

UNIVERSIDAD DEL AZUAY



**DEPARTAMENTO DE POSGRADOS
MAESTRIA EN GESTION DE MANTENIMIENTO**

**DISEÑO DE MANUAL DE COMPRAS INDUSTRIAL BASADO EN LOS
FACTORES DE DESEMPEÑO DEL ACTIVO: DISPONIBILIDAD,
CONFIABILIDAD Y MANTENIBILIDAD APLICADO AL HOSPITAL DE SOLCA
DE LA CIUDAD DE CUENCA.**

**TESIS PREVIO A LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO DE MAGISTER EN GESTION DE MANTENIMIENTO**

AUTOR:

ING. IVAN FERNANDO MOROCHO PONCE

DIRECTOR:

ING. MARIA JOSE GONZALEZ CALLE.

CUENCA – ECUADOR

2018

DEDICATORIA:

En la consecución de éste ideal eslabón trascendental es el hogar, lumbre constante de ejecutorias plenas para quien dedico esta tesis:

A Dios por haberme guiado en esta etapa de mi vida, a mi esposa y a mi hijo quienes han sido mi motivación más grande a seguir superándome, a mis Padres quienes han sido siempre mi apoyo en la consecución de este logro, y mi hermano mayor quien ha sido quien me ha guiado sin dejarme solo, desde el colegio hasta mi logro en posgrado.

Agradeciendo especialmente a la Ing. María José González tutora de mi tesis, Lcdo. Geovanny Álvarez Administrador de SOLCA, Ing. Carlos Calle, Gerente de planta Lamitex, Ing. Simón Malo, Gerente administrativo Lamitex y Psic. Lab. Esteban Guamán Jefe de Recursos Humanos Lamitex.

IVAN.

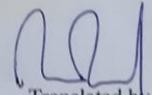
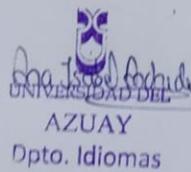
RESUMEN

El presente estudio propone un manual de compras industrial basado en estándares de mantenimiento como la disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad, que se pueda aplicar en los hospitales privados del país aportando a una reducción en incertidumbre y costos permitiendo así tomar una mejor decisión al momento de adquirir un equipo de costo representativo (son todos aquellos que superan los 2'000.000.00, esto es debido a que para aprobar esa cantidad de dinero se requiere la intervención de la dirección médica) para el hospital, la investigación abarcará el levantamiento de los equipos, análisis del proceso de compra y procesos de aprobación para al final diseñar una matriz que permita realizar el análisis de manera automática considerando los factores ingresados.

ABSTRACT

ABSTRACT

The present study proposed an industrial purchasing manual based on maintenance standards such as availability, reliability and maintainability. It sought to be applied in private hospitals of the country to contribute with a reduction of uncertainty and costs to make a better decision when acquiring equipment of representative cost for the hospital (considering all equipment that exceeded 2'000,000.00 due to the fact that the intervention of the medical management was required to approve this amount of money). The research included information gathering about equipment, analysis of the purchase and approval processes to design a matrix that could allow the analysis to be carried out automatically considering the entered factors.



Translated by
Ing. Paul Arpi

PALABRAS CLAVE

Confiabilidad, mantenibilidad, disponibilidad, MTTR, MTBF, manual de compras, lucro cesante.

KEYWORDS

Reliability, maintainability, availability, MTTR, MTBF, procurement manual, lost profit.

ÌNDICE

DEDICATORIA:	ii
RESUMEN.....	iii
ABSTRACT	iv
PALABRAS CLAVE	v
KEYWORDS	v
INDICE DE TABLAS	viii
INTRODUCCIÒN.....	ix
CAPÌTULO 1: LOS PROCESOS DE COMPRAS INDUSTRIALES Y GESTION DEL MANTENIMIENTO:	10
1.1 COMPRAS INDUSTRIALES	10
1.1.1 Concepto de compras:	10
1.1.2 Fundamentos de las compras industriales:.....	10
1.1.3 Funci3n de compras industriales:	11
1.1.4 Aumento en la complejidad de la gesti3n de compras.....	14
1.1.5 Importancia del departamento de compras:	15
1.1.6 Planificaci3n de las compras:.....	17
1.1.7 Lucro cesante:	20
1.2 MANTENIMIENTO INDUSTRIAL	21
1.2.1 Gesti3n del mantenimiento:	21
1.2.2 Objetivo general del mantenimiento:.....	25
1.2.3 Objetivos especÌficos del mantenimiento:	25
1.2.4 Principios del mantenimiento:	26
1.2.5 Planificaci3n del mantenimiento:	28
1.2.6 CÌculos principales:.....	30
CAPÌTULO 2: ANÌLISIS Y GESTI3N DE COMPRA DE EQUIPOS MÈDICOS EN SOLCA.....	32
2.1 Instituto del cÌncer SOLCA	32
2.1.1 Misi3n:.....	32
2.1.2 Historia:.....	33

2.2 Manuales de compras:	34
2.3 Levantamiento del proceso de compras:.....	37
2.4 Listado de maquinarias existentes:	38
2.5 Matriz de toma de decisión:.....	41
2.6 Costos incurridos de los equipos:.....	45
2.7 Manual de compras para SOLCA:.....	47
CAPÍTULO 3: APLICACIÓN DEL FORMATO DE TOMA DE DECISIÓN	58
3.1 Presentación general:.....	58
3.2 Plan de capacitaciones:	66
CONCLUSIONES.....	68
RECOMENDACIONES.....	70
Bibliografía.....	71

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Tipos de industria que condicionan la gestión de compra industria.....	13
Ilustración 2: Posición en la cadena de suministro y actividades clave de la cadena de valor ...	14
Ilustración 3: Orden de compra.....	19
Ilustración 4: Evolución convencional de los tipos de mantenimiento	22
Ilustración 5: Técnicas basadas en equipos especializados.	23
Ilustración 6: Técnicas basadas en calidad del producto.	24
Ilustración 7: Técnicas basadas en los sentidos.	24
Ilustración 8: Técnicas basadas en parámetros de funcionamiento.....	25
Ilustración 9:La gestión de la inspección y el diagnóstico	27
Ilustración 10: Cálculos principales de gestión de mantenimiento	31
Ilustración 11: Formato de toma de decisión.	42
Ilustración 12: Cálculos por fallo.	44
Ilustración 13: Cuadro estadístico de probabilidad de fallo.	44
Ilustración 14: Costos de adquisición de los equipos.	59
Ilustración 15: Costos operativos.	59
Ilustración 16: Presentación general de la Matriz de toma de decisión.	64

Ilustración 17: Formato de toma de decisión, pestaña "Probabilidades". 65
Ilustración 18: Gráfica de evolución de fallas por equipo. 65
Ilustración 19: Plan de capacitación.. 67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Proceso de compras hospitalarias..... 52
Tabla 2: Diagrama de flujo del proceso de compras hospitalarias..... 53

INTRODUCCIÓN

En SOLCA tienen un proceso específico de adquisición de maquinarias, poseen análisis legales, análisis de seguridad, análisis de repuestos, procesos de recepción, pero ningún proceso de análisis de paradas, pérdidas y mantenimiento.

Bajo estos parámetros nace el proceso de investigación planteado, ya que, las paradas por mantenimiento, el proceso de recepción de los repuestos, el tiempo que permanece inactiva la máquina, y los costos que ello implica (producción perdida, personal sin laborar, costos fijos varios) no son tomados en cuenta al momento de adquirirla, hay que tomar en cuenta que en los manuales de cada equipo viene colocado cada cuanto falla la misma, de esta manera se puede determinar el tiempo de inactividad hasta que llegue los repuestos y vuelva a operar.

Como metodología principal se procederá a investigar, ya sea en fuentes virtuales o físicas, todos los conceptos de compras y de mantenimiento aplicables a la presente investigación, eso como objetivo de tener en claro todos los conceptos y definiciones, luego se investigará los equipos más representativos de SOLCA (se considera como representativa equipos que superen los \$2'000.000.00) para determinar en qué equipos se podría aplicar el manual, por consiguiente se investigarán manuales de compras ya utilizados, esto servirá de antecedente para determinar qué puntos serán aplicados en el manual, finalmente se procederá a la elaboración del formato de toma de decisiones que será el encargado de determinar el mejor equipo para SOLCA, cabe recalcar que este formato es un apoyo mas no es una decisión definitiva ya que el hospital puede cambiar la decisión por otros factores como es el tiempo de vida de la empresa proveedora, negociaciones internas, etc.

En base a estos datos se espera proporcionar al hospital de SOLCA los datos suficientes para minimizar los costos futuros que afecten a las utilidades de la misma, es decir, el manual servirá de directriz para que este proceso tan importante sea establecido de forma sistemática y sea tomada la mejor decisión de compra basados en parámetros poco utilizados.

CAPÍTULO 1: LOS PROCESOS DE COMPRAS INDUSTRIALES Y GESTION DEL MANTENIMIENTO:

1.1 COMPRAS INDUSTRIALES

1.1.1 Concepto de compras:

González R. (2007) estableció que es la actividad que incluye el conocimiento de la necesidad, localización y selección del suministrador, negociación con el establecimiento de precio y términos, seguimiento para el aseguramiento de la entrega.

1.1.2 Fundamentos de las compras industriales:

Mercado S. (2004) establece que “las compras son casi tan antiguas como la historia del hombre, empezaron con el famoso trueque que consistía en el intercambio de objetos entre dos personas” (p. 14).

De acuerdo a Mercado S. (2004), el proceso de compras es un proceso en el cual la empresa adquiere un determinado bien o servicio a un costo y tiempo establecido con la parte proveedora, este se ocupa de defender los intereses de la empresa en el mercado proveedor, definir la estrategia y desplegar la misma para garantizar los suministros necesarios de manera competitiva, por ejemplo, una empresa puede tener como política que para escoger un nuevo proveedor puede entrar en un proceso de puja, o a su vez, simplemente mostrar la cotización más baja, a partir de este antecedente también determina que las compras industriales, en cambio, son todas aquellas compras que se enfocan en máquinas, químicos y materias primas necesarias para realizar las labores diarias de la misma.

Tomando en cuenta que, por medio de la tecnología y la cultura, el ser humano es capaz de modificar su entorno de una forma más ágil que lo que la naturaleza puede ofrecer, gracias a su invención, estas multiplican su capacidad de producir con la coordinación del ser humano, a más de esto, las máquinas y materias primas son sumamente costosas lo que hace que exista un proceso especial para la adquisición de las mismas.

Según la investigación de Mercado S. (2004) señala que toda actividad industrial exige materiales y suministros para su operación, antes de que un rodamiento cumpla su función, debe tenerse los materiales al alcance de la mano, y la respectiva seguridad de que el abastecimiento sea continuo con el fin de hacer frente a las necesidades de producción.

En la actualidad las empresas se encuentran inmersas en una batalla de mercados cliente, que le obligan a unos requerimientos cada vez más complejos y sofisticados en los mercados de proveedores, por otra parte, la globalización de los mercados provoca una importancia relativa de la gestión de compra para conseguir una eficiencia global al momento de realizar las compras.

Es necesario que se posea un flujo que permita saber cada uno de los pasos para las compras de los equipos industriales, de esta manera se puede estandarizar un proceso definitivo de compras, se debe tomar en cuenta que cada empresa puede tener su propia metodología de compras.

1.1.3 Función de compras industriales¹:

La función de compras se ocupa de defender los intereses de la empresa en el mercado proveedor, al realizar la definición de la estrategia y desplegar la misma se garantiza los suministros necesarios de manera competitiva.

Cada empresa por su parte posee su propio proceso de compras, dependiendo del tipo de compras (suministros o maquinarias) y la complejidad que ello represente.

Existen dos factores que condicionan la gestión de compra:

- a. Las características intrínsecas al tipo de industria.
- b. La posición de la cadena de suministros.

Las primeras hay que realizar una diferenciación si es de servicios o de bienes, y a su vez las segundas el sistema productivo y logístico pueden condicionar los requisitos de calidad, servicio y coste exigibles en el mercado proveedor.

¹ Errasti, A. (2012). *Gestión de compras en la empresa*. Madrid: Ediciones Pirámide

La ilustración 1 muestra que las características del tipo de industria y los requisitos de bienes manufacturados, industria de procesos o servicios son diferentes, a su vez las características de valor y el sistema productivo y logístico pueden condicionar los requisitos de calidad, servicio y coste exigibles en el mercado proveedor, por ejemplo, la ingeniería por proyectos vs manufactura seriada.

La ilustración 2 muestra que el valor añadido y la base o número de proveedores en cada eslabón es distinto, influyendo de manera notable la intensidad de la competencia, así como la explotación de la ventaja competitiva que condicionan todas las actividades de la cadena de valor a desarrollar, así como el desempeño esperado.

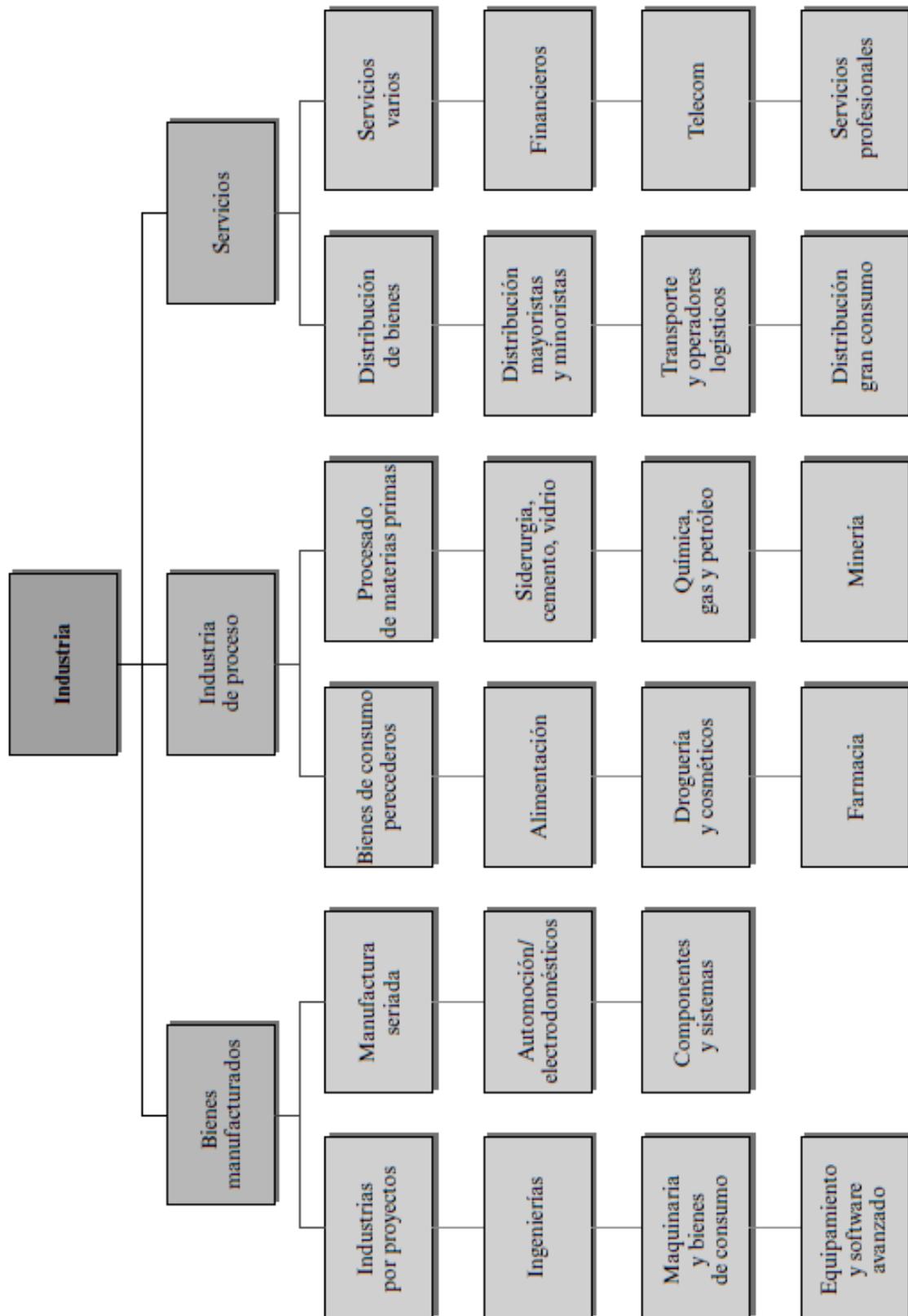


Ilustración 1: Tipos de industria que condicionan la gestión de compra industrial Errasti, A. (2012). *Gestión de compras en la empresa*. Madrid: Ediciones Pirámide

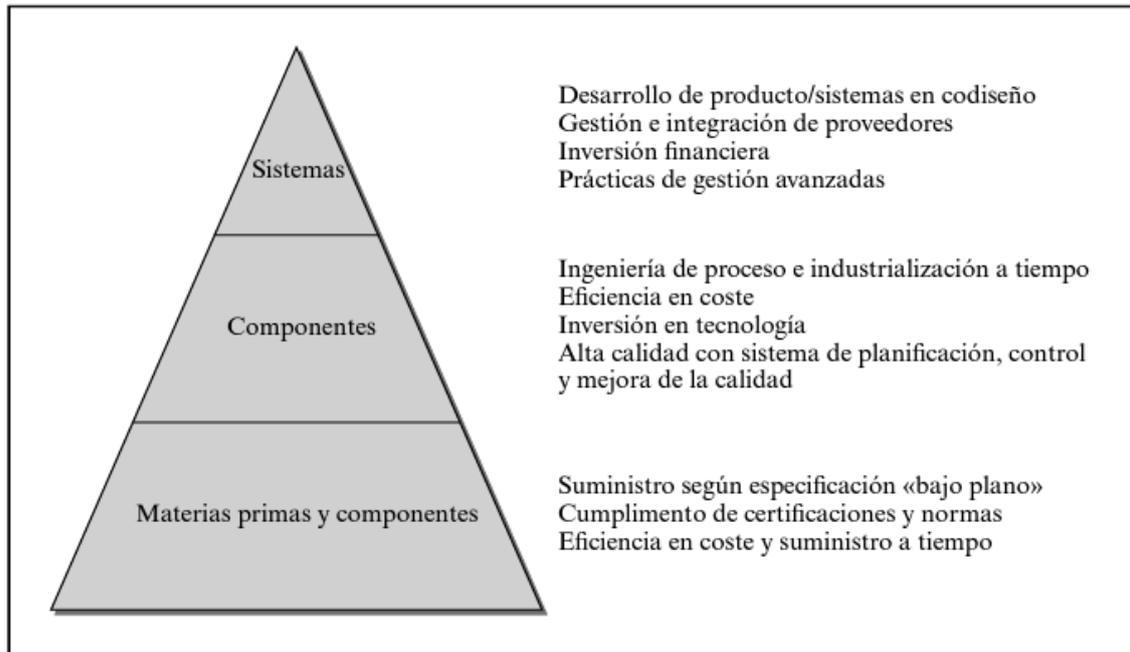


Ilustración 2: Posición en la cadena de suministro y actividades clave de la cadena de valor Errasti, A. (2012). *Gestión de compras en la empresa*. Madrid: Ediciones Pirámide

1.1.4 Aumento en la complejidad de la gestión de compras.

La gestión de compras puede llegar a ser un proceso complicado dependiendo del valor de compra de la misma, ya que no es lo mismo comprar suministros cuyos valores no superen los 100 dólares a un complejo equipo que pudiera llegar a superar el 1`000.000 de dólares.

Según Errasti A. (2012) se tiene diferentes tipos de cambios en las compras:

Sofisticación de la compra producto + servicio: Existen determinados equipos, como son las máquinas, software de gestión, almacenes automáticos, los cuales tienen exigencias de alta disponibilidad, para lo cual los proveedores deben ofrecer no solo el equipo, sino un sistema de mantenimiento (bienes de equipo y contratos de mantenimiento) realizado por ellos o por una tercera empresa concentrada con la empresa proveedora del equipo.

Ingeniería de producto y fabricación: hay determinados suministros en los cuales la empresa que adquiere proporciona exclusivamente los requisitos de contorno de la pieza, ingeniería de detalle, materiales y la concepción del proceso de fabricación corren a cargo del proveedor

(producto + ingeniería), esto es más común entre empresas de automoción, electrodomésticos y bienes de equipo en general.

Ingeniería de producto, inversión y fabricación: es el mismo principio que el anterior, solo que a este hay que sumar que la fabricación puede requerir de una inversión considerable, por ejemplo, moldes, que corre habitualmente por cargo del cliente (producto + ingeniería + inversión), pero requiere de una gestión de dicha inversión a lo largo del ciclo de vida del suministro.

Ingeniería de producto y logística de aprovisionamiento internacional: la necesidad de aprovisionar productos con alto valor añadido y con ingeniería y a su vez que posean precios competitivos, se puede llegar a requerir que el proveedor fabrique o aprovisione parte del producto desde un país de bajo coste o que posea tecnología que el país solicitante requiere (Producto + logística completa de aprovisionamiento), esto hace necesario una coordinación de una producción basada en previsiones y gestión logística.

Compra con contrato indexado: Los contratos de compra son cada vez más sofisticados en determinados suministros, siendo necesaria la indexación a determinados referenciales, ejemplo, motores eléctricos al cobre.

Compra con riesgo moneda – país: La fluctuación financiera pueden provocar que el cambio financiero puede afectar al coste de la compra, sin olvidar la inestabilidad política puede paralizar el país o provocar que se desencadenen desastres naturales.

1.1.5 Importancia del departamento de compras:

Escudero M. (2014) afirma que cuando la empresa necesita bienes o contratar servicios tiene que hacer un estudio de mercado, localizar fuentes de suministro, comprobar precios y servicios, etc. Por eso, algunas empresas dentro de su organización necesitan un departamento de compras cuya función principal es establecer con los proveedores relaciones comerciales duraderas.

Aunque otro investigador (Mercado S., 2004) afirma que con sus contactos en el mercado y en general con el departamento de ventas, con las normas y la competencia de la industria hacen posible que el departamento de compras aporte de manera valiosa al desarrollo de planes ya sea para lanzar productos, planear la producción, fijar normas, etc., se debe tomar en cuenta que el desarrollo de la compañía ya no es la misma que antaño, ahora el empresario debe estar pendiente de la rotación del inventario, de la mejor utilización de su capital ya que los principales problemas en el departamento de compras está ligado con las existencias de las mismas.

A más de ello, el mismo autor afirma que las erogaciones de dinero con respecto al encargado de compras generalmente son rentables, sobre todo cuando el director de la empresa no puede dedicar tiempo ni atención necesaria ante cualquier inconveniente que pueda suscitarse, como norma general la persona que es encargada de hacer la negociación de las compras siempre debe ser diferente a la que realiza el pago para evitar situaciones problemáticas.

Este departamento tiene la función de ayudar a producir más utilidades a la empresa, mientras más grande sea la empresa mayor es el número necesario de las personas encargadas de este proceso.

Objetivos y funciones:

En base a la investigación de Escudero. M. (2014) los objetivos del departamento de compras son:

1. Buscar proveedores competitivos, los mismos deberán garantizar la calidad y el plazo de entrega.
2. Adquirir materiales con la calidad adecuada para el trabajo que satisfaga tanto al cliente interno como externo.
3. Conseguir los productos que tengan mejor relación calidad – precio y gestionar el mejor precio de adquisición global.
4. Conseguir los suministros a tiempo, es decir, que siempre estén disponible para su adquisición.
5. Mantener los costos al mínimo que permitan disminuir al máximo los costos de almacenaje.
6. Compartir con las diferentes secciones, la información de los proveedores para obtener productos de calidad y competitivos.

Así mismo establece que las funciones de dicho departamento son:

1. Recibir las órdenes de compra (artículos y materiales) y en base a ello buscar los proveedores y gestionar las compras.
2. Analizar la evolución del mercado, anticipándose a todos los cambios existentes (nuevos productos, cambio en la moda, cambios de precios, etc.)
3. Estudiar los envíos de los proveedores, haciendo un seguimiento de los pedidos y los métodos de almacenamiento que utiliza la empresa.
4. Analiza las prioridades en los pedidos acorde al tiempo de pedido y urgencia de las mismas.
5. Solicitar ofertas y presupuesto cuando el pedido sea de alto coste.
6. Evaluar los presupuestos enviados por el proveedor.
7. Negociar las condiciones con los proveedores con el fin de ajustar algunos puntos de la oferta, como pueden ser cantidad mínima de pedido, fecha de entrega, reposición, garantías, etc.
8. Solicitar el pedido una vez negociada las condiciones.
9. Dar seguimiento al pedido para garantizar que las condiciones establecidas con anterioridad sean cumplidas a cabalidad.

1.1.6 Planificación de las compras:

Escudero. M. (2014) afirma que la planificación de las compras, es un proceso complejo, va más allá de la negociación con el proveedor y el trámite burocrático, con una buena gestión de compras de la empresa consigue ahorrar costes, satisfacer al cliente, en el tiempo y cantidad, y obtener beneficios directos, pues la gestión de compras es decisiva para que la empresa obtenga el éxito o el fracaso.

Para realizar una mejor planificación de las compras se debe tener una serie de pasos:

1. Determinar las funciones y objetivos del departamento de compras (fue señalado en el punto anterior).
2. Realizar la búsqueda de proveedores, en este caso la empresa puede basarse en los proveedores que regularmente posee, o investigar en una base de datos confiable, un ejemplo claro puede ser el INEC.

3. Realizar la solicitud de cotizaciones a los proveedores encontrados, con la finalidad de ver el mejor precio para la adquisición del bien o servicios.
4. Elaborar la orden de compra, este documento detalla todo lo requerido con por la empresa, dependiendo del nivel de detalle, se coloca el nombre del proveedor, fecha, la cantidad requerida, la descripción del producto, el código, el valor unitario (en base a la cotización seleccionada), el valor total por producto, el valor total, impuesto y el valor total a pagar, a continuación, un ejemplo:

	ORDEN DE COMPRA	No. AAA						
Código: ALE - DTO - COM - 05		Hoja 1 de 1						
FECHA : 16/09/2016 RUC : 0190097595001 PROVEEDOR : PAPELERIA MONSALVE MORENO CIA LTDA	COMPRADOR : IVAN MOROCHO CI / PAS : 0105207575	TIPO DE COMPRA: SUMINISTROS <input checked="" type="checkbox"/> ACTIVOS FIJOS <input type="checkbox"/> MATERIAL DIDACTICO <input type="checkbox"/>						
Cantidad	Unidad	Descripción	Tipo	Código/ ISBN	Serie	Modelo	Precio Unitario	Precio Total
24	UND	LAPIZ STAEDLER	SUMINISTROS	12100393	N/A	N/A	0,20	4,80
06	UND	MARCADOR PELIKAN NEGRO PARA CD	SUMINISTROS	02030642	N/A	N/A	0,51	3,06
20	UND	ARCHIVADOR OFICIO NEGRO UNICO	SUMINISTROS	13101209	N/A	N/A	1,68	33,60
20	UND	SEPARADOR PLASTICO MEMORIS-LANCER X 10	SUMINISTROS	1004069	N/A	N/A	1,05	21,00
20	UND	PEGA BRUJITA GEL TUBO 3G SUPER BONDER	SUMINISTROS	11700051	N/A	N/A	2,15	43,00
24	UND	PEGA EN BARRA 40GR UHU	SUMINISTROS	11700028	N/A	N/A	0,90	21,60
20	UND	ARCHIVADOR OFICIO NEGRO IDEAL 5MM	SUMINISTROS	13100607	N/A	N/A	2,44	48,80
01	UND	CONO DE CD X 100 UNIDADES	SUMINISTROS	15008027	N/A	N/A	25,21	25,21
01	UND	FUNDA PLASTICA TRANS. P/CD X100 J414	SUMINISTROS	15007870	N/A	N/A	3,01	3,01
10	UND	CINTA TRANSPARENTE PEQUEÑA	SUMINISTROS	10830502	N/A	N/A	0,17	1,70
04	UND	CAJA DE CLIPS MARIPOSA	SUMINISTROS	11500550	N/A	N/A	0,85	3,40
04	UND	PORTA CLIPS	SUMINISTROS	11900231	N/A	N/A	0,79	3,16
04	UND	CLIPS MANECILLA 25 MM	SUMINISTROS	13300157	N/A	N/A	0,83	3,32
20	UND	CHINCHÉ DORADO	SUMINISTROS	11400108	N/A	N/A	0,57	11,40
10	UND	CHINCHES DE COLORES	SUMINISTROS	11400199	N/A	N/A	0,79	7,90
04	UND	CAJA DE GRAPAS ALEX	SUMINISTROS	11500014	N/A	N/A	0,70	2,80
06	UND	CUCHILLA STAINLESS	SUMINISTROS	12400099	N/A	N/A	0,33	1,98
06	UND	TLERA PARA ADULTOS	SUMINISTROS	12600255	N/A	N/A	1,93	11,58
06	UND	PILAS C2 X 2	SUMINISTROS	15000511	N/A	N/A	4,47	26,82
50	UND	ETIQUETA FACIL PRINT A4	SUMINISTROS	14280129	N/A	N/A	0,14	7,00
SUBTOTAL							285,14	
IVA							39,92	
VALOR TOTAL							325,06	
OBSERVACIONES :								
SUMINISTROS PARA COMPLETAR STOCK DE ALMACEN								
Para constancia de lo entregado y recibido a entera satisfacción de lo detallado, firman : <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;"> A.E.A.C.R.C. _____ Agente de Compra : IVAN MOROCHO 0105207575 </div> <div style="text-align: center;"> _____ Responsable de Compra: ING. IVAN MOROCHO PONCE RESPONSABLE ALMACEN </div> <div style="text-align: center;"> _____ Autoriza : ING. FERNANDO CAMPOVERDE JEFE FINANCIERO </div> </div>								
Número de revisión	Fecha de revisión	Motivo del cambio	Responsable del cambio					
original	23-mar-11	Orden de Compra	Fernando Campoverde					
Almacenamiento: COMPRAS		Tiempo de retención: 1 año	Disposición final: archivo pasivo					

Ilustración 3: Orden de compra, Elaborado por el Autor.

5. Una vez encontrado la solicitud y realizada la orden de compra se procede a realizar la aprobación por parte del encargado del departamento financiero quien es el que determina el presupuesto a utilizar en la adquisición de los diferentes bienes.

1.1.7 Lucro cesante:

Según (F., 2007) J. (2007) el lucro cesante es la ganancia que se haya dejado de obtener por consecuencia del hecho del cual se es responsable, el concepto de lucro cesante se circunscribe a la lesión de un interés patrimonial consistente en la pérdida de un interés patrimonial neto, es decir, la ganancia perdida por daño de un bien o de una persona, sin olvidar que también se puede dar por el incumplimiento contractual.

Para este caso, este concepto es fundamental para calcular la pérdida de la ganancia cuando una máquina se detiene por daño o por parada de mantenimiento, ya que cualquiera que sea el motivo por el cuál la máquina se haya detenido esta deja de producir y al dejar de producir la empresa deja de vender y por ende deja de ganar.

Para calcular el lucro cesante simplemente (en el caso de paradas de maquinaria) se calcula de la siguiente manera:

1. Se determina la producción por un tiempo determinado, es decir, si una empacadora embala 1800 productos por hora, esto quiere decir que embala 30 unidades por minuto.
2. Se determina el costo de cada uno, es decir, si cada unidad empacada tiene un costo de \$5.00 cada uno, quiere decir que por cada minuto que la máquina se encuentre sin funcionar se pierde \$150.00.
3. Finalmente se determina el tiempo de parada para determinar el lucro cesante, es decir, si la máquina se detuvo de manera abrupta por 45 minutos hasta repararla eso quiere decir que la empresa perdió \$6750.00.

1.2 MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

1.2.1 Gestión del mantenimiento:

Según García S. (2010) el mantenimiento es el conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible buscando la más alta disponibilidad y con el máximo rendimiento posible.

Sexto L. (2016) establece que las tecnologías del mantenimiento ofrecen, en su conjunto, una promesa de desarrollo, pero no la capacidad de decisión, ni creatividad, ni iniciativa, ni aseguran la competitividad, el hecho de que se utilicen técnicas y estrategias no significa que las empresas sean capaces de obtener un resultado supremo, mucho menos si dichas estrategias se convierten en un fin en sí mismas y las estrategias están desenfocadas y concebidas para un corto plazo.

Esto quiere decir que no conducirá a una mejora inmediata a los procesos fundamentales de la empresa, a más de ello, estas estrategias son para largo plazo, mas no para el corto plazo, este es uno de los grandes errores de las empresas, ya que establecen un plan de mantenimiento que no engloba los grandes cambios tecnológicos y se concentran mucho en el ahora (mantenimiento correctivo) y olvidan el futuro (mantenimiento preventivo).

Sexto L. (2016) afirma que un aspecto importante dentro de una estrategia de mantenimiento es el establecimiento de una política de mantenimiento, esta establecerá que debe hacerse para cumplir con la misión y visión que, desde la perspectiva del mantenimiento, posee la empresa.

En este caso la política deberá establecer que tipos de mantenimiento se utilizará en la empresa, ya que cada uno ha ido evolucionando en el tiempo:

EVOLUCIÓN CONVENCIONAL DE LOS TIPOS DE MANTENIMIENTO

	1910-49	1950-69	1970-89	1990-xx
Mantenimiento Correctivo				
Mantenimiento Preventivo				
Mantenimiento Predictivo				
TPM (1971)				
Era del mantenimiento:	Basado en el tiempo			
Era del mantenimiento:			Basado en las condiciones	



Ilustración 4: Evolución convencional de los tipos de mantenimiento [En línea]. Sexto. L. (2016). Principios de gestión de mantenimiento. Consultado: [02, enero, 2018] Disponible en: <http://www.radical-management.com/>

Como se puede apreciar en la ilustración 4, los tipos de mantenimiento han ido evolucionando a través de los años, en un principio solo existía el mantenimiento correctivo y a medida que todo ha ido evolucionando lo ha hecho el mantenimiento, ya que una empresa no puede permitirse perder tiempo y dinero reparando una máquina cuya avería se pudo haber prevenido antes de que ocurra.

Sexto L (2016) establece que los tipos y definiciones del mantenimiento son los siguientes:

1. Mantenimiento correctivo: es aquel mantenimiento que se realiza al equipo siempre y cuando este tenga una avería.
2. Mantenimiento preventivo: es un mantenimiento programado que se le hace a un equipo para evitar que se detenga por alguna avería.
3. Mantenimiento predictivo: es un mantenimiento basado en estadísticas, que predice cuando podría averiarse un equipo acorde a su uso.
4. Mantenimiento autónomo: es aquel mantenimiento que puede hacerlo cada operario de una máquina (como limpiarla, lubricarla, etc.)
5. Mantenimiento basado en condición, es un mantenimiento que se realiza dependiendo de la condición de la máquina, esta toma varios factores como son vibraciones, temperatura y hasta la calidad del producto final ya que estos al empezar a fallar, emiten algún comportamiento físico, como calentarse, realizan sonidos que no van acorde a al correcto funcionamiento, etc.

Este último tipo de mantenimiento es el más actual, ya que va más allá de predicciones y reparaciones cuando la máquina ya ha fallado, se tendrá que considerar que cuando esta falla, existe un lucro cesante (valor que deja de ganar debido a que la máquina no produce), costos perdidos ya que los operarios dejan de trabajar pero no se les deja de pagar, y no se debe olvidar que cuando se daña la máquina sin previo aviso, puede que no se tengan los repuestos en stock, lo que representa que los mismos pueden llegar a tardar desde días hasta meses dependiendo del país de origen de los mismos.

Hernández. E. (2016) establece que los principales parámetros del mantenimiento basado en condición son los siguientes:

1. Técnicas basadas en equipos especializados: son aquellas donde se utilizan equipos especiales que pueden medir temperatura, sonido, vibraciones, variaciones eléctricas, etc., estos pueden verificar si, por ejemplo, la temperatura del equipo está normal, elevada o muy baja, esto brinda información de la condición del equipo, así como se puede detectar que componente puede estar defectuoso.



Ilustración 5: Técnicas basadas en equipos especializados, Hernández E. (2016) Mantenimiento basado en condición. Cuenca. Universidad del Azuay.

2. Técnicas basadas en variaciones de calidad de producto: esta es una técnica en donde se puede determinar una falla de alguna máquina en base al cumplimiento de la calidad de un producto, es decir, si una varilla tiene que medir 2 mm y su tolerancia es +/- 1 mm, las varillas no pueden superar los 3mm o ser inferior a 1mm, en caso de que la misma supere este estándar puede deberse a que el equipo necesite mantenimiento.

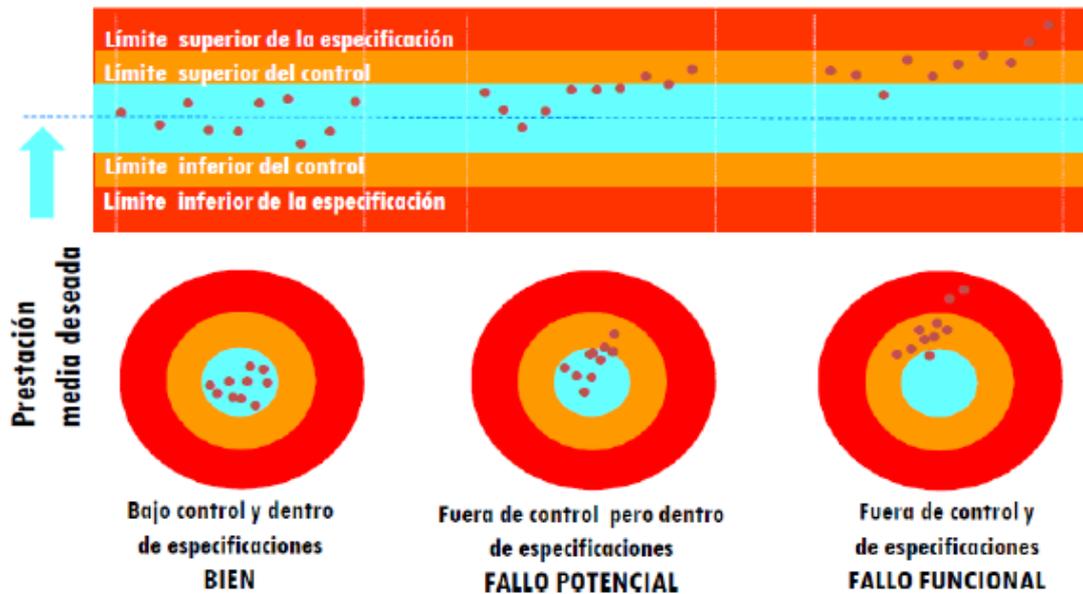


Ilustración 6: Técnicas basadas en calidad del producto, Hernández E. (2016) *Mantenimiento basado en condición*. Cuenca. Universidad del Azuay.

3. Técnicas basadas en los sentidos: el operario es quien permanece siempre en uso de la máquina, él es aquel que por experiencia con la misma sabe que temperatura debe tener, como debe de trabajar y hasta como debe de sonar la misma, en base a lo anterior se establece la técnica, mirar, oler, escuchar, etc. Puede brindar información sumamente útil para valorar la condición de la máquina.

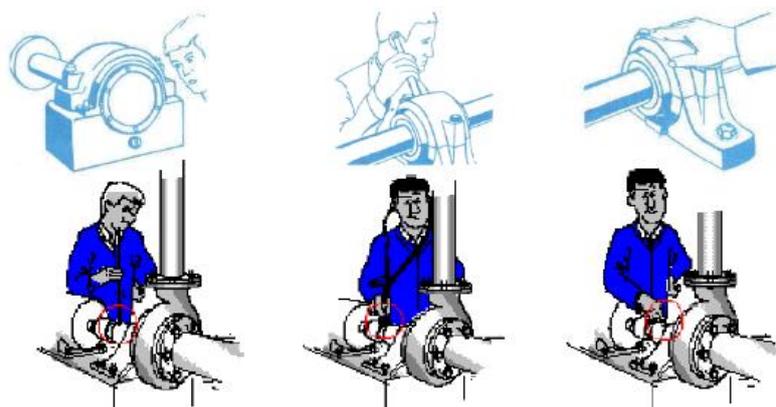


Ilustración 7: Técnicas basadas en los sentidos, Hernández E. (2016) *Mantenimiento basado en condición*. Cuenca. Universidad del Azuay.

4. Técnicas basadas en parámetros de funcionamiento: los parámetros de funcionamiento pueden brindar información vital para la valoración de la condición del equipo, un parámetro puede ser, las RPM (Revoluciones Por Minuto), la velocidad de

funcionamiento, etc., estos parámetros tienen una tolerancia o un rango de funcionamiento normal, de esta manera puede brindar información si es necesario realizarle alguna intervención al equipo.

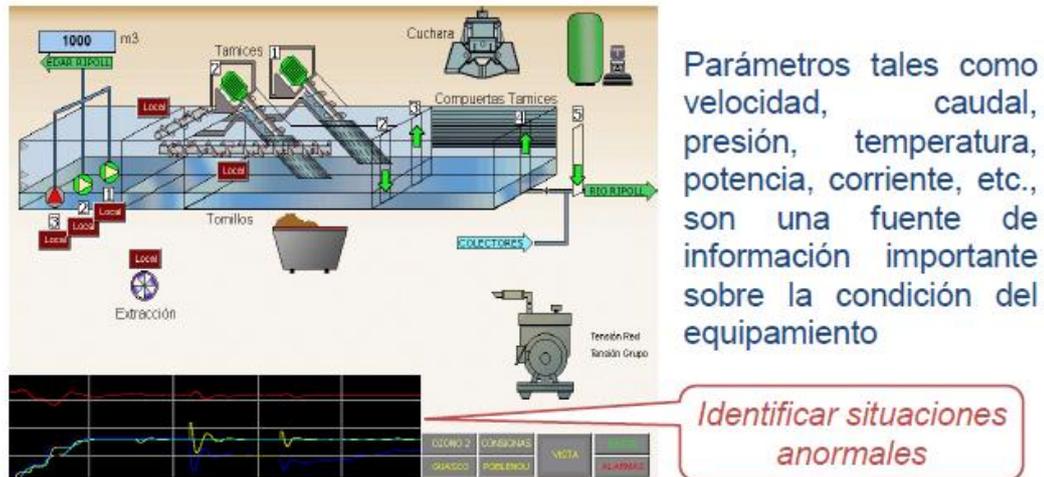


Ilustración 8: Técnicas basadas en parámetros de funcionamiento, Hernández E. (2016) *Mantenimiento basado en condición*. Cuenca. Universidad del Azuay.

1.2.2 Objetivo general del mantenimiento:

Es el planear, programar y controlar todas las actividades encaminadas a garantizar el correcto funcionamiento de los equipos utilizados en los procesos de producción.

1.2.3 Objetivos específicos del mantenimiento:

Según (Olarte, 2010) C. (2010) los principales objetivos son los siguientes:

- Realizar listados de los equipos que conforman el proceso de producción, esto es necesario para poder realizar un correcto inventario y codificación de los mismos.
- Asignar códigos de identificación a cada uno de los equipos señalados en dicho listado.
- Realizar fichas técnicas de cada uno de los equipos (características generales, técnicas y operaciones) de la empresa.
- Generar listados codificados con cada uno de los mantenimientos a realizarse, se puede dividir por mantenimiento eléctrico, mecánico, lubricación, etc.

- Asignar tareas de mantenimiento detallando la fecha de inicio y frecuencia para cada uno de los equipos codificados.
- Listar los repuestos, herramientas y talento humano responsable por cada máquina codificada.
- Realizar órdenes de trabajo del mantenimiento.
- Generar informes que permitan controlar el presupuesto asignado por la administración para la tarea de mantenimiento.

1.2.4 Principios del mantenimiento:

En base a la investigación de Sexto L. (2016) establece que el mantenimiento tiene los siguientes principios:

1. Mantener las condiciones establecidas de máquinas, estructuras, sistemas, subsistemas, componentes.
2. Conservar el patrimonio empresarial durante toda la fase de vida útil del ciclo de vida del activo.
3. Garantizar la seguridad de la empresa, la comunidad y la protección ambiental.
4. Efectuar las actividades de mantenimiento con la máxima economía posible.

La gestión de la inspección y diagnóstico: es un proceso general de inspección para la realización del mantenimiento, la ilustración 9 resume el proceso de inspección y diagnóstico en un diagrama de flujo que indica que identificar, como evaluar las consecuencias, seleccionar las técnicas de mantenimiento, determinar la factibilidad, establecer la frecuencia de la inspección, los responsables la evaluación y los pronósticos del mantenimiento.

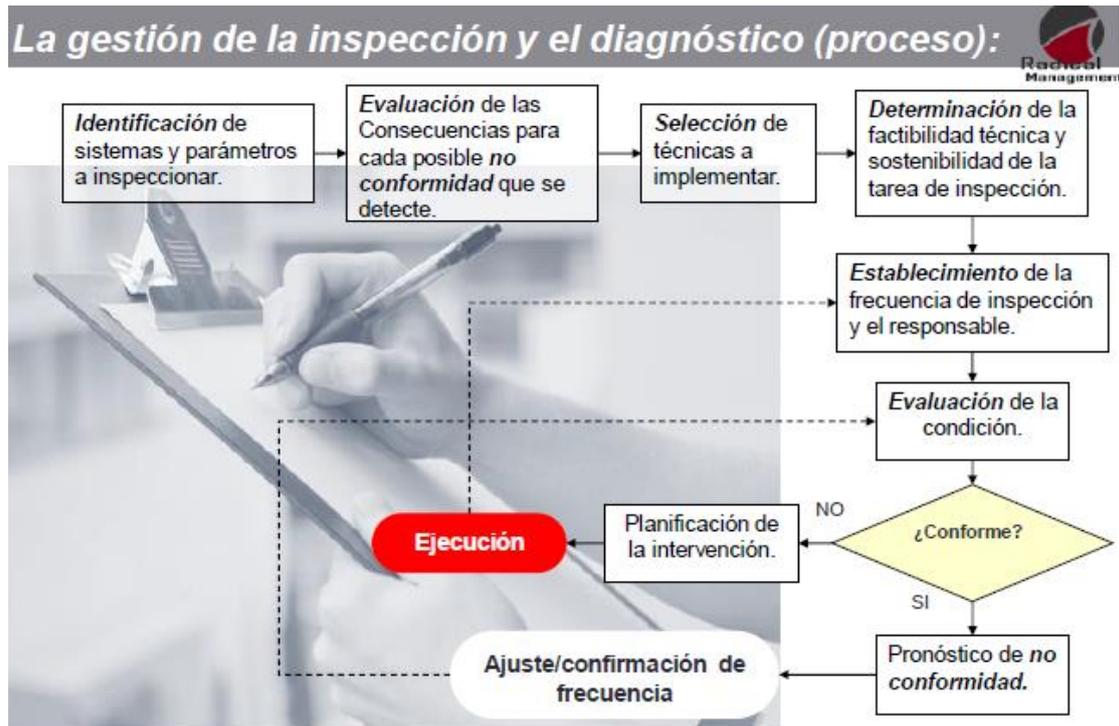


Ilustración 9: La gestión de la inspección y el diagnóstico [En línea]. Sexto. L. (2016). Principios de gestión de mantenimiento. Consultado: [02, enero, 2018] Disponible en: <http://www.radical-management.com/>

Términos generales:

Como antecedente se tiene que estar al tanto de los principales términos del mantenimiento para entender de mejor manera las principales diferencias de terminología, así como las principales confusiones que se tienen.

Un ejemplo bastante claro es la diferencia entre fallo y avería, según Sexto L. (2016) el fallo es la terminación de la habilidad de un elemento para realizar una función requerida a nivel de desempeño deseado, mientras que la avería es un estado caracterizado por la ineptitud de realizar una función requerida, aparentemente son lo mismo, pero la gran diferencia es que fallo se refiere a un evento que impide que la máquina realice una función requerida, es decir, si la máquina fue creada para bombear 1000 litros (desempeño deseado) de agua y solo bombea 800 litros, esta tiene una falla que puede ser provocado por el desgaste del impulsor (modo de falla), mientras que la avería es el estado de ineptitud para realizar una función requerida, es decir, que la máquina ha dejado completamente de bombear agua.

Según la investigación de Sexto L. (2016) los principales términos de mantenimiento son:

1. **Fallo funcional:** es el estado en el cual un activo o sistema no es capaz de ejecutar una función específica al nivel de desempeño deseado.
2. **Modo de fallo:** las causas del fallo funcional.
3. **Fiabilidad:** es la probabilidad de que un activo funcione sin fallos durante un tiempo determinado.
4. **Disponibilidad:** es la probabilidad de que esté en estado de funcionar en un tiempo determinado.
5. **Mantenibilidad:** es la probabilidad de que el activo, después del fallo, sea reparado en un tiempo dado.
6. **Criticidad:** es la frecuencia x la severidad.
7. **Tasa de fallos:** es el número de fallos que puede ocurrir en cierto tiempo.
8. **Tolerancia al fallo:** capacidad inherente de que un sistema o activo funcione continuamente a pesar de uno o más fallos.
9. **Mantenimiento:** combinación de todas las acciones técnicas, administrativas y de gestión durante el ciclo de vida de un elemento, destinado a conservarlo o devolverlo a un estado en el cual pueda desarrollar la función requerida.
10. **Contexto operacional:** son las condiciones donde está desempeñando sus funciones la máquina.
11. **MTBF:** Tiempo medio entre fallos.
12. **MTTR:** Tiempo medio de reparación.
13. **Modos de falla:** las causas del fallo.
14. **Fallo Funcional:** Cese de la aptitud de un elemento para realizar sus funciones normales.
15. **Avería:** Estado de un elemento caracterizado por la ineptitud de realizar una función requerida.
16. **Falla Potencial:** Señales físicas que advierten una posible falla.
17. **Intervalo P-F:** tiempo donde la falla potencial se convierte en Falla Funcional.
18. **Fallo:** Terminación de la habilidad de un elemento para realizar una función requerida a nivel de desempeño deseado.

1.2.5 Planificación del mantenimiento:

Según la norma UNE EN 13306 el plan de mantenimiento es un conjunto estructurado de tareas que comprende las actividades, procedimiento, los recursos y la duración necesaria para ejecutar el mantenimiento.

En base a la norma, el plan se compone de:

1. Conjunto estructurado de tareas: para un correcto plan de mantenimiento se debe realizar un listado de todas las tareas a realizar por cada máquina, de esta manera se puede realizar una correcta planificación dependiendo de la complejidad de las mismas.
2. Los procedimientos: esto quiere decir que se debe poseer un instructivo por cada tarea a realizar, es decir, si la tarea es el cambio de aceite, los procedimientos serían: retirar la tapa protectora, retirar el filtro de aceite, colocar el aceite en un recipiente autorizado, etc.
3. Los recursos: es todo aquello necesario para realizar las tareas, estos pueden ser la mano de obra, materiales, repuestos, herramientas y equipos.
4. Duración necesaria: una vez establecido todo lo anterior se debe establecer el tiempo que va a tomar realizar el mantenimiento, con esto se establece un cronograma en base a dos factores, el uso (ejemplo: cambio de aceite cada 5000 km) o el tiempo (ejemplo: se corre el antivirus una vez al mes).

Según la investigación de Villacrès S. (2016) afirma que lo primordial para realizar un correcto plan de mantenimiento es realizar el inventario de los equipos a mantener, para ello dicho inventario debe establecerse en la base sobre la cual se sustentará:

1. Datos técnicos.
2. Manuales.
3. Planos.
4. Información financiera.

A más de ello el autor establece que el inventario debe tener una estructura que permita:

1. Elaborar planes de mantenimiento.
2. Análisis de fallas.
3. Realizar reportes gerenciales.

El inventario de activos a mantener debe ser:

1. Universal.
2. Confiable.
3. Actualizado.
4. Estructurado.
5. Jerárquico.

En base a todo esto se debe establecer en un sistema (conjunto de componentes que hacen que una máquina o equipo funcione) donde comienza y donde termina, es decir, se debe establecer desde que ingresa la energía hasta que cumple su función requerida.

Existen sistemas sencillos que se pueden determinar fácilmente donde inician y donde terminan, por ejemplo, un sistema de riego de un jardín, pero existen otros más complejos como es el funcionamiento de una rectificadora cuyas partes y piezas tienen un funcionamiento único y bastante complejo.

1.2.6 Cálculos principales:

Para poder realizar los cálculos en la gestión de mantenimiento se puede basar en la ilustración 10, la misma que explica los cálculos principales para un mejor desempeño del mantenimiento.:

Medida	Fórmula
Ai , Disponibilidad intrínseca	$A_i = MTBF / (MTBF + MTTR)$
Ao , Disponibilidad Operacional	$A_o = MTBM / (MTBM + MDT)$
λ , Tasa de Fallos (fallos/horas (h))	$\lambda = T_f / T_p$
λ_y , Tasa de Fallos (fallos/año (y))	$\lambda_y = T_f / (T_p / 8760)$
MDT , Mean Down Time (h)	$MDT = (Rdt + Rit + Mdt) / Tde$
MTBF , Mean Time Between Failures (h)	$MTBF = T_p / T_f$
MTBM , Mean Time Between Maintenance (h)	$MTBM = T_p / Tde$
MTTM , Mean Time To Maintain (h)	$MTTM = Mdt / Tma$
MTTR , Mean Time To Repair (h)	$MTTR = Rdt / T_f$
R(t) , Fiabilidad (para un intervalo t) <small>-Válido para un modelo de distribución exponencial, $\lambda = cte.$</small>	$R(t) = e^{-\lambda t}$
Hrdt/Year , Horas de Downtime por Año	$Hrdt/Year = (1 - A_o) \times 8760$

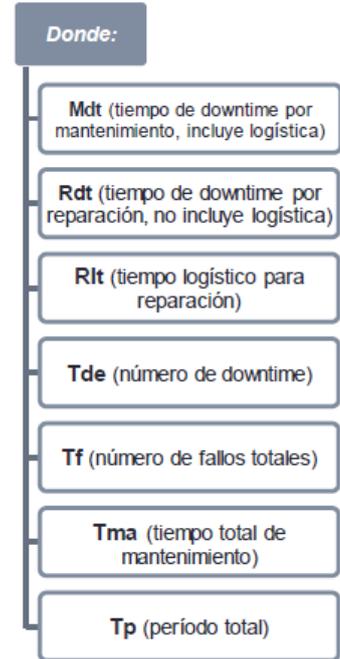


Ilustración 10: Cálculos principales de gestión de mantenimiento [En línea]. Sexto. L. (2016). Principios de gestión de mantenimiento. Consultado: [02, enero, 2018] Disponible en: <http://www.radical-management.com/>

En su investigación Sexto L. (2016), establece que la disponibilidad intrínseca que es aquella disponibilidad que se da por el diseño, es decir, es la disponibilidad que fue calculada en un tratamiento de laboratorio, al contrario de la operacional que depende del contexto, valga la redundancia, operacional, es decir, la forma como es tratado el equipo en un determinado ambiente de trabajo ya que el equipo va a ser tratado dependiendo del operario, variación eléctrica, seguridades, etc., todo esto lo hace diferente al tratamiento de laboratorio, y no hay que olvidar que la tasa de fallo es el número de fallos en un período determinado, pudiendo ser horas, días, meses o años dependiendo de la necesidad y del cálculo.

En conclusión toda la terminología, historia y cálculos van a permitir establecer un criterio confiable que permita llegar a determinar la mejor elección de una máquina a adquirir en base a criterios de compra y criterios de mantenimiento.

CAPÍTULO 2: ANÁLISIS Y GESTIÓN DE COMPRA DE EQUIPOS MÉDICOS EN SOLCA

El Instituto del cáncer SOLCA se encuentra ubicado en la ciudad de Cuenca, esta es una clínica especializada en tratar a pacientes con cáncer, su trayectoria es larga en la ciudad, por lo que se describirá su historia, misión y visión, esto con el objetivo de entender un poco más a la prestigiosa institución, a continuación se procederá a realizar un análisis a breves rasgos de las máquinas más representativas (equipos que superen los \$2.000.000.00) cuyo riesgo e importancia para los pacientes y personal es de alta prioridad, para ello se desarrolló una matriz de toma de decisión que se basa en factores de mantenimiento y lucro cesante para tomar la mejor decisión al momento de adquirir un equipo tan costoso e importante como este, dicha matriz será usada como referencia para la toma de decisiones ya que, como se verá durante el desarrollo del presente capítulo, será decisión final de la administración general la aprobación o rechazo de la adquisición de dicho equipo.

Para un mejor manejo de dicha matriz y para dejar establecido un procedimiento tan importante como este, se procederá a elaborar una manual de compras, este detallará la metodología y los documentos necesarios para proceder a realizar un pedido de un nuevo equipo médico.

2.1 Instituto del cáncer SOLCA

Instituto del cáncer SOLCA es un instituto dedicado al tratamiento de personas con cáncer en la ciudad de Cuenca, provincia del Azuay.

2.1.1 Misión:

Instituto del cáncer SOLCA (2018) establece que su misión es prevenir, diagnosticar y tratar a los pacientes con equidad, eficiencia y calidad; para ello cuenta con personal altamente especializado, con equipos y tecnología de punta e instalaciones modernas y confortables, al nivel de los grandes centros del mundo.

2.1.2 Historia:

Instituto del cáncer SOLCA (2018) señala que:

Hasta mediados del siglo anterior, el cáncer fue una enfermedad temida, por médicos y pacientes, se la consideraba dolorosa e incurable, en la que no había nada que hacer, a pesar de la frecuencia y aumento creciente de la enfermedad y con ella la preocupación de la población, a veces con visos de ansiedad

El Dr. Juan Tanca Marengo, ilustre compatriota rompió este concepto, despertó el interés del médico sobre esta enfermedad y demostró que “el cáncer es curable cuando se diagnostica a tiempo”.

El 7 de diciembre de 1951, con un grupo de profesionales médicos y personas representativas de la ciudad de Guayaquil, fundó la “Sociedad de lucha contra el Cáncer”, a la que, el 22 de abril de 1953, por Acuerdo Ministerial No. 645 se le encargó la campaña contra el Cáncer en el País, transformándose en la: “Sociedad de lucha contra el Cáncer en el Ecuador” – SOLCA.

En 1952, desde esta ciudad se iniciaron las gestiones de la fundación del Núcleo de SOLCA en Cuenca; médicos interesados en el conocimiento de las enfermedades neoplásicas, concurrieron a los tres Primeros “Cursos Internacionales de Cancerología” que, anualmente, se realizaron en Guayaquil, con docentes norteamericanos, argentinos y chilenos.

Luego de muchas gestiones, el 17 de enero de 1957 se creó un “Comité encargado de la fundación del Núcleo de SOLCA de Cuenca”, que se preocupó de ilustrar a la población y difundir el conocimiento de los siete signos de alarma del cáncer para el diagnóstico temprano de la enfermedad y de borrar el concepto de incurabilidad.

El 6 de febrero se organizó un “Cursillo Internacional de Cancerología”, dirigido a los médicos y auspiciado por la matriz de SOLCA y el 20 de noviembre de 1958, se fundó el Núcleo de SOLCA de Cuenca, se eligieron autoridades, miembros del Consejo Directivo y personal administrativo, fecha que marca la iniciación de la campaña contra el cáncer en la región.

El 1 de septiembre de 1960; se nombraron a los primeros médicos de la Institución y se inauguró, un Dispensario anexo al Hospital “San Vicente de Paúl”, con un Consultorio clínico, Rayos X, Anatomía Patológica, Radioterapia superficial y profunda, que abrió sus puertas a la atención al público.

En 1970 luego de un “Curso Internacional de Citopatología”, realizado por la OPS en la ciudad de Guayaquil, en colaboración con el Ministerio de Salud, al que concurren dos personas enviadas por el Núcleo, se inició el programa de detección de Cáncer Cérvico Uterino, mediante el método de Papanicolaou.

El 12 de abril de 1977, se trasladó el centenario Hospital “San Vicente de Paúl” a su nuevo local, con el nombre de Hospital “Vicente Corral Moscoso” y en él se inauguró una sección dedicada a SOLCA.

Este departamento se mantuvo anexo al Hospital hasta que SOLCA construyó su propio local inició sus labores con consulta externa en noviembre de 1995 y en abril de 1996 se inauguró oficialmente el Instituto del Cáncer, comenzando a funcionar con todos sus servicios.

Una vez explicado la historia, misión y visión de SOLCA, se analizará el proceso de compras que efectúa, esto debido a que el proceso de adquisiciones es de alta prioridad para la dirección médica, y también porque es un proceso con un alto índice de incertidumbre que al realizarlo incorrectamente podría generar pérdidas tanto humanas como monetarias para el instituto.

2.2 Manuales de compras:

Los manuales de compra son una parte esencial para el proceso de adquisición de una maquinaria, según Alvarez M. (2006) un manual es como un libro que contiene lo más sustancial de un tema y en este sentido, los manuales son vitales para incrementar y aprovechar el cúmulo de conocimientos y experiencias de personas y organizaciones.

El manual es una parte muy importante en el manejo de una empresa ya que establecen las directrices y experiencias a cerca de un tema en específico, en este caso, se establecen los manuales de compras, se deberá tomar en cuenta que dichos manuales son de políticas y

procedimientos ya que se establecen las principales políticas a manejarse (puede ser la política del costo más bajo, menor tiempo de respuesta en repuestos, etc.) y procedimientos (pasos para realizar las compras).

Alvarez M. (2006), establece que las empresas en su totalidad no manejan aún los manuales debido principalmente a 3 razones:

1. Que no sean conocidas las técnicas y metodologías para elaborar un manual.
2. Que no se reciba la importancia ni el apoyo del nivel directivo.
3. Que la elaboración de los manuales requiere de tiempo y esfuerzo de los responsables de cada área y esto a veces no se posee.

Existen varios tipos de manuales, los cuales solamente se tomará en cuenta los manuales de procedimientos, Álvarez M. (2006) establece que estos manuales documentan la tecnología que utilizan dentro de un área determinada, y además dicho manual debe responder a las siguientes preguntas:

1. ¿Qué hace el área?
2. ¿Qué hace para administrar el área?
3. ¿Qué hace para controlar los procesos?

Alvarez M. (2006) establece que el contenido típico de un manual de procedimientos es el siguiente:

1. Portada.
2. Índice.
3. Hoja de autorización del área.
4. Política de calidad (cuando sea aplicable).
5. Objetivos del manual.
6. Bitácora de revisiones y modificaciones a políticas y procedimientos.
7. Políticas.
8. Procedimientos.
9. Formatos.
10. Anexos.

En base a este preámbulo se procedió a investigar varios manuales de compras de varias instituciones ya que como se sabe, todas las empresas tienen su departamento de compra o por lo menos un encargado de realizar las adquisiciones de las mismas, en su trabajo la secretaría contra la violencia Sexual, explotación y trata de personas del gobierno de Guatemala (2018), establece en su manual de compras la introducción, objetivos, justificación y la legislación vigente para la aplicación de dicho manual, cabe recalcar que las instituciones públicas en todo el mundo se rige a una legislación para poder utilizar el dinero, como se puede observar, utiliza algunas partes establecidas por Alvarez M. (2006), ya que el instituto adaptó los requisitos del manual a sus propias necesidades.

Un caso diferente establece el CONICYT (2014), en cuyo documento establece un manual más grande y complejo en donde introduce una planificación de las compras, selección del mecanismo de compra, formulación de bases, mecanismos, sanciones, la unidad supervisora, la metodología de recepción de los bienes y servicios, la política de los inventarios y de la bodega, procedimiento de pago a proveedores, gestión de contratos, modificación de los contratos, normativas relativas a las notificaciones al interior del servicio y medición de satisfacción al usuario.

En su trabajo, CERCO (2018) muestra un manual de adquisiciones (nombrado diferente al manual de compras) que establece objetivos y alcance, documentos asociados, definiciones, descripción del proceso, entrega de materiales, control de los equipos de seguimiento y medición, orden y cuidado de materiales en la obra, esta al ser una empresa de construcción tiene que dejar establecido la metodología de las entregas de todo lo comprado ya que de esta manera define un proceso de recepción de producto, este proceso puede variar ya que otras empresas establecen un manual específico para la entrega de materiales y para pagos del mismo.

Bajo todos estos parámetros se determinó que cada empresa adapta su manual de compras acorde a las necesidades de la misma, en el caso de las instituciones públicas como no se rigen a un estatuto si no a una ley, ellos colocan en su manual las normativas asociadas, el manual de una institución privada puede tener un proceso corto de adquisición, mientras que otro detalla desde la adquisición hasta el mantenimiento de los equipos, el manual que se va a utilizar como base para este proyecto será el de CERCO (2018), no se regirá al 100% del manual de la institución ya que las necesidades de SOLCA son diferentes, quedando los puntos a utilizarse los siguientes:

1. Introducción.
2. Contenido.
3. Objetivo.
4. Responsables del proceso.
5. Procedimientos.
 1. Compra de maquinarias
 2. Diagrama de flujo.
 3. Llenado de matriz de toma de decisión.
6. Políticas.
7. Anexos

2.3 Levantamiento del proceso de compras:

Como en cada empresa, cada una de ellas tiene un proceso único de compras dependiendo de la jerarquía y filtros que cada una de ellas posea, estas tienen como propósito controlar lo que se quiere adquirir y la finalidad que cada departamento le dé al mismo, y en especial que realmente exista la necesidad de la compra, cabe recalcar que este proceso únicamente lo conoce el gerente, mas no existe un proceso documentado del mismo.

En el caso de SOLCA, el proceso que posee para las compras es el siguiente:

1. Surgimiento de la necesidad: Acorde a las necesidades de cada departamento clínico se hace el pedido de una nueva máquina.
2. Solicitud de la nueva máquina: una vez que se determina la necesidad, se hace una solicitud formal a la gerencia administrativa con las características necesarias del equipo a adquirir.
3. Presentación de las proformas: Se realiza la cotización de la máquina a las diferentes marcas, por ejemplo: Toshiba, Fujifilm, Siemens, etc., las mismas serán presentadas junto con la solicitud de la nueva máquina.
4. Aprobación de la nueva máquina: una vez que se ha recibido la solicitud de la nueva máquina se procede a pasar la solicitud a la administración del hospital ya que la adquisición de la misma tiene un costo representativo.
5. Pruebas de la nueva máquina: una vez que se aprueba la compra por parte de la administración, se procede a solicitar la traída de la máquina para sus respectivas pruebas.

6. Período de prueba de la nueva máquina: una vez llegada la nueva máquina se procede a firmar el acta entrega recepción provisional, esto sirve para verificar que el equipo se adapte a las necesidades solicitadas.
7. Adquisición definitiva del equipo: una vez que se ha verificado que todo sea acorde a lo requerido se procede a firmar el acta entrega recepción definitiva y a realizar la cancelación del equipo, al ser un equipo con partes y configuración muy avanzada los mantenimientos son realizados por el personal de la empresa donde fue adquirido el equipo.

2.4 Listado de maquinarias existentes:

Las máquinas más importantes escogidas para el respectivo estudio son superiores a los \$ 2.000.000.00, esto debido a que para aprobar este valor se requiere la intervención de la dirección médica dado el nivel de endeudamiento determinado por el departamento financiero, por cuestiones de seguridad, los valores exactos no fueron otorgados para el respectivo estudio, fueron investigados los manuales de dichos equipos y se elaboró un breve resumen de su funcionamiento y beneficios, las máquinas cuyo costo superaron dicho valor fueron:

1. Acelerador lineal Intraoperatorio LIAC 12: es el dispositivo utilizado para dar radioterapia de haz externo a enfermos del cáncer, este equipo médico personaliza los rayos x, es decir, focaliza de manera precisa la radiación para que se ajusten a la forma de un tumor y destruyan las células cancerosas sin afectar el tejido normal circundante, esta versión es la elección de quien quiere optimizar la performance de un sistema de aceleración móvil, eficaz y resolutivo con la máxima contención de los efectos de la radiación difundida, este equipo permite realizar todas las modalidades de la radio terapia desde la convencional hasta la radiocirugía.

Con las mismas características mecánicas del LIC 12, queda a la máxima energía de 10 MeV, reduciendo a cero el riesgo de producción de neutrones, disminuyendo por lo tanto los problemas de radio protección, pero manteniendo inalteradas sus peculiaridades para el tratamiento de las principales patologías oncológicas.



Imagen 1: Acelerador lineal Intraoperatorio LIAC 12. Fuente: <http://www.soiort.com>

2. Resonador Magnético PHILIPS: es un equipo especializado en la obtención de imágenes del cuerpo en 2 y 3 dimensiones por medio de un campo electromagnético muy potente quien es el encargado de estimular los átomos de hidrógeno y a su vez con pulsos de radiofrecuencia para receptor estas energías sobresalientes de los momentos de relajación y recuperación de los átomos.

El presente resonador posee varios beneficios, uno de ellos es el llamado la arquitectura digital de banda ancha, el mapa interactivo de casos clínicos, muestra casos reales de usuarios para ilustrar el modo que aporta velocidad y claridad digital a las imágenes, en este tipo de exámenes se pueden evaluar estructuras del cerebro, médula espinal, columna vertebral, venas, arterias, órganos del abdomen, pelvis, corazón y sistema músculo – esquelético.



Imagen 2: Resonador magnético Philips. Fuente: <http://www.elhospital.com>

3. Acelerador lineal True Beam Performance y Premium: es la máquina encargada de personalizar los rayos x de alta energía, o electrones, para que se ajusten a la forma de un tumor y destruyan las células cancerosas sin afectar el tejido normal circundante, dicha máquina cuenta con múltiples sistemas de seguridad incorporados, de esta manera asegura no emitir la dosis superior a la indicada y el personal autorizado lo revisa constantemente para asegurarse del correcto funcionamiento de la misma, es decir, este equipo es más moderno que el LIAC 12.

Este dispositivo es usado más comúnmente para dar radioterapia de haz externo para los pacientes con cáncer, también puede ser usado para tratar todas las partes del cuerpo.



Imagen 3: Acelerador lineal True Beam Performance. Fuente <https://www.varian.com>.

2.5 Matriz de toma de decisión:

Uno de los procesos más olvidados pero claves para toda la empresa es el mantenimiento, este permite alargar la vida de los equipos que utiliza y a más de ello minimizan las pérdidas por paradas inesperadas ya sea esta por mantenimiento correctivo o por cambio de algún componente averiado.

En base a este precedente se pensó en elaborar un formato que ayude en la toma de decisión al momento de adquirir un equipo con un costo representativo que tome en cuenta los datos de mantenimiento que son importantes.

La siguiente figura representa el formato resumen que se elabora llenando los datos en la reunión con los representantes de las marcas escogidas para adquirir los equipos.

HOSPITAL			
ADQUISICIÓN DE EQUIPOS NUEVOS			
DETALLES DE LAS MAQUINAS			
DETALLES GENERALES			
	EQUIPO 1	EQUIPO 2	VALIDACIÓN
EQUIPO Y MARCA			IGUALES
COSTO DE LA MAQUINA			
AÑOS DE GARANTÍA			
FUNCION			
VENTA ANUAL	\$ -	\$ -	
VENTA EN EL TIEMPO DE GARANTIA	\$ -	\$ -	EQUIPO 2
SE RECUPERA EN EL TIEMPO DE GARANTIA	NO	NO	EQUIPO 1
PAIS DE ORIGEN			
TIEMPO DE LLEGADA DE REPUESTOS (SEMANAS):			IGUALES
COSTO DE LA FUNCION			IGUALES
N. DE TRABAJOS POR HORA (EFICIENCIA)			
COSTO TOTAL	\$ -	\$ -	IGUALES
DETALLES TECNICOS			
(DISPONIBILIDAD) TIEMPO ESPERADO DE OPERACIÓN (HORAS ANUALES)			
(MTBF) FALLO 1 (CARGO DE HELIO)			
(MTBF) FALLO 2 (FALLO DEL MAGNETO PRINCIPAL)			
(MTBF) FALLO 3 (QUEMA DE TARIETAS ELECTRONICAS)			
(MTBF) FALLO 4 (FALLA DE LA CAMILLA)			
(MTBF) FALLO 5 (FALLA DE LOS PERIFÉRICOS)			
(MTBF) FALLO 6 (FALLA ELECTRICA)			
(MTTR) TIEMPO DE INDISPONIBILIDAD POR FALLO 1 (HORAS)			
(MTTR) TIEMPO DE INDISPONIBILIDAD POR FALLO 2 (HORAS)			
(MTTR) TIEMPO DE INDISPONIBILIDAD POR FALLO 3 (HORAS)			
(MTTR) TIEMPO DE INDISPONIBILIDAD POR FALLO 4 (HORAS)			
(MTTR) TIEMPO DE INDISPONIBILIDAD POR FALLO 5 (HORAS)			
(MTTR) TIEMPO DE INDISPONIBILIDAD POR FALLO 6 (HORAS)			
PROBABILIDAD DE TRABAJO SIN FALLO	#j DIV/0!	#j DIV/0!	#j DIV/0!
TIEMPO DE INDISPONIBILIDAD (HORAS)	0	0	IGUALES
COSTO DE PARADA DEL EQUIPO	\$ -	\$ -	IGUALES
LUCRO CESANTE	\$ -	\$ -	IGUALES
	VALIDACIÓN	CANTIDAD	
CALIFICACIÓN 1:	EQUIPO 1	1	
	VALIDACIÓN	CANTIDAD	
CALIFICACIÓN 2:	EQUIPO 2	1	
EQUIPO SUGERIDO PARA ADQUISICIÓN:		EQUIPO 2	
<p>* Nota 1: El equipo que se sugiere fue basado en estándares de costo, mantenimiento y logística, los usuarios pueden variar la toma de decisión en caso de que la administración así lo decida, o se consideren estándares cualitativos (tiempo en el mercado, participación del proveedor, origen de los equipos, oficinas propias, etc.).</p> <p>* Nota 2: Las celdas marcadas con color son de cálculo automático, no se debe alterar su contenido.</p> <p>* Nota 3: Para un mejor detalle de cálculos revisar las hojas de cada equipo.</p>			

APROBADO POR:
FECHA DE APROBACIÓN:

Ilustración 11: Formato de toma de decisión, Realizado por el Autor.

Para visualizar los cálculos realizados internamente se puede revisar cada pestaña que contiene la matriz, estos se pueden utilizar para un mejor entendimiento de los mismos, la ilustración 12 muestra todos los cálculos realizados para la obtención del resultado final, como se detalló en el capítulo 1, los cálculos son realizados mediante fórmulas pre establecidas permiten calcular los datos necesarios para llegar a la decisión final.

En cada pestaña del formato se puede visualizar cuadros estadísticos que muestran cómo evoluciona las probabilidades de cada fallo, en la ilustración 13 muestra que mientras más tiempo se usa una máquina más probable es que esta falle, esto ayuda en gran medida a determinar visualmente que fallo y que tiempo son los más bajos, es decir, se puede visualizar en que tiempo ya empieza a aumentar la probabilidad de fallo.

TIEMPO ESPERADO DE OPERACIÓN	5932								
DETALLE DE FALLOS	FRECUENCIA DE FALLO	λ	TIEMPO DE INDISPONIBILIDAD	DISPONIBILIDAD OPERACIONAL	INDISPONIBILIDAD	PROBABILIDAD DE TRABAJO SIN FALLO	PROBABILIDAD DE FALLO	PROBABILIDAD TOTAL	PROBABILIDAD DE QUE EXISTA INDISPONIBILIDAD
FALLO 1 ()	5932	0,000168577	10	0,998314228	0,001685772	0,367879441	0,632120559	0,001065611	0,303293289
FALLO 2 ()	5000	0,0002	6	0,998988537	0,001011463	0,305318434	0,694681566	0,000702645	0,199986145
FALLO 3 ()	4000	0,00025	8	0,998651382	0,001348618	0,226955799	0,773044201	0,001042541	0,296727091
FALLO 4 ()	20000	0,00005	4	0,999325691	0,000674309	0,743341289	0,256658711	0,000173067	0,049258239
FALLO 5 ()	8000	0,000125	3	0,999494268	0,000505732	0,476398781	0,523601219	0,000264802	0,075367618
FALLO 6 ()	8000	0,000125	3	0,999494268	0,000505732	0,476398781	0,523601219	0,000264802	0,075367618
		0,000918577	34			0,004300603	0,995699397	0,003513468	

Ilustración 12: Cálculos por fallo. Elaborado por el autor.

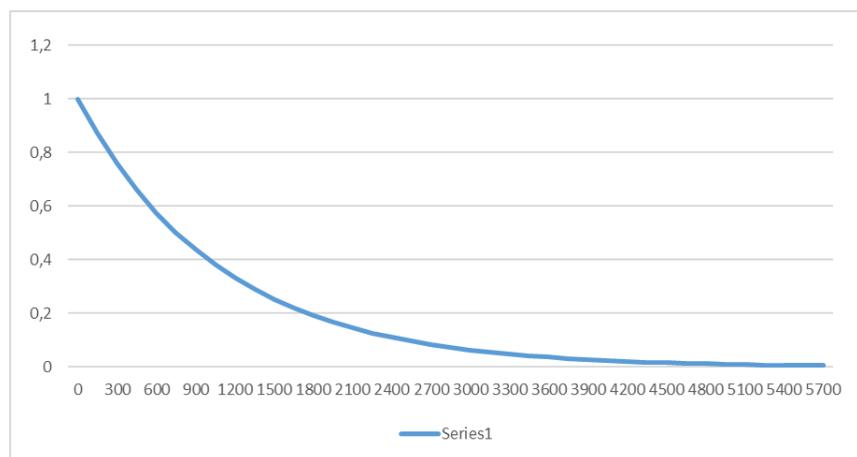


Ilustración 13: Cuadro estadístico de probabilidad de fallo, elaborado por el autor.

En base a todo lo planteado anteriormente se va a proceder a realizar el manual de compras para el instituto del cáncer SOLCA, el cual será más detallado y se implementará nuevos procesos que incluyen la aplicación del formato en Excel elaborado para determinar la mejor opción de compra,

Para realizar el levantamiento de los datos de mantenimiento se procederá a consultar con los representantes de las marcas escogidas ya que ellos poseen el conocimiento del funcionamiento, períodos de mantenimiento, fallas más frecuentes y cada que tiempo se debe reemplazar una determinada pieza o realizar alguna parada por mantenimiento.

Estos datos no solamente van a servir para realizar cálculos para compras, si no también servirá para realizar planificaciones a largo plazo, esto representa una mejor planificación de tratamiento de los pacientes y una mejor calidad en atención por parte del hospital, ya que esto evitará los retrasos y los cambios repentinos de turnos por daño o mantenimiento de los equipos médicos.

El método de llenado será explicado en el desarrollo del manual, el cuál indicará que información deberá ser colocado en que campo y cuáles de estos no deben ser alterados.

2.6 Costos incurridos de los equipos:

Los valores de los equipos que serán utilizados en el estudio no es únicamente el que pertenece a su adquisición ya que este posee varios costos, es decir, incurren en costos de adquisición, esto permitirá determinar el valor que va a ser evaluado, siendo estos:

- **Costo neto del equipo:** es el valor que cuesta el equipo fuera de impuestos.
- **Costo de transporte (internacional):** es el valor que cuesta el transporte desde el país de origen hasta nuestro país.
- **Costo de desaduanización:** es el valor que cuesta nacionalizar el equipo.
- **Impuestos:** los impuestos que se deben pagar por la compra del equipo.
- **Costo por logística:** es el valor que se cancela por temas de montaje, personal para instalación, transporte nacional, contratación de pluma, suministros, etc.
- **Costo por capacitación:** es el valor que cuesta capacitar al personal sobre el funcionamiento del nuevo equipo.

- **Costo por mantenimiento externo:** es el valor que se cancela por mantenimiento externo, como se detalló anteriormente, cuando se adquiere un equipo con costo representativo el proveedor realiza el mantenimiento.
- **Costo de obra civil:** es el valor que es utilizado para adaptación del espacio para que pueda funcionar el equipo, esto incluye cambios en la infraestructura.
- **Costo de equipos periféricos:** es el valor que es utilizado para la adaptación del equipo al nuevo entorno, es decir, si el equipo tiene que trabajar a una temperatura determinada se tiene que instalar un equipo de climatización, se tiene que colocar equipos de protección como UPS y transformadores, etc.

Otros costos a evaluar son los costos operativos que son los siguientes:

- **Mano de obra:** son los costos del personal involucrado directamente con el manejo del resonador siendo el anesthesiólogo, doctor, radiólogo, tecnólogo y la enfermera, estos costos son calculados de manera mensual.
- **Energía:** Es la energía utilizada por el resonador de manera mensual.
- **Suministros:** son los insumos necesarios para entregar el resultado al paciente, en este caso son las placas de resonancia utilizadas mensualmente.
- **Servicios básicos:** están en conjunto luz, agua, teléfono, etc., consumidos de manera mensual.
- **Depreciación:** es el valor que se va depreciando el equipo, este es calculado en base a la vida útil del equipo (10 años).
- **Costo de la función:** es el valor que cuesta cada resonancia magnética, este valor es determinado por el departamento financiero en base al consumo de servicios básicos en el área, a los suministros, sueldos del personal calculado en base a cada área y la depreciación y la energía consumida por el resonador.

2.7 Manual de compras para SOLCA:



MANUAL DE PROCESOS DE COMPRAS

CONTENIDO

El presente manual contiene:

Portada

Introducción

1. Contenido
2. Objetivo
3. Responsables del proceso
4. Procedimientos
5. Diagrama de flujo
6. Políticas
7. Anexos

INTRODUCCIÓN

El presente manual ha sido preparado como un documento de referencia para quienes trabajan en el campo de las compras hospitalarias, la información aquí presentada está específicamente orientada a la adquisición de equipos con costo representativo (superior a los \$ 2.000.000.00),

Este constituye un normativo básico en el cual se establecen los responsables y las principales tareas de cada uno de ellos, a más de establecer los procedimientos que se van a tomar para la adquisición de los nuevos equipos.

El manual está dividido en seis partes, cada una de ellas está encaminada a la ayuda constante del encargado de compras para guiarse al momento de realizar el proceso de adquisición de equipos.

Primero se establecerá el contenido general del manual, como segundo punto se detallará el objetivo general, por consiguiente se muestran los responsables del proceso, es decir, todos los que intervienen en el proceso de compras, luego de establecido todos estos antecedentes, se especifica el proceso a seguir, es decir, todos los pasos desde el establecimiento de la necesidad, la aprobación y finalmente la adquisición, se muestra también sistematizado en un diagrama de flujo, para de esta manera cada área del hospital sepa cuál es la manera de adquirir un nuevo equipo médico.

2. CONTENIDO:

1. Compra de maquinarias.
2. Diagrama de flujo

3. OBJETIVO:

Sistematizar e integrar el proceso de adquisición de equipos y repuestos con el objetivo de proporcionar una disminución en la incertidumbre al momento de adquirir los mismos, atendiendo a las necesidades del instituto ahorrando el máximo posible.

4. RESPONSABLES DEL PROCESO:

- Jefe de área.
- Gerente administrativo.
- Jefe de mantenimiento.
- Encargado de pagos.
- Dirección médica.
- Síndico legal.
- Comité de aprobación.

5. PROCEDIMIENTOS:**1. Compra de maquinarias:**

PASO	RESPONSABLE	ACTIVIDAD
1	Jefe de área Dirección médica	Determinar la necesidad de compra de un nuevo equipo o repuesto.
2	Dirección médica	Realizar la pre aprobación de la compra del nuevo equipo o repuesto.
3	Gerente administrativo	Solicitar las cotizaciones a las diferentes marcas autorizadas con sus respectivas características técnicas.

4	Jefe de área	Realizar la revisión de la cotización emitida (características técnicas) por el proveedor.
5	Jefe de área	Realizar la recomendación a cerca de los equipos presentados o repuesto.
6	Gerente administrativo.	Llenar la matriz de toma de decisiones.
7	Comité de aprobación.	Analizar las cotizaciones conjuntamente con la matriz de toma de decisión (solo aplicado a equipos).
8	Gerente administrativo Dirección médica. Comité ejecutivo.	Realizar la aprobación de la compra (dependiendo de la política interna lo aprueba uno de los niveles).
9	Gerente administrativo	Negociar los parámetros del contrato (anticipos, tiempos de entrega, períodos de prueba, mantenimientos, etc.), esto solo se aplica a equipos.
10	Gerente administrativo.	Recibir las garantías (Solo aplicado a equipos) por parte del proveedor: 1. Buen uso del anticipo (100% del valor del anticipo). 2. Fiel cumplimiento (porcentaje determinado por política interna).
11	Síndico legal.	Revisar la estructura jurídica del contrato (solo aplicado a equipo).
12	Representante legal.	Firma del contrato para posterior recepción e instalación del equipo. (solo aplicado a equipos).
13	Jefe de área	Realizar las pruebas respectivas de la nueva máquina y emitir el informe final aceptando o rechazando el nuevo equipo (solo aplicado a equipos).
14	Gerente administrativo.	Firma el acta - entrega definitiva (solo aplicado a equipos).
15	Pagos	Realizar la cancelación de los valores pendientes.

16	Jefe de mantenimiento	Realizar capacitaciones constantes para el buen uso del equipo adquirido, en caso de que el daño sea más grave se procede a dar aviso a la empresa en donde adquirimos el equipo con la finalidad de que ellos atiendan las necesidades más urgentes.
----	-----------------------	---

Tabla 1: Proceso de compras hospitalarias. Realizado por el Autor.

2. Diagrama de flujo:

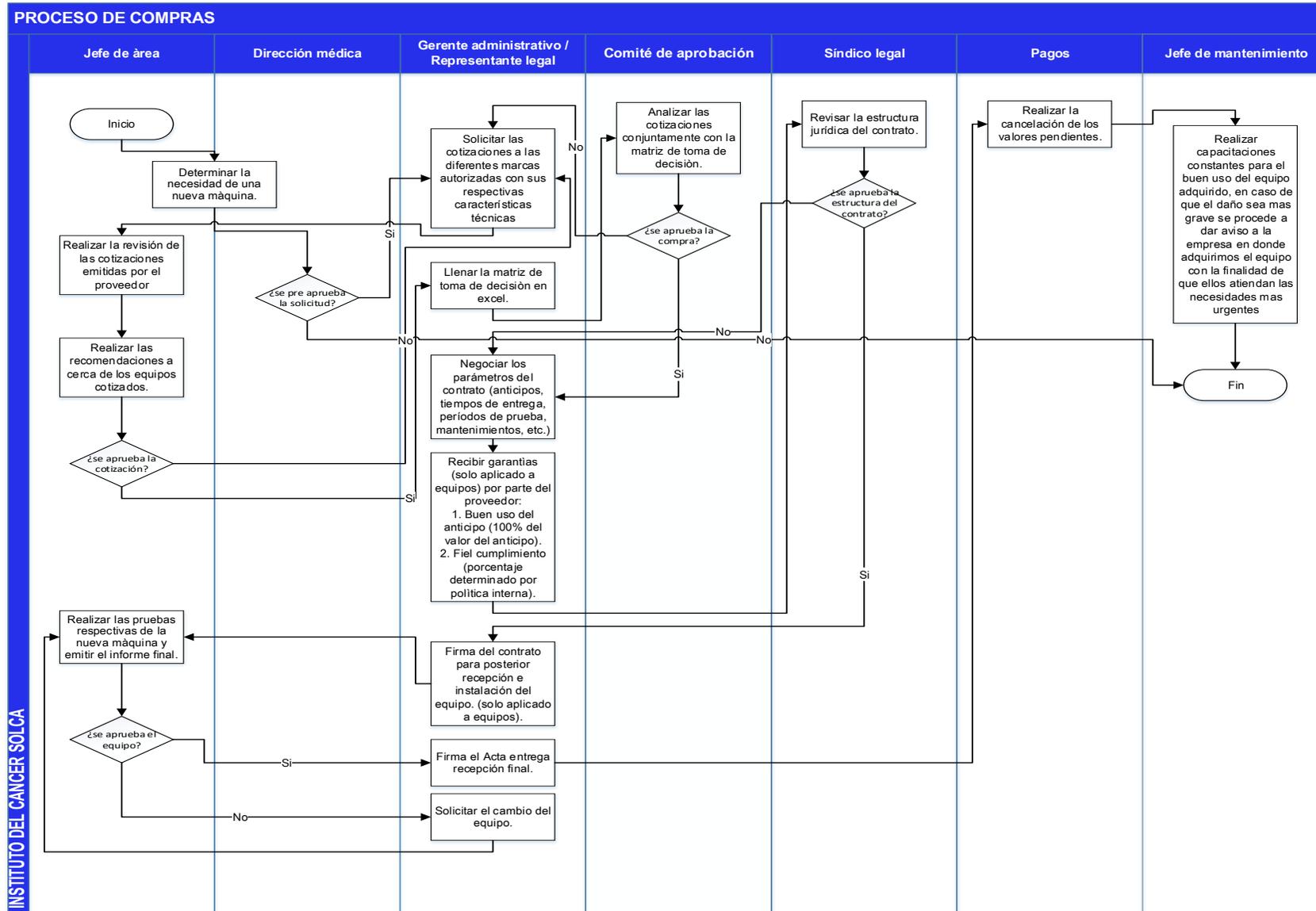


Tabla 2: Diagrama de flujo del proceso de compras hospitalarias. Elaborado por el Autor.

3. Llenado de matriz de toma de decisión.

Equipo y Marca: Se coloca el nombre del equipo y la marca del mismo.

Costo de la máquina: Se coloca el costo de la máquina, incluido costo de envío, fletes, e impuestos.

Años de garantía: Se coloca el tiempo de garantía de la máquina.

Función: Se coloca el objetivo general de la máquina, es decir, si es de rayos x, si es una máquina de quimioterapia, etc.

Venta anual: Es el valor calculado del costo de la función (es lo que le cuesta al paciente) por hora multiplicado por las horas previstas de funcionamiento.

Venta en el tiempo de garantía: Es lo que se vende el tiempo que el fabricante de la máquina da de garantía.

Se recupera en el tiempo de garantía: Es el cálculo automático que permite saber si dicho valor se recupera en el tiempo que el fabricante da de garantía.

País de origen: Se coloca el país de donde se está importando la máquina.

Tiempo de llegada de repuestos (semanas): Se coloca el número de semanas que demora en llegar un repuesto al país, se considera también tiempo de desaduanización.

Costo de la función: Se coloca el costo de realizar el trabajo del equipo, es decir, si es una máquina de rayos x, cuánto cuesta la placa, la energía y el personal, esto se puede calcular el sueldo de la persona dividido para el número de horas que labora en el mes y se multiplica por el tiempo (en horas) que le toma sacar una placa, en el caso de la energía se puede obtener el consumo de la máquina (kW) y por el tiempo que le toma sacar una placa.

N. de trabajos por hora: se coloca cuantos trabajos se realiza por hora, es decir, si es una máquina que realiza quimioterapias, se cuenta cuantas quimios realiza en una hora.

Costo total: Es el resultado del costo de la función por el número de trabajos por hora.

DETALLES TÉCNICOS: en esta parte se va a detallar todos los detalles importantes a calcular para determinar cuál es la mejor opción.

1. **Tiempo esperado de operación:** Es el tiempo en el cuál se estima la máquina pasara en uso, pudiendo ser 24/7 o simplemente un horario de 8 horas al día o el tiempo que el usuario crea necesario.
2. **Fallo:** entre los paréntesis se coloca la descripción resumida del fallo, es decir, se coloca el fallo puntual como por ejemplo “quemado de niquelinas” o “avería del botón de encendido”, junto a ello se coloca cada cuantas horas ocurre cada avería, por ejemplo, en el caso de los carros se cambia el aceite cada 5000 km (en nuestro ejemplo es en horas).
3. **Tiempo de indisponibilidad por fallo:** en este caso se coloca los tiempos que la máquina permanece detenida mientras se corrige el fallo en cuestión, es decir, si se queman las niquelinas, el tiempo que la máquina permanece detenida son 10 horas.
4. **Probabilidad de trabajo sin fallo:** es la probabilidad que tiene la máquina de trabajar sin ningún fallo, es decir, que hay máquinas que tienen mayor probabilidad de trabajar sin fallos que otra.
5. **Tiempo de indisponibilidad:** es el tiempo que va a estar detenida la máquina para corregir el total de fallos existente, tomamos en cuenta que los fallos detallados anteriormente ocurrirán durante todo el tiempo esperado de operación.
6. **Costo de parada del equipo:** es el valor que cuesta que el equipo esté detenido, es decir, es el costo del personal, servicios básicos, depreciación, etc. Que se está perdiendo por la falta de uso del equipo, en este caso el 70% del costo de la función son para cubrir los costos del hospital, ese valor se multiplica por la cantidad de horas detenido.
7. **Lucro cesante:** es el dinero que se deja de ganar, es decir, es el tiempo de indisponibilidad por la ganancia (30% del costo de la función).

Nota: los campos con azul son de cálculo automático los cuales no deben ser alterados, el equipo sugerido fue basado en estándares de costo, mantenimiento y logística, por lo que la decisión

puede ser cambiada en caso de que la administración así lo decida o se consideren estándares cualitativos.

6. POLÍTICAS:

- Para la adquisición de un nuevo equipo se deberá adjuntar la respectiva justificación de compra (Informe del jefe de área en conjunto con la dirección médica).
- Para la renovación de un equipo se deberá adjuntar el diagnóstico del jefe de mantenimiento con su respectivo respaldo fotográfico.
- Para el proceso de aprobación de la compra se debe presentar siempre la matriz de toma de decisión.
- Los equipos que son puestos a análisis en la matriz de toma de decisión deben poseer una disponibilidad superior al 90% en cada uno de sus fallos.
- El período de prueba del equipo a adquirir será determinado al momento de realizar la negociación de los parámetros del contrato.
- Los pagos serán negociados al momento de realizar los parámetros del contrato.
- Para poder entrar al proceso de puja es necesario que la empresa tenga trayectoria en el mercado, las empresas con menos de 10 años en el mercado no podrán participar.

7. ANEXOS:

- Formato de toma de decisión en Excel.

HOSPITAL			
ADQUISICIÓN DE EQUIPOS NUEVOS			
DETALLES DE LAS MAQUINAS			
DETALLES GENERALES			
	EQUIPO 1	EQUIPO 2	VALIDACIÓN
EQUIPO Y MARCA			
COSTO DE LA MAQUINA			IGUALES
AÑOS DE GARANTÍA			
FUNCIÓN			
VENTA ANUAL	\$ -	\$ -	
VENTA EN EL TIEMPO DE GARANTIA	\$ -	\$ -	EQUIPO 2
SE RECUPERA EN EL TIEMPO DE GARANTIA	NO	NO	EQUIPO 1
PAIS DE ORIGEN			
TIEMPO DE LLEGADA DE REPUESTOS (SEMANAS):			IGUALES
COSTO DE LA FUNCIÓN			IGUALES
N. DE TRABAJOS POR HORA (EFICIENCIA)			
COSTO TOTAL	\$ -	\$ -	IGUALES
DETALLES TECNICOS			
(DISPONIBILIDAD)TIEMPO ESPERADO DE OPERACIÓN (HORAS ANUALES)			
(MTBF) FALLO 1 (CARGO DE HELIO)			
(MTBF) FALLO 2 (FALLO DEL MAGNETO PRINCIPAL)			
(MTBF) FALLO 3 (QUEMA DE TARJETAS ELECTRONICAS)			
(MTBF) FALLO 4 (FALLA DE LA CAMILLA)			
(MTBF) FALLO 5 (FALLA DE LOS PERIFÉRICOS)			
(MTBF) FALLO 6 (FALLA ELECTRICA)			
(MTRR) TIEMPO DE INDISPONIBILIDAD POR FALLO 1 (HORAS)			
(MTRR) TIEMPO DE INDISPONIBILIDAD POR FALLO 2 (HORAS)			
(MTRR) TIEMPO DE INDISPONIBILIDAD POR FALLO 3 (HORAS)			
(MTRR) TIEMPO DE INDISPONIBILIDAD POR FALLO 4 (HORAS)			
(MTRR) TIEMPO DE INDISPONIBILIDAD POR FALLO 5 (HORAS)			
(MTRR) TIEMPO DE INDISPONIBILIDAD POR FALLO 6 (HORAS)			
PROBABILIDAD DE TRABAJO SIN FALLO	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
TIEMPO DE INDISPONIBILIDAD (HORAS)	0	0	IGUALES
COSTO DE PARADA DEL EQUIPO	\$ -	\$ -	IGUALES
LUCRO CESANTE	\$ -	\$ -	IGUALES
	VALIDACIÓN	CANTIDAD	
CALIFICACIÓN 1:	EQUIPO 1	1	
	VALIDACIÓN	CANTIDAD	
CALIFICACIÓN 2:	EQUIPO 2	1	
EQUIPO SUGERIDO PARA ADQUISICIÓN:		EQUIPO 2	
<p>* Nota 1: El equipo que se sugiere fue basado en estándares de costo, mantenimiento y logística, los usuarios pueden variar la toma de decisión en caso de que la administración así lo decida, o se consideran estándares cualitativos (tiempo en el mercado, participación del proveedor, origen de los equipos, oficinas propias, etc.).</p> <p>* Nota 2: Las celdas marcadas con color son de cálculo automático, no se debe alterar su contenido.</p> <p>* Nota 3: Para un mejor detalle de cálculos revisar las hojas de cada equipo.</p>			

APROBADO POR:
FECHA DE APROBACIÓN:

CAPÍTULO 3: APLICACIÓN DEL FORMATO DE TOMA DE DECISIÓN

Según fundavita (2018) El resonador magnético tiene como destino principal la obtención de imágenes del cuerpo en 2 y 3 dimensiones utilizando un campo electromagnético quien es el encargado de estimular los átomos de hidrógeno y a su vez con pulsos de radiofrecuencia tienen como objetivo recibir estas energías sobresalientes de los momentos de relajación y recuperación de los átomos, los resonadores son utilizados para partes del cuerpo más sensibles, es decir, se puede utilizar en un análisis de mamografía ya que esta es una de las partes más sensibles de una mujer, para las partes óseas y pulmones se utiliza el tomógrafo.

En este caso el resonador se utiliza para detectar varias enfermedades entre las cuales se encuentra el Cáncer.

3.1 Presentación general:

Como se puede observar en la Ilustración 16, los datos serán llenados como se explicó en el manual elaborado anteriormente, las casillas sin color son las que pueden ser alteradas, mientras que las otras no se deben alterar ya que son de cálculo automático, cada campo será calculado con el mismo peso, es decir, simplemente quien obtenga más puntos será la ganadora, las que aparezca como "iguales" no serán tomadas en cuenta para la decisión ya que no tiene relevancia que ambas cumplan con el requisito.

EQUIPO Y MARCA: se escogieron estos equipos médicos (resonadores magnéticos) ya que estos son primordiales en una clínica que trata el cáncer debido a que estos son utilizados para diagnosticar dicha enfermedad en partes sensibles del cuerpo humano, al ser equipos que rondan los 2'000.000.00 de dólares se encuentran dentro de la categoría a investigar.

Las marcas a tratar son PHILIPS y GENERAL, ambas marcas poseen una trayectoria grande en el mercado, la primera tiene más fama y garantía que la segunda, por lo que ha sido escogida mayormente por SOLCA, la segunda es una marca conocida igualmente pero no posee la misma calidad de funcionamiento.

COSTO DE LA MÀQUINA: los costos fueron determinados por una cotización anterior presentada por el gerente administrativo, según los costos incurridos se determinó:

COSTOS DE ADQUISICIÓN	RESONADOR	
	PHILIPS	GENERAL
COSTO NETO LA MÀQUINA	\$ 1.544.200,00	\$ 1.253.200,00
TRANSPORTE INTERNACIONAL	\$ 18.000,00	\$ 10.000,00
DESADUANIZACIÓN	\$ 120.000,00	\$ 130.000,00
IMPUESTOS	\$ 661.800,00	\$ 661.800,00
LOGÍSTICA (MONTAJE, TRANSPORTE, PERSONAL, PLUMA DE CARGA, SUMINISTROS)	\$ 6.000,00	\$ 5.000,00
CAPACITACIÓN	\$ -	\$ 10.000,00
CONTRATO DE MANTENIMIENTO EXTERNO	\$ 130.000,00	\$ 110.000,00
OBRA CIVIL	\$ 100.000,00	\$ 100.000,00
EQUIPOS PERIFÈRICOS (EJEM EQ DE CLIMATIZACION, UPS, TRANSFORMADORES)	\$ 20.000,00	\$ 20.000,00
	\$ 2.600.000,00	\$ 2.300.000,00

Ilustración 14: Costos de adquisición de los equipos. Alvarez G. (2018).

Los costos de operativos fueron:

COSTOS DE TRABAJO	VALORES	
MANO DE OBRA (SUELDO MENSUAL)	\$ 10.700,00	\$ 10.700,00
ANESTESIÒLOGO	\$	3.000,00
DOCTOR	\$	3.000,00
RADIÒLOGO	\$	2.500,00
TECNÒLOGO	\$	1.000,00
ENFERMERA	\$	1.200,00
ENERGÌA (CONSUMO MENSUAL)	\$ 665,60	\$ 832,00
SUMINISTROS (PLACAS DE RESULTADOS, CONSUMO MENSUAL)	\$ 5.200,00	\$ 6.240,00
SERVICIOS BÀSICOS (IMAGENOLOGÌA, CONSUMO MENSUAL)	\$ 8.000,00	\$ 8.000,00
DEPRECIACIÓN (MENSUAL)	\$ 9.007,83	\$ 7.310,33
COSTO DE LA FUNCIÓN SIN GANANCIA (CALCULADO EN BASE A LOS COSTOS MENSUALES)	\$ 91,00	\$ 105,00
COSTO DE LA FUNCIÓN PARA EL RESONADOR MAGNÈTICO (CALCULADO EN BASE A LOS COSTOS MENSUALES)	\$ 130,00	\$ 150,00

Ilustración 15: Costos operativos. Alvarez G. (2018).

Como se puede observar en el ejemplo la marca PHILIPS cuesta \$300.000.00 dólares más que la GENERAL, estos valores varían dependiendo de qué empresa transporte los equipos y que impedimentos legales pueda poseer, en el caso de estudio, estos ya vienen dado al momento de negociar, los costos de ejecución fueron tomados acorde.

AÑOS DE GARANTÍA: Fueron tomados de la misma cotización anterior, al ser un resonador magnético, ambos de buena calidad, se ofertaron con 15 años de garantía.

FUNCIÓN: La función primordial es realizar resonancias magnéticas, este campo sirve para realizar un filtro y que no se comparen máquinas de un tipo con otro, por ejemplo, una comparación entre un tomógrafo y un resonador.

VENTA ANUAL: es el valor tomado del costo total de la función por el tiempo esperado de operación, de esta manera se obtiene el valor de los ingresos anuales.

VENTA EN EL TIEMPO DE GARANTÍA: este valor es calculado con las ventas anuales multiplicado por los años de garantía con la finalidad de ver si es que la inversión será recuperada en el tiempo que la máquina posee garantía, en caso de que esto no suceda, se tomará como prioridad el otro equipo.

SE RECUPERA EN EL TIEMPO DE GARANTÍA: Aquí la plantilla determina si la máquina recupera la inversión dentro del tiempo de garantía, es decir, si supera los ingresos versus lo que le costó en el tiempo en el que la máquina debería funcionar sin problemas, la matriz seleccionará el equipo que califique con una respuesta de SI o NO, en caso de ser iguales no se tomará en cuenta este parámetro para la decisión final.

PAÍS DE ORIGEN: Se coloca el país donde fue fabricado el equipo, ya que dependiendo del país de origen se puede saber cuál es el tiempo de llegada del equipo y los tiempos que tomaría llegar los repuestos para el mantenimiento, este dato se puede obtener al preguntarle al vendedor o viene detallado en la cotización, en el caso de Philips el país de origen es Holanda, mientras que General es de EE UU.

TIEMPO DE LLEGADA DE REPUESTOS: es el tiempo de llegada de los repuestos en base al país de origen, este tiempo es detallado en semanas y se elegirá al equipo que menos tarde en llegar, así como el punto anterior, estos datos vienen detallados en la cotización o se puede averiguar al vendedor, en el caso de Philips es de 12 semanas y EEUU son de 6 semanas.

COSTO DE LA FUNCIÓN: Es el costo de realizar un trabajo, es decir, el costo de realizarse una resonancia magnética, en este valor se considera todos los rubros necesarios para cubrir los costos que tiene la clínica, el costo obtenido fue para Philips de \$130.00 y General fue de \$150.00 este fue un valor referencial dictado por SOLCA.

N. DE TRABAJOS POR HORA (EFICIENCIA): Es el número de resonancias magnéticas que hace en una hora, esto sirve para determinar el costo total por hora, y con este valor poder determinar los ingresos anuales, al ser un valor variable se tomó de acuerdo a la experiencia de los médicos, tanto de Philips como General es 1 resonancia por hora.

DETALLES TÉCNICOS

En esta parte se va a ubicar todos los detalles en cuanto a los cálculos de mantenimiento se refiere, primero se detallará el tiempo esperado de operación, este se calcula multiplicando las 8 horas de funcionamiento por el número de días trabajado (5 días laborables) y por el número de semanas en el año (52 semanas en el año), este dato puede variar dependiendo del hospital al que esté dirigido ya que pueden existir máquinas que funcionen 24 horas al día.

A continuación se detallan las 6 fallas primordiales en los equipos ya que con esto se puede calcular los parámetros más importantes que permitirán tomar la decisión en cuanto al mantenimiento se refiere, todos estos datos fueron obtenidos acorde al contexto operacional de SOLCA, es decir, a los conocimientos y experiencia de todo el personal involucrado tanto en el funcionamiento como en el mantenimiento y administración de los equipos, tomar en cuenta que en cada casilla se coloca el intervalo de horas de funcionamiento, en otras palabras, cada cuantas horas sucede cada falla.

En el formato de toma de decisión existen varias hojas de cálculo, solamente la presentación general se puede alterar como se mencionó anteriormente, las demás **no deben ser alteradas**, ya que están programadas para realizar el cálculo automático tan solo llenando la hoja principal, como se puede observar en la ilustración 17, existen varias pestañas:

1. Presentación general: es el documento que deberá ser llenado e impreso al momento de la reunión de aprobación.
2. Probabilidades: es el documento donde se detallará cada cálculo de los detalles técnicos, existen dos pestañas, la una va dirigido a los cálculos del equipo 1 y el otro al equipo 2.
3. F #. EQU #: estas pestañas muestran las gráficas de cada fallo de cada equipo, es decir, en la pestaña F1 EQU 1, quiere decir que va a mostrar la falla 1 del equipo 1 (Carga de helio del equipo Philips) y así sucesivamente.

Como se puede observar en la ilustración 16, las principales fallas son:

1. Cargar Helio: esta es una falla mínima ya que simplemente se agota el helio, en el equipo Philips esta avería ocurre cada 1500 horas, mientras que el General ocurre cada 1200.
2. Fallo del magneto principal, esta falla en el equipo Philips ocurre cada 10000 horas, mientras que en el General ocurre cada 8000 horas.
3. Quema de tarjetas electrónicas, tanto en el equipo Philips como en el equipo General ocurre cada 3000 horas.
4. Falla de la camilla tanto en el equipo Philips como en el equipo General ocurre cada 1000 horas.
5. Falla de los periféricos tanto en el equipo Philips como en el equipo General ocurre cada 10000 horas.
6. Falla eléctrica generalmente mínima ocurre en ambos equipos cada 300 horas.

Luego del detalle de las fallas se encuentra el tiempo de indisponibilidad por cada fallo, es decir, es el tiempo que la máquina permanece detenida mientras solucionan el fallo detallado, por ejemplo, en la falla 1 (carga de helio) el tiempo que el resonador Philips y el General permanecen detenidos son 24 horas.

Para todas estas fallas se tiene un cálculo específico, como se puede observar en la ilustración 16, se encuentran todos los detalles técnicos más especificados, desde el tiempo esperado de operación hasta las respectivas probabilidades, a continuación, se explicará cada campo:

1. Detalle de fallos: Son todos los fallos declarados en la hoja de presentación general.
2. Frecuencia de fallo: es cada cuantas horas sucede el fallo declarado, estos datos fueron colocados en la hoja de presentación general.
3. Λ : es el número de fallos de un sistema, esto se calcula $1/\text{frecuencia de fallo}$, para obtener un dato general de todas las fallas simplemente se suma el valor de Λ de todas las fallas.
4. Tiempo de indisponibilidad: es el tiempo de indisponibilidad declarados en la hoja de presentación general.
5. Disponibilidad operacional: es el tiempo que el equipo va a estar operando, se muestra en porcentaje y se calcula $(\text{tiempo esperado de operación} - \text{tiempo de indisponibilidad}) / \text{tiempo esperado de operación}$.

6. Indisponibilidad: es el tiempo que el equipo va a estar sin operar, se muestra en porcentaje y se calcula $1 - \text{Disponibilidad operacional}$.
7. Probabilidad de trabajo sin fallo: como su nombre lo indica, es la probabilidad que el equipo trabaje sin ningún fallo, y se calcula $\log(-\Lambda * \text{tiempo esperado de operación})$.
8. Probabilidad de fallo: igualmente, como su nombre lo indica, es la probabilidad de que el equipo presente un fallo y se calcula $1 - \text{probabilidad de trabajo sin fallo}$.
9. Probabilidad total: es el producto de la indisponibilidad * Probabilidad de fallo.
10. Probabilidad de que exista indisponibilidad: es la probabilidad de que el equipo no esté disponible para realizar su trabajo, utilizando la probabilidad total nos permite calcular este dato, utilizando la probabilidad total por fallo / sumatoria de la probabilidad total.

HOSPITAL			
ADQUISICIÓN DE EQUIPOS NUEVOS			
DETALLES DE LAS MAQUINAS			
DETALLES GENERALES			
	EQUIPO 1	EQUIPO 2	VALIDACIÓN
EQUIPO Y MARCA	RESONADOR MAGNETICO PHILIPS	RESONADOR MAGNETICO GENERAL	
COSTO DE LA MAQUINA	\$ 2.600.000,00	\$ 2.300.000,00	EQUIPO 2
AÑOS DE GARANTÍA	15	15	
FUNCIÓN	RESONANCIAS MAGNETICA	RESONANCIAS MAGNETICA	
VENTA ANUAL	\$ 270.400,00	\$ 312.000,00	
VENTA EN EL TIEMPO DE GARANTIA	\$ 4.056.000,00	\$ 4.680.000,00	EQUIPO 2
SE RECUPERA EN EL TIEMPO DE GARANTIA	SI	SI	IGUALES
PAIS DE ORIGEN	HOLANDA	EEUU	
TIEMPO DE LLEGADA DE REPUESTOS (SEMANAS):	12	6	EQUIPO 2
COSTO DE LA FUNCIÓN	\$ 130,00	\$ 150,00	EQUIPO 1
N. DE TRABAJOS POR HORA (EFICIENCIA)	1	1	
COSTO TOTAL	\$ 130,00	\$ 150,00	EQUIPO 1
DETALLES TECNICOS			
(DISPONIBILIDAD)TIEMPO ESPERADO DE OPERACIÓN (HORAS ANUALES)	2080	2080	
(MTBF) FALLO 1 (CARGO DE HELIO)	1500	1200	
(MTBF) FALLO 2 (FALLO DEL MAGNETO PRINCIPAL)	10000	8000	
(MTBF) FALLO 3 (QUEMA DE TARJETAS ELECTRONICAS)	3000	3000	
(MTBF) FALLO 4 (FALLA DE LA CAMILLA)	1000	1000	
(MTBF) FALLO 5 (FALLA DE LOS PERIFÉRICOS)	10000	10000	
(MTBF) FALLO 6 (FALLA ELECTRICA)	300	300	
(MTTR)TIEMPO DE INDISPONIBILIDAD POR FALLO 1 (HORAS)	24	24	
(MTTR)TIEMPO DE INDISPONIBILIDAD POR FALLO 2 (HORAS)	80	80	
(MTTR)TIEMPO DE INDISPONIBILIDAD POR FALLO 3 (HORAS)	24	36	
(MTTR)TIEMPO DE INDISPONIBILIDAD POR FALLO 4 (HORAS)	8	8	
(MTTR)TIEMPO DE INDISPONIBILIDAD POR FALLO 5 (HORAS)	72	72	
(MTTR)TIEMPO DE INDISPONIBILIDAD POR FALLO 6 (HORAS)	5	5	
PROBABILIDAD DE TRABAJO SIN FALLO	0,0010%	0,0007%	EQUIPO 1
TIEMPO DE INDISPONIBILIDAD (HORAS)	213	225	EQUIPO 1
COSTO DE PARADA DEL EQUIPO	\$ 19.383,00	\$ 23.625,00	EQUIPO 1
LUCRO CESANTE	\$ 8.307,00	\$ 10.125,00	EQUIPO 1
	VALIDACIÓN	CANTIDAD	
CALIFICACIÓN 1:	EQUIPO 1	6	
	VALIDACIÓN	CANTIDAD	
CALIFICACIÓN 2:	EQUIPO 2	3	
EQUIPO SUGERIDO PARA ADQUISICIÓN:	EQUIPO 1		
<p>* Nota 1: El equipo que se sugiere fue basado en estándares de costo, mantenimiento y logística, los usuarios pueden variar la toma de decisión en caso de que la administración así lo decida, o se consideran estándares cualitativos (tiempo en el mercado, participación del proveedor, origen de los equipos, oficinas propias, etc.).</p> <p>* Nota 2: Las celdas marcadas con color son de cálculo automático, no se debe alterar su contenido.</p> <p>* Nota 3: Para un mejor detalle de cálculos revisar las hojas de cada equipo.</p>			

APROBADO POR:
FECHA DE APROBACIÓN:

Ilustración 16: Presentación general de la Matriz de toma de decisión. Elaborado por el autor.

Con el cálculo de todos estos datos, se puede realizar el detalle de la gráfica de fallo, esta permite visualizar la probabilidad de fallo a medida que va aumentando las horas de uso del equipo, para calcular este dato simplemente se selecciona un intervalo de horas al azar, en este caso se utilizó

un intervalo de 150 horas, y se utiliza la misma fórmula que se utilizó para calcular la tasa de fallo o λ (al ser la gráfica general del equipo, se utiliza la sumatoria de las tasas de fallo), en la ilustración 17 se puede observar que a medida que vaya aumentando el número de horas de uso, es más probable que el equipo falle.

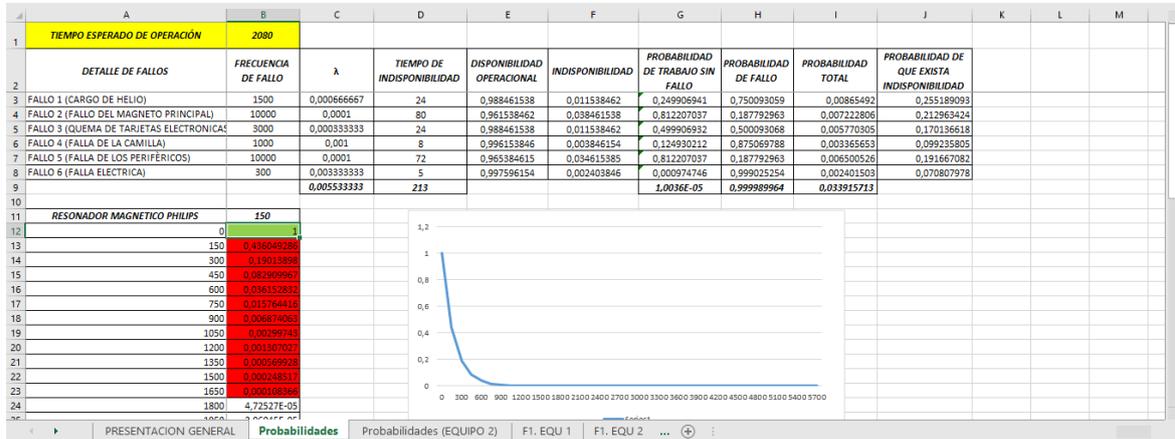


Ilustración 17: Formato de toma de decisión, pestaña "Probabilidades", Elaborado por el autor.

En cada pestaña F #. EQU # se podrá observar la gráfica de evolución de la tasa fallo de cada equipo por, valga la redundancia, cada fallo, el cálculo será realizado de la misma manera que la gráfica anterior, con la diferencia de que la tasa de fallo usada será solo aquella a evaluar, es decir, la ilustración 18 muestra la evolución de la Falla 1 del equipo 1, existiendo una pestaña para cada fallo de cada equipo, es decir, falla 1 equipo 2, falla 2 equipo 1, falla 3 equipo 1, etc.

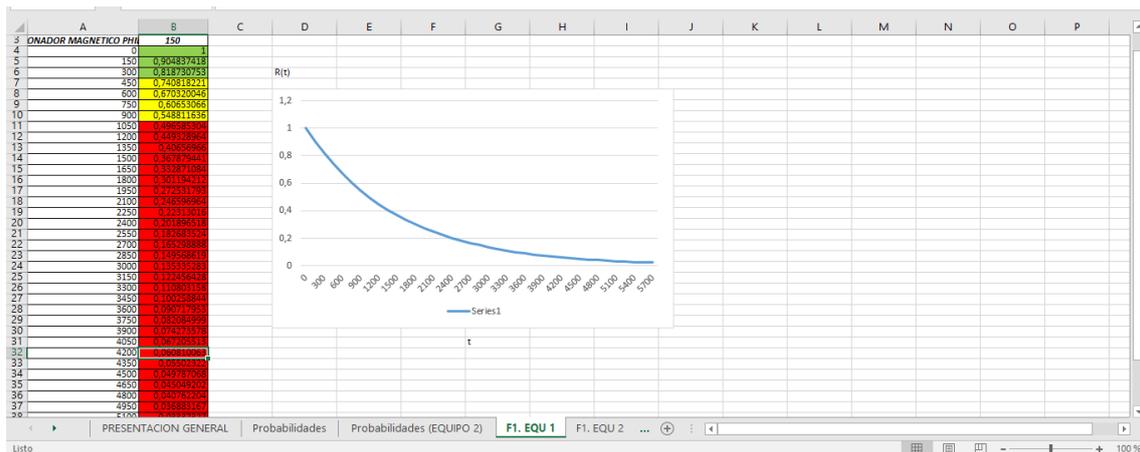


Ilustración 18: Gráfica de evolución de fallas por equipo. Elaborado por el autor.

3.2 Plan de capacitaciones:

Para finalizar el estudio se realizó un plan de capacitaciones, este tiene como objetivo proporcionar al personal involucrado los conocimientos necesarios para el uso adecuado del Resonador escogido, vale la pena recalcar que, al ser equipos delicados, las capacitaciones se enfocarán en el uso del equipo mas no en su mantenimiento, ya que esto lo realizará exclusivamente los técnicos determinados por el proveedor para garantizar su fiabilidad, debido a esto, ni los médicos ni personal de mantenimiento se involucran en la manipulación interna del equipo, el personal debe estar apto para el uso del mismo por lo que es necesario que se realice la capacitación al finalizar la instalación, esto permitirá disminuir las fallas que pueda ocasionar el mal manejo del equipo, aumentando así la disponibilidad del mismo, en la semana 31 (ilustración 19) se concluirá la instalación por lo que la clínica debe tener capacitado a todos los involucrados al finalizar la semana 32, a más de ello, SOLCA envía a sus doctores y tecnólogos a una capacitación fuera del país para que puedan aprender el uso viendo el funcionamiento de otros equipos ya instalados, en este caso se pueden demorar de 8 a 15 días, estos viajes no son obligatorios de realizar, en este caso se consideró enviarlos ya que es un equipo de uso complejo.

CONCLUSIONES

El presente trabajo de grado tuvo como objetivo proponer un manual de compras que permita reducir la incertidumbre al momento de realizar la adquisición de un equipo médico, ya que SOLCA no poseía un procedimiento documentado de consulta con respecto al proceso de adquisiciones, por lo que era necesario establecerlo y encontrar un modo de vinculación entre mantenimiento y compras.

Así pues, la aportación principal de este trabajo consiste en el diseño de un manual de compras y la aplicación con un ejemplo de un formato de toma de decisión que permita disminuir la incertidumbre al momento de adquirir un equipo, a partir de estándares de costo, logística y mantenimiento aplicando investigaciones de: conceptos (compras y mantenimiento), investigación del instituto (historia y misión), equipos (superiores a los \$2.000.000.00) y estándares de costo y mantenimiento (tiempo medio entre fallos, costo de adquisición del equipo, tiempo de llegada del equipo, tiempo de parada del equipo, costo de parada del equipo, tiempo de llegada de repuestos y lucro cesante).

Un aspecto importante fue la investigación de los conceptos generales de compras y mantenimiento, la información acerca del instituto y ejemplos de manuales, los cuales señalaban varios puntos para su elaboración. Después de un análisis, se concluyó que se debía adaptar dichos puntos a SOLCA, con esto se estableció un procedimiento detallado y simple de seguir que permite saber cómo se realiza las adquisiciones y el llenado del formato, se levantó el proceso de compras donde se observó que no se poseía un documento sino que simplemente se dependía del know how del gerente; se investigó los equipos que tenían un valor representativo para el instituto por lo que se realizó la investigación de los costos que permitieron llegar a conocer el valor por función que permita cubrir los costos del equipo propuesto. En el formato se incluyó el análisis de logística, lucro cesante y mantenimiento para el proceso de adquisición, esto ayuda a unir el área de compras con el área de mantenimiento permitiendo la creación de nuevas políticas y estrategias.

Al aplicar la matriz se colocaron dos ejemplos un resonador magnético Philips y un resonador magnético General, donde el segundo es más económico que el primero pero sus estándares de mantenimiento son inferiores, al aplicarlo en el formato se pudo concluir que no siempre el equipo más económico es el que menos va a costar y que en base a los datos colocados y a la reunión que se tuvo con el Gerente administrativo, la matriz tomó la mejor decisión en base a los

parámetros señalados anteriormente siendo el mejor equipo el Resonador Magnético marca Philips.

En conclusión, se propone una metodología para la disminución de la incertidumbre al momento de adquirir un equipo médico, a más de ello, se propusieron las siguientes políticas:

- Para la adquisición de un nuevo equipo se deberá adjuntar la respectiva justificación de compra (Informe del jefe de área en conjunto con la dirección médica).
- Para la renovación de un equipo se deberá adjuntar el diagnóstico del jefe de mantenimiento con su respectivo respaldo fotográfico.
- Para el proceso de aprobación de la compra se debe presentar siempre la matriz de toma de decisión.
- Los equipos que son puestos a análisis en la matriz de toma de decisión deben poseer una disponibilidad superior al 90% en cada uno de sus fallos.
- El período de prueba del equipo a adquirir será determinado al momento de realizar la negociación de los parámetros del contrato.
- Los pagos serán negociados al momento de realizar los parámetros del contrato.
- Para poder entrar al proceso de puja es necesario que la empresa tenga trayectoria en el mercado, las empresas con menos de 10 años en el mercado no podrán participar.

Como estrategias se plantearon las siguientes:

- Aplicación y seguimiento del plan de capacitaciones, esto permitirá tener un mayor control del contexto operacional maximizando la vida útil del equipo.
- Contratar personal con conocimiento en resonadores, esto servirá para disminuir las pérdidas por aprendizaje, esto implica costos por mala ejecución y paradas por equivocación.
- Entregar una copia escrita de las capacitaciones realizadas con la finalidad de optimizar los tiempos de consulta en caso de necesitarlo.
- Negociar nuevos parámetros de compras basado en la matriz de toma de decisiones, es decir, se puede aumentar o disminuir el tiempo de garantía en caso de que no resulte factible el tiempo propuesto, se puede optar por disminuir el costo del equipo basado en los costos brindados.

RECOMENDACIONES

Como recomendaciones generales se propone:

1. Realizar un estudio de factibilidad que permita saber si es positivo o negativo tener un especialista de planta que pueda realizar mantenimiento a los equipos médicos.
2. Seguir y actualizar el plan de capacitación propuesto para que siempre se tenga actualizado al personal involucrado con el uso del equipo adquirido.
3. Difundir el manual a todas las jefaturas de área permitiendo así agilizar los procesos de adquisición.
4. Colocar a disposición de las áreas tanto en físico como en digital el manual de compras.
5. Realizar reuniones periódicas para analizar las tasas de fallo y los tiempos de indisponibilidad.
6. Fomentar el buen uso y mantenimiento de los equipos médicos para prolongar la vida útil de los mismos.

Bibliografía

- Alvarez, M. (2006). *Manual para elaborar manuales de políticas y procedimientos*. San Rafael: Panorama.
- Arata, A. (2009). *Ingeniería y gestión de la confiabilidad operacional en plantas industriales*. Santiago: RIL editores.
- Burbano, S. B. (3 de Marzo de 2017). Gestión de Compras. (I. Morocho, Entrevistador)
- CERCO. (2018). *Procedimiento de adquisiciones*. Colombia: CERCO.
- CONICYT. (2014). *Manual de procedimientos unidad de compras y contrataciones*. Colombia: CONICYT.
- Eduardo, H. (2016). Mantenimiento basado en condición. *Mantenimiento basado en condición* (pág. 190). Cuenca: Universidad del Azuay.
- EL HOSPITAL. (23 de MARZO de 2018). *EL HOSPITAL*. Obtenido de EL HOSPITAL: <http://www.elhospital.com>
- Errasti, A. (2012). *Gestión de compras en la empresa*. Madrid: Piràmide.
- Escudero, J. (2014). *Gestión de Compras*. Madrid: Paraninfo.
- F., G. J. (2007). La prueba del Lucro Cesante. *Revista de responsabilidad civil y seguro*, 20.
- García, F. (2017). *Costos de Mantenimiento*. Cuenca: Universidad del Azuay.
- Gonzalez., R. N. (Marzo de 2007). Cambio de concepto de compras a Cadena de Suministros. Cuba, Cuba, Cuba.
- OIT. (1990). *Control de Riesgos de accidentes mayores*. Ginebra: Oficina internacional del trabajo.

Olarte, C. (2010). Importancia del mantenimiento industrial dentro de los procesos de producción. *Scientia Et Technica*, 4.

Salvador, M. (2004). *Compras principios y aplicaciones*. México: Limusa.

Secretaría contra la violencia sexual, Explotación y trata de personas. (2018). *Manual de procedimientos de compras*. Guatemala.: Gobierno de Guatemala.

Sergio, V. (2016). Planificación y control del mantenimiento. *Planificación y control del mantenimiento* (pág. 144). Cuenca: Universidad del Azuay.

Sexto, L. F. (2016). *Fundamentos de mantenimiento y gestión de activos*. Lissone: Radical Management.

Sexto, L. F. (2017). *Fundamentos de Gestión de Activos*. Cuenca: Universidad del Azuay.

SIORT. (23 de Marzo de 2018). *SIORT*. Obtenido de SIORT: www.soiort.com

SOLCA. (23 de Marzo de 2018). *SOLCA*. Obtenido de SOLCA: <http://www.institutodelcancer.med.ec/>

Universidad de Cordoba. (2010). *Manual de procesos y procedimientos compras y almacenamiento de material*. Cordoba.

VARIAN. (23 de Marzo de 2018). *VARIAN*. Obtenido de VARIAN: <https://www.varian.com>.