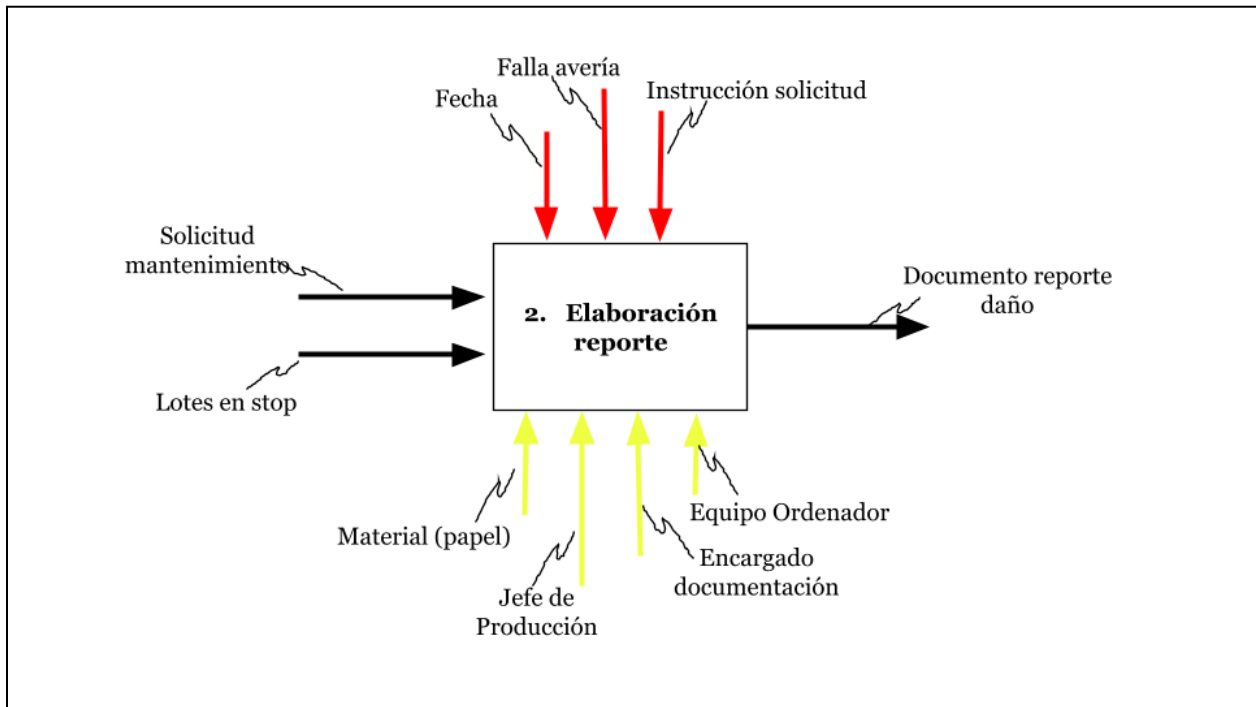


Figura 9: Modelo IDEF0 actual del procedimiento elaboración reporte
Fuente. Realización propia, Mayo 2022.

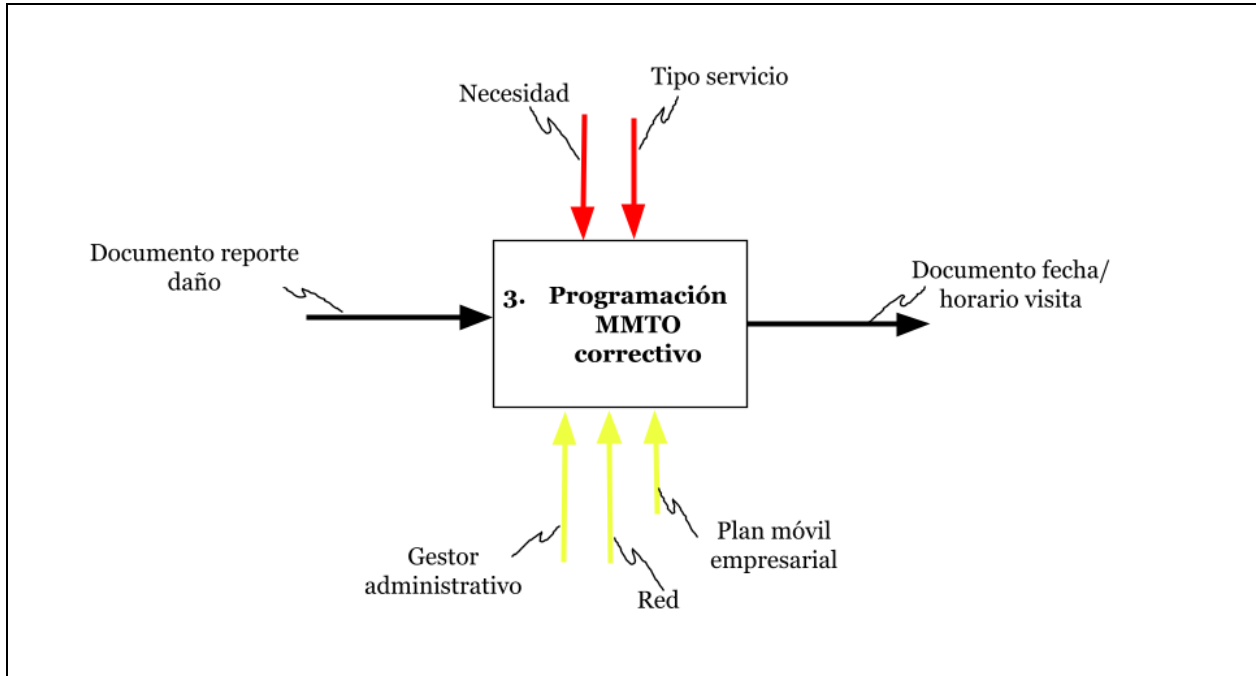


Figura 10: Modelo IDEF0 actual del procedimiento programación mmt. correctivo
Fuente. Realización propia, Mayo 2022.

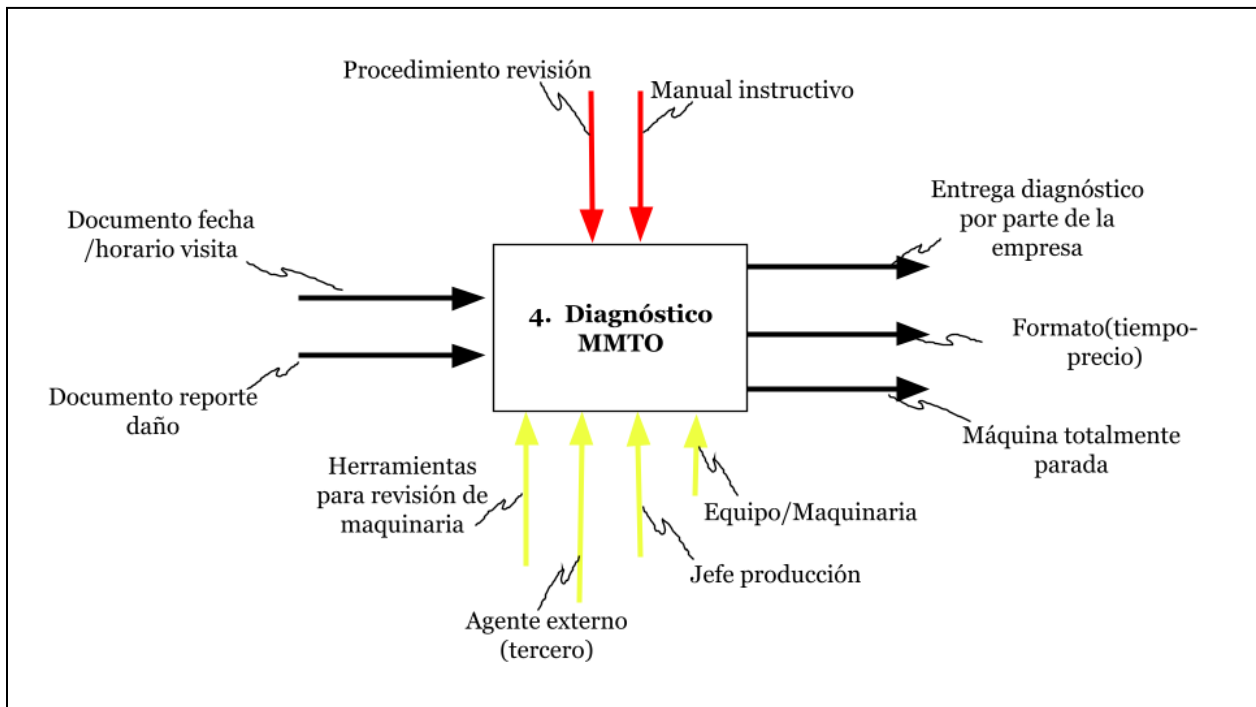


Figura 11: Modelo IDEF0 actual del procedimiento diagnóstico mantenimiento
Fuente. Realización propia, Mayo 2022.

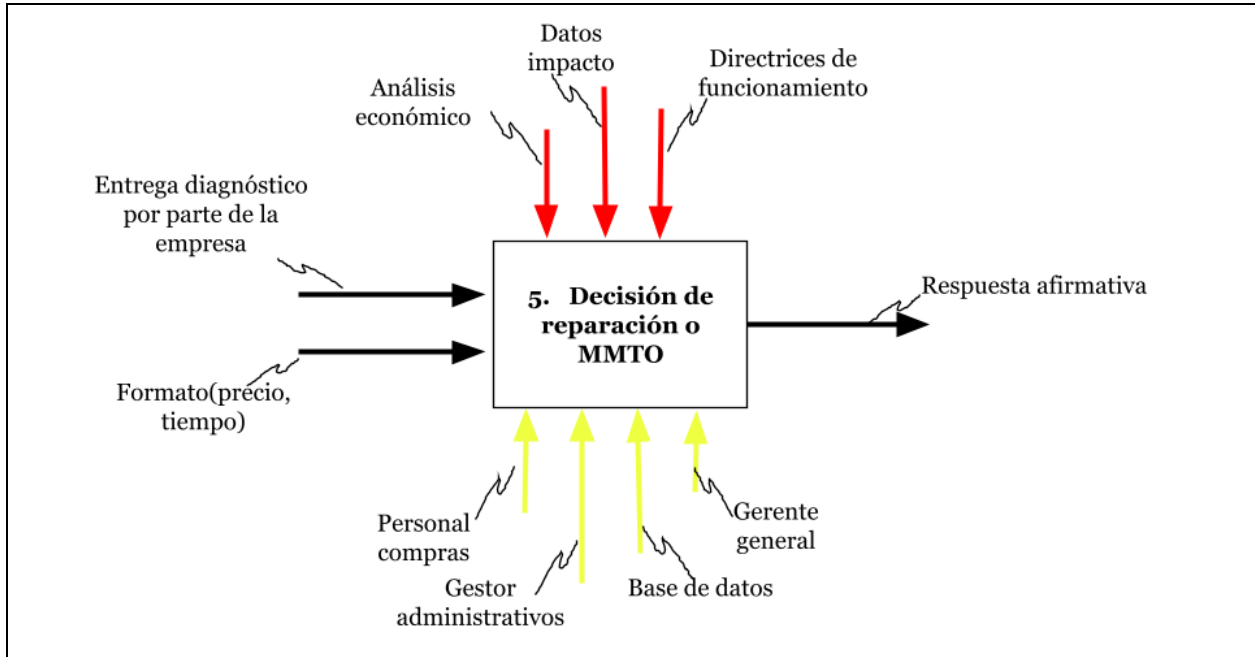


Figura 12: Modelo IDEF0 actual del procedimiento decisión de reparación o mmto.
Fuente. Realización propia, Mayo 2022.

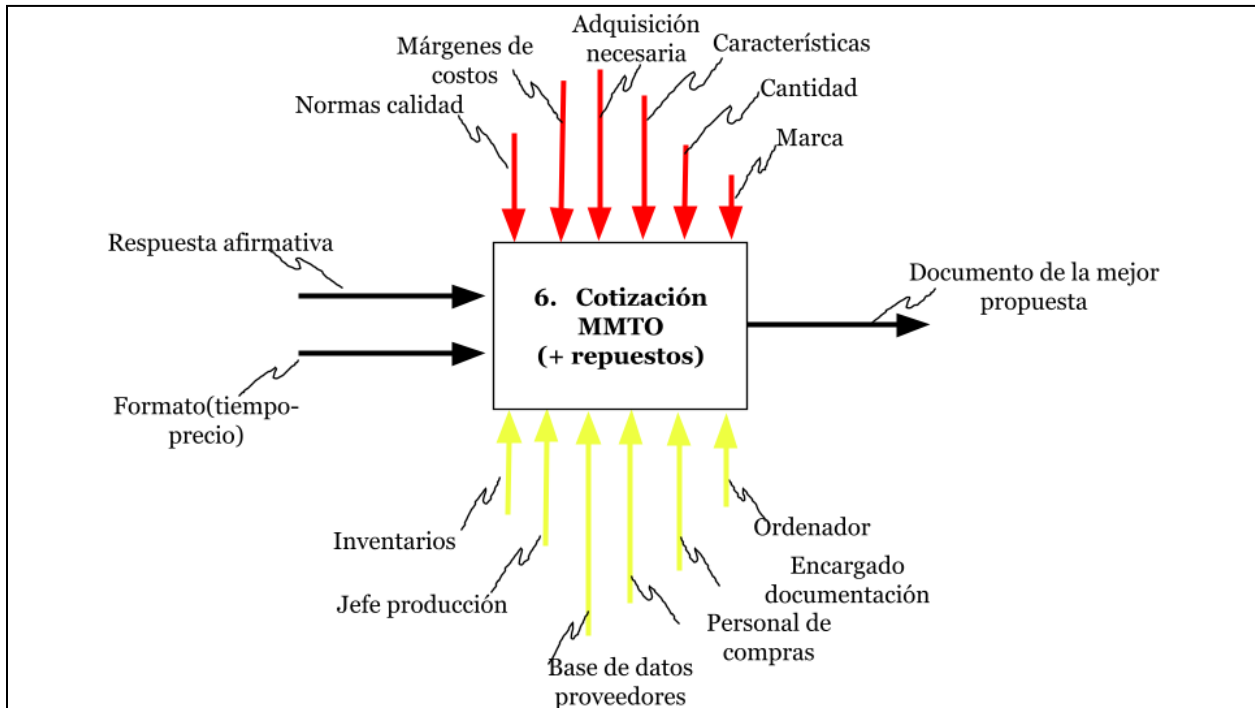


Figura 13: Modelo IDEF0 actual del procedimiento cotización mantenimiento
Fuente. Realización propia, Mayo 2022.

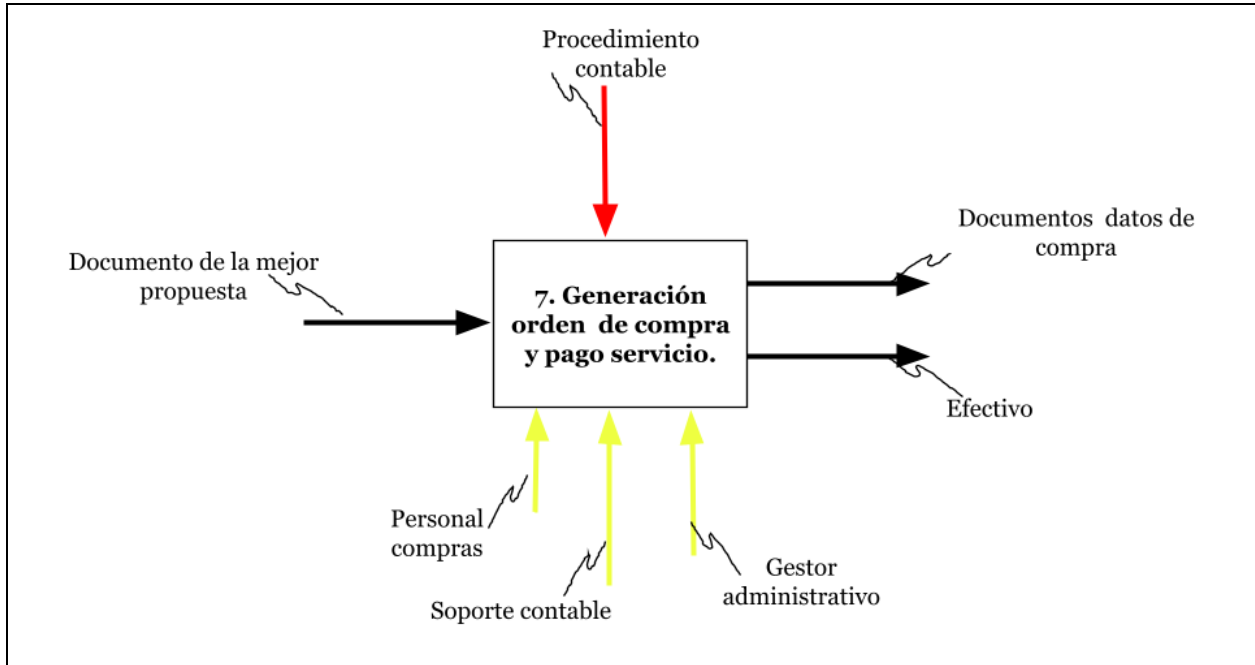


Figura 14: Modelo IDEF0 actual del procedimiento generación orden de compra
Fuente. Realización propia, Mayo 2022.

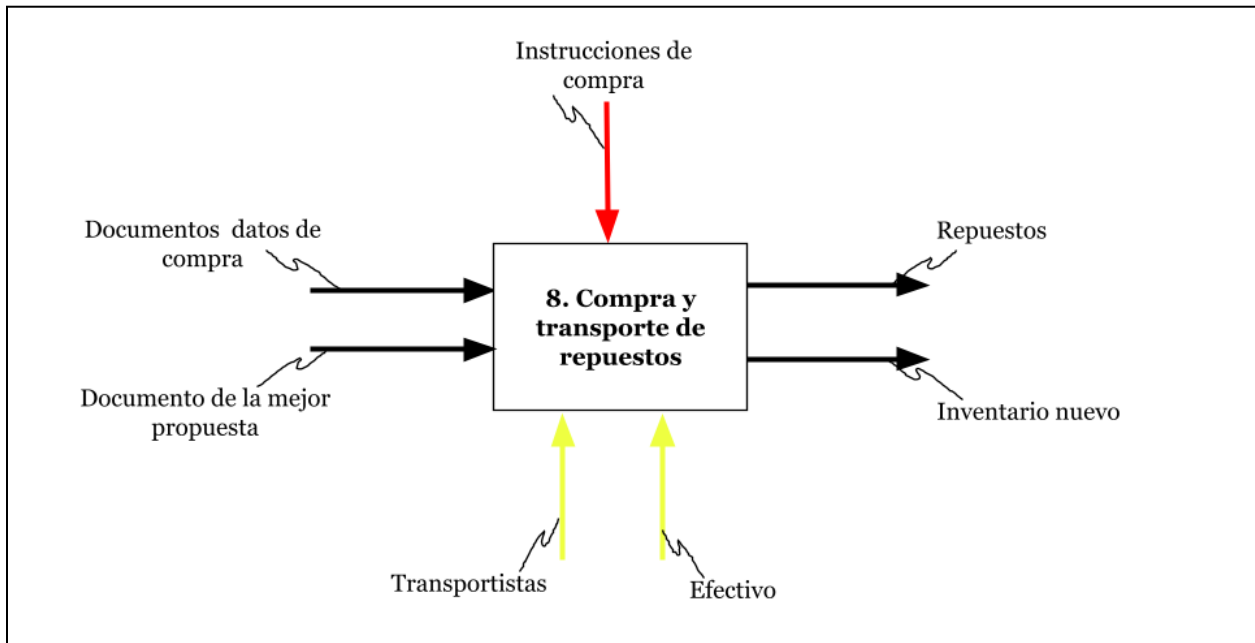


Figura 15: Modelo IDEF0 actual del procedimiento compra y transporte de repuestos
Fuente. Realización propia, Mayo 2022.

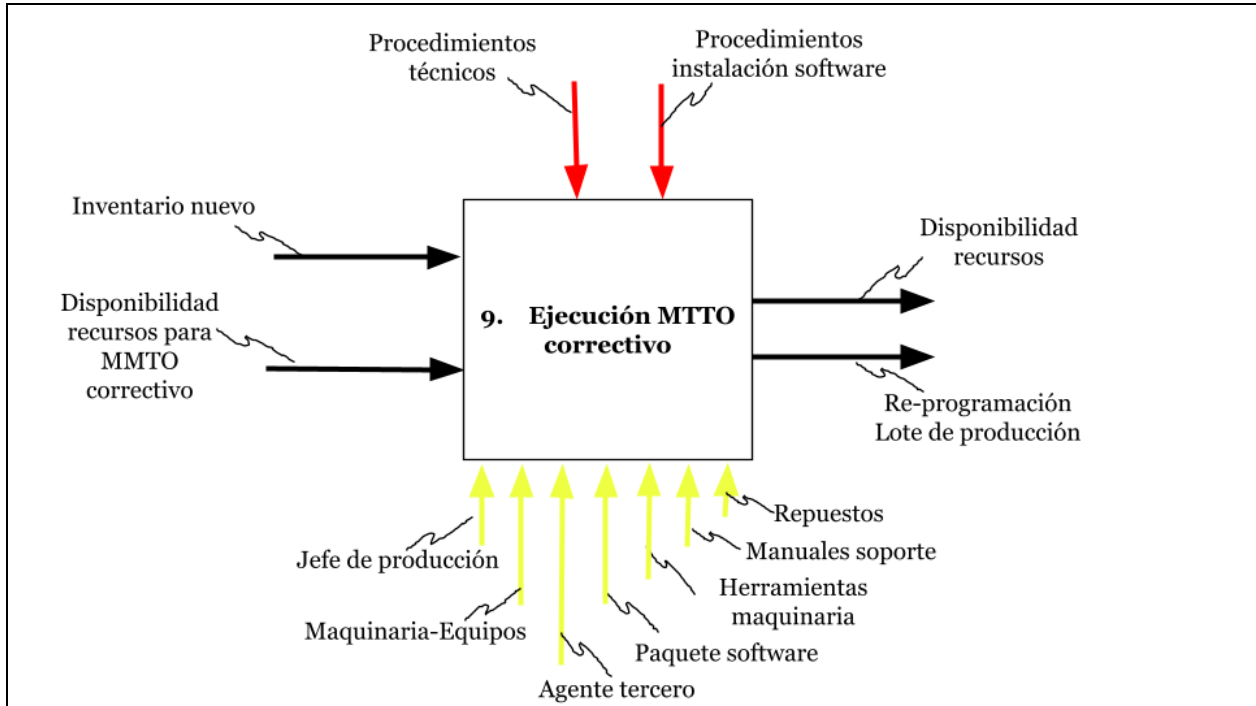


Figura 16: Modelo IDEF0 actual del procedimiento ejecución mmtto. correctivo
Fuente. Realización propia, Mayo 2022.

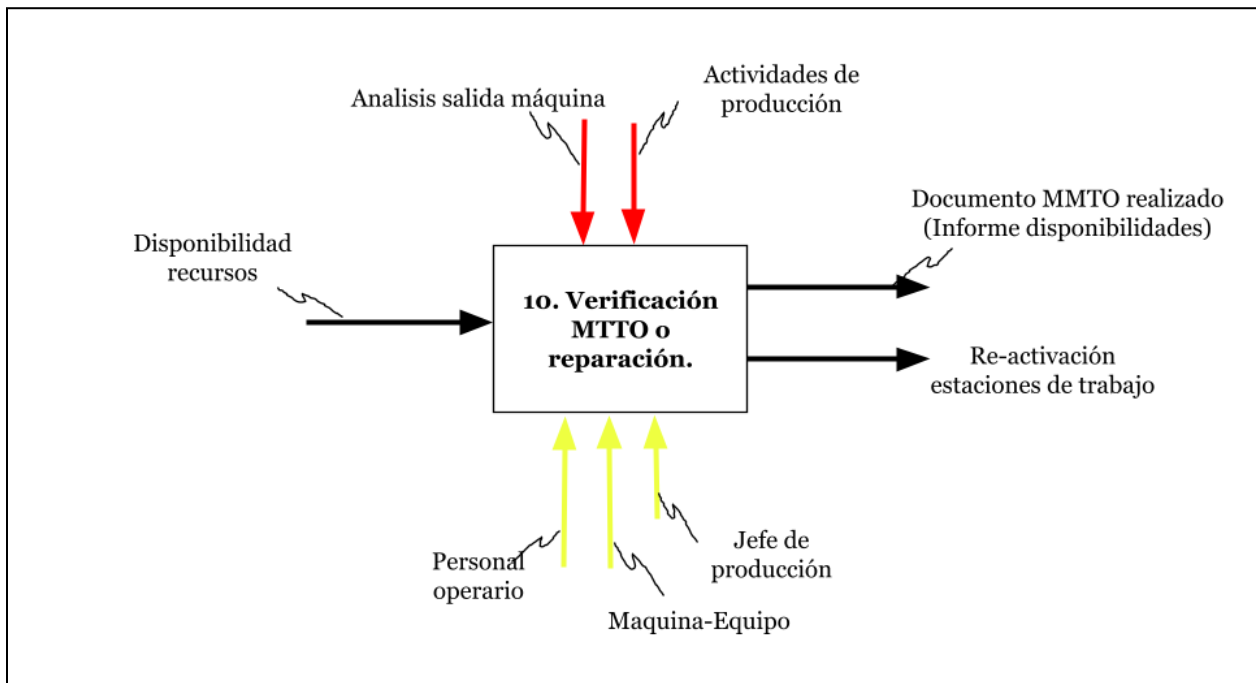













Figura 17: Modelo IDEF0 actual del procedimiento verificación mmtto. o reparación
Fuente. Realización propia, Mayo 2022.

5.4. Modelado dinámico

5.4.1. Definición BPMN

BPMN 2.0 Business Process Modeling Notation, es un estándar desarrollado por Business Process Management Initiative (BPMI). Y a inicios del 2014 se convirtió en un estándar internacional “ISO 19510” BPMN es una notación clara y amigable esto debido tanto a los elementos como la secuencia ya que esta siempre va de izquierda a derecha. Permitiendo seguir el flujo del proceso tal cual se lleva siempre hacia adelante. “En BPMN los procesos de negocio involucran la captura de una secuencia ordenada de actividades e información de apoyo. Modelar un proceso de negocio implica representar como una empresa realiza sus objetivos centrales” (Hitpass, 2012)

5.4.1.1. Principales elementos de BPMN

Elemento		Notación Gráfica		Elemento	Notación Gráfica
Objetos de flujo	Evento		Artefactos	Objetos de datos	
	Actividad			Grupos	
	Entrada (Decisión)			Anotación de texto	
Objetos de conexión	Flujo de secuencia		Swimlanes	Pool	
	Flujo de mensaje			Carriles	
	Asociación				

Cuadro 7: Elementos principales de BPMN

Fuente. (Granados Hondares & erreira Lorenzo, 2019).

Objetos de flujo

- **Evento:** Son situaciones que ocurren durante el proceso, que pueden ser de inicio, intermedio o final (cerrando el proceso), y que afectan directamente el flujo. Entre los eventos, tenemos eventos simples, de mensaje, de señal, de conexión, temporales y de error. Están representados por círculos.
- **Actividad:** Estas son las tareas o trabajos a realizar dentro del proceso. Se pueden subdividir para poder desglosar el proceso al máximo, lo que facilita su visualización de

un extremo a otro, están representados por rectángulos y pueden ser de diferentes tipos: actividad humana, actividad genérica, tarea de ejecución de script, tarea de invocación de servicio o subproceso.

- **Entrada(Desición):** Se utilizan para controlar la secuencia de flujo, determinando los puntos de desviación que debe seguir el proceso. Pueden dividir el flujo en varios o unificarlos. Están representados por un diamante.

Objetos de conexión

Como su nombre lo indica, los objetos de conexión indican la secuencia del proceso, conectando un objeto de flujo a otro. También se dividen en tres tipos:

- **Flujo normal:** muestra el orden en que se realizarán las actividades. Está representado por una flecha continua (línea continua).
- **Flujo condicional:** utilizado en salidas de desviaciones. Tiene una condición, que define si se seguirá o no. Está representado por una flecha con un círculo / diamante en el punto de inicio.
- **Flujo estándar:** utilizado en salidas de desviaciones. Se sigue si y sólo si todos los demás flujos condicionales no son válidos. Representado por una flecha con un corte al principio.

Artefactos

Los artefactos se utilizan para recopilar información importante para llevar a cabo el flujo del proceso. Son ellos:

- **Anotaciones:** se utilizan para explicar o proporcionar información adicional sobre una actividad.
- **Grupo:** se utiliza para agrupar visualmente un conjunto de elementos. Está representado por un cuadro de línea punteada.

Swimlanes

Las swimlanes, de hecho, visualmente se asemejan a piscinas con carriles. Las piscinas (pool) son representaciones de los procesos o de la propia organización. Si dos entidades empresariales no están físicamente en el mismo lugar dentro del diagrama, se representan en dos piscinas diferentes. Los carriles, a su vez, son las subdivisiones horizontales o verticales de cada grupo y se utilizan para organizar actividades en funciones o roles. Los departamentos de la empresa, por ejemplo, se pueden colocar en diferentes carriles. Esto ayuda a comprender quién es responsable de esa parte del proceso.

5.4.2. Modelado dinámico del proceso actual de mantenimiento

A partir del modelo de cadena del valor obtenido anteriormente y el resto de la información proporcionada por las fuentes de información, se establecen los modelos dinámicos BPMN para el proceso de mantenimiento realizado en la planta de producción para sus activos físicos, esto nos permitirá tener una representación eficiente de dicho proceso y de manera gráfica al igual que hicimos con IDEF0 que se enfoca en la estructura de cada procedimiento u actividad en relación a los otros, de forma más visual, en este caso se asimila pero está diseñada para representar la secuencia de procedimientos y actividades que conforman el proceso y los mensajes que fluyen entre los participantes y cada una de las actividades.

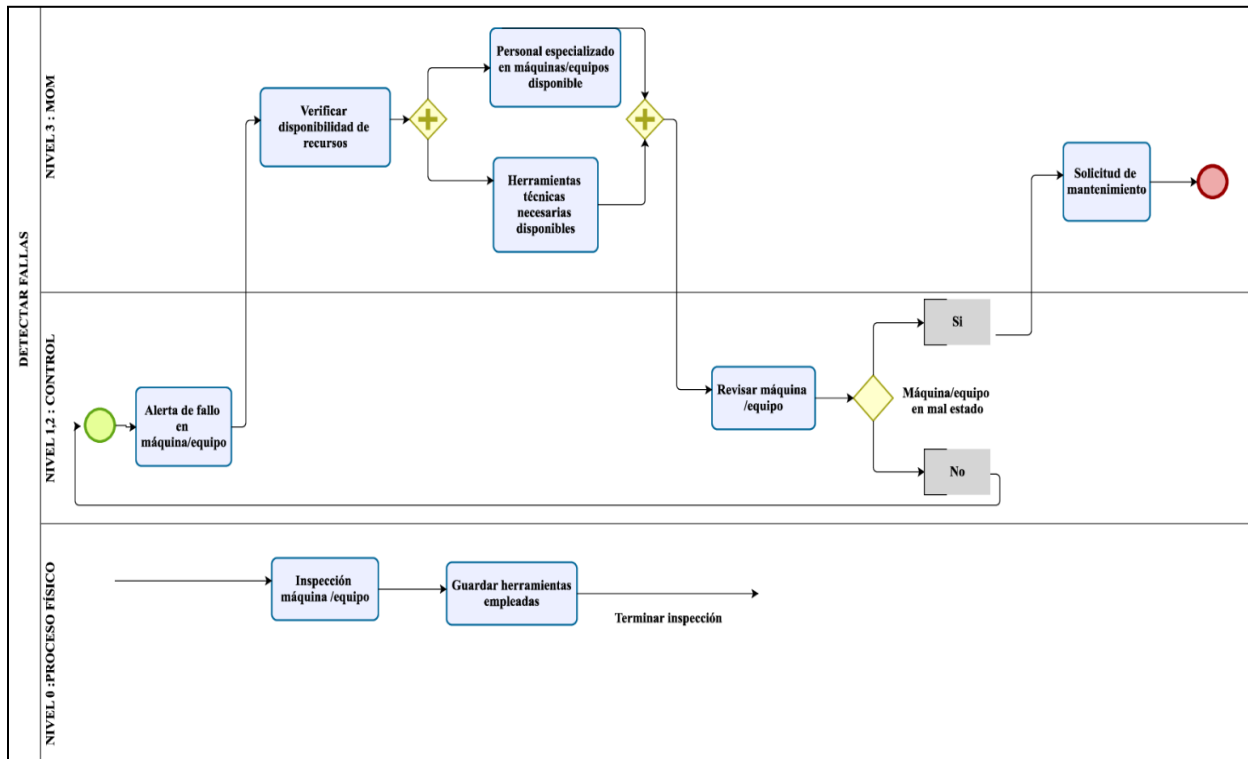


Figura 18: Modelo BPMN actual del procedimiento detección de fallas
Fuente. Realización propia, Mayo 2022.

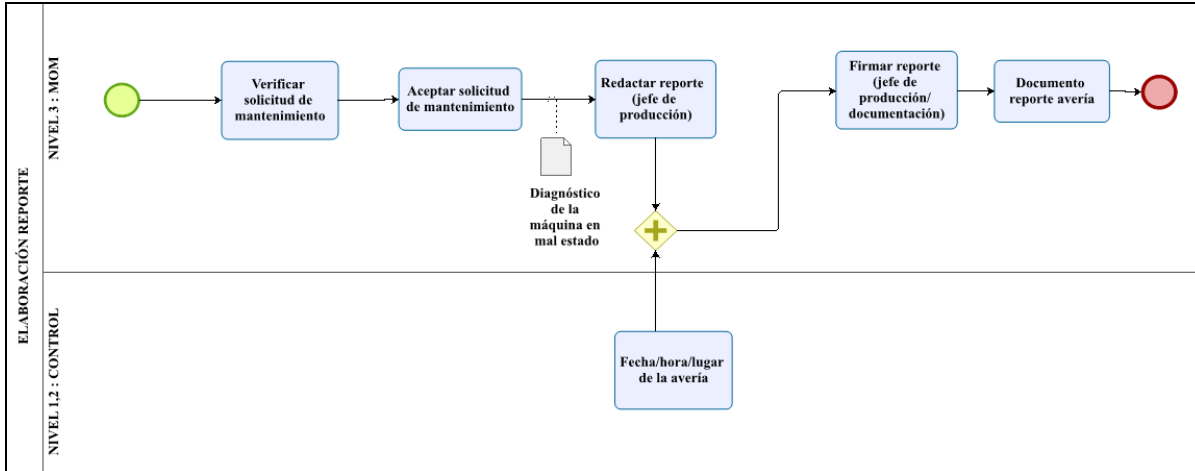


Figura 19: Modelo BPMN actual del procedimiento elaboración reporte
Fuente. Realización propia, Mayo 2022.

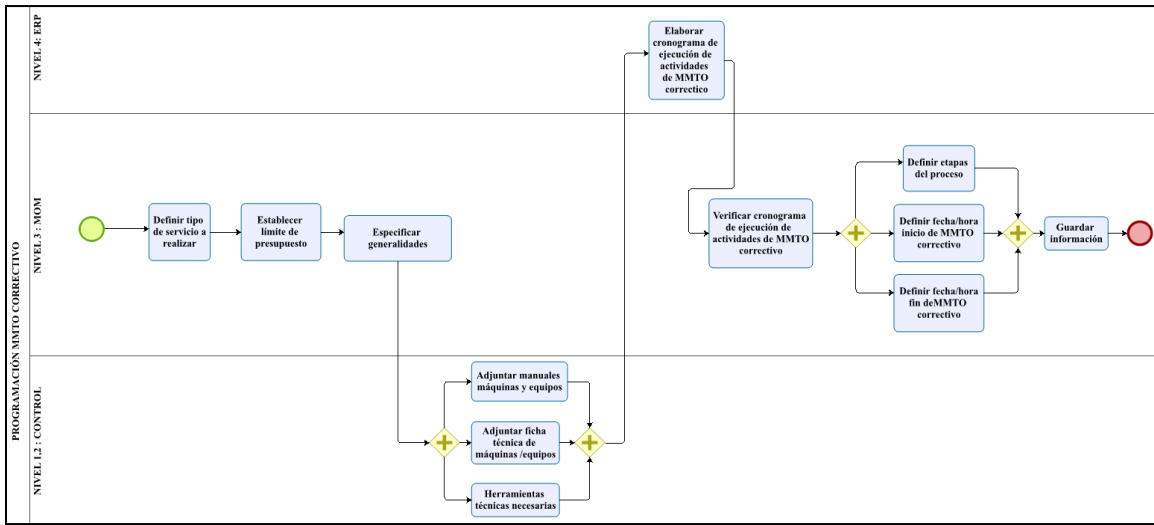


Figura 20: Modelo BPMN actual del procedimiento programación mmto. correctivo
Fuente. Realización propia, Mayo 2022.

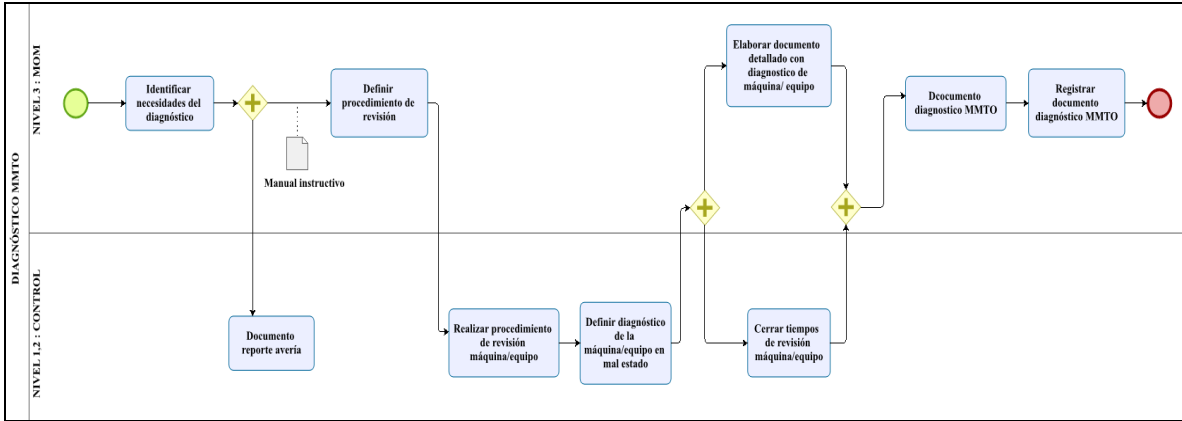


Figura 21: Modelo BPMN actual del procedimiento diagnóstico mantenimiento
Fuente. Realización propia, Mayo 2022.

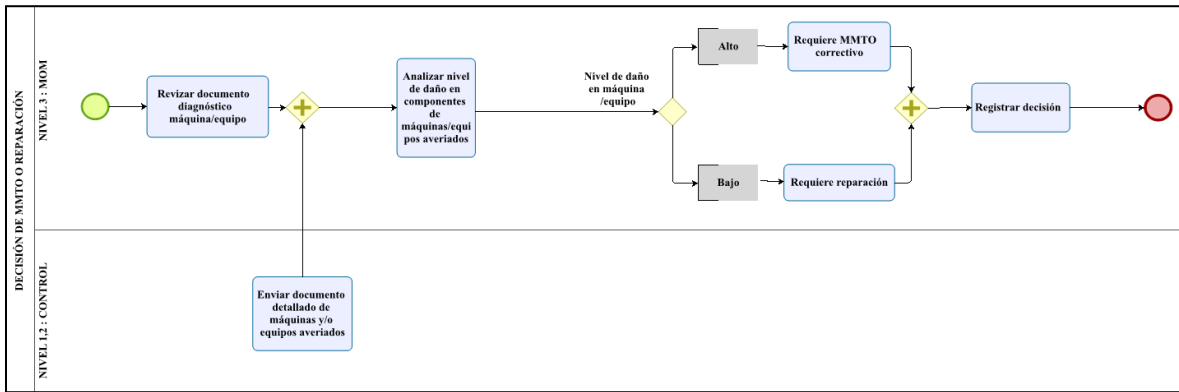


Figura 22: Modelo BPMN actual del procedimiento decisión de mmt. o reparación
Fuente. Realización propia, Mayo 2022.

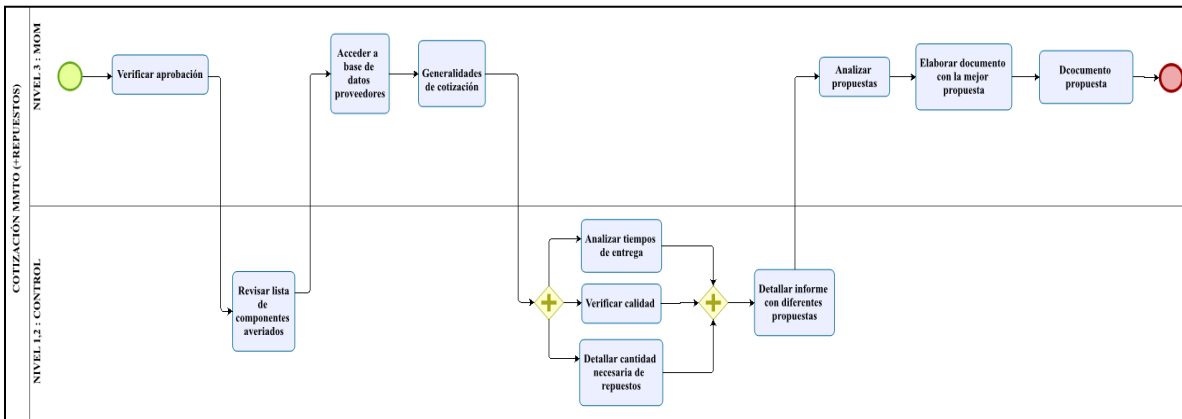


Figura 23: Modelo BPMN actual del procedimiento cotización de mantenimiento
Fuente. Realización propia, Mayo 2022.

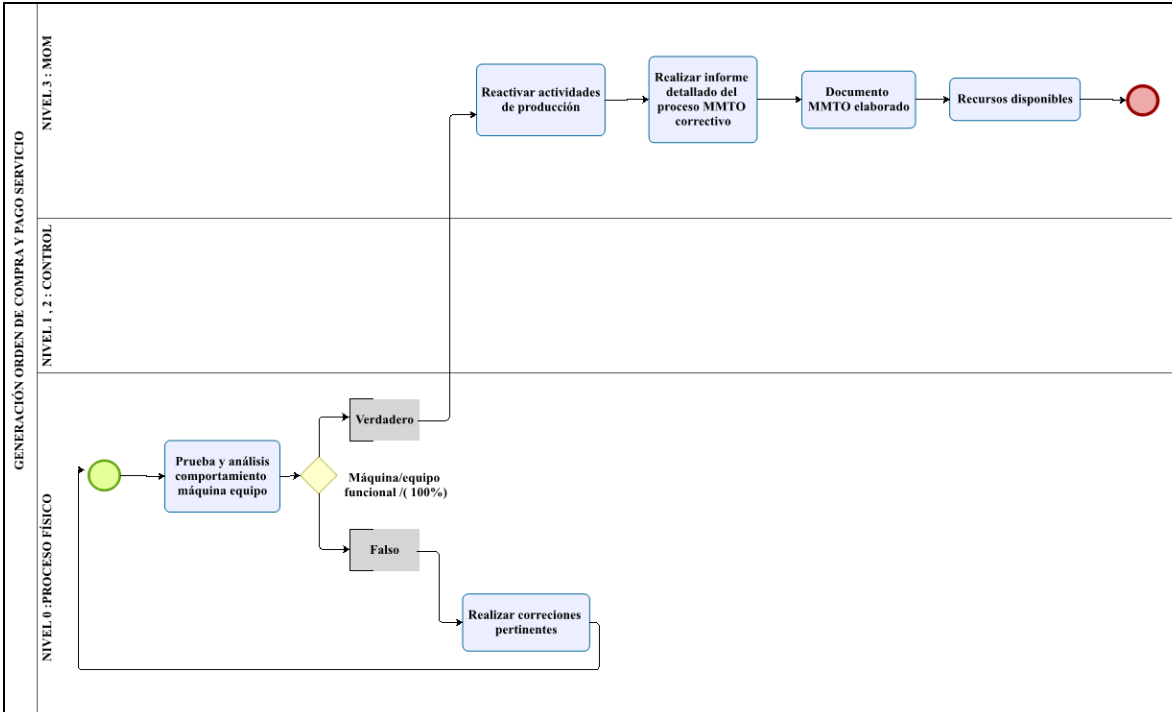


Figura 24: Modelo BPMN actual del procedimiento generación orden de compra
Fuente. Realización propia, Mayo 2022.

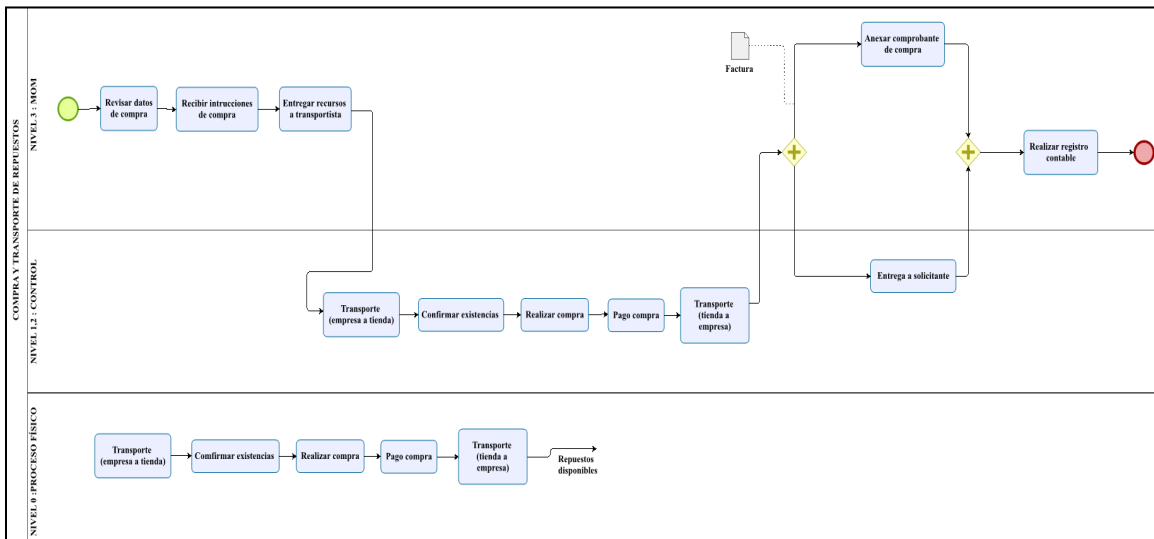


Figura 25: Modelo BPMN actual del procedimiento compra y transporte de repuestos
Fuente. Realización propia, Mayo 2022.

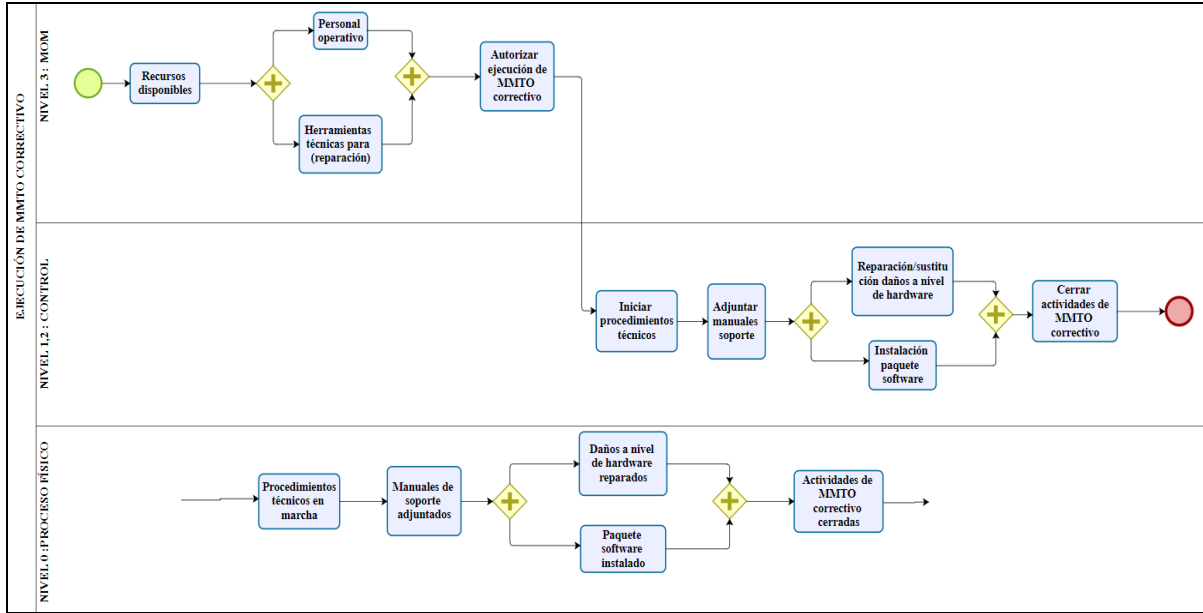


Figura 26: Modelo BPMN actual del procedimiento ejecución de mmtó. correctivo
Fuente. Realización propia, Mayo 2022.

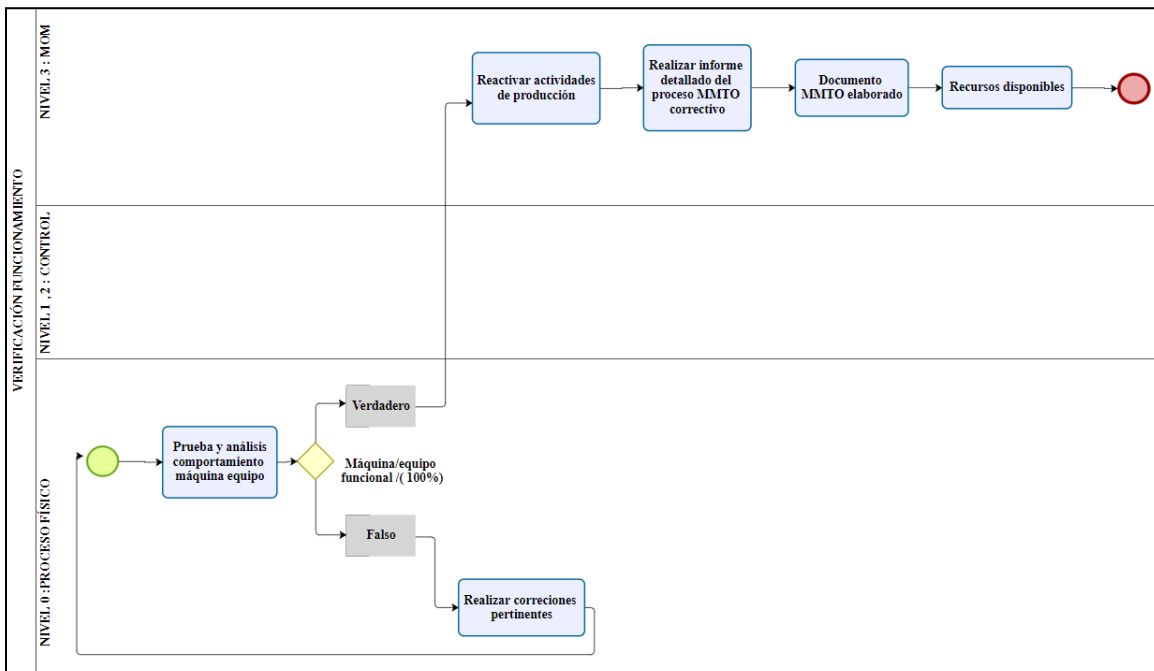


Figura 27: Modelo BPMN actual del procedimiento verificación funcionamiento
Fuente. Realización propia, Mayo 2022.

5.5. Análisis y estudio de la NTC ISO 9001:2015 y el estándar ISA 95 para una estrategia de mantenimiento preventivo como SGC

Con el objetivo de dar cumplimiento a lo mencionado en capítulos anteriores, se presenta el análisis y estudio de la norma ISO 9001:2015 en conjunto con el estándar ISA 95, especialmente los componentes que aportan y se relacionan directamente o que tienen cierto grado de coherencia con la planificación de un mantenimiento preventivo de determinada maquinaria y equipamiento, esto con el fin de establecer los elementos que se usarán tanto de la norma como del estándar para así poder determinar los requisitos que se deben ver claramente reflejados al final de la propuesta que se plantea para que la empresa logre ser elegible ante su acreditación.

Para entender de qué trata la norma, es apropiado aclarar el concepto de sistema de gestión y sistema de gestión de la calidad, ya que dicha norma se enfoca en ello, por lo cual cuando hablemos de la norma ISO 9001:2015, estaremos hablando de un sistema de gestión de la calidad pero bajo los requisitos de esta propia norma ISO 9001.

5.5.1. Sistema de gestión de la calidad

Un sistema de gestión es un conjunto de elementos relacionados entre sí orientados en una forma de trabajar basada en procesos, con una política de trabajo para alcanzar objetivos. Dichos elementos pueden ser recursos humanos, recursos económicos, infraestructura y equipos, conocimientos y experiencia, entre otros.



Figura 28: Sistema de gestión
Fuente. Elaboración basada en(Torres, 2019).

Por lo tanto un sistema de gestión puede tratar una sola disciplina o varias dependiendo de los recursos utilizados y los objetivos a alcanzar: sistema de gestión de calidad, sistema de gestión ambiental, sistema de gestión de seguridad de la Información, sistema de gestión de seguridad alimentaria, sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo.

Un sistema de gestión de calidad es un conjunto de elementos relacionados entre sí bajo procesos de trabajo orientados en alcanzar la calidad de un producto o servicio. Los elementos que componen un sistema de gestión de calidad pueden ser los mismos que para cualquier sistema de gestión pero todo ellos enfocados en la calidad del producto o del servicio con el que trabaje la organización(Torres, 2019).



Figura 29: Sistema de gestión de la calidad
Fuente. Elaboración basada en (Torres, 2019).

Ahora, cuando hablamos de la norma ISO 9001:2015 cómo un sistema de gestión de calidad, esta emplea el enfoque a procesos, que incorpora el pensamiento basado en riesgos y el ciclo PHVA, el cual permite a una organización asegurarse de que sus procesos cuenten con dichos recursos y que se gestionen adecuadamente, adicionalmente que las oportunidades de mejora se determinen y se actúe en consecuencia.

5.5.1.1. Ciclo planificar, hacer, verificar, actuar

La gestión de los procesos y el sistema en su conjunto puede alcanzarse utilizando el ciclo PHVA con un enfoque global de pensamiento basado en riesgo dirigido a aprovechar las oportunidades y prevenir resultados no deseados.

La aplicación del enfoque a procesos en un sistema de gestión de la calidad permite:

- La comprensión y la coherencia en el cumplimiento de los requisitos.
- La consideración de los procesos en términos de valor agregado.
- El logro del desempeño eficaz del proceso.
- La mejora de los procesos con base en la evaluación de los datos y la información.

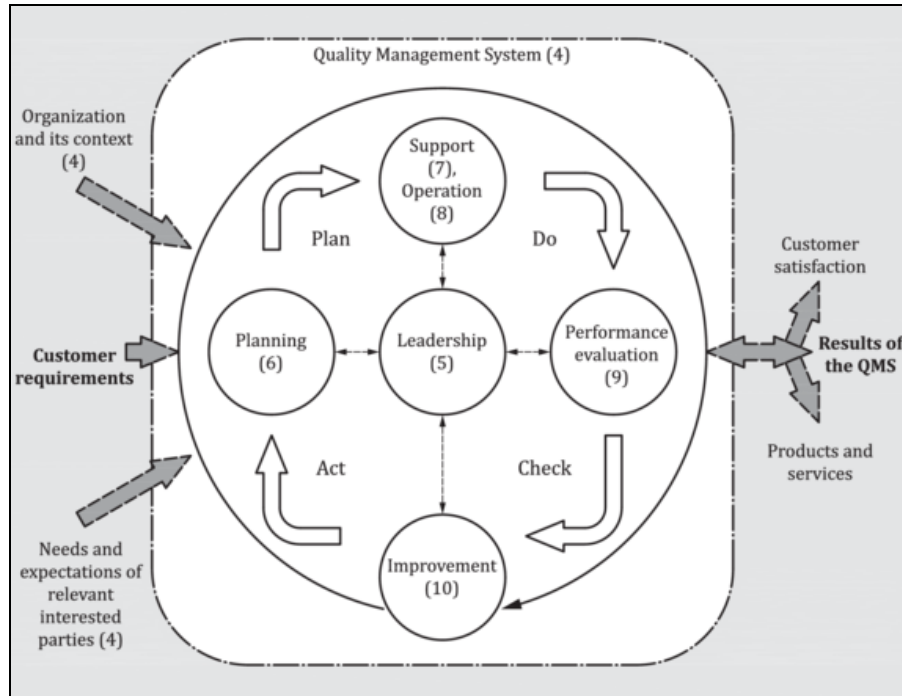


Figura 30: Ciclo PHVA en un sistema de gestión de la calidad
Fuente. (International Organization for Standardization, 2015).

El ciclo planificar, hacer, verificar y actuar (PHVA) puede describirse brevemente como sigue:

- **Planificar:** establecer los objetivos del sistema y sus procesos, y los recursos necesarios para generar y proporcionar resultados de acuerdo con los requisitos del cliente y las políticas de la organización, e identificar y abordar los riesgos y las oportunidades;
- **Hacer:** implementar lo planificado.
- **Verificar:** realizar el seguimiento y (cuando sea aplicable) la medición de los procesos y los productos y servicios resultantes respecto a las políticas, los objetivos, los requisitos y las actividades planificadas, e informar sobre los resultados.
- **Actuar:** tomar acciones para mejorar el desempeño, cuando sea necesario.

5.5.2. Lineamientos para el desarrollo de un plan de gestión de mantenimiento preventivo según la Norma ISO 9001:2015

Ahora bien, esta norma internacional promueve la adopción de un enfoque a procesos al desarrollar, implementar y mejorar la eficacia de un sistema de gestión de la calidad, para aumentar la satisfacción del cliente mediante el cumplimiento de los requisitos del cliente.

La comprensión y gestión de los procesos interrelacionados como un sistema contribuye a la eficacia y eficiencia de la organización en el logro de sus resultados previstos. Este enfoque permite a la organización controlar las interrelaciones e interdependencias entre los procesos del sistema, de modo que se pueda mejorar el desempeño global de la organización.

El enfoque a procesos implica la definición y gestión sistemática de los procesos y sus interacciones, con el fin de alcanzar los resultados previstos de acuerdo con la política de la calidad y la dirección estratégica de la organización.

Teniendo claro todo lo mencionado, y con el fin de evaluar el estado de la información que documentamos y modelamos de la empresa con respecto a sus procesos de mantenimiento, la norma sintetiza dicho principio y nos brinda unos lineamientos entre los cuales primero se deben establecer los requisitos enunciados en los capítulos del 4 al 10 de la norma NTC ISO 9001:2015. En el Cuadro número 8 se presenta la información documentada con la que el sistema de gestión de calidad(plan de gestión de mantenimiento preventivo)debe contar, para el proceso de mantenimiento de acuerdo a los capítulos de la norma, esto nos va permitir realizar la evaluación de lo que se tiene y lo que hace falta para dar cumplimiento a la norma.

Requisitos NTC ISO 9001:2015		Información documentada necesaria
4.	Contexto de la organización	
4.1	Compresión de la organización y su contexto	Identificación de requisitos de las partes interesadas, Alcance los procesos, mapa de procesos, interacción entre procesos.
4.2	Compresión de las necesidades y expectativas de las partes interesadas	
4.3	Determinación del alcance del sistema de gestión de la calidad	
4.4	Sistema de gestión de la calidad y sus procesos	

5	Liderazgo	
5.1	Liderazgo y Compromiso	Documentados los objetivos y política de calidad de la empresa. Definidos los perfiles de cargo, establecer roles y responsabilidades.
5.2	Política	
5.3	Roles, responsabilidades y autoridades en la organización	
6	Planificación	
6.1	Acciones para abordar riesgos y oportunidades	Plan del proceso de mantenimiento para el cumplimiento de los objetivos de calidad, identificación de riesgos y oportunidades.
6.2	Objetivos de la calidad y planificación para lograrlos	
6.3	Planificación de los cambios	
7	Apoyo	
7.1	Recursos	Registros de calibración de equipos. Registros de actualización y mantenimiento de software utilizado. Perfiles de cargo con las responsabilidades definidas, certificaciones laborales, registro de logros alcanzados.
7.2	Competencia	
7.3	Toma de conciencia	
7.4	Comunicación	
7.5	Información documentada	
8	Operación	
8.1	Planificación y control operacional	Contratos y cotizaciones de los clientes, fichas técnicas de repuestos, información de control de cambios realizados a las cotizaciones, cronogramas de actividades de los proyectos de mantenimiento, resultado de revisiones, planos aprobados, procedimientos de mantenimiento de máquinas, registros de liberación de repuestos, registro de no conformidades.
8.2	Requisitos para los productos y servicios	
8.3	Diseño y desarrollo de los productos	
8.4	Control de los procesos, productos y servicios suministrados externamente	
8.5	Producción y provisión del servicio	
8.6	Liberación de los productos y servicios	
8.7	Control de las salidas no conformes	
9	Evaluación de desempeño	

9.1	Seguimiento, medición, análisis y evaluación	Encuestas de satisfacción, informes de auditoría, indicadores del proceso. evaluaciones de desempeño de personal.
9.2	Auditoría interna	
9.3	Revisión por la dirección	
10	Mejora continua	
10.1	Generalidades	Formato de respuesta a no conformidades.
10.2	No conformidad y acción correctiva	
10.3	Mejora continua	

Cuadro 8: Requisitos NTC ISO 9001:2015
Fuente. Elaboración propia basada en(ISO 9001:2015).

Una vez identificada la información documentada en que según la norma NTC ISO 9001:2015 debe estar presente en el sistema de gestión(plan de gestión de procesos de mantenimiento), se procede identificar cuales numerales son aplicables dentro del proceso de gestión del mantenimiento de la empresa. En el siguiente cuadro se presenta la información documentada con la que el proceso de mantenimiento debe cumplir de acuerdo con la aplicabilidad de los requisitos de los capítulos de la norma NTC ISO 9001:2015.

Capítulo		Aplica	Sobresaliente	Aceptable	Inaceptable
4.	Contexto de la organización				
4.1	Compresión de la organización y su contexto	Si		X	
4.2	Compresión de las necesidades y expectativas de las partes interesadas	Si		X	
4.3	Determinación del alcance del sistema de gestión de la calidad	Si			X
4.4	Sistema de gestión de la calidad y sus procesos	Si			X
5	Liderazgo				
5.1	Liderazgo y Compromiso	Si		X	
5.2	Política	Si		X	

5.3	Roles, responsabilidades y autoridades en la organización	Si			X
6	Planificación				
6.1	Acciones para abordar riesgos y oportunidades	Si			X
6.2	Objetivos de la calidad y planificación para lograrlos	Si			X
6.3	Planificación de los cambios	Si			X
7	Apoyo				
7.1	Recursos	Si		X	
7.2	Competencia	Si	X		
7.3	Toma de conciencia	Si	X		
7.4	Comunicación	Si		X	
7.5	Información documentada	Si			X
8	Operación				
8.1	Planificación y control operacional	Si			X
8.2	Requisitos para los productos y servicios	Si		X	
8.3	Diseño y desarrollo de los productos	Si		X	
8.4	Control de los procesos, productos y servicios suministrados externamente	Si			X
8.5	Producción y provisión del servicio	Si		X	
8.6	Liberación de los productos y servicios	Si		X	
8.7	Control de las salidas no conformes	Si			X
9	Evaluación y desempeño				
9.1	Seguimiento, medición, análisis y evaluación	Si			X
9.2	Auditoria interna	Si			X

9.3	Revisión por la dirección	Si	X		
10	No conformidad y acción correctiva				
10.1	Generalidades	Si		X	
10.2	No conformidad y acción correctiva	Si			X
10.3	Mejora continua	Si			X

Cuadro 9: Comparativa de cumplimiento de requisitos NTC ISO 9001:2015

Fuente. Elaboración propia, Junio 2022.

NORMATIVA	GRADO DE CUMPLIMIENTO	CANTIDAD	PORCENTAJE (%)
ISO 9001: 2015	Sobresaliente	3	10.7%
	Aceptable	11	39.3%
	Deficiente	14	50%
	Total tareas	28	100

Cuadro 10: Grado porcentual de cumplimiento de los requisitos de la NTC 9001:2015

Fuente. Elaboración propia, Junio 2022.

Dada la pequeña auditoría interna que se realizó y que se encuentra basada en la normativa ISO 9001:2015, se llegó a la conclusión de que hay una deficiencia clara(50%) en cuanto a gestión de calidad para los procesos de mantenimiento en la empresa, no hay un desarrollo ni una planificación óptima de sus actividades para ver reflejado en sus procesos un mejoramiento continuo y mucho menos se cuenta con la información documentada de todo ello, pero dentro de todo esto se pueden rescatar algunos puntos a nivel de objetivos a futuro como empresa y la aceptable ejecución de procedimientos correctivos que aún así, no son los más apropiados como se ha podido notar.

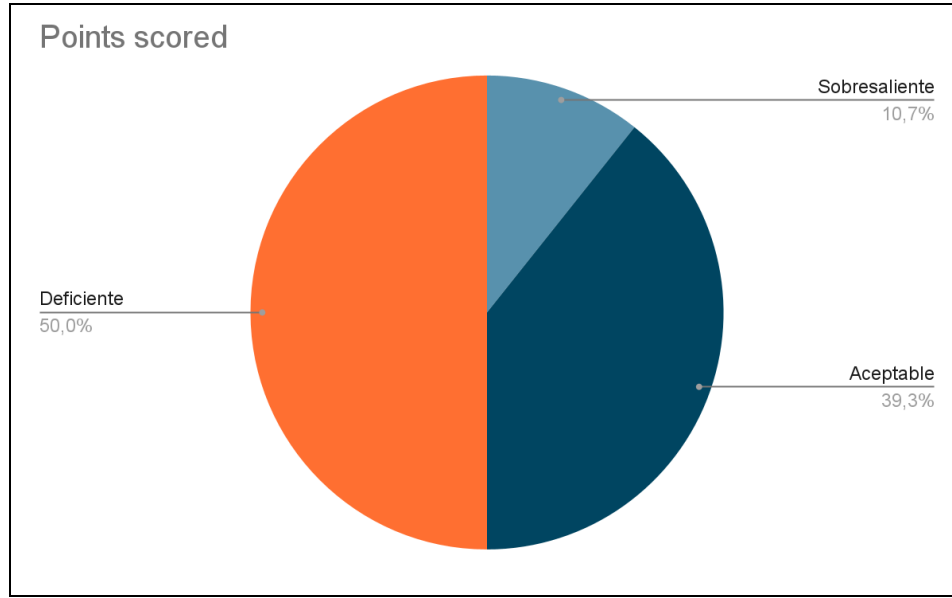


Figura 31: Diagrama de pastel para el grado porcentual acumulado de cumplimiento frente a los requisitos de NTC 9001:2015
Fuente. Realización propia, Mayo 2022.

5.5.3. Modelos y herramientas necesarias para un plan de gestión de mantenimiento preventivo según el estándar ISA 95

El estándar ISA 95 o Integración de los Sistemas de Control Empresarial, se presenta como una serie de herramientas que abordan la integración del dominio empresarial con el dominio de fabricación y control, comunicando tanto el nivel 3 y 4 de la pirámide de automatización. Al realizar una integración empresarial fácil y confiable a través de una estandarización en la gestión de flujos de información, logrando flexibilidad, independencia entre aplicaciones y reducción de costos (Bernhard, 2011).

ISA-95 incluye modelos y terminología que se pueden usar para determinar qué información debe intercambiarse entre diferentes funciones comerciales; compras, ventas, finanzas, logística y marketing, y operaciones de gestión de producción; producción, inventarios, mantenimiento y calidad. A través de los diferentes niveles de jerarquía, permite una integración de la Operación de Manufactura con la Planeación de Negocios y Logística.

Las partes que conforman el estándar ISA 95, se encuentran las partes; 1, 2 y 5, Modelos de intercambio de información entre los sistemas de negocio y los sistemas de manufactura; La parte 3, Modelo de actividades en las operaciones de manufactura; y finalmente las parte 4 y 6, Modelo de intercambio de información entre sistemas de operación de manufactura (Emerson & Kawamura, 2007).

El estándar ISA-95 contiene modelos y terminologías que se pueden usar para analizar los sistemas de producción deseados, compartiendo información estandarizada necesaria para la toma de decisiones, facilitando la integración entre los diversos procesos del conjunto llamado sistema de producción. Entre los mencionados modelos están; el modelo de objetos, el modelo funcional de flujo de datos y, el modelo de actividades de administración de operaciones de manufactura. Utilizados como mecanismos capaces de definir e identificar flujos de información dentro del sistema de producción determinando toma de decisiones, acciones de mejora y roles de ejecución (Scholten, 2007).

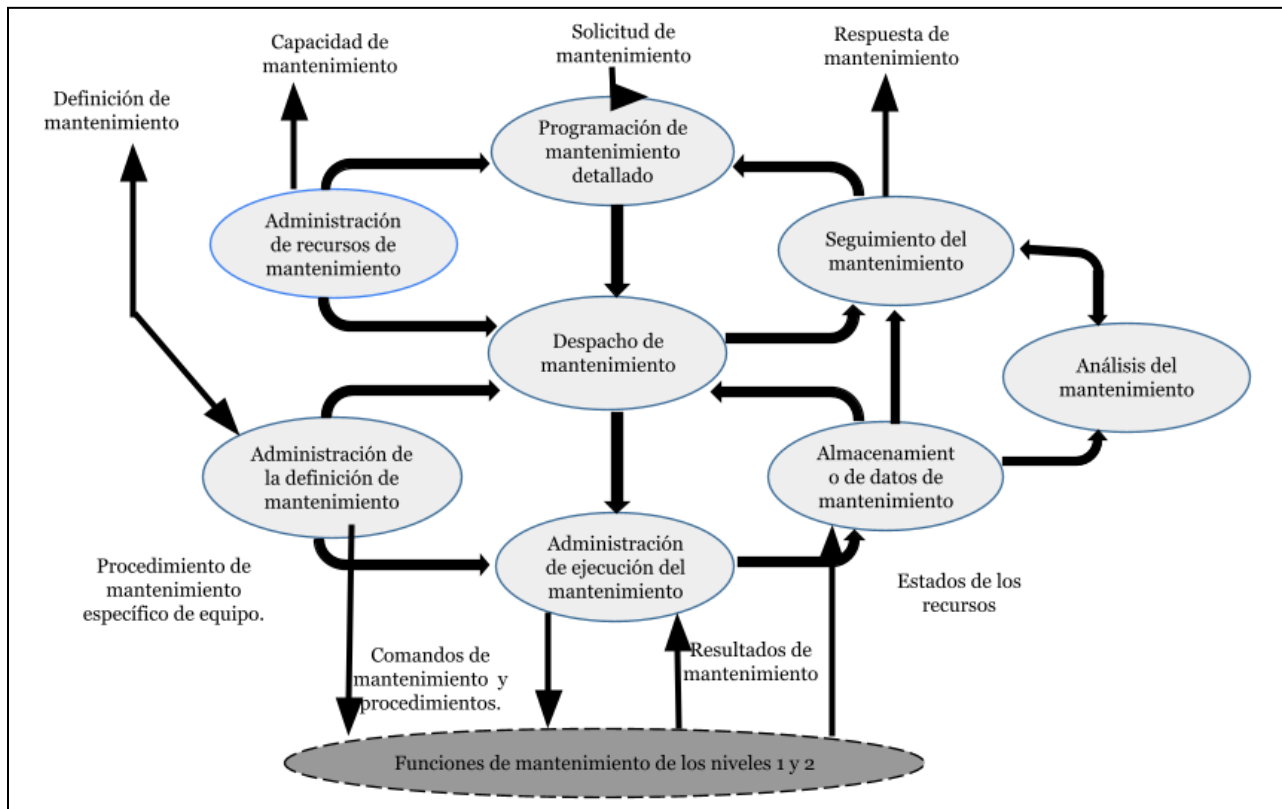


Figura 32: Actividades de nivel 3 “Administración de operaciones mantenimiento”

Fuente. Realización propia basada en (Amaury Rojas, 87).

El modelo de actividades de tercer nivel permite identificar las actividades relevantes que deben ser realizadas por el sistema MES (o sistema de gestión como ISO 9001), así como especificar los posibles flujos de información que deben existir entre estas actividades para cumplir el objetivo de mantenimiento.

Por lo tanto, el modelo de actividades de la administración de operaciones de mantenimiento define un ciclo general de solicitud-respuesta que inicia con solicitudes de mantenimiento, las convierte en un programa detallado, despacha trabajo acorde al programa detallado, dirige la ejecución del trabajo, almacena datos y finalmente convierte los datos almacenados nuevamente

en respuestas; todo esto soportado con el análisis del trabajo desempeñado para mejoras o correcciones, la administración de los recursos usados en ejecución del trabajo desempeñado y la administración de las definiciones del trabajo desempeñado(Amaury Rojas, 87).

Con esto claro podemos relacionar lo que sería cada capítulo o requisito exigido por la normativa ISO 9011:2015 en contraste con lo que ISA 95 nos indica sobre como ejecutar las actividades de administración de operaciones de mantenimiento y de cómo se relacionan entre sí todos los flujos de información que surgen en el proceso.

5.5.4. Correlación procedimental entre la normativa ISO 9001:2015 y el estándar ISA 95

Capítulo		Relación con ISA 95
4.	Contexto de la organización	
4.1	Compresión de la organización y su contexto	Por medio de este estándar se permite identificar conforme a requerimientos del entorno productivo para asegurar compatibilidad con terceros, mediante el manejo estructurado del flujo y procesos de información, desarrollados teóricamente e implementados con o sin estándares de integración empresarial. Se relaciona directamente con el modelo de personal, ya que este proporciona información del personal de la organización; definiendo sus competencias y habilidades específicas, de igual manera, este modelo es útil a la hora de identificar quién es la persona idónea la cual permita conocer a qué requisitos legales se suscribe su proceso de producción.
4.2	Compresión de las necesidades y expectativas de las partes interesadas	
4.3	Determinación del alcance del sistema de gestión de la calidad	
4.4	Sistema de gestión de la calidad y sus procesos	
5	Liderazgo	
5.1	Liderazgo y Compromiso	El presente estándar agrupa terminología y modelos capaces de brindar información de calidad, entendiendo por calidad, la veracidad, fiabilidad, precisión, puntualidad y pertinencia de la información final que necesita una empresa para la toma de decisiones (asignación de recursos, acciones de mejora o corrección, integración de sistemas).
5.2	Política	
5.3	Roles, responsabilidades y autoridades en la organización	

6	Planificación	
6.1	Acciones para abordar riesgos y oportunidades	El estándar cuenta con una relación con la norma en el requisito de planificación mediante el modelo de actividades de producción y el modelo de actividad de la administración de operaciones de mantenimiento.
6.2	Objetivos de la calidad y planificación para lograrlos	
6.3	Planificación de los cambios	
7	Apoyo	
7.1	Recursos	De la estructura de la norma en el requisito de apoyo, ISA 95 nos brinda los modelos de actividad de la administración de operaciones de producción, mantenimiento e inventario. Relacionándose directamente con los procesos de apoyo necesarios para la producción.
7.2	Competencia	
7.3	Toma de conciencia	
7.4	Comunicación	
7.5	Información documentada	
8	Operación	
8.1	Planificación y control operacional	Conforme a la norma de mantenimiento. se relaciona directamente con el modelo de definición de producto, modelo de actividad de producción y modelo de actividad de administración de operaciones de inventario; para establecer procedimientos efectivos de mantenimiento y diagnóstico para evitar fallas en los equipos, se relaciona con el mantenimiento. actividades de gestión del estándar ISA-95. De igual forma, para la elaboración de la descripción del puesto también se requiere un modelo de personal ISA-95
8.2	Requisitos para los productos y servicios	
8.3	Diseño y desarrollo de los productos	
8.4	Control de los procesos, productos y servicios suministrados externamente	
8.5	Producción y provisión del servicio	
8.6	Liberación de los productos y servicios	
8.7	Control de las salidas no conformes	
9	Evaluación y desempeño	
9.1	Seguimiento, medición, análisis y evaluación	Para implementar este requisito es necesario contar con datos históricos de recursos, por lo que se relaciona con las actividades de

9.2	Auditoria interna	recolección de datos de producción definidas en el modelo de actividad de administración de operaciones de producción estándar ISA-95 adicional de la necesidad del modelo de personal, el modelo de actividad de administración de operaciones de calidad y definición de modelo de actividad de calidad
9.3	Revisión por la dirección	
10	No conformidad y acción correctiva	
10.1	Generalidades	El modelo de actividad de calidad está relacionado con las actividades de recolección de datos de producción, ya que es necesario utilizar datos históricos de recursos para analizar las razones de las no conformidades.
10.2	No conformidad y acción correctiva	
10.3	Mejora continua	

Cuadro 11: Relación de la norma ISO 9001:2015 y el estándar ANSI/ISA 95

Fuente. Elaboración propia basada en (Reyes, 2021).

Con el anterior cuadro se vió reflejada la inclusión de estándares para la integración empresarial en la implementación de los SGC, el cual se corroboró por medio de un análisis profundo de conceptos en el cual se logra incorporar la administración y control de los procesos productivos a la mejora en la gestión de calidad en el sector servicios; relacionando la correspondencia lógica entre los términos, requerimientos, modelos y funciones definidos por la norma ISO 9001:2015 y el estándar ANSI/ISA 95. Proporciona herramientas para optimizar el flujo de información y la toma de decisiones durante la implementación del SGC y las operaciones posteriores.

5.6. Determinación requisitos NTC ISO 9001:2015

De acuerdo con parte del diagnóstico que se elaboró en las secciones anteriores del capítulo, el cual tenía mayormente como referencia o lineamientos, la NTC ISO 9001:2015, se lograron identificar algunas de las más grandes dificultades que se presentan al momento de hablar de un sistema de gestión de calidad debidamente implementado en la empresa, ya que dichas dificultades o problemáticas van en contravía con los requerimientos que la normativa nos expone, haciendo alusión a su no cumplimiento, como ya se ha mencionado previamente, es indispensable que estos requisitos exigidos se concreten para el sistema o proceso que estemos trabajando, ya que son necesarios para garantizar una certificación en la misma normativa. En el siguiente cuadro se logran apreciar mejor las dificultades que se mencionaron, acompañadas de

la ubicación potencial donde se presentan y el nivel de prioridad según el impacto que pueda tener en el proceso de operación, esto dependiendo del numeral que se esté tratando.

Numeral	Requerimiento	Dificultades	Ubicación	Nivel de prioridad
4.3	Determinación del alcance del sistema de gestión de la calidad	No existe un SGC del proceso actual de mantenimiento y por ende no hay una caracterización del mismo donde se determine el alcance de este.	Área de documentación del departamento de mantenimiento(no definida aún)	Alta
4.4	Sistema de gestión de la calidad y sus procesos	No existe un sistema de gestión de calidad y de procesos de mantenimiento	Área de calidad en el departamento de mantenimiento(no definida aún)	Alta
5.3	Roles, responsabilidades y autoridades en la organización	No se han asignado responsabilidades adicionales en cada procedimiento del proceso de mantenimiento para validar el que tan bien se están ejecutando las acciones del mismo.	Área de gestión de recursos del departamento de mantenimiento(no definido aún)	Media
6.1	Acciones para abordar riesgos y oportunidades	Se han visto afectados los procesos de producción dado que no se ha hecho un buen trabajo manejando riesgos u oportunidades potenciales dentro de la programación de los mantenimientos.	Procedimientos de detección de fallas, programación de mantenimiento y verificación del funcionamiento	Alta
6.2	Objetivos de la calidad y planificación para lograrlos	No hay una definición clara del objetivo del proceso de mantenimiento y el plan del desarrollo del mismo.	Área de calidad en el departamento de mantenimiento(no definida aún)	Alta
6.3	Planificación de los cambios	No se cuenta con plan de los cambios que a futuro se deban implementar en el sistema de gestión de calidad.	Área de calidad en el departamento de mantenimiento(no definida aún)	Media

7.5	Información documentada	Falta información documentada del proceso de mantenimiento, entre esta faltante se encuentra la información a nivel de administración de operaciones de mantenimiento y los datos más puntuales como fichas técnicas, registros y necesidades de mantenimiento, criticidad de las máquinas o equipos, su inventario, entre otros, y que se abstraen de cada parte del proceso.	Área de documentación del departamento de mantenimiento debe generar estos documentos de sus procesos, adicionalmente, en la gran mayoría de los procedimientos a nivel operativo y de gestión se deben exigir ciertos formatos o registros para poder contar con toda la información necesaria	Alta
8.1	Planificación y control operacional	No presentan una correcta planificación de los mantenimientos a realizar ni mucho menos de la disponibilidad de repuestos o elementos necesarios para llevarlo a cabo, esto debido a que no se ha estandarizado el proceso adecuadamente. Todos los procedimientos en conjunto, se deben estructurar de tal forma que permitan una planificación y control operacional más claro y fluido, adicionalmente, esta reestructuración es más productiva si se orienta a la parte preventiva.	Área de calidad en el departamento de mantenimiento(no definida aún)	Media

8.4	Control de los procesos, productos y servicios suministrados externamente	Faltan aplicar controles como registros o evidencias fotográficas que permitan verificar que los productos o servicios suministrados externamente cumplen con los requerimiento del cliente, tampoco se tiene ningún formato que permita registrar la información del servicio que se contrató para llevar un control de la calidad de trabajo ejecutado.	Procedimiento de diagnóstico, procedimiento de ejecución de MMTO. correctivo y procedimiento de verificación de funcionamiento máquina-equipos	Media
8.7	Control de las salidas no conformes	Al final del proceso de mantenimiento no se valida correctamente el funcionamiento y desempeño del resultado de la salida, el cual corresponde a las condiciones en las que termina la máquina o equipo.	Procedimiento de verificar funcionamiento máquina o equipo	Alta
9.1	Seguimiento, medición, análisis y evaluación	No se han diseñado encuestas de satisfacción ni se han definido indicadores de proceso, estos son algunas de las herramientas para el apoyo al seguimiento del proceso de mantenimiento.	Área de calidad en el departamento de mantenimiento(no definida aún)	Media
9.2	Auditoria interna	La empresa no realiza auditorías internas para evaluar el correcto funcionamiento de la empresa o de sus procesos de interés.	Área de calidad en el departamento de mantenimiento(no definida aún)	Media
10.2	No conformidad y acción correctiva	No cuentan con un formato de respuesta a no conformidades, plan de acción basado en BPM para tener	Todos los procedimientos deben brindar la información necesaria para obtener	Baja

10.3	Mejora continua	siempre una mejora continua en la gestión del proceso mantenimiento.	una retroalimentación que permita una mejora continua	
------	-----------------	--	---	--

Cuadro 12: Determinación de los requisitos de la NTC ISO 9001:2015 que se encuentran en estado de no cumplimiento.

Fuente. Elaboración propia, Junio 2022.

5.7. Síntesis

Como se pudo observar a lo largo de las sesiones, se desarrollaron los modelos estructurales y dinámicos del proceso de mantenimiento partiendo del modelado de la cadena del valor, el cual se elaboró también en el presente capítulo con la referencia de Michael Porter, posteriormente se lograron definir los requisitos de la normativa ISO 9001:2015, el estándar ISA 95 y su relación con respecto a lo que un sistema de gestión de calidad aborda, seguidamente se contrastó toda la información tratada y modelada del proceso frente a dichos requerimientos de la ISO, esto con el fin de poder medir el nivel de cumplimiento por parte del proceso ante ésta, así mismo se encontraron las mayores dificultades para que cada uno de estos requisitos se pueda concretar, la ubicación donde se presentan y el nivel de prioridad que tiene cada una con respecto al impacto al proceso operativo. Todo esto nos deja plantados en una posición en la cual se deben proponer y diseñar estrategias que permitan estandarizar el proceso de mantenimiento, adicionando y reestructurando los procedimientos y sus actividades de tal forma que implícitamente se cumpla a cabalidad con los requisitos exigidos por la norma y que a su vez permita orientar los procedimientos a un orden preventivo, esto se puede realizar por medio de diferentes herramientas metodológicas y de procesos como lo pueden ser los modelos del estándar ISA.

CAPÍTULO VI.

Introducción

En el capítulo actual se expondrá la segunda parte del desarrollo del diagnóstico, el cual se enfoca en el desarrollo de la propuesta como solución a la problemática planteada, para ello se elaborará un plan de gestión de mantenimiento preventivo, el cual debe cumplir con ciertos aspectos que lo caracterizan, como este PGMP a su vez se debe regir por la NTC ISO 9001:2015 para su posterior certificación, también debe cumplir con la documentación requerida por la misma. Este plan se descompone en varios puntos, que se ven aplicados al momento de reestructurar el proceso, desarrollar la documentación y los formatos necesarios, estos cambios de la reestructuración se podrán apreciar en los modelos de manera gráfica ya que se hará nuevamente uso de las técnicas de modelado usadas anteriormente para apreciar la nueva estructura y dinámica del proceso de mantenimiento, adicionalmente dichos cambios se expondrán de manera argumentada para destacar la acción correctiva, también estarán acompañados de herramientas (formatos de registro de datos o información) que permitan llevar a cabo la ejecución y planificación de todos los procedimientos y sus actividades de manera eficaz y eficiente, estas herramientas se aprecian de forma más clara en el siguiente capítulo.

6. Propuesta de un plan de gestión de mantenimiento preventivo

Con el fin de cumplir a cabalidad con los requisitos exigidos por la NTC ISO 9001:2015, se desarrollará un plan de gestión de mantenimiento acoplado a la norma y el estándar ISA 95 en mayor medida, adicionalmente estará acompañado del análisis de criticidad que se elaboró previamente para las máquinas y equipos y que se tomará en cuenta al momento de elaborar los formatos para los equipos, en donde este nos permitirá registrar el nivel de criticidad para así mismo tenerlo presente en la programación de mantenimientos.

A continuación se da una breve introducción de lo que se plantea y la forma apropiada de estructurar dicho plan para que este sea de carácter preventivo, como se mencionó anteriormente, al ser de tipo preventivo, brindará solución a muchas de las problemáticas actuales de la empresa que claramente no tienen resolución en su modelo correctivo, al mismo tiempo que permite que el cumplimiento de los requerimientos de la normativa ISO 9001:2015 sean cumplidos de manera fluida y organizada.

6.1. Aspectos fundamentales del plan de gestión de mantenimiento preventivo

1. Definición de objetivos y/o prioridades:

Entre los principales objetivos que se definen para un plan de mantenimiento y en especial para esta empresa, encontraremos los siguientes:

- Minimizar al máximo las acciones correctivas. Intervenir con el mantenimiento antes de que se produzca la avería, pudiendo planificar las tareas y recursos necesarios.
- Reducir los gastos por mantenimiento y reparaciones.
- Aumentar la disponibilidad de la maquinaria, aumentando así su capacidad productiva y obteniendo mayor rentabilidad.
- Alargar la vida útil de los equipos, para que puedan seguir funcionando perfectamente el mayor tiempo posible sin necesidad de ser sustituidos por otros nuevos.
- Aumentar la productividad de la maquinaria y el operador, evitando así los tiempos muertos.
- Evitar la pérdida de materia prima que quede inutilizable por mal procesados en la cadena de fabricación.
- Reducir los riesgos de accidentalidad laboral por rotura de componentes.

La implantación del mismo plan de gestión de mantenimiento preventivo como SGC es la solución a todas estas necesidades, ya que:

1. Proporciona un control de las acciones de mantenimiento para las máquinas y equipos.
2. Gestiona eficientemente los recursos para asegurar la disponibilidad de los repuestos/herramientas y demás necesidades para los mantenimientos.
3. Estandariza el proceso para aumentar su eficiencia.
4. Crea y maneja la documentación necesaria para registrar y controlar todas aquellas actividades que se realizan dentro del proceso.

2. Listado de activos físicos, repuestos, herramientas y sus tareas

Se trata de elaborar un inventario total de las máquinas y equipos que sean objeto de mantenimiento dentro del área de producción, este inventario se consignará un formato físico y/o una base de datos digital creada en el proyecto para ello, adicionalmente, cada máquina y equipo tendrá asociada una ficha en donde se registren todos sus datos de soporte técnico, sus características, repuestos y las herramientas necesarias para llevar a cabo su correspondiente mantenimiento, básicamente todos los documentos que sean relevantes para estos.

Entre estas características y datos técnicos es importante recopilar también:

- Plazos de garantía
- Las recomendaciones del fabricante o el manual de usuario para el mantenimiento del equipo (por ejemplo, frecuencia de mantenimiento, vida útil prevista, condiciones óptimas de temperatura y humedad, contactos del fabricante)
- Datos de controles anteriores para verificar el funcionamiento del equipo
- Datos de reparaciones anteriores, especialmente si se han sustituido piezas
- Criticidad del activo(definida en el análisis de criticidad)

3. Gestión de prioridades y recursos:

Esto es fundamental ya que con el correcto inventariado y organización de todos los documentos pertenecientes a las máquinas y equipos, principalmente con en el apartado de nivel de criticidad, se pueden gestionar mejor los recursos y definir las prioridades de mantenimiento, con esto último nos referimos a programar los mantenimientos de todas las máquinas y equipos pero teniendo presente que para unos es más primordial que para otros, ya que pueden generar grandes repercusiones negativas en el proceso hasta con errores muy pequeños.

4. Indicadores de rendimiento:

Como ya se tienen claros los objetivos primordiales, ahora es necesario saber si se han alcanzado. Para eso definiremos indicadores de rendimiento(KPIs) que nos permitan seguir el progreso y la eficacia del plan de mantenimiento. Algunos estos serán:

- Porcentaje de mantenimiento preventivo
- Índice de cumplimiento del mantenimiento preventivo;
- Eficacia general de la máquina o equipo
- El porcentaje crítico de mantenimiento programado
- Tiempo medio entre averías
- Coste total con el mantenimiento (incluyendo mano de obra, materiales, contratos de mantenimiento)y, por supuesto, el retorno de la inversión.

Para esto se deberán analizar constantemente todos los reportes finales que se entregarán al final de cada mantenimiento, este al igual se encontrará en versión física o digital para su correcto diligenciamiento.

5. Revisión y mejora constante:

Al revisar el plan de mantenimiento, los KPI y los reportes, es necesario considerar si: ¿Realmente necesitas todas las acciones de mantenimiento preventivo que has realizado, o algunas no resultan rentables? ¿Algún activo tuvo un rendimiento inferior a lo esperado? ¿todas las averías fueron inevitables o podrías haber evitado algunas con mantenimiento preventivo? ¿El nivel de riesgo de cada activo se mantiene igual, o hay algún equipo que se desgasta rápidamente y necesita mantenimiento adicional?

Sobre todo es muy importante que los encargados de la gestión de calidad, frecuentemente se encuentren validando la facilidad o dificultad con la que se desarrolla cada uno de los procedimientos, si algo no funciona bien, se deben crear nuevas propuestas que conformen un plan de acción, acompañado de un formato para no conformidades, esto para siempre estar a un nivel de mejoramiento continuo y es por ello que los flujos de información o retroalimentación entre todos los trabajadores que desempeñan labores que se relacionan de una u otra forma con el proceso, deben ser claros y transparentes.

Ahora bien, un plan de gestión de mantenimiento preventivo que se rija bajo los requerimientos de la ISO 9001:2015, se convierte en un SGC para el mantenimiento, ya que debe cumplir con todos los aspectos fundamentales mencionados anteriormente y también con los requisitos que propone la normativa, estos requisitos generalmente se enfocan en tener cierta información documentada donde se evidencie una correcta estandarización del proceso que refleje unas respuestas positivas hacia lo que exige, estas respuestas se dirigen a: la contextualización del proceso, liderazgo, planificación, apoyo, operación, evaluación, desempeño y mejora continua. Como se puede notar hay una estrecha relación entre lo que propone la norma y los aspectos de un plan de gestión de mantenimiento, por eso es una opción muy acertada el regirlo bajo la esta.

6.2. Propuesta de cadena del valor para el proceso de mantenimiento

Como se puede apreciar en la figura 23, se estableció el nuevo modelo de cadena del valor, si comparamos esta con la anterior, la cual se puede ver en la figura 3, logramos identificar que se eliminaron algunos procedimientos de la misma, estos se eliminaron ya que lo que hacían realmente, era generar pérdidas en tiempo y en el flujo de la información, digamos que si lo que se buscaba es tener un modelo de mantenimiento correctivo, no estarían del todo mal, pero teniendo en cuenta que buscamos un modelo de carácter preventivo, pues estos procedimientos van en contravía y se deben sacar para dar paso a los nuevos que sí garantizan eso. También cómo se logra ver, el orden de la cadena del valor se reestructuró en gran medida, por ejemplo el

procedimiento x que antes se ejecutaba en la cadena como el punto y, ahora se encuentra ubicado en el punto z de la misma.

Para tenerlo más claro y presente, se listarán los procedimientos que se eliminaron, los que se modificaron y finalmente los que se adicionaron a la nueva propuesta de cadena del valor para el proceso de mantenimiento:

Procedimientos eliminados:

- **Detección de fallas:** Es común ver este procedimiento en planes de mantenimiento de tipo correctivo o incluso en mayor medida cuando no se cuenta con ningún plan, para la parte de un plan preventivo no es normal que se presente ya que este se enfoca precisamente en adelantarse a ciertos tipos de fallas en las máquinas y equipos, con el fin de prevenir a la empresa de costos adicionales por reparación o incluso por compra de nuevos equipos, estas primeras actividades en el rango de detectar fallas se sustituyeron en una nueva que se adicionó.
- **Cotización mantenimiento correctivo:** Como el tipo de mantenimiento que se ejecutará no será de tipo correctivo, no será necesario cotizar el mismo, esta cotización normalmente se realizaba en los procesos correctivos actuales con el fin de saber cuánto costaban los repuestos o las herramientas que se necesitasen para llevarlo a cabo ya que generalmente no se contaba con ellos, ahora bien, a nivel preventivo y según lo que plantea ISO 9001:2015 y el estándar ISA 95 lo más apropiado siempre realizar una correcta gestión de los recursos para así mismo contar por lo menos con la disponibilidad mínima necesaria para cada máquina y equipo del área de producción.

Procedimientos modificados:

- **Generación orden de compra(repuestos/herramientas):** Este procedimiento se vió modificado ya que antes era el séptimo procedimiento que se realizaba en la cadena del valor, en donde tenía como flujo de información de entrada la mejor cotización de elementos para una aplicación correctiva, ahora se propuso como el segundo procedimiento a realizar ya que como mencionamos anteriormente, se debe velar por tener una disponibilidad de los recursos necesarios, este por ende cuenta con dos flujos de información de entrada diferentes, el listado de requerimientos que se genera del inventariado en el primer procedimiento y el documento de necesidad de recursos del procedimiento número siete para que se conserve una documentación ordenada de lo que se adquirirá en caso de que se acepte.
- **Transporte de elementos adquiridos:** Este procedimiento no varió en gran medida, ya que sigue tratándose de las mismas actividades pero en este caso su flujo de información salida será la disponibilidad física de los elementos adquiridos puestos en la empresa e irá

posteriormente al procedimiento número nueve o cuatro dependiendo, al cuatro dado el caso de que todo siga un flujo normal en donde se actualizan los datos, se hace la solicitud de elementos que se requieren periódicamente, se transporta y se programa el mantenimiento, al nueve si por el contrario al momento de ejecutar el diagnóstico de la máquina o equipo surge algún imprevisto de algún elemento que comúnmente no se utiliza para su mantenimiento, entonces el ciclo se debe devolver a hacer la solicitud y orden de compra, en este caso una vez se transportan los elementos a la empresa, ya se procede directamente a la ejecución de mantenimiento preventivo.

- **Programación de mantenimiento correctivo(ahora preventivo):** Este procedimiento se desarrollará ahora en cuarta posición de la cadena de valor, y para que este se dé, debe haber completa disponibilidad de los elementos necesarios para cada maquina y equipo, la programación de los mantenimientos se hará anualmente, es decir, si un equipo requiere de mantenimientos cada mes, se definirá el día para que mes a mes quede planillado, pero mensualmente se debe estar chequeando para que no se deje pasar la fecha exacta, así mismo se programan a los encargados y se confirma su visita técnica.
- **Diagnóstico máquina/equipo:** El diagnóstico al igual que en la cadena de valor actual, tendrá los mismos objetivos, pero ahora no surgirá de imprevisto, por lo que será previamente programado, la ventaja de esto es que el desarrollo o ejecución de las tareas de este, serán mucho más fluidas e irán enfocados en algo en particular en la mayoría de las ocasiones, anteriormente tenían que revisar completamente para ver que falla presentaba la máquina o equipo, ahora dependiendo de la máquina y con la documentación de la misma se definirá en qué va enfocado el mantenimiento y en qué fecha, porque puede que ciertas revisiones se deban hacer cada mes, pero puede que otras se hagan cada dos, claramente para la misma máquina o equipo. Luego de hacer esto se procederá a verificar que los elementos necesarios corroborados en el mismo diagnóstico, estén disponibles.
- **Decisión de adquisición:** En este procedimiento ahora se recibirá un formato físico de solicitud de necesidad de recursos en donde se especifican todos los datos necesarios para saber si se puede aprobar la compra o adquisición de los mismos. Como se puede notar, estos formatos dan paso a una integración empresarial más completa donde la parte operativa se comunica de la manera apropiada con la parte de gestión o toma de decisiones.
- **Ejecución de mantenimiento correctivo(ahora preventivo):** La ejecución de mantenimiento ya será preventiva, esto quiere decir que ahorrará tiempo, en la forma de que los técnicos o agentes externos tardarán menos tiempo del normal, al llevar un

seguimiento y control de las máquinas y equipos, dadas las periódicas y programadas rutinas de mantenimiento, esto es beneficioso ya que como anteriormente no se presentaba pues algunas máquinas pausaban el proceso durante un largo tiempo por su complejidad o alta criticidad. Estos mantenimientos preventivos también son mucho más económicos así que la empresa ahorra por ese lado y al evitar efectuar reparaciones correctivas aún más.

- **Verificar funcionamiento:** como último paso, se procederá a realizar una verificación del correcto funcionamiento de la máquina o equipo en cuestión, esta validación se hará por parte del operario encargado de laborar en la misma, acompañado a su vez del jefe de producción, quien posteriormente debe entregar un reporte general de todo lo que se hizo, lo que se encontró y en qué estado quedó todo, adicionalmente se deberá ser muy específico con el tema de las fechas ya que como el ciclo se repite, en la actualización de datos se debe corroborar toda esta información para validar y posteriormente confirmar la programación de un siguiente mantenimiento.

Procedimientos adicionales:

- **Actualizar datos de máquinas/equipos:** Este procedimiento reemplaza el de detección de fallas, y en él se centra gran parte de lo que podemos tomar como preventivo, ya que de este parte toda la cadena de valor, pero... ¿por qué actualizar datos? Pues bueno, si se tiene un procedimiento en el cual las actividades se enfoquen en estar siempre actualizando los listados de inventario de todo lo que se tiene disponible o lo que hace falta, las fichas de cada máquina o equipo, las programaciones previas de mantenimiento, sus diagnósticos y reportes, será mucho más fácil llevar a cabo una adecuada planificación del mantenimiento, ya que todo el proceso estará estandarizado, con vistas generales de cómo llevar a cabo el mantenimiento de cada máquina, el agente externo generalmente requerirá de las mismas herramientas y repuestos para todas las ocasiones, exceptuando cuando surjan imprevistos tal vez por los años de uso u otro factor externo de alguna máquina o equipo, claramente todo ello debe estar contemplado en el plan de mantenimiento preventivo. Entonces siempre tendremos un ciclo que inicia con la constante revisión de los datos previos y actuales de las máquinas y equipos en lo que a mantenimiento se refiere.
- **Verificar disponibilidad de recursos:** Este procedimiento añadido entre unos cuantos más, marca la diferencia con respecto al método con que se desarrollaban los mismos en el modelo actual, y es que en este punto del proceso que corresponde ya que una parte de la nueva propuesta se enfoca en contar con los recursos necesarios disponibles en todo momento, garantizando que muchos de los objetivos planteados previamente se cumplan, en este procedimiento se corrobora que lo que el técnico o agente externo encargado de

6.3. Propuesta de modelado estructural para el proceso de mantenimiento

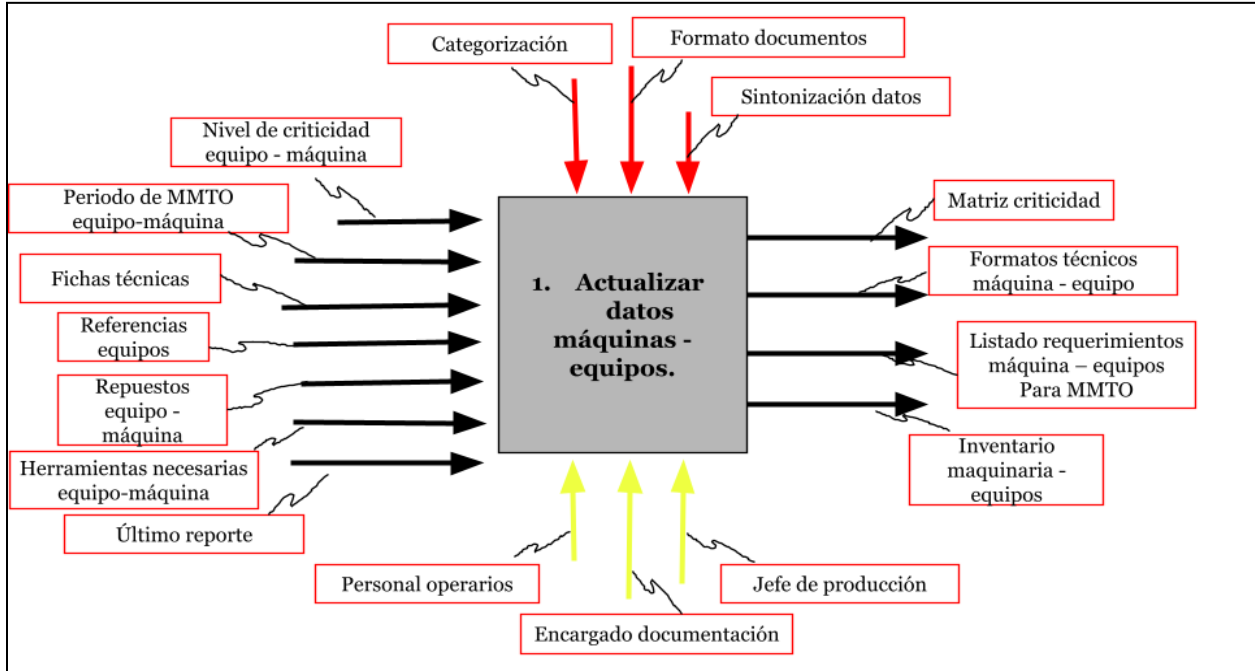


Figura 34: Modelo IDEF0 propuesta del procedimiento actualizar datos
Fuente. Realización propia, Junio 2022.

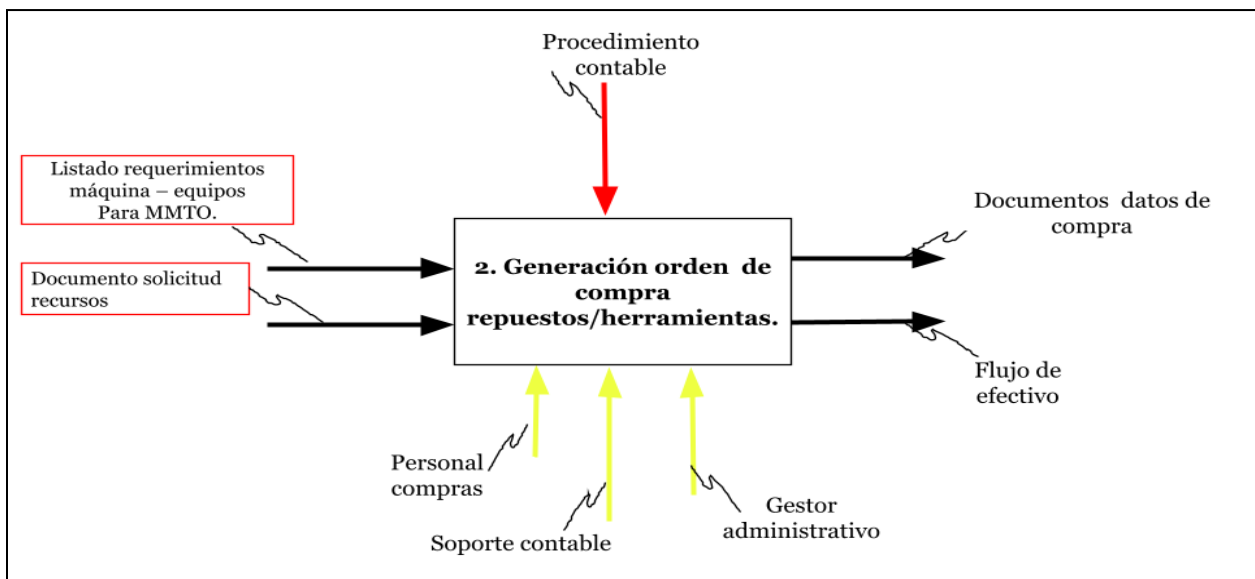


Figura 35: Modelo IDEF0 propuesta del procedimiento generación orden de compra
Fuente. Realización propia, Junio 2022.

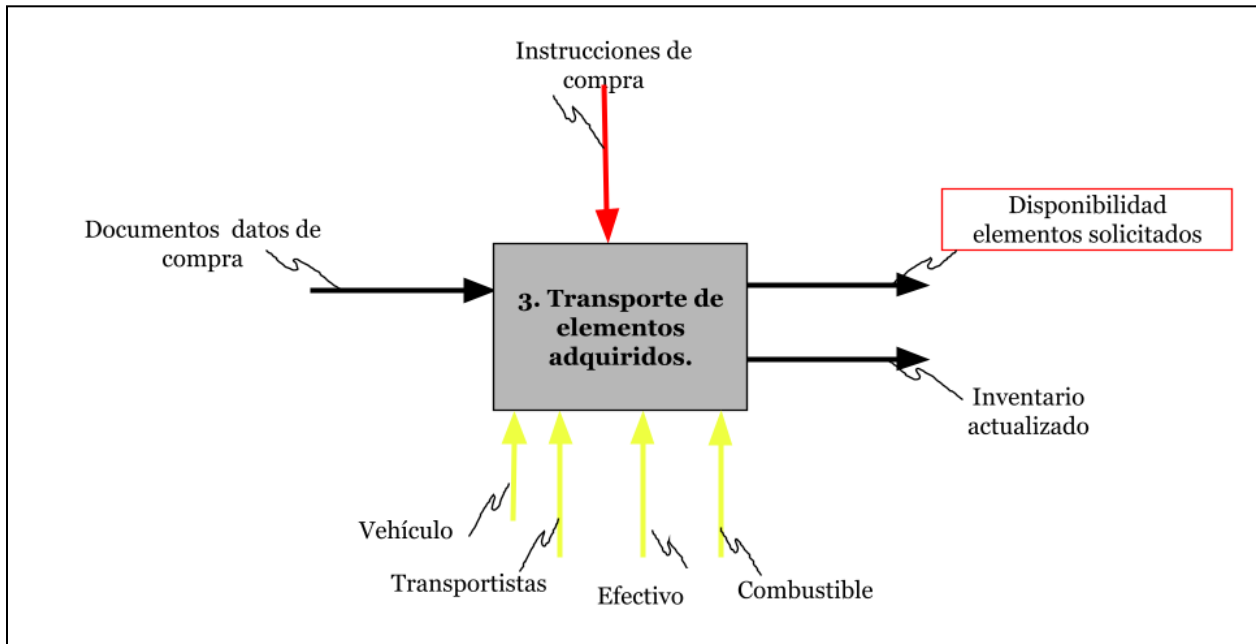


Figura 36: Modelo IDEF0 propuesta del procedimiento transporte de elementos adquiridos
Fuente. Realización propia, Junio 2022.

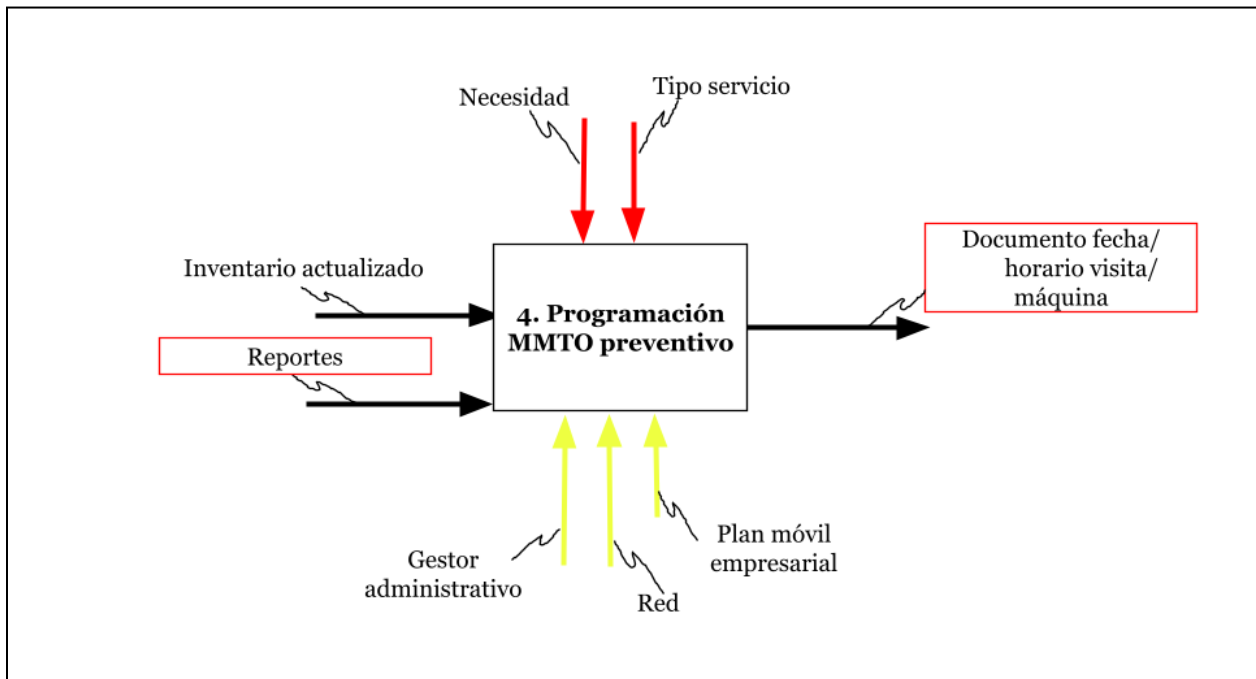


Figura 37: Modelo IDEF0 propuesta del procedimiento programación mmto. preventivo
Fuente. Realización propia, Junio 2022.

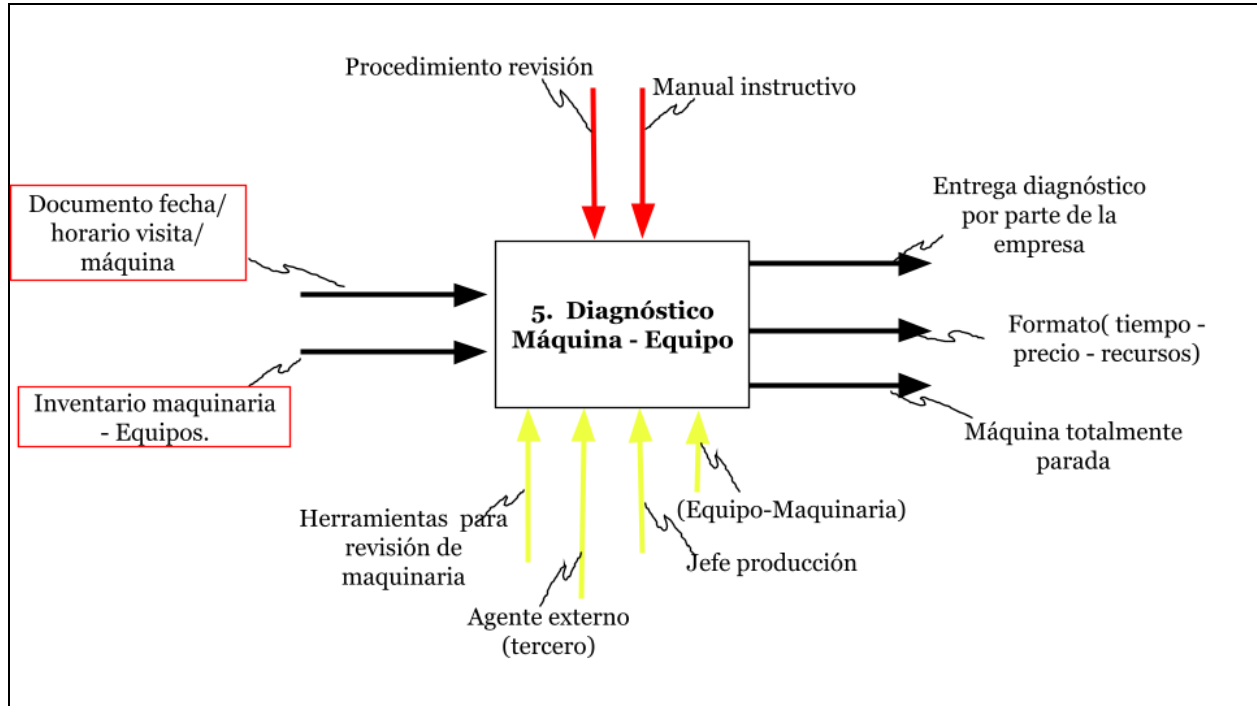


Figura 38: Modelo IDEF0 propuesta del procedimiento diagnóstico(máquina-equipo)
Fuente. Realización propia, Junio 2022.

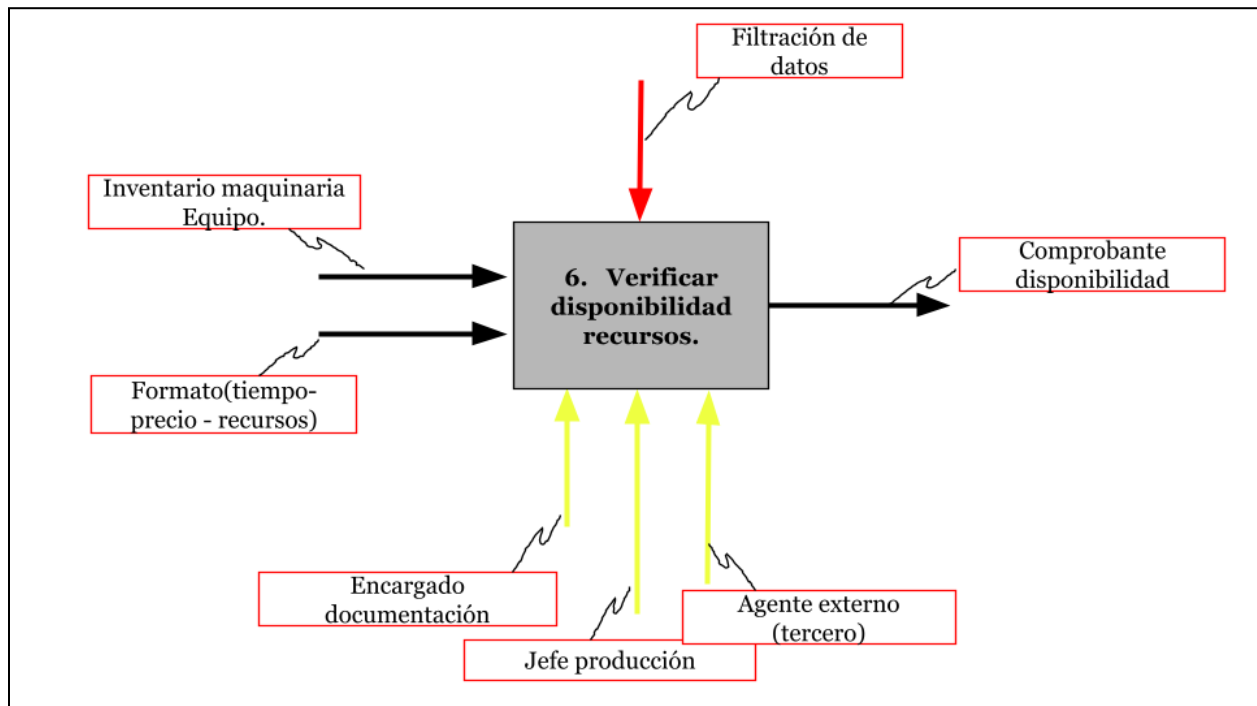


Figura 39: Modelo IDEF0 propuesta del procedimiento verificar disponibilidad recursos
Fuente. Realización propia, Junio 2022.

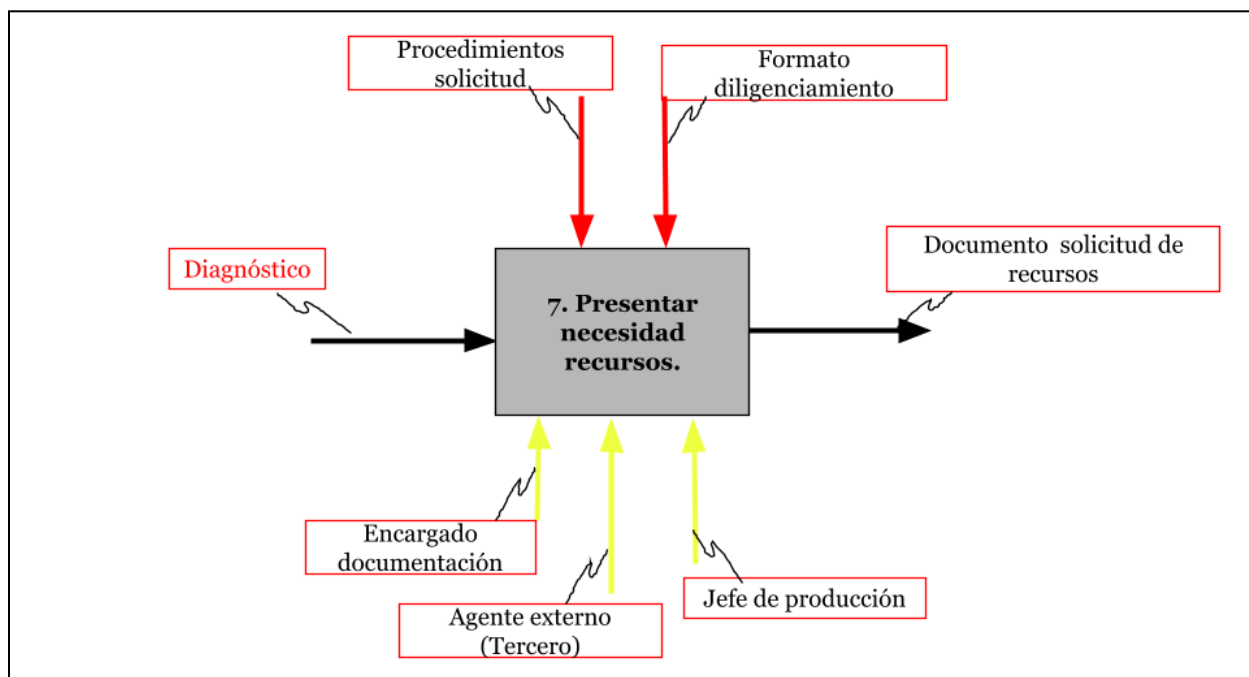


Figura 40: Modelo IDEF0 propuesta del procedimiento presentación necesidad recursos
Fuente. Realización propia, Junio 2022.

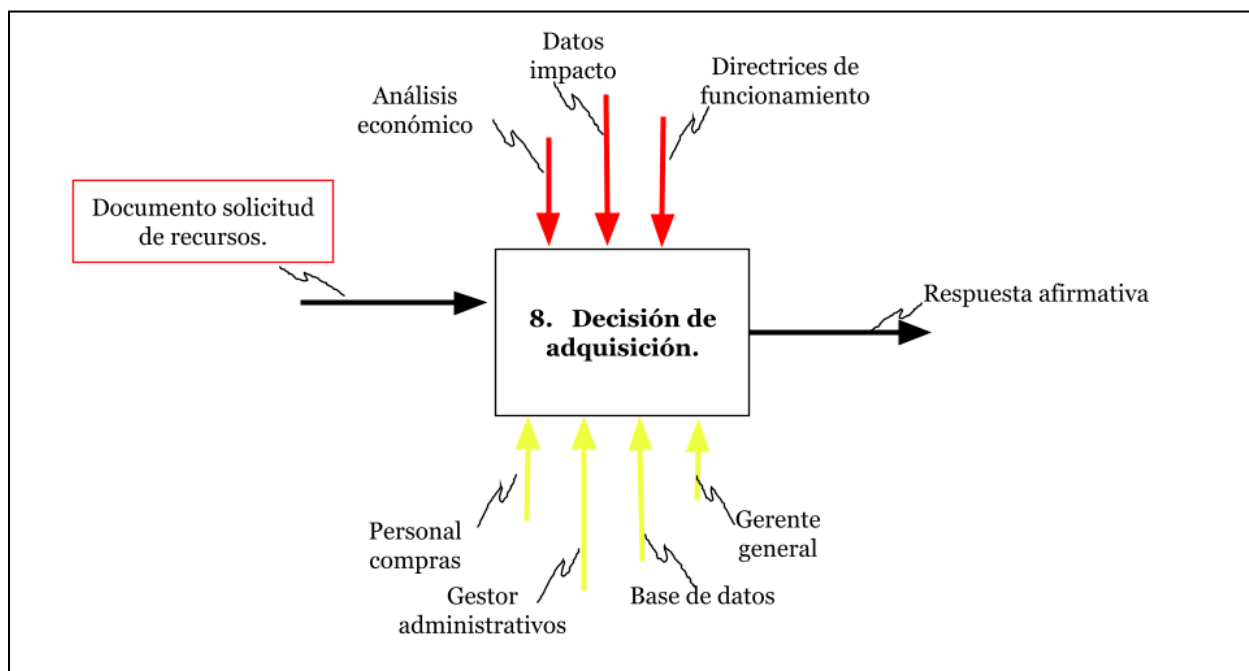


Figura 41: Modelo IDEF0 propuesta del procedimiento decisión de adquisición
Fuente. Realización propia, Junio 2022.

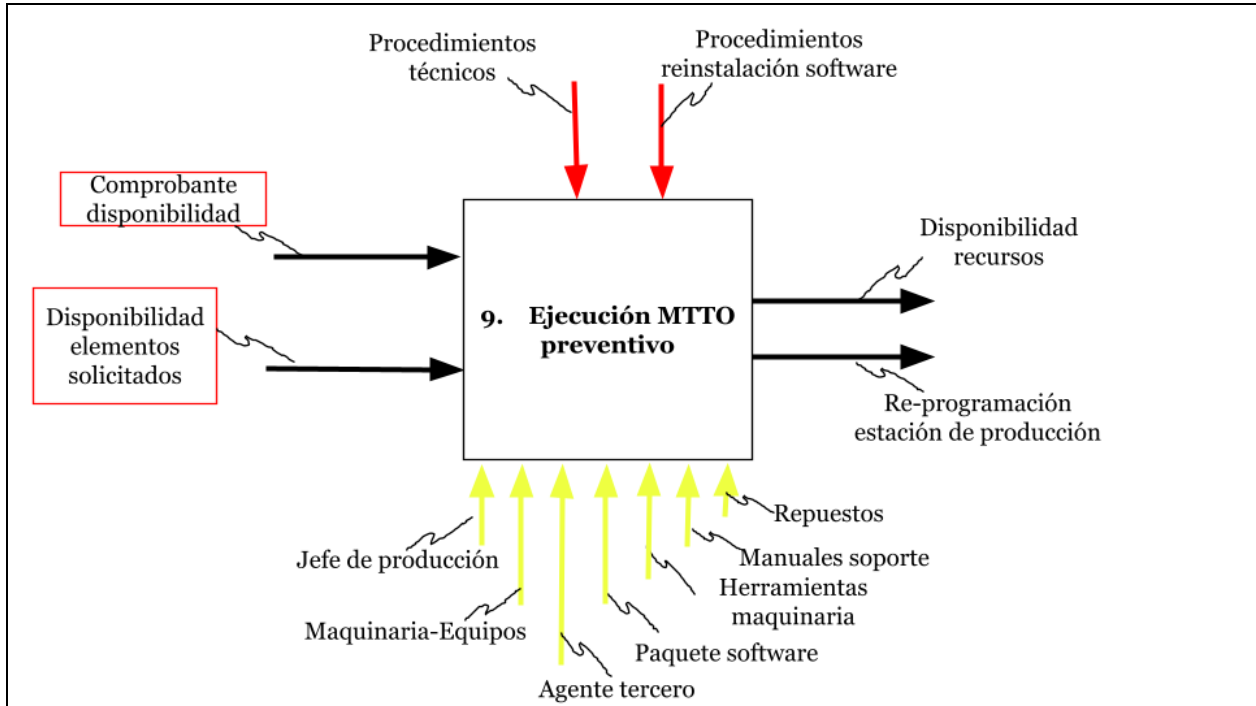


Figura 42: Modelo IDEF0 propuesta del procedimiento ejecución mmtto. preventivo
Fuente. Realización propia, Junio 2022.

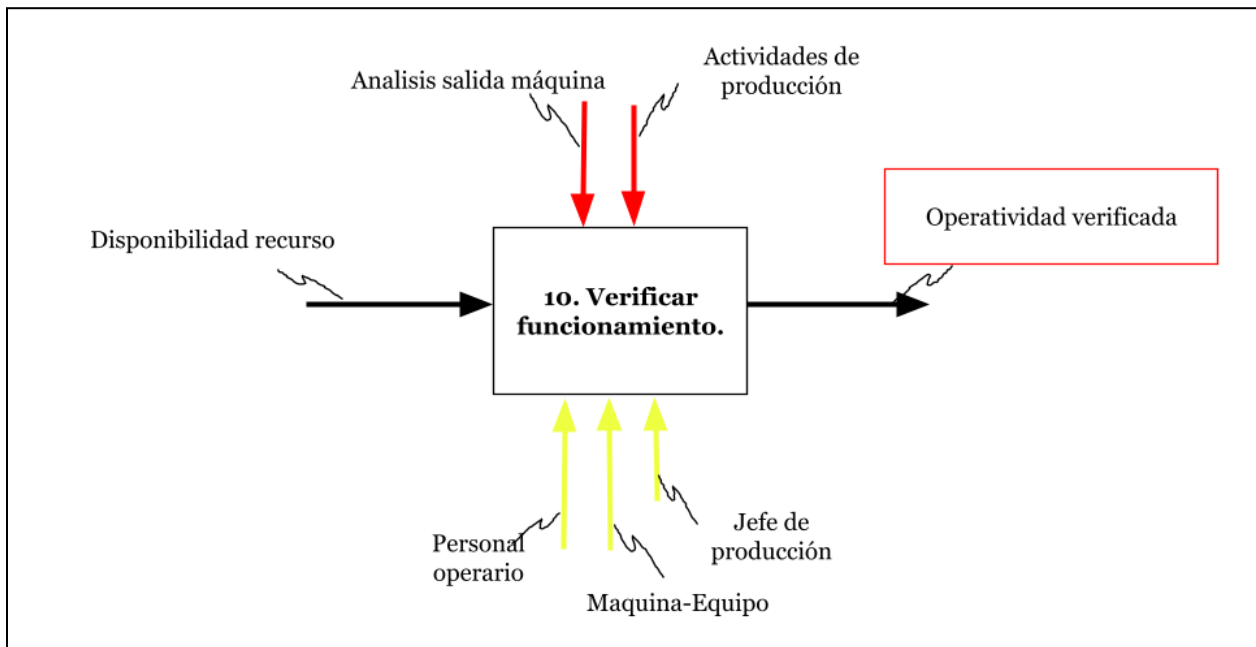


Figura 43: Modelo IDEF0 propuesta del procedimiento verificar funcionamiento
Fuente. Realización propia, Junio 2022.

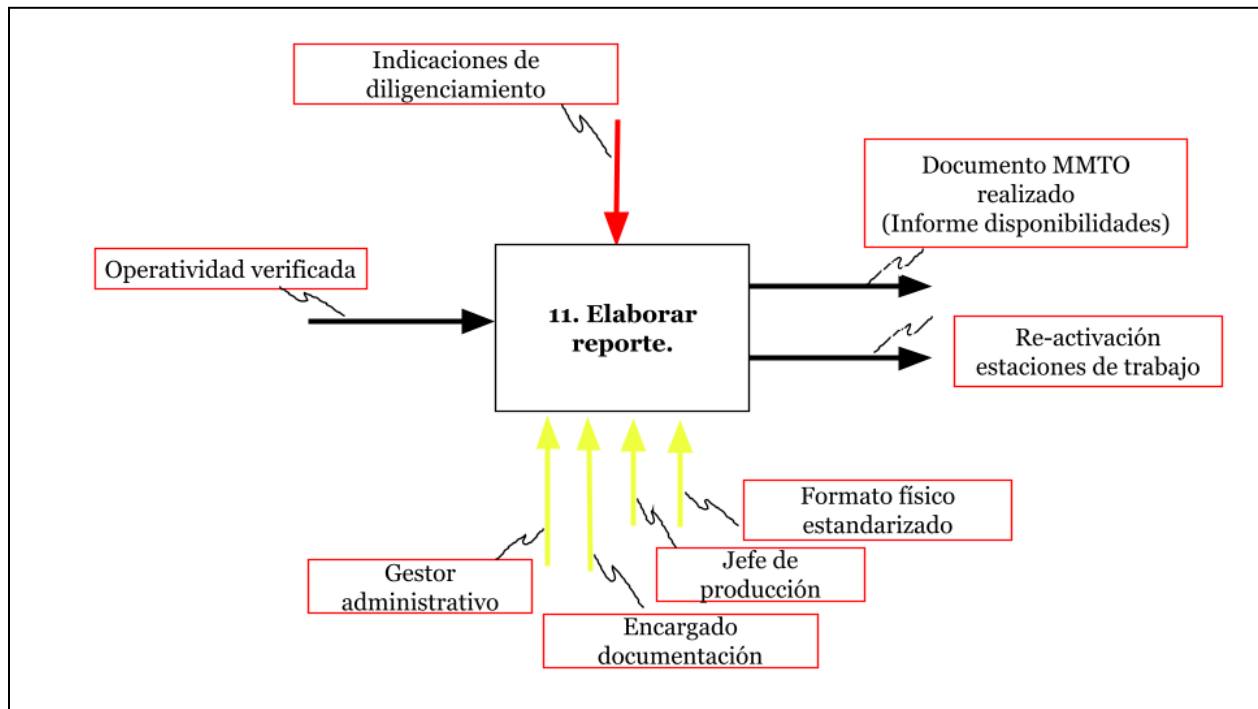


Figura 44: Modelo IDEF0 propuesto del procedimiento elaborar reporte
 Fuente. Realización propia, Junio 2022.

6.4 Propuesta de modelado dinámico para el proceso de mantenimiento

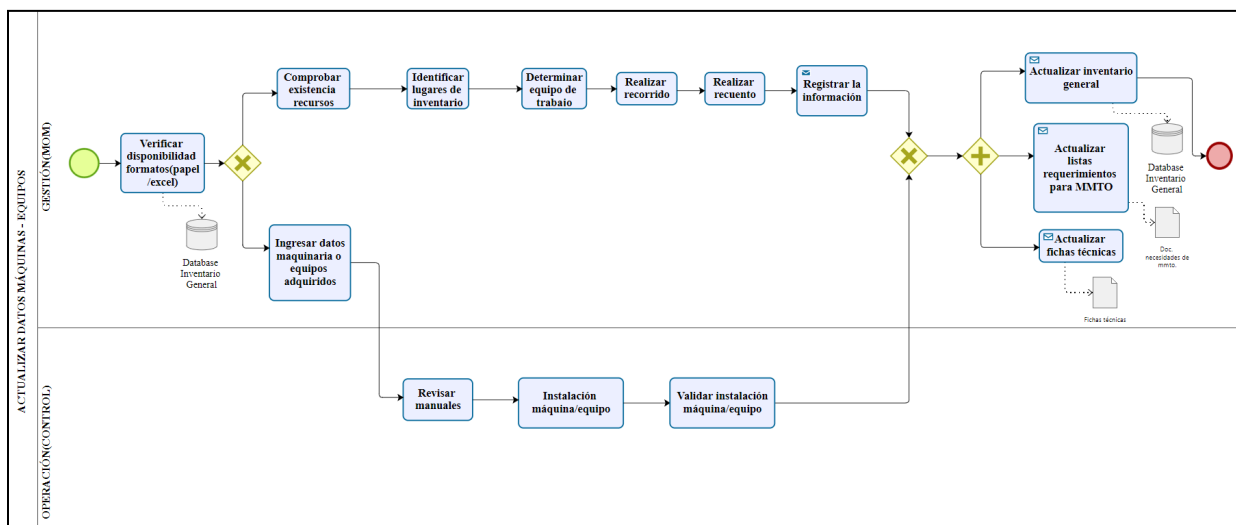


Figura 45: Modelo BPMN propuesto del procedimiento actualizar datos(máquina-equipos)
 Fuente. Realización propia, Mayo 2022.

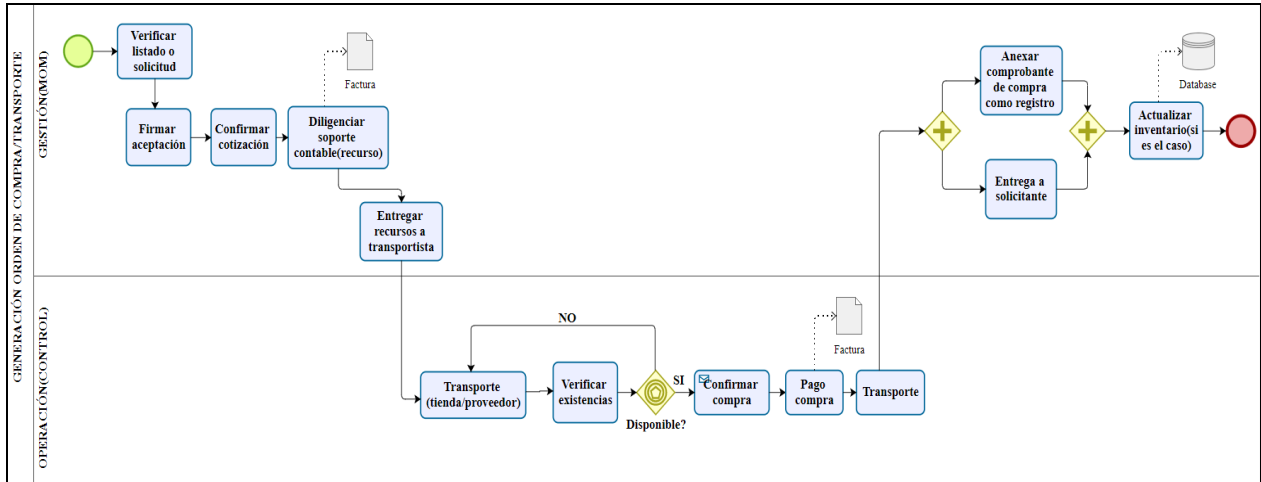


Figura 46: Modelo BPMN propuesta del procedimiento generación orden de compra/trans.
Fuente. Realización propia, Junio 2022.

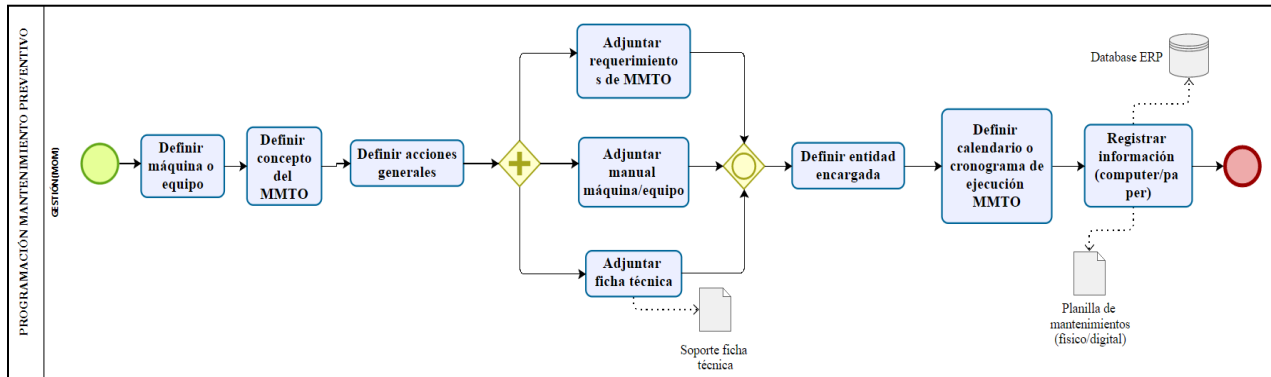


Figura 47: Modelo BPMN propuesta del procedimiento programación mmto. preventivo
Fuente. Realización propia, Junio 2022.

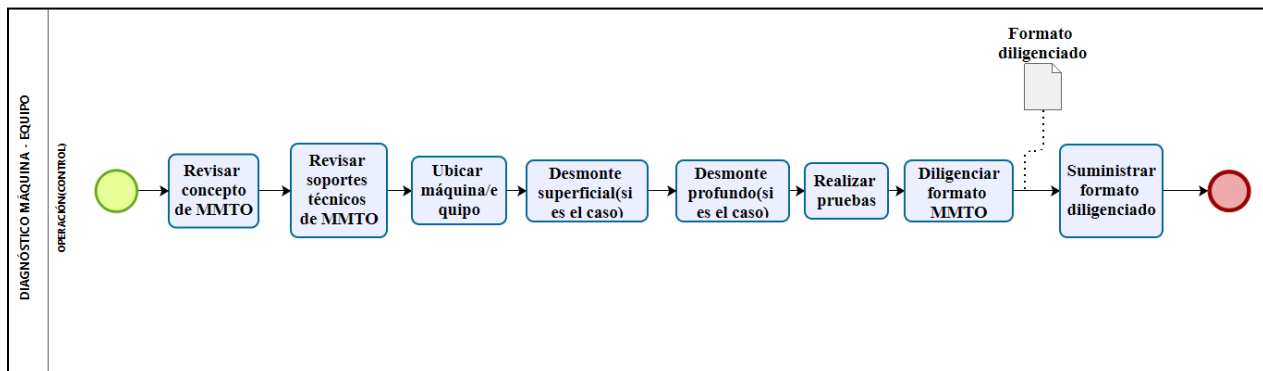


Figura 48: Modelo BPMN propuesta del procedimiento diagnóstico(máquina-equipo)
Fuente. Realización propia, Junio 2022.

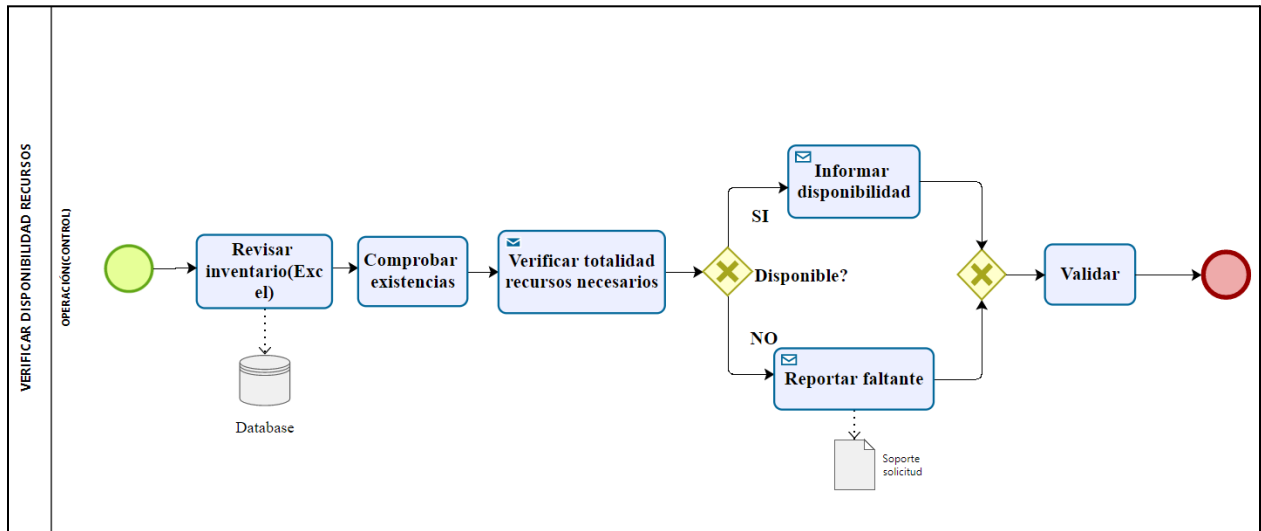


Figura 49: Modelo BPMN propuesta del procedimiento verificar disponibilidad recursos
Fuente. Realización propia, Junio 2022.

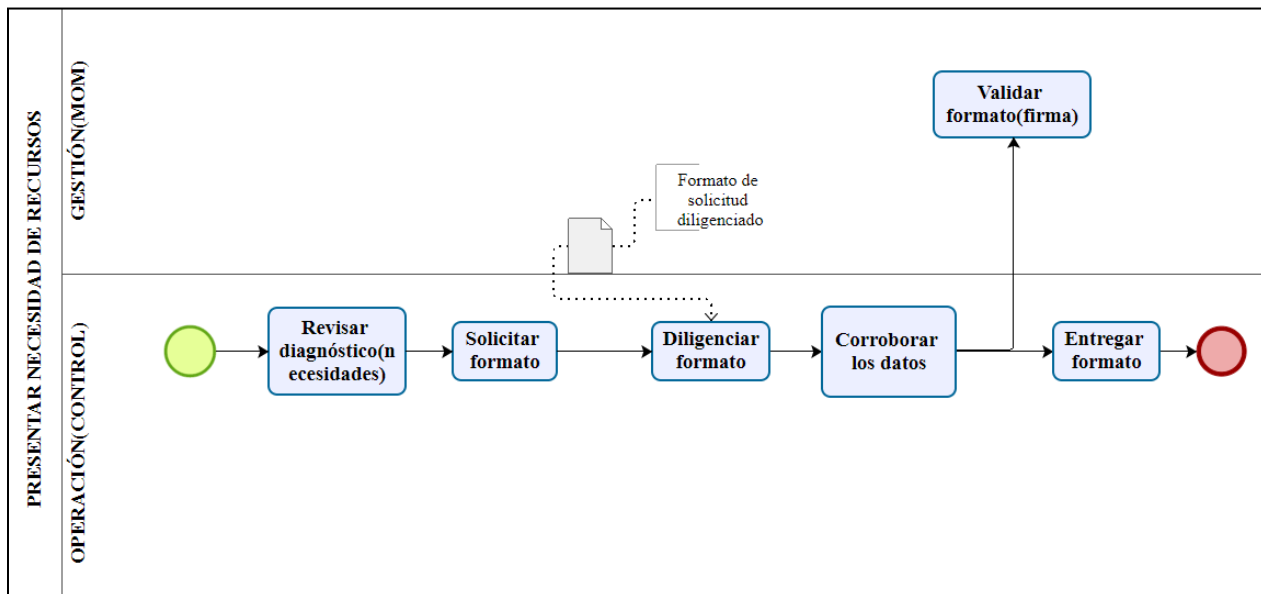


Figura 50: Modelo BPMN propuesta del procedimiento presentar necesidad de recursos
Fuente. Realización propia, Junio 2022.

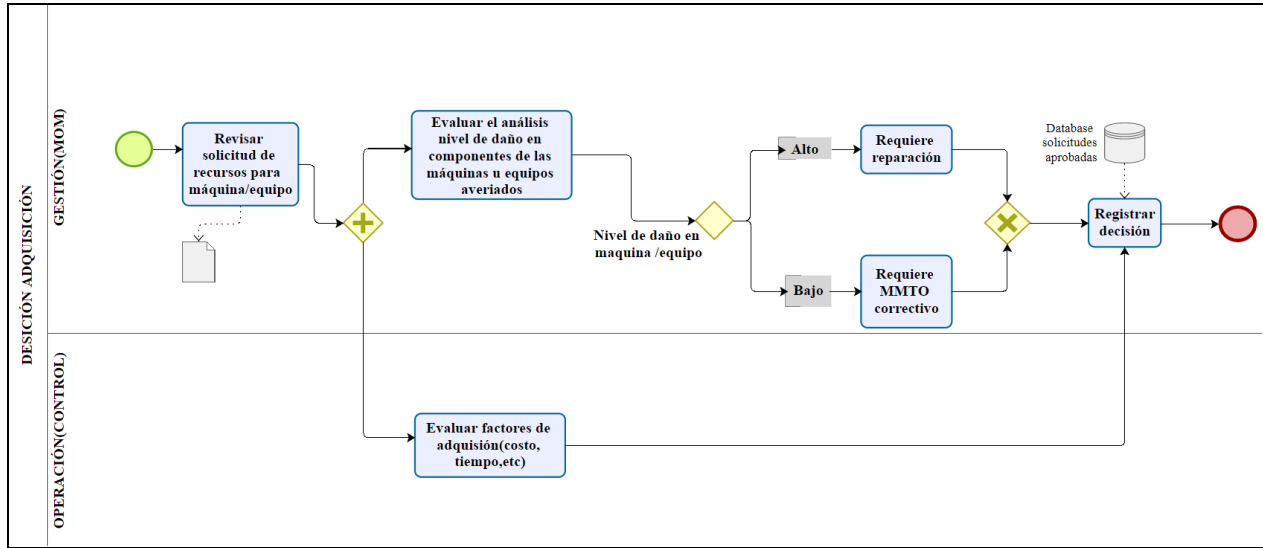


Figura 51: Modelo BPMN propuesta del procedimiento decisión de adquisición
Fuente. Realización propia, Junio 2022.

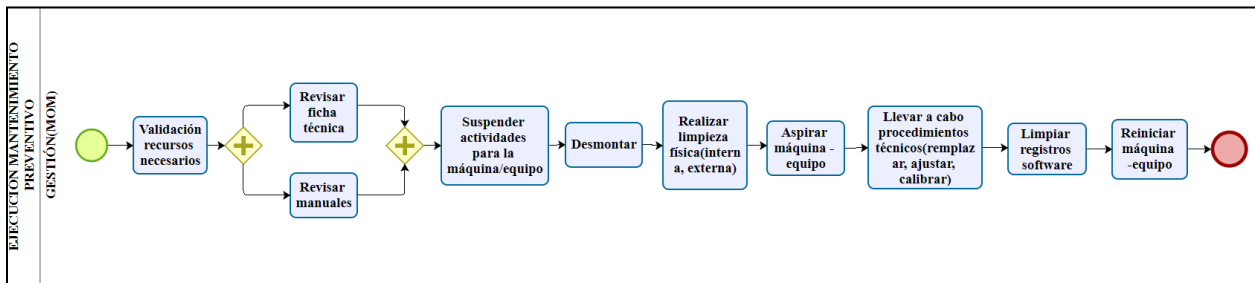


Figura 52: Modelo BPMN propuesta del procedimiento ejecución mmt. preventivo
Fuente. Realización propia, Junio 2022.

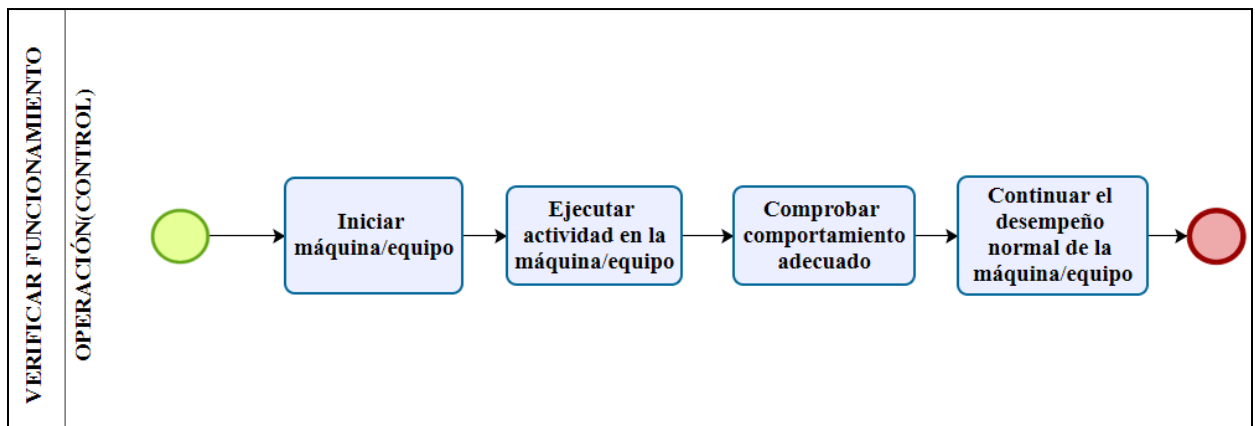


Figura 53: Modelo BPMN propuesta del procedimiento verificar funcionamiento
Fuente. Realización propia, Junio 2022.

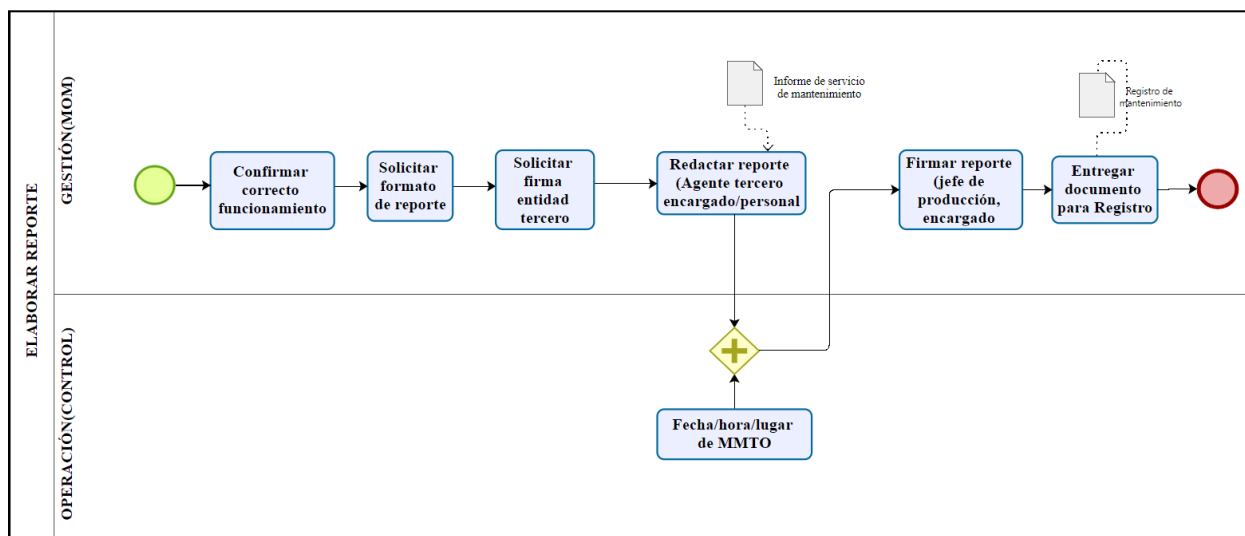


Figura 54: Modelo BPMN propuesta del procedimiento elaborar reporte
Fuente. Realización propia, Junio 2022.

6.5. Síntesis

Como se pudo apreciar, se expuso la nueva propuesta de un plan de gestión de mantenimiento preventivo, para ello se hizo su respectivo estudio y análisis, detalladamente se presentaron los nuevos modelados estructurales y dinámicos del proceso de mantenimiento, al mismo tiempo se logró explicar que se modifica, adiciona o elimina y con qué fin, todo basado en lo que nos exige la norma en cuanto a un sistema de gestión de calidad y las recomendaciones del estándar ISA para la integración de los procedimientos operativos con la parte de gestión para una mejor planificación y seguimiento de los mismos. En estos cambios que se hicieron, surgieron también herramientas extra que facilitarán el registro y entendimiento de cada parte del proceso, siendo mayormente estandarizado será mucho más fácil que se puedan tomar decisiones para los encargados o incluso si estos no están, ya que permiten que cualquier operario relacionado con el proceso, tenga la idea de qué hacer.

CAPÍTULO VII.

Introducción

Una vez se identificó información documentada requerida para dar cumplimiento con los requisitos de la norma NTC 9001:2015 en el proceso de mantenimiento, se procedió a estructurar esta información observando el desarrollo actual del proceso. Además, con ayuda del procedimiento de elaboración de documentos (Ver Anexo B) se elaboró la información.

7. Resultados documentales

El fin de la información documentada es estandarizar, registrar y controlar todas aquellas actividades que se realizan dentro de un proceso. Al generar procedimientos y registros va a permitir que las personas realicen las actividades de una forma organizada y ejecutándose de una manera segura y estándar para todos, además de que al diligenciar los registros respectivos están adquiriendo mayor responsabilidad y compromiso con los resultados del proceso.

7.1. Mapa de interacción entre procesos del SGC

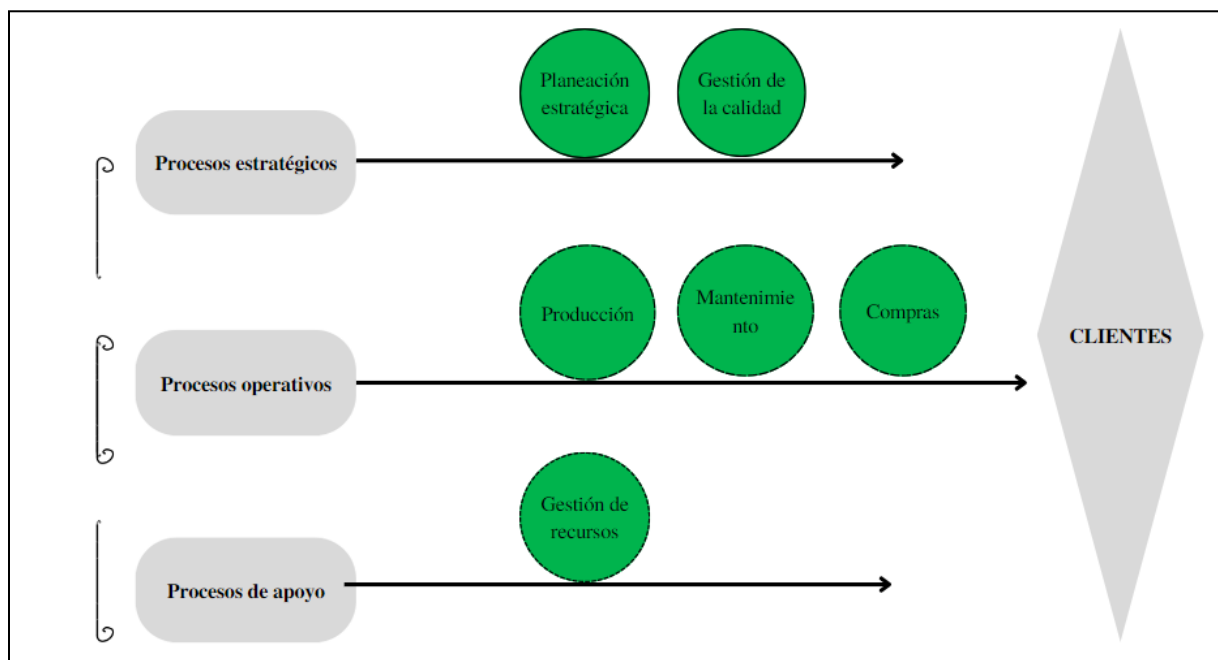


Figura 55: Interacción entre el proceso de mantenimiento como SGC

Fuente. Realización propia, Junio 2022.


7.2. Caracterización del proceso (definición el alcance, objetivo, recursos, entre otros)

	CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO		CÓDIGO: AC-CR-01
			FECHA: 07/2022
			VERSIÓN: 1
			PAG.
Tipo de proceso	Operativo y de gestión		
Responsable	Pasante Universidad del Cauca Sebastián Cortés		
Objetivo	Garantizar el adecuado mantenimiento preventivo de las máquinas y equipos necesarios para llevar a cabo todas las actividades de producción en la empresa.		
Alcance	El proceso de mantenimiento se va encargar de instalar, probar, calibrar y capacitar todos aquellas máquinas y equipos que se encuentren en el área de producción.		
PROVEEDORES/ ENTRADAS	ACTIVIDADES		CLIENTES/ SALIDAS
	PLANEAR	HACER	
Directrices para la gestión del proceso	Identificar las necesidades presentes a la hora de inventariar y actualizar los datos de las máquinas y equipos	Actualizar todos los datos de inventariado de manera frecuente, cada que termina un ciclo de mantenimiento para ser más precisos	Informe sobre el desempeño del proceso por parte del SGC
Informe sobre evaluación y seguimiento del proceso de mantenimiento	Validar las necesidades para planillar las órdenes de compra haciendo las averiguaciones pertinentes	Realizar diagnóstico periódico de las máquinas y equipos	Satisfacción de los clientes
	Coordinar el transporte y adquisición de los elementos solicitados	Solicitar recursos faltantes si es necesario	

Informe sobre evaluación y seguimiento del proceso de mantenimiento	Programar las actividades de mantenimiento preventivo	Aprobar la adquisición de elementos solicitados para la ejecución de mantenimiento	Informe sobre el estado de las acciones preventivas, correctivas y de mejora continua
Personal competente y necesario para el proceso		Realizar las actividades de ejecución del mantenimiento preventivo por parte del encargado	
		Elaborar reportes y diligenciar formatos del proceso	
	ACTUAR	VERIFICAR	
Asignación adecuada de recursos	Diseñar e implementar estrategias de acciones preventivas, correctivas y de mejoramiento continuo para el proceso de mantenimiento.	Validar la disponibilidad de los recursos mínimos necesarios	Mantenimiento preventivo realizado
Herramientas, materiales y servicios.		verificar el correcto funcionamiento de las máquinas y equipos una vez el encargado realiza los mantenimientos	
Planilla de programación de mantenimiento			
PERSONAL QUE PARTICIPA:			
Operarios de producción, jefe de producción, encargado documentación, gestor administrativo, agentes externos, subgerente, gerente.			
RECURSOS:			
DOCUMENTOS ASOCIADOS			
Herramientas para ejecución de mantenimientos	Inventario de máquinas, equipos y repuestos.		
Repuestos necesarios para las máquinas y equipos	Fichas técnicas de las máquinas y equipos.		
Equipos de computo	Cronograma de mantenimientos realizados y pendientes		
Equipos de	Los documentos generados por el sistema de gestión de calidad		

comunicación	
Elementos para limpieza de máquinas y equipos en la ejecución del mantenimiento	Plan de cambios
Iluminación adecuada	Formato de salidas no conformes
Empresa/técnico como agente externo	Reportes finales de mantenimientos realizados
INDICADORES DE GESTIÓN	
Nombre del indicador	Frecuencia
Eficacia general de la máquina o equipo	Se puede definir trimestralmente
Porcentaje de mantenimientos realizados con respecto a los programados	Se puede definir trimestralmente
Coste total de mantenimiento	Se puede definir trimestralmente
CONTROL DE CAMBIOS	
Plan de cambios para adaptación a nuevas modificaciones incorporadas en el proceso de mantenimiento o situaciones inesperadas	

**Cuadro 13: Caracterización del proceso de mantenimiento.
Fuente. Elaboración propia, Junio 2022.**

	Código de procedimiento: P-AC207 Fecha de emisión: Próxima revisión:
---	---

NATURAL'S HERBEAT'S	PROGRAMA DE MANTENIMIENTO
FICHA TÉCNICA DE MÁQUINA/ EQUIPO	CÓDIGO DE PROCEDIMIENTO: FECHA DE EMISIÓN: PRÓXIMA REVISIÓN:

FICHA TÉCNICA	
I. FILIACIÓN DE LA MÁQUINA/ EQUIPO	NIVEL DE CRITICIDAD: _____
a. Nombre	_____
b. Marca	_____
c. Procedencia	_____
d. Modelo	_____
e. Año de fabricación	_____
f. Número de serie	_____
g. Fecha de adquisición	_____
h. Fecha de vencimiento de la garantía	_____
i. Costo de la máquina/equipo	_____
II. ESTADO ACTUAL DEL EQUIPO	
j. Operativo	
k. ¿Cuenta con manual?	
l. ¿Cuenta con manual de uso?	
m. ¿Qué empresa hace actualmente el mantenimiento?	_____
n. Fecha de último mantenimiento	_____
o. De Acuerdo al uso del mismo, especifique la periodicidad con la que este recibió el mantenimiento preventivo.	
Anual	Semestral
Trimestral	Mensual
Otro	
III. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA MÁQUINA/ EQUIPO	
p. Tipo de uso	_____
q. Frecuencia del uso	
r. N° de veces	
s. Diario	
t. Semanal	
u. Mensual	
v. Otro	Especifique _____
w. Hora de uso por vez	
x. Características generales	
y. Suministros eléctricos	_____
z. Estabilizador de corriente	Si No

Figura 57: Formato de ficha técnica para máquinas y equipos
Fuente. Realización propia, Junio 2022.



Código de procedimiento:
P-AC207
Fecha de emisión:
Próxima revisión:

NATURAL'S HERBEAT'S	PROGRAMA DE MANTENIMIENTO
INFORME DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO PRESTADO A MÁQUINA/ EQUIPO	CÓDIGO DE PROCEDIMIENTO: FECHA DE EMISIÓN: PRÓXIMA REVISIÓN:

INFORME N° _____

1. IDENTIFICACIÓN DE MÁQUINA/ EQUIPO Y DEL AGENTE ENCARGADO

- a. Datos:
- b. nombre de la máquina/equipo : _____
- c. código patrimonial: _____ área: _____
- d. fecha de ejecución del servicio: _____ inicio: _____ terminó _____
- e. DATOS DEL RESPONSABLE DEL MANTENIMIENTO:
- f. nombre _____ identificación: _____
- g. especialidad: _____
- h. institución, centro y/o empresa donde labora _____
- i. domicilio _____ ciudad _____
- j. telefono _____ fax _____

2. DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO REALIZADO

- k. _____
- l. _____
- m. _____
- n. _____

3. HALLAZGOS ENCONTRADOS Y ACCIONES EJECUTADAS (de ser necesario)

- o. _____
- p. _____
- q. _____
- r. _____

4. TIPOS DE EQUIPOS UTILIZADOS EN EL MANTENIMIENTO

- s. _____
- t. _____
- u. _____
- v. _____

El mantenimiento efectuado al equipo en mención tiene una garantía de _____
a partir de _____

7.4. Síntesis

Como último paso, en este capítulo se plasman los resultados documentales que dan soporte al plan de gestión de mantenimiento para brindar una correcta estandarización al proceso, al mismo tiempo que permite cumplir con requerimientos de la normativa ISO 9001:2015 para finalmente validar una certificación de la empresa por la misma.

CONCLUSIONES

Ahora se presentan las conclusiones obtenidas a lo largo del desarrollo y finalización del actual trabajo:

- La obtención de información puntual y precisa se dió gracias a la ubicación de las fuentes clave y la estrategia de diseño de entrevistas compuestas por preguntas que previamente se deben analizar dependiendo del enfoque que se plantee, esto para llegar a un nivel de claridad deseado acerca del proceso de mantenimiento, permitiendo así un modelado conciso y entendible.
- El modelado estructural permitió tener una visión más amplia de cada procedimiento del proceso al representar de manera estructurada y jerárquica las actividades y los objetos o datos que soportan la interacción de ellas para así identificar oportunidades de mejora o iniciar el rediseño profundo de la manera como debe operar la empresa en determinado proceso.
- El modelado dinámico permitió tener una visión más amplia de cada procedimiento del proceso en cuanto a dinamismo como su mismo nombre lo indica y en lo que respecta a sus actividades y los encargados de desempeñarlas, esto se dá más fácil al dividir las a nivel de gestión y operación, donde se logran distinguir los recursos asignados, su comportamiento y evolución a través del tiempo, permitiendo así plantear una posible propuesta de mejora.
- Se diagnosticó el estado actual del proceso de mantenimiento y su información documentada en la empresa, con el fin de contrastarlo con los requerimientos exigidos por la norma NTC ISO 9001:2015, en donde ésta actuó como marco de referencia, permitiendo así identificar tanto posibles dificultades a nivel estructural y dinámico, como la documentación faltante para dar cumplimiento a la misma.
- El procedimiento propuesto del plan de gestión de mantenimiento como sistema de gestión de calidad, permite una posible unificación de estándares de integración empresarial ISA 95 con normas de sistemas de gestión ISO 9001:2015, mediante el desarrollo de un marco de referencia reutilizable y aplicable para cualquier sistema de gestión.

- Se evidenció que los formatos diseñados para implementar en conjunto con la reestructuración del proceso de mantenimiento, tienen los rasgos de ser simples, entendibles y adecuados para el personal y conforme a las necesidades de la empresa

BIBLIOGRAFÍA

Abril Sánchez, C. E. (2006). *Manual para la integración de sistemas de gestión : calidad, medio ambiente y prevención de riesgos laborales*. Fundación CONFEMETAL.

Alberto G. Alexander. (n.d.). Modelado de Procesos Utilizando IDEF0.

Amaury Rojas, O. (n.d.). Aplicación de la categoría “Administración de Operaciones de Calidad” de estándar ISA-95 a un Caso de Estudio.

https://www.academia.edu/3177874/Aplicacion_de_la_categoria_Administracion_de_Operaciones_de_Calidad_del_estandar_ISA_95_a_un_caso_de_estudio

An. Miguel Brunnello, & Cr. Marcelo Rocha Vargas. (2011). Modelado de Procesos.

https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/59356473/BPMN_GUIA20190522-19831-x3ifaz-wit-h-cover-page-v2.pdf?Expires=1654738674&Signature=A6M21ikUS2Z6HeHORsrlZ2r-P0bISm~a7ffMv1rGFQHW1XQLgsxG~mGgY1ujawlg4bpvJKid09GKEVrs7igBtr3afaQq7clRwTaUOylITC~aNYntppvgKX1yYLc~f

Arango Cifuentes, A. V. (n.d.). *DESARROLLO DE UN PLAN DE GESTION DE*

MANTENIMIENTO PARA LAS MAQUINAS Y VEHICULOS DEL CUERPO DE BOMBEROS VOLUNTARIOS DEL MUNICIPIO DE PUERTO ASIS, PUTUMAYO.

Retrieved June 8, 2022, from <http://repositorio.ufpso.edu.co/handle/123456789/849>

a Secretaría General de la Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. (1998, 08 10). DECRETO 1567 DE 1998.

Bernhard, W. (2011). ISA-95 based Task Specification Layer for REA in Production Environments.

Camisón, C., Cruz, S., & Gonzáles, T. (2006). Gestión de la calidad: Conceptos, enfoques, modelos y sistemas.

- Chávez Salazar, Espinoza Giron, H., & Edu, R. (2016). *Propuesta de implementación de un plan de mantenimiento preventivo para aumentar la disponibilidad de los equipos de la planta de alimentos de la empresa Minera La Zanja S. R. L.* UPN.
<https://hdl.handle.net/11537/7661>
- Cortés Sánchez, J. M. (n.d.). *Sistemas de Gestión de Calidad (Iso 9001:2015)*.
https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=RhkwDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT8&dq=Sanchez+jose+manuel+cortes&ots=XSuk-mJWK5&sig=LOsIB0QWSypZVvvsIQbsKtE0e6s&redir_esc=y#v=onepage&q=Sanchez%20jose%20manuel%20cortes&f=false
- Cruz Medina, F. L. (2017). *Sistema de gestión ISO 9001-2015: Técnicas y herramientas de ingeniería de calidad para su implementación*. Retrieved June 8, 2022, from
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6096091>
- Cruz Medina, F. L., López Díaz, A. d. P., & Ruíz Cardenas, C. (2017, Enero). Management system ISO 9001-2015: techniques and tools of quality engineering for the implementation. 17. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6096091>
- Cubillos Rodríguez, M. C. (2009, January). *El concepto de calidad: Historia, evolución e importancia para la competitividad*. <https://ciencia.lasalle.edu.co/ruls/vol2009/iss48/4/>
- Eduardo García López. (2013, 12 05). BPMN: Estándar para modelar procesos de negocio.
- Emerson, D., & Kawamura, H. (2007). Interoperability using the isa-95 standard.
- Flores, A., Pinedo, G., Mendez, O., Luna, M., Pineda, O., & Gilio, P. (2016). Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones 730e Komatsu-2013.
https://revistas.ulima.edu.pe/index.php/Ingenieria_industrial/article/view/529/1354
- Gasca, A., Olaya Vargas, R. D., & Héctor Mauricio. (2014). *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa Agroangel*. UTP. <https://hdl.handle.net/11059/4620>
- González Cruz, T. F. (2006). *Gestión de la calidad*. Pearson Educación.

- Granados Hondares, Y., & erreira Lorenzo, G. L. (2019, 02 25). Model to estimate the effort required by automation of business processes. *10(1)*, 65-76, 2019.
<https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v10n1.372>
- Herrera, J. (n.d.). *Introducción al mantenimiento minero - Archivo Digital UPM*. Archivo Digital UPM. Retrieved June 8, 2022, from <https://oa.upm.es/10485/>
- Hitpass, B. (2012). BPM: Business Process Management Fundamentos y Conceptos de Implementación: Fundamentos y Conceptos de Implementación. *hitpass2012bpm*.
https://www.researchgate.net/profile/Bernhard-Hitpass/publication/256198812_Consideraciones_para_proyectos_de_implementacion_de_procesos_utilizando_plataformas_BPMS/links/0deec521fbda5660ec000000/Consideraciones-para-proyectos-de-implementacion-de-procesos
- Internacional Organization for Standardization. (2015). *Iso 9001:2015(es) sistemas de gestión de la calidad*. <https://www.iso.org/obp>
- Lankford, W. M., & Parsa, F. (1999, 05 01). Outsourcing: una cartilla.
<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/00251749910269357/full/html>
- Mantenimiento predictivo mediante técnicas de machine learning*. (n.d.). AEIPRO Principal. Retrieved June 8, 2022, from <http://dspace.aeipro.com/xmlui/handle/123456789/2293>
- Melchor Díaz, G. (2018, 09 27). ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL PARA LA NORMALIZACIÓN (ISO). <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/103052>
- Mendoza, R. H. (2000). El análisis de criticidad, una metodología para mejorar la confiabilidad operacional.
- Oltra, R. (n.d.). *La Norma ISA 95*. RiuNet UPV. Retrieved June 8, 2022, from <https://riunet.upv.es/handle/10251/165975>
- Oyuky, M. d. L. (2015). *La Importancia del Modelado de Procesos de Negocio como Herramienta para la Mejora e Innovación*.
<http://www.itc.mx/ojs/index.php/raites/article/view/7>

PATIÑO RAMÍREZ, D. A. (2019). *DOCUMENTACIÓN DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO SEGÚN LA NTC ISO 9001:2015 EN UNA EMPRESA DE SERVICIOS TECNOLÓGICOS.*

Penkova vassileva, M. (n.d.). *Mantenimiento y análisis de vibraciones.* Retrieved December 8, 2007, from <http://repositoriobiblioteca.intec.edu.do/handle/123456789/1250>

Peter O'Neill, & Amrik S. Sohal. (1999). Reingeniería de Procesos de Negocio Una revisión de la literatura reciente. 19(9).

Reinaldos, A. (2018, March 8). *Presentación ISA: Sociedad Internacional de Automatización.* Repositorio Principal. Retrieved June 8, 2022, from <https://repositorio.upct.es/handle/10317/6726>

Reyes, S. (2021). *PROPUESTA DE PLAN DE MEJORAMIENTO DE PROCESOS ADMINISTRATIVOS CON ENFASIS EN ACREDITACION DE LA NORMA ISO 9001:2015 EN EL POLITECNICO EMPRESARIAL COLOMBIANO(PEC) SEDE POPAYAN.*

Riquelme, M. (2020, 07 09). Cadena de Valor de Michael Porter ¿Qué es y cuál es su importancia? 8. https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w25317w/M1DPI106_S3_Cadena_de_valor_de_micahel_porter.pdf

Riquelme, R., & González, C. (n.d.). *Gestión de proveedores área mantenimiento y servicios.* Repositorio UNAB. Retrieved June 8, 2022, from <https://repositorio.unab.cl/xmlui/handle/ria/19205>

Sacristán, F. R. (2014, Marzo 10). Elaboración y optimización de un plan de mantenimiento preventivo. <https://www.tecnicaindustrial.es/wp-content/uploads/Numeros/98/3064/a3064.pdf>

Scholten, B. (2007). A guide to applying the ISA-95 standard in manufacturing.

- Thompson, I. (n.d.). *CONCEPTO DE EMPRESA*. Promonegocios.net. Retrieved June 6, 2022, from <https://www.promonegocios.net/empresa/concepto-empresa.html>
- Thompson, I. (n.d.). *CONCEPTO DE ORGANIZACIÓN*. Promonegocios.net. Retrieved June 6, 2022, from <https://www.promonegocios.net/empresa/concepto-organizacion.html>
- Torres, I. (2019). *¿Qué es un sistema de gestión de la calidad?* IVE Consultores. <https://iveconsultores.com/sistema-de-gestion-de-calidad/>
- Valdez Stuard, M. (2021, 10). *Análisis de Procesos en el Área de Equipos de una Empresa Constructora utilizando Metodología IDEF0*. https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/5278/ING-L_025.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Yam Cervantes, M. A., Pali Casanova, R. d. J., & Zavala Loría, J. d. C. (2019). *APLICABILIDAD DE LA CRITICIDAD EN EL MANTENIMIENTO DE EQUIPOS*. Universidad Internacional Iberoamericana, México. <https://www.mlsjournals.com/Project-Design-Management/article/view/168/535>
- Yam Cervantes, M. A., Pali Casanova, R. d. J., & Zavala Loría, J. d. C. (2019). *APLICABILIDAD DE LA CRITICIDAD EN EL MANTENIMIENTO DE EQUIPOS*. <https://www.mlsjournals.com/Project-Design-Management/article/view/168/535>
- Zamora, M. (2008, January 30). *Propuesta simplificada de codificación alfanumérica aplicada a los documentos del planeamiento urbanístico*. UPCommons. Retrieved June 8, 2022, from <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/2813>