

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS
AMÉRICAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN**

Para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Industrial

**Diseño de un sistema de Mantenimiento Productivo Total
(TPM) en la Clínica Dental Sonrisa Total**

AUTOR

Luis Antonio Herrera Montero

TUTOR

Ing. Allan Maroto Coto

LECTOR

Ing. Jessarela Martínez Azofeifa

San José, noviembre, 2023

RESUMEN EJECUTIVO

Para el desarrollo de un diseño de un sistema de mantenimiento productivo total para asegurar el correcto funcionamiento de los equipos odontológicos que se utilizan en la Clínica Dental Sonrisa Total basado en la metodología TPM

El presente proyecto de investigación consiste en la propuesta de Diseño de un Sistema de Mantenimiento Productivo Total (TPM) y se lleva a cabo en la Clínica Dental Sonrisa Total, la actividad de esta clínica consiste en brindar servicios en atención odontológica, mediante el análisis de la situación actual se describe el problema, el cual se centra en la ausencia de mantenimiento para los equipos críticos que se utilizan en la clínica y la afectación que estos pueden causar en la atención de pacientes en este centro odontológico.

Se abordan las generalidades del lugar para conocer a fondo el funcionamiento del establecimiento, utilizando un diagrama de flujo que permite entender el proceso de funcionamiento, seguido de un diagrama de SIPOC que explica el proceso general que se lleva a cabo en la clínica.

Para identificar las principales causas que afectan el funcionamiento de la clínica se elabora un diagrama de Ishikawa que busca obtener información de la acusa raíz del problema, se determina la frecuencia de averías en los principales equipos de la clínica donde se determina mediante el diagrama de Pareto la frecuencia de averías, esto a su vez brinda información para clasificar las fallas principales de los equipos.

Durante el Análisis de las causas se realiza un Análisis Modal de Fallas y Efectos (AMFE) donde se determina el Número de Prioridad de Riesgo (NPR) con las causas potenciales y así establecer la prioridad de atención de fallas, también se analiza la afectación económica producto de los fallos estudiados desde enero del 2022 hasta junio del 2023, considerando el horario de atención y cantidad de pacientes,

Tomando en cuenta los objetivos del proyecto, la estrategia para abordar la propuesta se basa en la recomendación de desarrollar la metodología en 5S que producirá un ordenamiento de la clínica y facilitará el inicio de la implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM).

Se establecen las fases de implementación del TPM y siguiendo cada una de ellas, se crean herramientas para monitorear y seguir los mantenimientos, entre estas se elabora un procedimiento para los mantenimientos y se construyen listas de chequeo que facilitarán el seguimiento y control de los mantenimientos que se realizarán en la clínica.

Una vez instauradas las fases de preparación, introducción, implantación y consolidación del TPM se hace un análisis económico sobre la inversión en capacitaciones y se elabora un cronograma del plan de implementación para ejecutar la propuesta recomendada.

Contenido

DEDICATORIA.....	1
AGRADECIMIENTO.....	2
CARTA DE AUTORIZACIÓN DEL TUTOR.....	3
CARTA REVISIÓN FILOLÓGICA.....	4
CARTA DE INCORPORACIÓN DE MODIFICACIONES AL TFG.....	5
DECLARACIÓN JURADA	6
SOLICITUD DE DEFENSA	7
RESUMEN EJECUTIVO	8
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN	16
Generalidades de la Empresa	18
Historia de la Empresa	18
Planteamiento del Problema.....	18
Objetivos	19
Objetivo general	19
Objetivos específicos.....	19
Justificación.....	19
Antecedentes	20
Artículos Científicos	20
Tesis	21
Proyecciones.....	22
Resultados Esperados y compromisos	22
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	23
Conceptos Generales	23
Mantenimiento	23
Mantenimiento a Rotura.....	23
Mantenimiento Programado o Planificado.....	24
Mantenimiento Preventivo	24

	11
Mantenimiento predictivo	25
Herramientas para describir el problema	26
AMFE (Análisis de Modo de Fallas y Efectos)	26
Diagrama de flujo.....	31
Herramientas para medir las consecuencias.....	32
Diagrama de Pareto	32
Histogramas.....	33
Herramientas para Analizar las causas.....	35
Estratificación.....	35
Diagrama de causa y efecto.....	36
Herramientas para el diseño de la Propuesta.....	37
Las 5 S.....	37
Mantenimiento Productivo Total (TPM).....	39
Etapas para Implantar el TPM.....	42
Mantenimiento Autónomo (MA)	48
Hoja de verificación	50
Herramientas para el control de la propuesta	51
Diagrama GANTT.....	52
Indicadores - KPI	53
Diseño de Indicadores	54
CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO	55
Enfoque	55
Alcance.....	57
Diseño.....	60
Variables.....	62
Muestra.....	63
Instrumentos	63
Recolección de Datos	64

	12
Método de Análisis.....	65
Cronogramas	66
CAPÍTULO IV ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL	67
Descripción del Problema	67
Generalidades de la Clínica Dental	68
Diagrama de Flujo.....	68
Análisis del Diagrama de Flujo.....	71
Diagrama de SIPOC	72
Análisis del Diagrama SIPOC.....	73
Medición de las Consecuencias.....	74
Diagrama de Ishikawa.....	74
Frecuencia de averías en equipos	77
Diagrama de Pareto por frecuencia de averías	78
Análisis de las Causas	85
Análisis modal de fallas y efectos (AMFE)	85
Afectación económica por fallos.....	87
CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	90
Conclusiones	90
Recomendaciones.....	91
CAPÍTULO VI PROPUESTA	92
Propuesta.....	92
Desarrollo de metodología 5S	92
Desarrollo de la Metodología (TPM) Mantenimiento Productivo Total.....	99
Fase 1 Preparación del TPM	100
Fase 2 Introducción del TPM	121
Fase 3 Implantación del TPM	122
Fase 4 Consolidación del TPM	125

Análisis Económico.....	125
Capacitación en 5S	125
Capacitación en TPM	126
Plan de Implementación	129
Cronograma del Plan de Implementación	130
APÉNDICES	132
REFERENCIAS	133

Tablas

Tabla 1 Variables del proyecto.....	62
Tabla 2 Muestra.....	63
Tabla 3 Instrumentos	63
Tabla 4 Recolección de datos.....	64
Tabla 5 Método de análisis.....	65
Tabla 6 Equipos críticos de la clínica Dental	68
Tabla 7 Frecuencia de averías de enero 2022 a junio 2023	78
Tabla 8 Cantidad de fallas por grupo de equipos	80
Tabla 9 Clasificación de fallas en las unidades dentales.....	81
Tabla 10 Clasificación de fallas en el compresor de aire	83
Tabla 11 Número de prioridad de riesgo (NPR) según causas potenciales	86
Tabla 12 Afectación económica.....	89
Tabla 13 Matriz para 5S	93
Tabla 14 Plantilla para Organización y Clasificación	94
Tabla 15 Plantilla para el Orden	95
Tabla 16 Plantilla para la Limpieza	96
Tabla 17 Plantilla para la Estandarización.....	97
Tabla 18 Plantilla para el Rigor y Disciplina.....	98
Tabla 19 Fases de Implementación TPM.....	99
Tabla 20 Plan de Mantenimiento Autónomo.	107
Tabla 21 Indicadores - KPI	124
Tabla 22 Monto de inversión en salarios por curso 5S	126

Tabla 23 Monto de inversión total por curso 5S	126
Tabla 24 Monto de inversión en salarios por curso TPM	127
Tabla 25 Monto de inversión total por curso TPM	127

Figuras

Figura 1 Ejemplo de (AMFE)	27
Figura 2 muestra un ejemplo de Clasificación de severidad del modo de fallo.....	28
Figura 3 muestra un ejemplo de Clasificación de ocurrencia del modo de fallo	29
Figura 4 muestra un ejemplo de Clasificación de detectabilidad del modo de fallo.....	29
Figura 5 muestra un ejemplo de (NPR) Número prioritario de riesgo.....	30
Figura 8 muestra un ejemplo de Diagrama de Flujo	31
Figura 9 muestra un ejemplo diagrama de Pareto	33
Figura 10 muestra un ejemplo fórmula de Rango.....	33
Figura 11 muestra un ejemplo fórmula de cálculo de C	34
Figura 12 muestra un ejemplo fórmula de anchura de clases (A).....	34
Figura 13 muestra un ejemplo fórmula de anchura de clases (A).....	35
Figura 14 muestra un ejemplo diagrama de causa y efecto o diagrama de Ishikawa	37
Figura 15 muestra un ejemplo de hojas de verificación.....	51
Figura 16 muestra un ejemplo de Diagrama GANTT.....	53
Figura 17 Ejemplo de las fases del proceso cuantitativo.	56
Figura 18 Diagrama de Gantt	66
Figura 19 Diagrama de Flujo hoja1.....	69
Figura 20 Diagrama de Flujo hoja2.....	70
Figura 21 Diagrama SIPOC	72
Figura 22 Diagrama de Ishikawa con las deficiencias de mantenimiento	75
Figura 23 Diagrama de Pareto por frecuencia de averías.....	79
Figura 24 Pareto de las Unidades Dentales	82
Figura 25 Pareto de los fallos en el compresor	84
Figura 26 Análisis modal de fallas y efectos (AMFE).....	85
Figura 27 Horario de atención y costos por cita.....	88
Figura 26 Cronograma de Implementación 5s	99
Figura 27 Plan Maestro TPM.....	103

Figura 28 Procedimiento para el mantenimiento de equipos, pág. 1.	104
Figura 29 Procedimiento para el mantenimiento de equipos, pág. 2.	105
Figura 30 Procedimiento para el mantenimiento de equipos, pág. 3.	105
Figura 31 Procedimiento para el mantenimiento de equipos, pág. 4.	106
Figura 32 Procedimiento para el mantenimiento de equipos, pág. 5.	106
Figura 33 Registro Control diario Mantenimiento Unidad Dental	111
Figura 34 Registro Control diario Mantenimiento Compresor	112
Figura 35 Registro Control diario Mantenimiento Autoclave	113
Figura 36 Registro Control Semanal Mantenimiento Aire Acondicionado	114
Figura 37 Registro Control diario Mantenimiento Equipo Rayos X	115
Figura 38 Registro para el Control de Equipos	116
Figura 39 Cronograma de Capacitaciones en 5S	118
Figura 40 Cronograma de Capacitaciones en TPM	121
Figura 42 Cronograma del Plan de Implementación.....	130
Figura 42 Costo del Curso en 5S.....	132
Figura 43Costo del Curso Mantenimiento Productivo Total (TPM)	132

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

El presente trabajo final de graduación consiste en el diseño de un sistema de Mantenimiento Productivo Total (TPM) para la clínica dental Sonrisa Total, el proyecto se desarrolla bajo la línea de investigación "Diseño, desarrollo o mejoramiento de sistemas de mantenimiento industrial", este proyecto busca impulsar mejoras significativas en la eficiencia y confiabilidad de los equipos e instalaciones de la clínica dental con el fin de brindar un servicio de calidad y garantizar la satisfacción de los pacientes.

En primer lugar, es necesario comprender en qué consiste el Mantenimiento Productivo Total (TPM), su enfoque se centra en el mantenimiento preventivo y predictivo, con el objetivo de maximizar la disponibilidad y el rendimiento de los equipos, reducir las averías y minimizar los tiempos de inactividad no planificados, el TPM involucra a todos los miembros de la organización, fomentando la participación activa y la responsabilidad compartida en el cuidado y mantenimiento de los activos.

La importancia de implementar un sistema de TPM en una clínica dental radica en varios aspectos, en primer lugar, la clínica cuenta con equipos e instrumentos especializados y de alto valor económico que requieren un mantenimiento adecuado para garantizar su correcto funcionamiento y así prolongar su vida útil, el tiempo de inactividad de estos equipos puede tener un impacto significativo en la capacidad de la clínica para atender a sus pacientes de manera eficiente y en sus ingresos económicos que se verán afectados.

Además, la implementación del TPM en esta clínica dental contribuye a mejorar la seguridad y la calidad del servicio, el mantenimiento adecuado de los equipos reduce el riesgo de fallas inesperadas durante los procedimientos dentales, lo que garantiza la seguridad y el bienestar de los pacientes, un sistema de mantenimiento efectivo permite identificar y abordar rápidamente cualquier problema, evitando interrupciones en sus actividades, ya que la clínica dental, por ser un lugar que por sus servicios se puede catalogar como PYMES “pequeña y mediana empresa” no cuenta con un área de mantenimiento y tampoco cuenta con ningún técnico especializado en mantenimiento, esto provoca que si en algún momento se daña alguna máquina o equipo en la clínica, a lo que recurren es a contratar servicios por terceros que llegan a atender el problema directamente.

En cuanto al marco teórico de este proyecto, se explorarán diferentes conceptos y herramientas relacionados con el TPM, como el análisis de modos de falla y efectos (AMFE), el

mantenimiento centrado en la confiabilidad y las estrategias de mantenimiento preventivo y predictivo. Estas bases teóricas proporcionarán los fundamentos necesarios para diseñar un sistema de TPM adaptado a las necesidades y características específicas de la clínica dental.

En términos del marco metodológico, se seguirá un enfoque sistemático que involucra varias etapas, en primer lugar, se realizará un análisis exhaustivo de la situación actual de la clínica dental, evaluando el estado de los equipos, los procedimientos de mantenimiento existentes y las necesidades de mejora identificadas, a partir de este análisis se establecerán puntos de partida claros y se diseñará un plan de acción detallado para la implementación del sistema TPM.

El análisis de la situación actual permitirá identificar las fortalezas y debilidades del sistema de mantenimiento existente en la clínica dental, se evaluarán aspectos como la frecuencia de mantenimiento, la disponibilidad de repuestos, la capacitación del personal y la gestión de los registros de mantenimiento, esta evaluación proporcionará una base sólida para el diseño de estrategias de mejora continua y la implementación de acciones correctivas y preventivas.

El diseño de un sistema de Mantenimiento Productivo Total (TPM) en la clínica dental Sonrisa Total es fundamental para mejorar la eficiencia operativa, la seguridad del paciente y la calidad del servicio que se brinda, la implementación de un enfoque preventivo y predictivo de mantenimiento permitirá minimizar los tiempos de inactividad no planificados, prolongar la vida útil de los equipos y garantizar una atención dental de excelencia.

Las recomendaciones derivadas de este proyecto se centrarán en aspectos como la capacitación del personal en técnicas de mantenimiento, la implementación de un programa de mantenimiento preventivo, la mejora de la gestión de repuestos y la creación de un sistema de seguimiento y control de las actividades de mantenimiento, estas recomendaciones buscarán maximizar los beneficios del TPM en la clínica dental y asegurar su sostenibilidad a largo plazo.

La propuesta final del proyecto es el diseño del sistema de mantenimiento productivo total, que describirá las acciones específicas a seguir, los recursos necesarios y los plazos estimados. Se establecerá un sistema de monitoreo y evaluación con indicadores de desempeño que permitan controlar y medir el impacto de las mejoras implementadas y realizar ajustes según sea necesario.

En resumen, este proyecto basado en el diseño de un sistema de Mantenimiento Productivo Total (TPM) en la clínica dental Sonrisa Total es de vital importancia para garantizar la eficiencia, la seguridad y la calidad del servicio que se brinda a los pacientes, se espera lograr

resultados significativos que contribuyan al éxito y la excelencia de la Clínica Dental Sonrisa Total.

Generalidades de la Empresa

A continuación se explica de forma breve las generalidades de la empresa llamada Clínica Dental Sonrisa Total donde se llevará a cabo el desarrollo de un diseño de mantenimiento productivo total.

Historia de la Empresa

En octubre del 2007 se concreta el proyecto de dos amigos que se conocieron en el ámbito profesional de la odontología y que tuvieron la visión de realizar esta empresa, es donde el Dr. Jairo Carvajal y el Dr. Manuel Jiménez con su esfuerzo e ideal fundan la clínica Dental Sonrisa Total, ubicada en el cantón central de la provincia de Alajuela, iniciando sus operaciones al principio como odontólogos generales y con el paso del tiempo han ido ampliando el número de especialidades en odontología que brinda la clínica al punto que también subcontratan a otros especialistas en la materia con el fin de brindar un mejor servicio a sus pacientes.

Por el momento no cuentan con misión y visión ni con un organigrama.

Planteamiento del Problema

La clínica opera con dos Odontólogos y una asistente dental además de dos profesionales subcontratados que son un especialista en endodoncia y otro especialista en ortodoncia, por la cantidad de trabajo que realizan diariamente como parte de su ejercicio profesional, no tienen el tiempo suficiente de gestionar el mantenimiento de sus equipos, lo que provoca que de vez en cuando, sin un tiempo estimado de control ni herramientas adecuadas para el correcto diagnóstico del estado de sus equipos ni el mantenimiento adecuado, estos equipos trabajan al fallo y cuando esto sucede se producen paros no programados.

Esto genera retrasos en sus operaciones, pacientes que no se les puede realizar el tratamiento de acuerdo en los tiempos programados según a la agenda de citas, recargo de funciones una vez que se restablecen sus operaciones, inestabilidad económica producto de los paros no programados por los equipos dañados y clientes insatisfechos al no recibir el tratamiento en el tiempo establecido. Para el efecto de este proyecto se deriva el problema ¿Cómo diseñar un sistema de Mantenimiento Productivo Total (TPM) en la Clínica Dental Sonrisa Total?

Objetivos

Los objetivos que a continuación se detallan serán la base del estudio durante el desarrollo del presente proyecto.

Objetivo general

Diseñar un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para el cumplimiento en la confiabilidad de los equipos y activos de la Clínica Dental Sonrisa Total.

Objetivos específicos

Definir los equipos y activos que estarán involucrados en el Mantenimiento Productivo Total.

Medir la afectación de los equipos y activos involucrados en la clínica dental.

Analizar las causas de los problemas de mantenimiento que se presentan en el proyecto.

Definir el diseño de mantenimiento adecuado para este proyecto.

Establecer los indicadores de control de la propuesta.

Justificación

Con la implementación de un sistema de Mantenimiento Productivo Total (TPM) en la Clínica Dental Sonrisa Total se obtendrían varios beneficios tanto económicos y operativos como administrativos que serán significativos y respaldan el diseño de esta propuesta, dichos beneficios muestran la importancia y relevancia de adoptar el diseño de un TPM en esta Clínica Dental.

Entre los beneficios económicos la reducción de costos de mantenimiento por equipos dañados que causan paros de emergencia generando tiempos inactivos de operación, reducción de gastos asociados con las reparaciones o reemplazo de equipos en mal estado, mejora en la calidad del servicio logrando una atención oportuna de los pacientes y maximizando el espacio en la agenda que al final se traduce en mayores ingresos económicos.

Mencionando los beneficios operativos están una mayor eficiencia en los procesos, estandarización en los mantenimientos de los equipos de la clínica, prevención de averías y reducción de tiempos de inactividad no planificados y en los beneficios administrativos se encuentra la gestión eficiente de los recursos, prevención de fallas y el desarrollo de una cultura de mejora continua que promueve la participación de todos los integrantes de esta clínica.

Antecedentes

Los antecedentes brindarán una visión del formato y contenido idóneo para el desarrollo de este proyecto, tomando en cuenta artículos científicos y tesis.

Artículos Científicos

Gómez, P. (2010) en su artículo titulado Lean Manufacturing: flexibilidad, agilidad y productividad: *Gestión y Sociedad*. 3(2), 75-88. Menciona el sistema de producción de Toyota y cómo el TPM es fundamental para esta compañía, explica el uso de la técnica de las 5s y cómo este se asocia con el TPM, el desarrollo de esta herramienta y el análisis de Pareto así como el análisis de Valor y el uso del Single Minute Exchange of Die (SMED) con los tiempos en los cambios de máquinas.

Sanchis, R, Poler, R, Mula, J, Peidro, D. (2011) en su artículo titulado Gestión de la calidad total y mantenimiento productivo total en la fabricación de alto rendimiento: *DYNA Ingeniería e Industria*. 86(6), 648-655 DOI: 10.6036/4106 compara el grado de implementación de diferentes métodos entre las prácticas de gestión de la calidad total y el mantenimiento productivo total en diversas plantas industriales de alto rendimiento y cuáles son los métodos de ambas prácticas.

García, J, Rico, L y Romero, J. (2011). En su artículo titulado Factores Tecnológicos Asociados al Éxito del Mantenimiento Preventivo Total (TPM) en Maquilas: *Culecyt Optimización*. 8(45), 115-124. Explican la importancia de implementar un TPM, los beneficios y las herramientas que debe llevar, la aplicación de cuestionarios y la recolección de información, el análisis de la información obtenida, el análisis factorial exploratorio y los resultados esperados.

Ardila, J, Ardila, M, Rodríguez, D y Hincapié, D. (2016) en su artículo titulado La Gerencia del Mantenimiento: Una Revisión: *Dimensión Empresarial*. 14(2), 127-142. DOI: 10.15665/rde.v14i2.480. Explican las diferentes metodologías aplicadas, abordan diferentes tendencias de la investigación en la gerencia del mantenimiento utilizando herramientas como (JIT) Justo a tiempo, (TQM) Gestión de la Calidad Total, (TPM) Mantenimiento Productivo Total y (RCM) Mantenimiento Centrado en Confiabilidad.

Pérez, N y Estrada, J. (2016) en su artículo titulado Diseño del Sistema Integrado de Gestión apoyado en la filosofía TPM (Mantenimiento Productivo Total) para una pyme: *Revista Ingeniería Industrial UPB*. 4(4), 95-102. URL: <http://hdl.handle.net/20.500.11912/6586>. Explican el caso de las pymes y cómo requieren herramientas para el adecuado desarrollo de sus funciones,

la importancia de implementar un plan de gestión y los beneficios de involucrar al personal en esta filosofía, habla sobre el diagnóstico inicial y el diseño del Mantenimiento Productivo Total (TPM).

Tesis

Calvo, M. (2015). En su tesis titulada Revisar el Programa de Mantenimiento Preventivo para encontrar oportunidades de mejora e incorporación de las bases del Mantenimiento Autónomo como introducción al TPM. [Para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería en Mantenimiento Industrial, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica]. Utiliza para el desarrollo de su tema la norma COVENIN 2500-93 y menciona que la norma analiza y califica cuatro factores que son: Organización de la empresa, Organización de la función de mantenimiento, Planificación, programación y control de las actividades de mantenimiento y Competencia del personal.

Quesada, M. (2015). En su tesis titulada Plan piloto de implementación de TPM en la empresa Gualapack Costa Rica. [Para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería en Mantenimiento Industrial, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica]. Utiliza para el desarrollo de su tema diagramas de Pareto, explica las fases del mantenimiento preventivo, brinda una descripción de las características de los equipos y desarrolla un diseño del plan de mantenimiento preventivo.

Moya, O. (2015). En su tesis titulada Diseño de un plan de mantenimiento productivo total (TPM) enfocado en el mantenimiento preventivo, mantenimiento autónomo y la eficiencia general de equipos (OEE) para los equipos más críticos de la planta FAS. [Para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería en Mantenimiento Industrial, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica]. Utiliza para el desarrollo de su tema la eficiencia general de equipos (OEE por sus siglas en inglés), que involucra la disponibilidad, el rendimiento y la calidad, que son indicadores calculables en los procesos y menciona la filosofía de 5's cómo una estrategia de suma importancia.

Zelaya, A. (2018). En su tesis titulada Propuesta para el Diseño de un Programa de Mantenimiento en la Empresa Equipos y Mantenimientos Pedro Sobalvarro Sánchez s.a. [para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Industrial, Universidad Internacional de las Américas, Costa Rica]. Utiliza para el desarrollo de su tema el mapeo de procesos, diagrama de procesos, diagrama de flujo, el método de las seis M junto con el diagrama de Ishikawa, diagrama

de Pareto, histogramas, muestreo de aceptación variable, diagrama de Gantt, la metodología de las 5s y el Mantenimiento Productivo Total (TPM).

Rojas, J. (2018). En su tesis titulada Propuesta de diseño de un sistema de mantenimiento productivo total, para la disminución del tiempo de paro en las prensas BOM en la empresa Bridgestone Costa Rica. [Para optar por el grado de Bachillerato en Ingeniería Industrial, Universidad Internacional de las Américas, Costa Rica]. Utiliza para el desarrollo de su tema la metodología DMAIC explicando cada uno de sus pasos, el mapeo de procesos, diagrama de SIPOC, diagrama de flujo, mapa de flujo de valor, lluvia de ideas, diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto, Estratificación, hoja para la localización de las zonas con defectos, muestreo del trabajo y el Mantenimiento Productivo Total (TPM).

Proyecciones

Como parte de las proyecciones, se detalla a continuación los resultados esperados y compromisos que se esperan obtener con este proyecto.

Resultados Esperados y compromisos

Este proyecto está basado en el diseño de un sistema de Mantenimiento Preventivo Total (TPM) para la Clínica Dental Sonrisa Total, se espera obtener mejoras en la gestión de mantenimiento que permitirá un funcionamiento más eficiente de los equipos por medio de manuales y listas de chequeo que lograrán llevar un control adecuado de los mantenimientos preventivos o programados, con esto también se obtendrá un aumento en la confiabilidad y disponibilidad de equipos, además de mejorar la gestión operativa, al no tener controles previos, estos manuales y listas de chequeo lograrán reducir los paros por equipos dañados y hará que la atención de los pacientes no se vea interrumpida por daños en los equipos, logrando que la atención de la clínica sea mucho más oportuna.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

En este capítulo se presentan los conceptos teóricos dados por autores con amplio conocimiento en metodologías importantes para el desarrollo de este proyecto, brindando una descripción detallada sobre la correcta aplicación de cada una de estas herramientas que permiten tener una perspectiva general de los temas que se abordan en el presente trabajo, las cuales serán utilizadas para cumplir con cada uno de los objetivos específicos.

Conceptos Generales

De los conceptos generales que son de vital importancia y servirán para justificar el título de este trabajo se presentan a continuación sus definiciones.

Mantenimiento

Desde la posición de Gallará et al. (2020)

Para entender la actividad de mantenimiento es necesario basarse en el concepto de sistema. Si tomamos una de las definiciones académicas de sistema como aquel “conjunto de elementos relacionados entre sí para formar un todo”, verá que la conexión de sus componentes responde al objetivo de transformar los ingresos o inputs en salidas o outputs de acuerdo a una meta a cumplir. Es claro que una primera aproximación a nuestra experiencia diaria nos dice que el mantenimiento de algo no es en sí mismo un fin, sino que sirve a otro propósito, lo consideramos una asistencia (p. 10).

Mantenimiento a Rotura

Como lo hace notar Gallará et al. (2020)

Este tipo de mantenimiento tiene por misión intervenir para restablecer de manera inmediata la parada de la maquinaria a como dé lugar. Tiene la característica de ser intempestivo y desorganizado y por lo tanto, está lejos de ser planificado en principio. Así fueron los comienzos del mantenimiento, una serie de operaciones frenéticas aplicando medios y recursos desordenadamente para restablecer el funcionamiento de los equipos en un afán de ser más eficaz que eficiente.

Pese a todo, éste tipo de mantenimiento nunca desaparecerá pero si deberá ser reducido al mínimo. La lógica en estos casos es que, si bien no se puede evitar la

ocurrencia de algunas fallas, hay que minimizar sus efectos. Es decir, si hay incertidumbre respecto a cuándo fallarán algunos sistemas de la máquina, lo mejor es tener alternativas de intervención y los repuestos cerca. Pero en esencia esto es algo planificado y no es puramente Mantenimiento a Rotura (p. 16).

Mantenimiento Programado o Planificado

De acuerdo con Gallará et al. (2020)

Esta forma de mantenimiento se diferencia notablemente de su antecesor en la medida en que planifica las intervenciones aun aquellas que son emergentes. Dentro de esta calificación encontramos al Mantenimiento de Averías, Mantenimiento Preventivo y el Mantenimiento Correctivo. La base de esta modalidad es la planificación o sea establecer qué se hará, quién o quienes intervendrán, cuándo se procederá, cómo y con qué medios se trabajará.

El Mantenimiento de Averías es el mismo que el Mantenimiento a Roturas, la diferencia que en este caso se hace uso de los recursos de manera racional en un plazo establecido y sin afectar la producción. Se fija en conjunto con el área operativa el momento adecuado para disponer de la máquina a fin de repararla y como no es intempestivo, se puede establecer, previo análisis del tipo de desperfecto, las especialidades de profesionales que intervendrán como así también los repuestos necesarios y los plazos. Bajo esta modalidad la gestión del mantenimiento es más eficaz y eficiente permitiendo a sus conductores realizar presupuestos de operación y llevar registros de las intervenciones. Así el control de los gastos de las distintas cuentas es más racional (pp. 16-17).

Mantenimiento Preventivo

Como plantea Gallará et al. (2020)

Es una metodología de intervención partiendo de la definición de los puntos críticos de los equipos a fin de minimizar los tiempos de paradas o de bajo rendimiento de los mismos. Esta forma de mantenimiento se basa en la planificación, construcción de estándares y en revisiones sistemáticas con el fin de detectar señales de mal funcionamiento. La determinación de los lugares neurálgicos de control tiene su origen en la ingeniería de mantenimiento.

Está sobre la base de recomendaciones del fabricante del equipo expresadas en forma directa en el momento de la instalación o bien recabada a partir de los manuales, como así también la experiencia adquirida por el personal en el desarrollo de su tarea profesional o la recibida a partir de una capacitación específica, determina un mapa de control de los equipos.

Con estos elementos se confeccionan los estándares, es decir los procedimientos que establecen qué es lo que se debe hacer, cómo efectuarlo y la frecuencia de las inspecciones en cada medio. Este tipo de mantenimiento requiere un soporte informático donde se cargarán los datos de los equipos y sus criticidades como así también los registros de las intervenciones y toda información adicional a cerca de los mismos, que servirá como historial.

Este medio permite realizar la planificación de las tareas, asignando recursos humanos, materiales y tiempos de ejecución. La tarea, en síntesis, consiste en la realización de rutinas periódicas de inspección en los puntos mencionados, efectuando pequeños ajustes y relevando las novedades para conformar una posible intervención al detectar anomalías. Estas rutinas desplegadas a lo largo del tiempo serán cumplidas por operarios especializados si las tareas son de cierta complejidad o pueden ser realizadas por operarios de producción si son más simples (p. 17).

Mantenimiento predictivo

Empleando las palabras de Gallará et al. (2020)

El mantenimiento predictivo o CBM se encuadra dentro del mantenimiento programado y de idéntica manera al TBM o mantenimiento periódico realiza inspecciones en plazos preestablecidos con el fin de detectar fallas pero se diferencia fundamentalmente porque en el TBM los estándares requerían que, a intervalos regulares, se registraran datos y realizaran inspecciones periféricas, pequeños ajustes y limpieza. En cambio en el CBM se predice la ocurrencia de una falla a través de la apreciación de síntomas o señales que la máquina emite y según la complejidad de las mismas éstas serán detectadas con los sentidos humanos o con instrumentos.

Al igual que en el mantenimiento Periódico o TBM, aquí se establecen puntos de importancia que deben ser monitoreados con una frecuencia dada.

Naturalmente en el caso del control no especializado la búsqueda de señales será guiada por un check list que utilizará por lo general el operario de producción. Por otro lado en el mantenimiento predictivo especializado la detección de futuras fallas se efectúa por medio de instrumentos y ensayos de cierta complejidad basados en desarrollos tecnológicos y siguiendo una serie de procedimientos normalizados.

Se fijan secuencias de control de los puntos críticos según el tipo de ensayo y se lleva un historial de los resultados. De esta manera se tiene una idea de cuándo ocurrirá la falla y por lo tanto permite planificar la intervención (pp. 17-18).

Herramientas para describir el problema

A continuación se presentan las herramientas para describir el problema

AMFE (Análisis de Modo de Fallas y Efectos)

Como expresa González et al. (2017):

El análisis de modo de fallo y efectos (FMEA, Failure Mode, Effects Analysis) es un método que permite cuantificar el impacto de las fallas de los componentes de un sistema y la frecuencia con que se presentan para establecer tareas de mantenimiento en aquellas áreas que tienen mayor repercusión en la funcionalidad, confiabilidad, mantenibilidad, riesgos y costos totales, a fin de disminuirlas o eliminarlas por completo (p. 47).

Castañeda (2019) indica que:

El AMFE es la herramienta más importante en el RCM. Su objetivo es identificar los posibles modos de falla de un sistema y los efectos que estos puedan tener. Su aplicación permite optimizar los recursos disponibles asignándolos a los modos de falla críticos del sistema y evitando eventos futuros que comprometan los resultados calidad, tiempo y costo. En cierto modo, se podría decir que su finalidad es identificar todo lo que puede salir mal y las probabilidades de que esto suceda. Cuanto mayor sea el conocimiento (e información) que se tenga de la máquina, mayor conciencia habrá de sus posibles fallas y efectos (p. 178)

En la Figura 1 se muestra un ejemplo de una plantilla para el análisis de modos de fallas (AMFE)

Figura 1 Ejemplo de (AMFE)

	Análisis					Control		Correcciones
	Modos de falla	Causa	Probabilidad (P)	Efecto	Gravedad (G)	Controles	Grado de Control (D)	Acciones de mejora
Descripción de la función del elemento	1. Función no se ejecuta	Descripción de las causas probables de cada modo de falla	Valoración de la probabilidad en función de la frecuencia	Descripción de los efectos de los modos de fallas	Valoración de la gravedad de los efectos	Descripción de los métodos de control actuales	Valoración del grado de control y de la capacidad de detección	Acciones de mejora propuestas para cada modo de falla en función de la valoración IPR
	2. Función ejecutada parcialmente							
	3. Función ejecutada irregularmente							
	4. Función disminuida							
	5. Función sobre desarrollada							

Nota: Gallará et al. (2020)

Con base a González et al. (2017) enfatiza que:

Se procede a clasificar los modos de fallo, según su importancia, para lo cual se le asignan tres valores a cada uno:

- S: nivel de severidad (gravedad de la falla percibida por el usuario).
- O: nivel de incidencia (probabilidad de que ocurra la falla).
- D: nivel de detección (probabilidad de que no se detecte el error antes de usar el producto).

A cada modo de fallo se le asigna un valor de S, O y D entre 1 y 10. Por ejemplo, en un televisor el modo de fallo = rotura del cable de alimentación” podría tener S =7 (un valor alto, ya que el televisor queda inservible y además puede haber riesgo de electrocución del usuario), O = 2 (un valor bajo, porque es muy poco frecuente) y D = 1 (un valor muy bajo porque la probabilidad de no detectar que el cable está roto durante las pruebas de calidad es muy baja). Una vez estimados los valores S, O y D, se multiplican para obtener el NPR (número o índice de prioridad de la falla), lo que dará un valor entre 1 y 1000:

- $NPR = S \times O \times D$

El Índice de prioridad de la falla = Severidad x Probabilidad de incidencia x Probabilidad de no detección.

Este valor indicará la importancia del modo de fallo que se analiza (p. 48).

A continuación se muestra en la Figura 2 un ejemplo de Clasificación de severidad del modo de fallo.

Figura 2 muestra un ejemplo de Clasificación de severidad del modo de fallo

Gravedad del efecto	G	Descripción
Muy Crítico	4	<u>La falla afecta a:</u> la producción bloqueando el flujo productivo y parando la planta, la calidad con defectos que atentan contra la seguridad del cliente, la seguridad laboral con riesgos de muerte o lesiones graves al operario o terceros, al ambiente con contaminación severa. Una vez producida la falla, sus efectos no tienen atenuantes ni alternativas de contención.
Crítico	3	<u>La falla afecta a:</u> la producción reduciendo el flujo productivo, a la calidad generando defectos que irritan al cliente, a la seguridad exponiendo al operario y a terceros a lesiones permanentes, al ambiente con contaminación seria. Una vez ocurrida su efecto puede ser controlado o hay alternativas para minimizar el impacto
Importante	2	<u>La falla afecta a:</u> la producción pero se mantiene el flujo productivo, a la calidad generando rechazos definitivos, a la seguridad exponiendo al operario o a terceros a lesiones temporales o al ambiente generando contaminación leve. Una vez ocurrida al falla tiene un impacto de menor significación.
Secundario	1	<u>La falla afecta a:</u> la producción ocasionando demoras en el flujo productivo, a la calidad generando recirculación, a la seguridad exponiendo al operario a molestias que dificultan su desempeño o al ambiente con contaminación de poca significación.

Nota: Gallar et al. (2020)

Desde el punto de vista de González et al. (2017):

Después de haber calculado el NPR para todos los modos de fallo estudiados, se procede a clasificarlos de mayor a menor. Los modos de fallo con mayor NPR serán los que antes se debían solventar (por ejemplo, se puede acordar que se buscarán soluciones para todos los modos de fallo mayores de 600).

Si se ha concluido que un determinado modo de fallo es inasumible, se tienen tres formas de disminuir su gravedad:

- Actuar para que en caso de que se presente, sea menos severo (así disminuir su valor S).
- Actuar para que suceda con menos frecuencia (así disminuir su valor O).
- Actuar para que en caso de que ocurra, se detecte antes de entregar el producto al cliente (así disminuir su valor D).

Con esto es posible comparar su NPR inicial (antes de aplicar AMFE) con su NPR final (el NPR que se ha fijado como meta después de actuar para reducir la gravedad del modo de fallo).

El objetivo final del análisis AMFE es poder controlar todas las posibles fallas, después de haber actuado para disminuir el índice de prioridad de falla NPR de las más graves (p. 48).

A continuación en la Figura 3 muestra un ejemplo de Clasificación de ocurrencia del modo de fallo.

Figura 3 muestra un ejemplo de Clasificación de ocurrencia del modo de fallo

Probabilidad de ocurrencia	P	Frecuencia (recíproca de hs.)	Descripción
Muy alta	5	> 1/10	Frecuencia demasiado alta, una falla o mas por turno de 8 hs.
Alta	4	De 1/1000 a 1/10	1 falla entre un turno de 8 hs. y 40 días de 24 hs.
Moderada	3	De 1/4500 a 1/ 1000	Aprox. 1 falla entre 40 días y 6 meses
Baja	2	De 1/9000 a 1/4500	Aprox. 1 falla entre 6 meses y 1 año
Muy baja	1	<1 / 9000	1 falla después de 1 año

Nota: Gallará et al. (2020)

A continuación se aprecia en la Figura 4 muestra un ejemplo de Clasificación de detectabilidad del modo de fallo.

Figura 4 muestra un ejemplo de Clasificación de detectabilidad del modo de fallo

Detección	D	Descripción
Remota	5	Es casi imposible la detección de la falla con los métodos actuales.
Escasa	4	La falla se detecta mediante el desarme del equipo o puede ocurrir en lugares de difícil acceso o el método de control no es confiable.
Probable	3	El método de control requiere de permanente inspección y no es lo suficientemente confiable.
Moderada	2	El método de inspección puede detectar la falla cuando se produce y es confiable.
Segura	1	El método de control es muy confiable, detectará seguramente la falla con anticipación a su aparición.

Nota: Gallará et al. (2020)

Interpretación del AMFE (Análisis de Modo de Fallas y Efectos)

De acuerdo con Castañeda (2019):

Una vez definidos los modos de falla funcionales, es momento de evaluar sus efectos en el sistema, en el equipo y en el proceso.

Es importante señalar en el encabezado que este formato AMFE es utilizado para cada modo de falla funcional de manera independiente.

Componente: Hace referencia a la pieza o compuesto en el sistema cuya falla puede producir el modo de falla funcional.

Modo de falla: Esta columna permite listar los diferentes modos en que puede fallar el compuesto (modo de falla físico). En el momento de listarlos tenga en cuenta que:

El modo de falla debe describir una situación que pueda ser atendida a través de una acción preventiva. Por ejemplo, la quemadura del microchip muy difícilmente puede ser eliminada a través de mantenimiento preventivo.

El modo de falla debe ser realista, es decir, debe describir una situación que pueda suceder o que haya sucedido en el pasado.

El modo de falla no debe describir un error humano: por ejemplo, girar la posición de la válvula por descuido o realizar un mal ajuste en el parámetro de altura. Tenga en cuenta que este tipo de modo de falla no puede ser atendido por actividades de mantenimiento preventivo (p.p. 191-194).

A continuación en la siguiente Figura 5 muestra un ejemplo de (NPR) Número prioritario de riesgo donde se determina el nivel de riesgo de una falla.

Figura 5 muestra un ejemplo de (NPR) Número prioritario de riesgo

Prioridad de NPR:	
500 – 1000	Alto riesgo de falla
125 – 499	Riesgo de falla medio
1 – 124	Riesgo de falla bajo
0	No existe riesgo de falla

Se deben atacar los problemas con NPR alto, así como aquellos que tengan un alto grado de ocurrencia no importando si el NPR es alto o bajo.

Diagrama de flujo

Como señala Boero (2020):

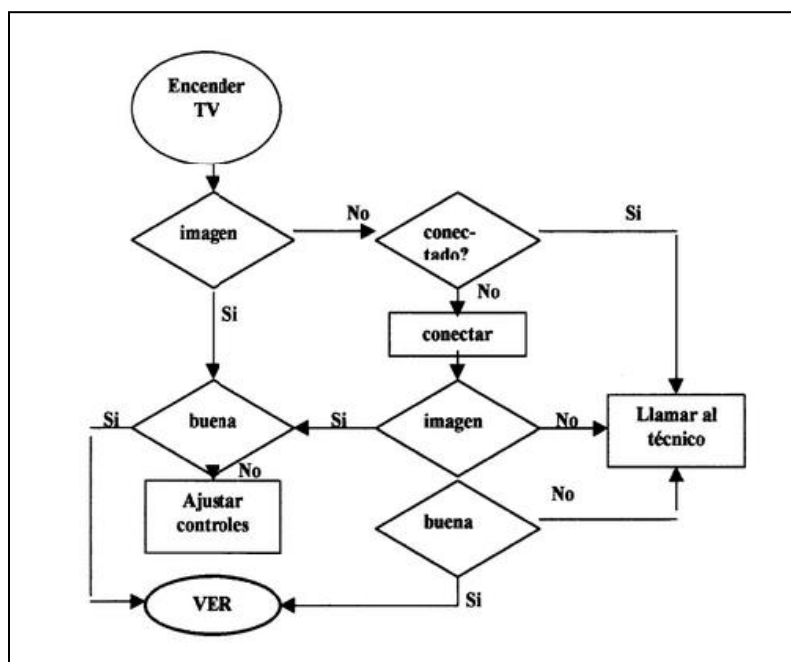
Los diagramas de flujo aportan un medio para asegurar que se entienden todas las etapas del proceso y sus relaciones con la etapa siguiente. Constituye un dibujo que describe el proceso como una serie de actividades, cada una de las cuales está vinculada con la siguiente. La causa del problema puede radicar en cualquiera o en varias de las actividades asociadas al proceso. Es fundamental conocer las interacciones entre actividades antes de intentar buscar causas posibles del problema.

Recomendaciones para elaborar e interpretar los diagramas de flujo:

- 1- Definir claramente los límites del proceso.
- 2- Utilizar los símbolos normalizados.
- 3- Asegurar que cada paso tenga una salida.
- 4- Cuando un proceso tiene más de una salida, usar bloque de decisión (p. 73).

A continuación en la Figura 6 muestra un ejemplo de Diagrama de Flujo

Figura 6 muestra un ejemplo de Diagrama de Flujo



Nota: Boero (2020)

Herramientas para medir las consecuencias

A continuación se presentan las herramientas que serán utilizadas para medir las consecuencias como el diagrama de Pareto y los Histogramas.

Diagrama de Pareto

A juicio de Baca et al. (2015):

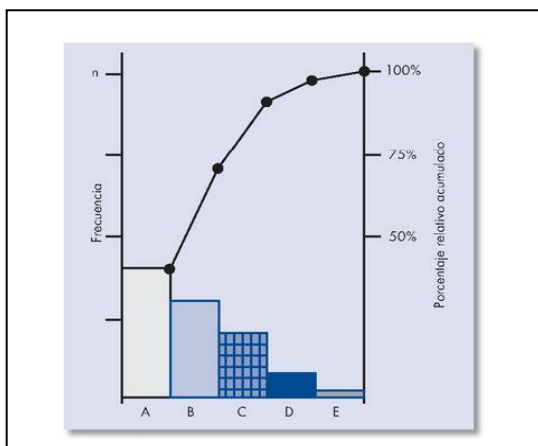
El Diagrama de Pareto es una herramienta que sirve para determinar el orden de importancia de las causas de un efecto determinado; en otras palabras, proporciona información sobre las causas más importantes que provocan un problema. El diagrama de Pareto es una gráfica de barras combinada con una curva de tipo creciente que indica el porcentaje que representan los datos graficados en las barras, sobre el eje horizontal (X) se muestran las causas atribuibles a un problema.

El autor anterior refiere que estas barras se ordenan de izquierda a derecha, de mayor a menor, dependiendo de la frecuencia. La gráfica cuenta con dos ejes verticales; el primero, ubicado a la izquierda del diagrama, muestra la frecuencia de la causa y el segundo, localizado a la derecha, representa el porcentaje que tiene la frecuencia tomando como base 1000/0.

El mismo autor menciona: Para la construcción de un diagrama de Pareto, se siguen estos pasos: 1. Elegir un problema que se quiera resolver y detectar las causas más comunes que provocan dicho problema. 2. Clasificar las causas detectadas de acuerdo con el número de veces que dichas causas ocasionaron el problema (frecuencia). 3. Ordenar las frecuencias de mayor a menor y calcular los porcentajes para cada una. Después, calcular los porcentajes de frecuencias acumuladas. 4. Graficar, en el eje de las x, las causas más comunes, iniciando, de izquierda a derecha, con la de mayor frecuencia. Terminar de graficar las causas y en seguida graficar los porcentajes que cada una de éstas representa, según su frecuencia acumulada. 5. Analizar el diagrama para poder resolver las causas de los problemas que se consideren necesarios atacar (p. 137).

En la siguiente Figura 7 muestra un ejemplo diagrama de Pareto donde se aprecia la línea gráfica con los porcentajes según su frecuencia acumulada.

Figura 7 muestra un ejemplo diagrama de Pareto



Nota: Baca et al. (2015)

Histogramas

Como expresan Baca et al. (2015):

La herramienta que ayuda a observar la distribución de un conjunto de datos de un proceso se conoce como histograma, que es una gráfica de barras que indica de qué manera y con qué frecuencias se distribuyen los datos.

Para construir un histograma normalmente se siguen estos pasos:

- 1- Recolectar los datos de la muestra que se va a analizar (éstos no deben ser menores a 50) y preferentemente colocarlos dentro de una hoja de datos que facilite su lectura y análisis. Al conjunto de datos se le denomina con la letra (N).
- 2- Seleccionar el valor más pequeño (X_{\min}) y el valor más grande (X_{\max}) de todos los datos.
- 3- Restar el valor mínimo al valor máximo, el resultado de esta resta se conoce como rango (R). El rango indica la distancia numérica que existe entre el valor mínimo y el máximo del conjunto de datos a ser analizados (pp. 134-135).

A continuación se presenta la Figura 8 muestra un ejemplo fórmula de Rango

$$R = X_{\max} - X_{\min}$$

Nota: Baca et al. (2015)

El autor anterior menciona: 4- Después de calcular el rango de los datos es conveniente saber en cuántas barras se dividirá el histograma. Para ello se calculan las clases (C) que indican el número de barras que se deben dibujar. La fórmula para calcular el número de clases se representa en la figura 9: (p.135).

A continuación se presenta la Figura 9 muestra un ejemplo fórmula de cálculo de C

Figura 9 muestra un ejemplo fórmula de cálculo de C

$$C = \sqrt{N}$$

Nota: Baca et al. (2015)

El mismo autor menciona: 5. Para saber qué datos ubicar en cada una de las clases (C) ya definidas, se calcula la anchura de clases (A), considerando la siguiente fórmula.

A continuación se presenta la Figura 10 muestra un ejemplo fórmula de anchura de clases (A)

Figura 10 muestra un ejemplo fórmula de anchura de clases (A)

$$A = R/C$$

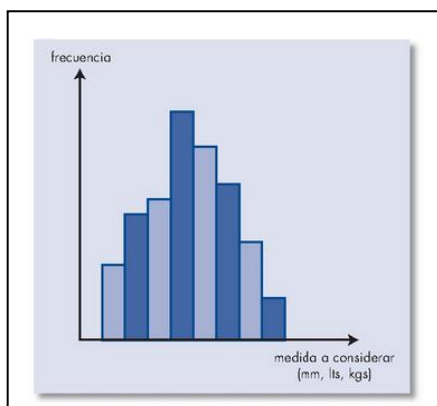
Nota: Baca et al. (2015)

Continuando con el autor anterior: 6. Una vez que se ha definido la anchura de clase (A), se deben establecer los límites para cada una y así poder agrupar los datos dentro de las mismas. El dato inferior de la primera clase es el valor mínimo de los datos (X min) y el límite superior de la clase se calcula sumando a (X min) el valor de la amplitud de clase (A). Para las clases posteriores, el límite inferior se considera el superior de la anterior y se sumará a este la amplitud de clase (A) para calcular el límite superior. Esta operación se realiza una y otra vez hasta considerar el número superior (X máx) dentro de una clase (la última calculada). Finalmente el mismo autor indica: 7. Cuando ya se tienen las fronteras de cada clase, es recomendable elaborar una hoja de datos que indique la manera en que se distribuirán los datos dentro de las clases ya calculadas. 8. Finalmente, con los

datos obtenidos en la hoja de datos, se construye el histograma considerando los cálculos anteriores (p.135).

A continuación en la Figura 11 muestra un ejemplo fórmula de anchura de clases (A)

Figura 11 muestra un ejemplo fórmula de anchura de clases (A)



Nota: Baca et al. (2015)

Herramientas para Analizar las causas

A continuación se presentan las herramientas para analizar las causas

Estratificación

Desde la posición de Baca et al. (2015) señalan que:

Estratificación, una parte importante en el funcionamiento de esta herramienta es la información, por lo que es indispensable conocer su definición. Según la norma ISO 9000:2008 la información es “el conjunto de datos que posee significado”. La herramienta que clasifica y analiza los datos, dependiendo de su afinidad, es la estratificación. Ishikawa (1986), citado por Baca et al. (2015) propuso una manera sencilla de clasificar los datos de un proceso para lo cual definió las 5 emes (materia, maquinaria, medición, mano de obra y método). Según Ishikawa, los resultados de un proceso dependen de alguna de las emes, o de todas en su conjunto, y esto es suficiente para estratificar los datos siguiendo esta clasificación. Es conveniente señalar que los datos pueden ser estratificados siguiendo otros parámetros, por ejemplo, se pueden clasificar de acuerdo con el departamento que los emita (calidad, producción, mantenimiento, ventas, mercadotecnia, etc.), o siguiendo los factores de la productividad: (motivación, capacitación, materia prima, tecnología, dirección e inversión productiva). Si lo que se tienen son datos

numéricos, la estratificación permite hacer un análisis de cada una de las muestras, dependiendo de la eme de la que se trate.

En resumen, la estratificación tiene dos funciones primordiales: 1-comprender una serie de datos clasificados en muestras y 2-examinar las diferencias que existen entre muestras distintas. La estratificación es la base para integrar la siguiente herramienta básica (p.132).

Diagrama de causa y efecto

Baca et al. (2015) expresan que:

El diagrama de causa y efecto, también conocido como diagrama de Ishikawa, es reconocido como una herramienta práctica, cuyos objetivos esenciales son: a) La detección de soluciones a problemas, b) La detección de causas raíces y c) Las propuestas de mejora en algún proceso.

El diagrama de Ishikawa puede ser utilizado y aplicado en el análisis de cualquier proceso (administrativo, operativo, etc.), pues tiene una estructura genérica. La base para realizar un diagrama de Ishikawa es la estratificación de la información, ya que esta representara la entrada del diagrama y, con base en ella, se analizarán los posibles factores causales de un efecto determinado (p.132).

De acuerdo con Baca et al. (2015):

Existen varias recomendaciones que deben seguirse en la elaboración de un diagrama de Ishikawa:

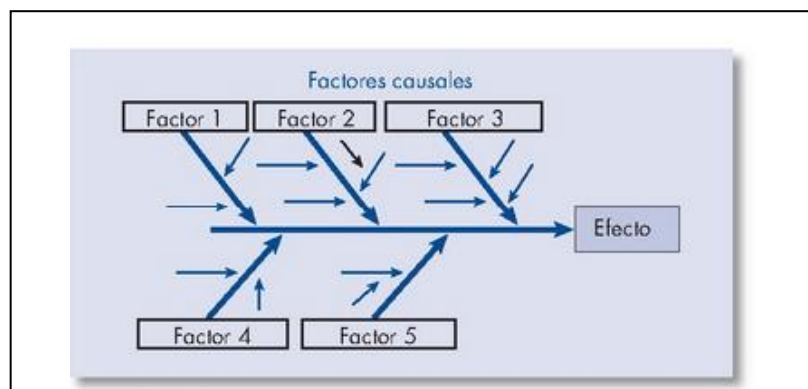
- 1- Definir qué problema o efecto se quiere resolver.
- 2- Conformar un equipo de personas que habrán de solucionar el problema.
- 3- Estratificar la información de acuerdo con la naturaleza del problema. Esta etapa es la que define cuáles son las causas que originan el problema, así como los componentes de dichas causas.
- 4- Proponer ideas de solución para cada una de las posibles causas del problema, considerando la estratificación previamente realizada.
- 5- Proponer soluciones al problema, considerando el análisis hecho en las cuatro etapas anteriores.

No se debe olvidar que los diagramas de Ishikawa funcionaran si y sólo si existe una intención declarada de mejorar la situación actual. Los equipos de trabajo que

se integran para llevar a cabo un diagrama de causa y efecto deben estar comprometidos con la mejora y tener conocimiento sobre el problema que será analizado (p.133).

A continuación se presenta la Figura 12 muestra un ejemplo de diagrama de causa y efecto o diagrama de Ishikawa.

Figura 12 muestra un ejemplo de diagrama de causa y efecto o diagrama de Ishikawa



Nota: Baca et al. (2015)

Herramientas para el diseño de la Propuesta

A continuación se presentan las herramientas para el diseño o propuesta

Las 5 S

En la opinión de Boero (2020):

Se puede considerar que la nueva concepción del mantenimiento nace como una extensión de las "5 S" y se sustenta en él. Las "5 S" son la base del Mantenimiento Total Productivo y de toda acción de mejora integral que tienda a la calidad total.

Las "5 S" consisten en cinco premisas que en japonés comienzan con la letra "S":

- Seiri – Organización.
- Seiton – Orden.
- Seiso – Limpieza.
- Seiketsu – Pulcritud.
- Shukan - Rigor.

El autor anterior Boero (2020) expresa que:

1. La organización, implica diferenciar los elementos necesarios de aquellos que no lo son. Todo lo que no sirve se debe tirar, no debe ocupar lugar ni entorpecer las actividades productivas. Es decir: Separar lo útil de lo inservible, Eliminar todo lo que no es útil.
2. El orden, mediante una distribución adecuada de los lugares de trabajo, disponiendo los elementos de trabajo según los siguientes factores: Seguridad que los elementos de trabajo no se puedan caer, que no se puedan mover y que no estorben. Calidad: que no se oxiden, que no se golpeen, que no se puedan mezclar, Eficacia: minimizar los tiempos perdidos.
3. Limpieza, eliminar la suciedad de máquinas y puesto de trabajo, en base a las siguientes acciones: Eliminando lo que molesta, Limpiando con estopa o pincel, Barriendo con escoba o aspiradora, Desengrasando con elemento adecuado, Cepillando o rasqueteando las partes que lo requieran.
4. Pulcritud, mantener el estado de orden, limpieza e higiene del lugar de trabajo estableciendo: Regularidad del método de limpieza, Mantenimiento del orden.
5. Rigor, con la implantación de las normas establecidas, lo que implica: Respetar a los compañeros y jefes de trabajo, Respetando y haciendo respetar las normas, Utilizando los elementos de protección, Estableciendo un hábito de limpieza sistemático.

Continuando con el autor anterior Boero (2020):

El establecimiento de las premisas detalladas tiene efectos positivos tanto sobre la calidad como en la productividad del taller, desde que promueve un clima de bienestar en el personal y en el medio. Se puede resumir que promueve una mejora en los siguientes niveles en el personal debido a: Mayor seguridad del operador, Higiene del medio, Ambiente agradable, Dispone al buen ánimo, Facilita la inspección.

Del entorno laboral ya que disminuye: Riesgos de incendio, Pérdidas de tiempo por falta de organización, Demoras para encontrar documentación y de las

instalaciones por las mejoras en: Controles de pérdidas, Incidentes por suciedad, Calidad por desperdicios, Ajustes y reglaje del equipo.

El mismo autor agrega que: Para implantar las "5S" es conveniente realizar cuatro etapas, que son las siguientes:

1ra etapa: limpieza inicial - en la que el operador se identifica con el equipo.

2da etapa: optimización - donde se profundiza la primer etapa y se introducen modificaciones simples.

3ra etapa: formalización - mediante la implantación de métodos, normas y procedimientos.

4ta etapa: mantenimiento de la metodología en el tiempo. Se deben establecer sistemas de evaluación y auditoría (pp. 80-82).

Mantenimiento Productivo Total (TPM)

Castañeda (2019) define el TPM expresando lo siguiente:

El TPM es un programa de mejoramiento permanente de los recursos de producción que permite alcanzar la eficiencia máxima de los equipos, restablecer su estado óptimo de trabajo y entender y anticipar sus fallas. El programa busca alcanzar primero un estado estable (bajo control) de los equipos, recuperando y manteniendo las condiciones básicas de explotación a través de la estandarización y en segundo lugar, mejorarlo a través de la solución de problemas. Su objetivo es promover el cambio hacia el mejoramiento continuo a través del desarrollo e implicación de todo el personal en actividades de identificación y eliminación de pérdidas en el proceso que permitan agregar mayor valor a los clientes internos o externos. Su principio es el siguiente: antes de establecer actividades de mantenimiento preventivo es necesario recuperar las condiciones básicas de la máquina y realizar el análisis de causa raíz de manera sistemática ante una falla. (p.74).

El autor Castañeda (2019) manifiesta que:

El TPM está conformado por dos actividades principales: mantenimiento autónomo y mantenimiento planeado. Alrededor de estas, se daban dos actividades de soporte: mejoras enfocadas y entrenamiento continuo. Continuando con el mismo autor señala que el Mantenimiento Autónomo (MA): Es el primer paso

para construir una actividad óptima de prevención en mantenimiento. El MA permite atender las necesidades básicas de la máquina como: fijar tornillos sueltos, identificar elementos en mal estado, elementos desgastados o faltantes, o atender la falta de lubricación, etc. Su objetivo principal es conducir al equipo a su estado ideal a través de la restauración, la reducción del deterioro y el desarrollo de una gestión apropiada que permita sostener y mejorar su estado en el tiempo. La importancia del MA es que involucra al personal de producción en las actividades de mantenimiento de primer nivel del equipo como limpiezas, inspecciones y lubricaciones, creando una mayor apropiación del operador de producción por su herramienta. En efecto, uno de sus impactos más notables es la alineación y trabajo en equipo entre las áreas de mantenimiento y de producción. (p.76).

El mismo autor Castañeda (2019) indica que:

El Mantenimiento Planeado (MP): Tiene como objetivo el mejoramiento de la máquina para lograr su eficiencia máxima. Esta ruta de mantenimiento busca, no solamente el sostenimiento de la mejora en el tiempo, sino también el desarrollo de tecnología e innovación para aumentar su vida útil. El mantenimiento planeado elimina las fuentes de pérdida de eficiencia de los equipos y traduce el aprendizaje, resultado del mejoramiento, en la base para la construcción de sistemas de prevención o detección de futuras fallas. Para que el MP sea sostenible, debe desarrollarse luego del mantenimiento autónomo. Sin un equipo (hombre y máquina) en condiciones estándar, la solución de problemas no sería consistente. Mejoras enfocadas: Son actividades realizadas por grupos interdisciplinarios compuestos por ingenieros, líderes de procesos y personal operativo y de mantenimiento, orientadas a mejorar y optimizar tanto el mantenimiento del equipo como la reducción de los tiempos de lubricación o limpieza, eliminar áreas de difícil acceso o diseñar sistemas de prevención y protección del equipo.

El autor anterior Castañeda (2019) considera que:

El Entrenamiento continuo: Tiene como objetivo eliminar las pérdidas de eficiencia en un proceso debido a la brecha en el conocimiento, know-how, del personal. Su principio consiste en identificar las habilidades y conocimientos requeridos en cada puesto de trabajo y evaluar a cada una de las personas que

intervienen en el proceso para construir rutas de formación y nivelación a partir de las brechas identificadas.

El mismo autor menciona que el primer paso en la aplicación de TPM consiste en recuperar las condiciones básicas insatisfechas del equipo a través de la implementación de las rutinas de operación de primer nivel: limpiezas, lubricación e inspecciones. Esto permite disminuir la ocurrencia de fallos en la máquina y, al personal, observar e identificar las diferentes anomalías en el proceso.

Continuando con el mismo autor Castañeda (2019) afirma que:

Las mejoras enfocadas en este punto optimizan las actividades de operación de primer nivel, haciéndolas cada vez más fáciles y rápidas para el personal de producción. Una vez que el equipo se encuentra en estado estable, que se ha detenido su deterioro, se puede mejorar, primero eliminando la causa raíz de las fallas críticas y diseñando sistemas de detección.

En segunda instancia se puede pensar en la prevención, en el mejoramiento de la máquina, como la aplicación de nuevos materiales o procedimientos que erradiquen definitivamente la ocurrencia de la falla. (pp. 76-77).

En la opinión de Boero (2020):

La Meta y Objetivos del TPM: El Mantenimiento Total Productivo consiste en el perfeccionamiento continuo de los recursos productivos mediante la participación activa de todos los protagonistas. Considerando a las industrias como un sistema que combina hombres y máquinas, se debe de maximizar la efectividad del sistema, con la reducción, en el largo plazo, de los costos en inversiones. (p.84).

Como señala Boero (2020):

El TPM tiene como premisa eliminar las averías e imprevistos de los equipos, y por lo tanto, obtener una mejora en la calidad de los procesos, compatibilizando el mejoramiento de las operaciones con la disminución de las averías, tendiendo a la disminución de los costos totales.

En consecuencia, permite la implantación del sistema justo a tiempo o en su defecto, la reducción de los niveles de existencias de materiales a procesar y en distintas etapas de elaboración, y por lo tanto, disminuye los costos de almacenaje.

La meta del TPM es aumentar la eficiencia de las instalaciones productivas, durante todo el ciclo de la vida útil, y obtener:

- Cero averías en las instalaciones, máquinas, equipos y herramientas.
- Cero defectos en el proceso y como consecuencia en los productos (p.85).

Etapas para Implantar el TPM

Desde el punto de vista de Boero (2020):

Etapas para implantar el TPM. Como en todo emprendimiento, será necesaria una cuidadosa planificación.

Antes del programa conviene considerar los aspectos que comprometen el suceso del proyecto y que serán constantemente revisados por el equipo responsable. Se pueden agrupar en las siguientes fases:

- Antes de iniciar la implantación:
 - Decisión y compromiso de la Dirección.
 - Información y capacitación de mandos superiores.
 - Constitución de equipo o comisión responsable del proyecto.
 - Análisis de los puestos de trabajo.
 - Definición del plan de capacitación.
 - Definición de los indicadores para evaluar.
- Durante la implantación:
 - Información a todo el personal sobre el proyecto.
 - Análisis de los principales problemas.
 - Solución de los problemas.
 - Aplicación progresiva del auto mantenimiento.
 - Primera etapa del mantenimiento preventivo.
- Mejora continua:
 - Perfeccionamiento del mantenimiento preventivo.
 - Evaluación del personal y necesidades de capacitación.
 - Control de los indicadores de evaluación.
 - Control y perfeccionamiento del sistema.
 - Difusión de los resultados.

- Relevantar las mejoras realizadas para utilizarlas como experiencia para futuras adquisiciones de equipos.

Teniendo en cuenta los aspectos señalados, se dispondrá de una perspectiva global de las distintas acciones que tendrán que encararse antes de comenzar la puesta en marcha.

Desde el punto de vista formal, la etapa del mantenimiento preventivo puede convenir desarrollarla antes de la correspondiente al auto mantenimiento, pero la experiencia indica que el personal de mantenimiento sólo dispondrá de tiempo cuando los operadores estén en condiciones de realizar el auto mantenimiento.

El grupo responsable de la implantación deberá analizar las posibles dificultades que se presentarán y determinar anticipadamente qué acciones se realizarán para anticipar o solucionar los problemas sobre la marcha.

A continuación, se procede a planificar el proyecto donde las siguientes etapas son fundamentales:

1. 5 S con una rigurosa aplicación de la metodología.
2. Atacar y prevenir las causas que provocan suciedad.
3. Definir normas determinar e implantar procedimientos de limpieza adecuados para reducir los tiempos.
4. Definir ciclos y frecuencia de los controles.
5. Mejorar y sistematizar los controles y su registración.
6. Capacitar y responsabilizar al operador (p.p.88-89).

Empleando las palabras de Gallará et al. (2020)

Se implanta en cuatro fases (preparación, introducción, implantación y consolidación), que a su vez se pueden descomponer en doce pasos.

Fase de preparación (Paso 1-5):

Es vital elaborar cuidadosamente y prolijamente los fundamentos y programa TPM. Si se descuida esta etapa, requerirá repetidas correcciones y modificaciones durante la implantación, comienza con el anuncio de la alta dirección y se completa formulando el plan maestro plurianual del TPM

Paso 1: La alta dirección debe anunciar su decisión de introducir el T.P.M.

- Todos los empleados deben comprender el porqué la introducción del TPM y estar convencidos de ello.
- La alta dirección debe formular su compromiso y que el programa llegara hasta el final.
- Deberá reafirmar el apoyo físico y organizacional con medios y recursos para hacer posible el cumplimiento de objetivos y el pasaje a las diferentes etapas.

Paso 2: Educación introductoria del TPM.

- Para garantizar que todos comprendan las características del TPM, se planifican seminarios donde se explican las razones estratégicas de su implantación.
- Planes de formación para cada nivel.

Paso 3: Crear una organización de promoción del T.P.M.

- Se promueven a partir de una estructura de pequeños grupos que se solapan.
- Los líderes de pequeños grupos son miembros de pequeños grupos del nivel subsiguiente.
- La alta dirección constituye un pequeño grupo que se maneja de la misma manera que los demás.
- Este sistema es extremadamente eficiente para desplegar el TPM.

Paso 4: Establecer las políticas y objetivos de TPM básicos.

- La política debe ser parte integral a la global de la empresa.
- Debe contener los objetivos y directrices a realizar.
- Debe relacionarse con la planificación estratégica de la empresa, con su negocio y su plan de mediano y largo plazo.
- Plenamente aceptada y apoyada por la dirección.
- El programa debe ser suficientemente largo para cumplir los objetivos, Los objetivos deben ser mensurables, tangibles, numéricos y realizables.
- Deben establecerse bien cuál es la base de referencia, para después de ahí plantear nuevos objetivos,

Paso 5: Diseño del plan maestro:

No hay una única manera de hacerlo pero lo más aconsejable, es la compuesta por ocho pilares fundamentales o nucleares del TPM

- 1) Mejoras orientadas.
- 2) Mantenimiento autónomo.
- 3) Mantenimiento planificado,
- 4) Formación y adiestramiento
- 5) Gestión temprana de los equipos,
- 6) Mantenimiento de la calidad,
- 7) Actividades de departamentos administrativos y de apoyos,
- 8) Gestión de seguridad y entorno (pp. 173-175)

Gallará et al. (2020) agregan que:

Estas actividades necesitan presupuestos y orientaciones con una supervisión adecuada, Programas con hitos claramente visibles para llegar a los diferentes pasos a complementar.

Fase de introducción (Paso 6):

Paso 6: Es lo que se conoce como el “Saque Inicial” del proyecto de TPM, (Introducción).

- 1) Una vez realizado el Plan Maestro, se debe cultivar una atmósfera que eleva la moral e inspire a la dedicación.
- 2) Realizar una reunión con todo el personal, clientes, filiales y subcontratistas En esta reunión se reafirma el compromiso de implementar TPM y se informa acerca de los planes desarrollados y a desarrollar.

Fase de implantación (Paso 7-11):

Las empresas deben seleccionar actividades que logren de forma eficaz y eficiente los objetivos estratégicos de TPM, Los más comunes son las 8 primeras actividades nombradas anteriormente en el paso 5 dentro del diseño del plan maestro.

Paso 7- 1: Mejora orientada.

- 1) Grupos interfuncionales (ingenieros, operarios, personal de mantenimiento, etc.)
- 2) En las industrias de proceso, la mejora se orienta a un proceso, un flujo de sistema, una unidad de la instalación o a un procedimiento operativo.

3) El equipo de mejora utiliza sistemáticamente diferentes herramientas, para poder realizar el discernimiento, ejemplo de ello son análisis de causas, análisis PM, etc.

Paso 7- 2: Mantenimiento autónomo

Esta es una de las características más importantes del T.P.M, es en la cual el operario de producción vuelve a intervenir con tareas de mantenimiento en la máquina, Dentro de las características que presenta este, se encuentran las siguientes:

- 1) Considerar como se puede realizar más eficientemente las acciones de mantenimiento autónomo en los diferentes tipos de equipos.
- 2) Investigar la importancia relativa de los diferentes tipos de equipos y determinar los enfoques de mantenimiento más apropiado.
- 3) Priorizar y organizar las tareas de mantenimiento.
- 4) Asignar apropiadamente las responsabilidades entre el personal de producción y mantenimiento especializado.
- 5) Controlar eficazmente cada uno de los pasos para ir evolucionando a diferentes etapas.
- 6) A fin de gestionar y de auditar, se crean grupos oficiales de auditoría (si no hay una limpieza profunda, difícilmente se puede encontrar y eliminar deterioros).
- 7) Es fundamental tener centrados los objetivos de cada paso, para que luego a partir de ellos controlar su evolución.

Paso 7- 3: Mantenimiento Planificado.

La intervención fundamental en este caso es la eliminación de averías, pero siempre existen fallas inesperadas que se deben controlar y gestionar el tiempo medio entre fallas.

Paso 7- 4: Formación y Adiestramiento.

- 1) El personal es el activo más importante de una empresa.
- 2) Formación de operarios polivalentes.
- 3) Hay que identificar los conocimientos específicos, capacidades y habilidades, que es necesario desarrollar en el personal, y conociendo el nivel actual de

formación que posea cada uno de ellos, preparar un plan de formación que reduzca al mínimo estos “gap” o diferencias que existen.

4) Se deberán examinar anualmente estas necesidades y fijar objetivos.

5) Se debe individualizar cada persona de forma de hacer más efectiva la formación.

Paso 8: Gestión temprana de los equipos y productos.

La gestión temprana implica un concepto que busca que los productos sean fáciles de fabricar de acuerdo a sus posibilidades y que los equipos que se utilizan para la producción sean fáciles de utilizar o relativamente sencillos para su reparación o mantenimiento. Sin embargo esto implica una serie de actividades de planificación a priori de cualquier tipo de lanzamiento productivo o de realización de un nuevo producto, Estas actividades son las siguientes:

1) Planificación del diseño de los equipos, teniendo en cuenta qué tipo de producto se realizará.

2) Diseños de procesos en función del producto a realizar y las máquinas a intervenir en dicha producción.

3) Proyectos de equipos, su fabricación e instalaciones asociadas.

4) Someter a un test de operación.

5) Gestión de arranque o “Arranque vertical” estable de gran escala. Este último es aconsejable solo para proyectos de verdadera envergadura y con tiempos cortos de puesta en marcha.

Paso 9: Mantenimiento de Calidad.

1) Fabricar con calidad la primera vez y evitar los defectos a través de los procesos y los equipos.

2) La variabilidad de las características de la calidad de un producto se controlan, controlando las condiciones de los componentes del equipo que lo afecta.

3) Estos son elementos que constituyen la calidad de producto. (Equipos, materiales, acciones de las personas y métodos).

4) El equipo es un medio para ejecutar el proceso.

Paso 10: TPM, en departamentos Administrativos.

1) No sólo es para el departamento de calidad.

- 2) Fabrican información para la buena gestión del proceso.
- 3) Deben ser eficaces y realizar las tareas con los menores costos administrativos.
- 4) Para ayudar a su agilidad y versatilidad se informatizan los archivos y registros de usos corrientes o más comunes.

Paso 11: Gestión de la seguridad y el entorno.

- 1) Los estudios de operatividad combinados con la formación para prevenir accidentes.
- 2) La seguridad se promueve como parte sistemática de la actividad de TPM,
- 3) La incorporación de mecanismos a prueba error (POKA-YOKE),,
- 4) Mantener los niveles de seguridad de las empresas contratadas para el mantenimiento anual de planta.

Fase de consolidación (Paso 12):

En esta fase las empresas deben sostener el sistema de TPM desarrollado a partir de las otras etapas, Se debe ver el tema de premios para los diferentes niveles alcanzados, elevación de objetivos para mejora continua constante, y la inserción de nuevos premios para lograr el desarrollo más allá de un TPM básico u otras etapas más avanzadas conocidas como TPM ampliado.

Paso 12: Afianzar los niveles logrados y mejorar metas, una organización crece persiguiendo continuamente objetivos, cada vez más elevados, que reflejan la visión de la corporación (pp. 175-177).

Mantenimiento Autónomo (MA)

El autor Castañeda (2019) manifiesta que:

El mantenimiento autónomo (MA) es conocido igualmente como mantenimiento de primer nivel o mantenimiento realizado por el personal de producción, y es una ruta hacia el cambio cultural y de gestión a través de tres elementos: la máquina, el personal y el sistema de liderazgo. Juntos, estos elementos son necesarios para el logro y el sostenimiento de los resultados.

El mantenimiento autónomo puede ser aplicado en cualquier tipo de proceso o de industria que busque mejorar la confiabilidad de sus máquinas y desarrollar una cultura de mejoramiento continuo. Su aplicación permite eliminar las condiciones básicas insatisfechas en una máquina y reducir la aparición de las fallas repetitivas

(fallas crónicas). A su vez, su desarrollo implica un cambio en la gestión tradicional de los equipos y una nueva organización en las funciones de las áreas de producción y de mantenimiento (pp. 79-80).

Hay siete tipos de anomalías: elemento en mal estado, lubricación defectuosa, acceso limitado, contaminación, presencia de elementos extraños, proceso fuera de control y riesgos de seguridad.

1. Los elementos en mal estado presentan: Suciedad, Acumulación de grasa, Fisuras, grietas, elementos rotos, Elementos sueltos o con juego, Elementos extraños, Vibraciones, Alta temperatura/mal olor.
2. La lubricación defectuosa presenta: Suciedad en lubricante, Tipo de lubricante, Mangueras dobladas, Contenedor suministro en mal estado, Fugas, Indicadores de nivel borroso o inexistente.
3. El acceso limitado presenta: Acceso restringido, Estrechez, Altura.
4. La contaminación presenta: Derrames de pintura, Lubricante, Líquidos, gas, Humo.
5. La presencia de elementos extraños presenta: Tornillos-otros, Piezas desmontadas, Elementos de recambio.
6. El proceso fuera de control presenta: Variables que impactan calidad, Comparador o estándar inexistente, Tamaño de grano, Estado de la mezcla, Viscosidad, Nivel de pH.
7. El riesgo de seguridad presenta: Pasos a nivel no ajustados, Líneas de vida inexistentes o en mal estado, Falta de tapas de seguridad de motores, Arneses en mal estado, Elementos de trabajo en altura, alarmas, luces o señales no conformes (pp. 82-83).

En palabras de Castañeda (2019):

El mantenimiento autónomo tiene dos objetivos principales:

Recuperar y mantener las condiciones básicas

Detener el deterioro y recuperar las condiciones básicas del equipo es la razón primera del mantenimiento autónomo. La importancia de eliminar las condiciones básicas insatisfechas en la máquina es que permite disminuir la aparición de fallas y reducir la fabricación de artículos defectuosos. Tenga presente que toda

anomalía en la máquina se va a expresar tarde o temprano en una inconformidad de calidad.

Para identificar las condiciones insatisfechas es necesario introducir las rutinas de limpieza, lubricación e inspección. Las rutinas de limpieza reúnen todos los requerimientos de aseo de un elemento, sistema o mecanismo y consisten en remover las trazas de polvo, grasa o elementos externos y descubrir los defectos ocultos. Limpiar obliga al personal a acercarse a la máquina e identificar elementos faltantes, en mal estado o en condiciones anormales.

La lubricación permite evitar el desgaste, reducir el rozamiento y facilitar el movimiento de los elementos mecánicos. La actividad consiste en mantener limpios y a nivel los lubricantes específicos, así como asegurar el buen estado del sistema: empaques, bombas, mangueras, etc.

Por último, las inspecciones permiten mantener los elementos y parámetros de funcionamiento de la máquina dentro de su rango óptimo. De esta manera se evita la aparición de fallas y anomalías en el proceso.

Algunos ejemplos de actividad de inspección son el chequeo y ajuste de tornillos, la corrección de juego entre elementos mecánicos o la inspección de parámetros de proceso que impactan la calidad como viscosidad, presión, temperatura, etc.

El MA es ante todo una ruta de colaboración y de transferencia de conocimiento entre las áreas de mantenimiento y de producción. Se trata de entregar al personal operativo las actividades de primer nivel en la máquina que tradicionalmente eran ejecutadas por el personal de mantenimiento. Esta transferencia de actividades implica redefinir las funciones de cada departamento. En mantenimiento autónomo el departamento de producción es el responsable de la adecuada explotación de la máquina, de su limpieza, del control de su deterioro y de su lubricación. Por otro lado, el área de mantenimiento debe implementar el análisis de fallas y focalizarse en el desarrollo del mantenimiento preventivo y mejoramiento de la máquina a través de sistemas de detección y automatización (pp. 84-85).

Hoja de verificación

Tal y como Baca et al. (2015) señalan:

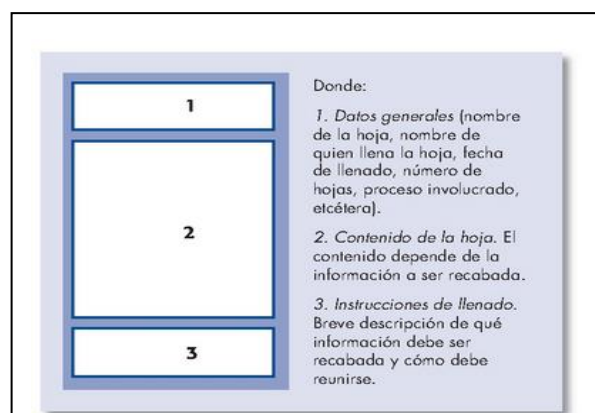
Las hojas de verificación, también conocidas como hojas de datos, son formatos que almacenan información relevante sobre un proceso o una actividad. Las hojas de verificación no tienen un formato único, ya que la información almacenada en ellas depende de la naturaleza del proceso a ser analizado y del diseño propio que cada persona establezca para sus registros.

Para que una hoja de verificación cumpla su función, a continuación se presentan algunas consideraciones importantes:

- 1- Asegurar la rastreabilidad de los datos mediante el llenado correcto de la sección t de la hoja de datos.
- 2- Asegurarse de tomar los datos que interesan. Sólo registrar información importante.
- 3- Si el llenado de la hoja de datos es muy complejo se recomienda redactar un instructivo que indique la manera adecuada de hacerlo.
- 4- Considerando la importancia de los registros en un proceso, se recomienda establecer un procedimiento documentado que defina los controles necesarios para la identificación, el almacenamiento, la protección, la recuperación, el tiempo de retención y la disposición de los mismos (p.133-134).

A continuación se presenta la Figura 13 muestra un ejemplo de hojas de verificación.

Figura 13 muestra un ejemplo de hojas de verificación



Nota: Baca et al. (2015)

Herramientas para el control de la propuesta

A continuación se presentan las herramientas para el control de la propuesta.

Diagrama GANTT

De acuerdo con Goinard (2015):

El diagrama de Gantt hace que el plan de acción, sea visible en la escala del tiempo. Permite al gerente de control de calidad disponer de un auxiliar visual que retome los elementos medulares de su gestión (¿quién hace qué y en qué plazo?) También pone de manifiesto las zonas temporales cruciales, aquellas en las que se concentran numerosas acciones.

La planificación de Gantt se establece al mismo tiempo que el plan de acción por la calidad anual y las fichas de acción asociadas. La planificación efectuada en el nivel de una acción con ayuda de la ficha permite verificar realidad de los plazos establecidos en el plan de acción (p. 56).

A continuación se muestran los pasos para elaborar un Diagrama de Gantt.

Como expresa Goinard (2015) la dinámica del Diagrama se estructura en etapas:

Retomar las acciones medulares del plan de acción y elaborar el diagrama de Gantt informando las acciones en la columna izquierda y en la derecha, su duración, cuya estimación se realiza con los responsables de la acción, por supuesto.

Identificar si ciertas acciones se relacionan entre sí. Por ejemplo, no se podrá iniciar el autocontrol hasta que se haya sensibilizado al personal de producción.

Hacer que el comité de dirección valide la planificación y oficializarlo como referencia del plan de acción.

Metodología y consejos: La elaboración de la planificación de Gantt ayuda a visualizar posibles sobrecargas de trabajo en determinados periodos, en particular, si son los mismos recursos los que intervienen en varias acciones.

También permite visualizar la elección del comienzo de las acciones que a menudo se inician en el mismo periodo; para aligerar las cargas, a veces conviene desfasar el inicio de las acciones en el tiempo.

Usar programas informáticos ayuda a ejecutar las planificaciones y a darles seguimiento.

Ventajas de un GANTT: Es una herramienta visual, responsabiliza a los participantes del plan de acción y al utilizarse durante las reuniones de seguimiento del progreso del plan de acción, permite hacer un balance rápido.

Precauciones que deben tomarse: Elaborar la planificación con los responsables de la acción, Comunicar la planificación al personal, vigilar la estimación de duraciones que con frecuencia se subestiman, esclarecer de manera adecuada las relaciones de dependencia entre las acciones para identificar las que pueden demorar el proyecto desde el punto de vista del plazo. (p. 56)

A continuación en la Figura 14 muestra un ejemplo de Diagrama GANTT donde se puede apreciar cómo es un GANTT

Figura 14 muestra un ejemplo de Diagrama GANTT

Acciones	Quién	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Mejorar plazos	LP												
Instrumentar metrología	FG												
Instrumentar autocontrol, línea 1	ML												
Instrumentar autocontrol, línea 2	MC												
Sensibilizar al personal administrativo	CD												
Sensibilizar al personal de producción													

Nota: Goinard (2015)

Indicadores - KPI

En la opinión de Álvarez (2017)

Los indicadores constituyen uno de los mecanismos principales para verificar el funcionamiento de los procesos. Se pueden definir como instrumentos de medida que proporcionan datos objetivos del desempeño de los procesos (por ejemplo, porcentaje de servicios con incidencias) La misión principal de los indicadores es conocer si los procesos están siendo eficaces o no. Un proceso es eficaz cuando los resultados obtenidos cumplen con los requisitos demandados por los clientes, ya sean internos o externos (p.135).

A juicio de Álvarez (2017)

Los indicadores claves de desempeño generalmente se seleccionan de entre los indicadores que ya pudieran estar midiéndose, aunque también podrían crearse

específicamente para el seguimiento de alguna cuestión clave. Como su nombre indica, son los indicadores primordiales para el seguimiento del negocio, y por ello son los que tutela la dirección. En el cuadro de indicadores KPI o cuadro de mando manejado por la dirección deberían estar presentes indicadores relacionados con:

- Niveles de consecución de la estrategia organizacional (surgida del proceso de planificación estratégica, si este proceso gerencial se realiza).
- Indicadores de resultado de los procesos más críticos para el negocio.
- Indicadores de cliente (calidad percibida y calidad objetiva).
- Indicadores financieros (p.141).

Diseño de Indicadores

De acuerdo con Álvarez (2017)

El diseño de indicadores para un proceso o un conjunto de procesos se realiza generalmente proponiendo medidas que surgen por intuición o sentido común, sin un método específico para su diseño. En gran parte de los casos, los indicadores surgidos son válidos, pero en otras ocasiones se encuentran desenfocados respecto a lo verdaderamente importante en los procesos: contrastar que son eficaces y, si se quiere, Valorar su eficiencia. Para un determinado proceso o conjunto de procesos podemos idear muchas alternativas de medida; sin embargo, debemos seleccionar aquellas que realmente aporten información útil para la organización y para la toma de decisiones (p.141).

CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo se especifica la forma en que se realiza el presente proyecto y los aspectos que influyen y que deben seguirse para solucionar el problema planteado donde se muestran el enfoque y el diseño de la presente investigación. Hernández (2018) establece que “Los enfoques cuantitativo, cualitativo y mixto constituyen rutas posibles para resolver problemas de investigación. Todos resultan igualmente valiosos y son, hasta ahora, los mejores métodos para investigar y generar conocimientos” (p. 42).

Enfoque

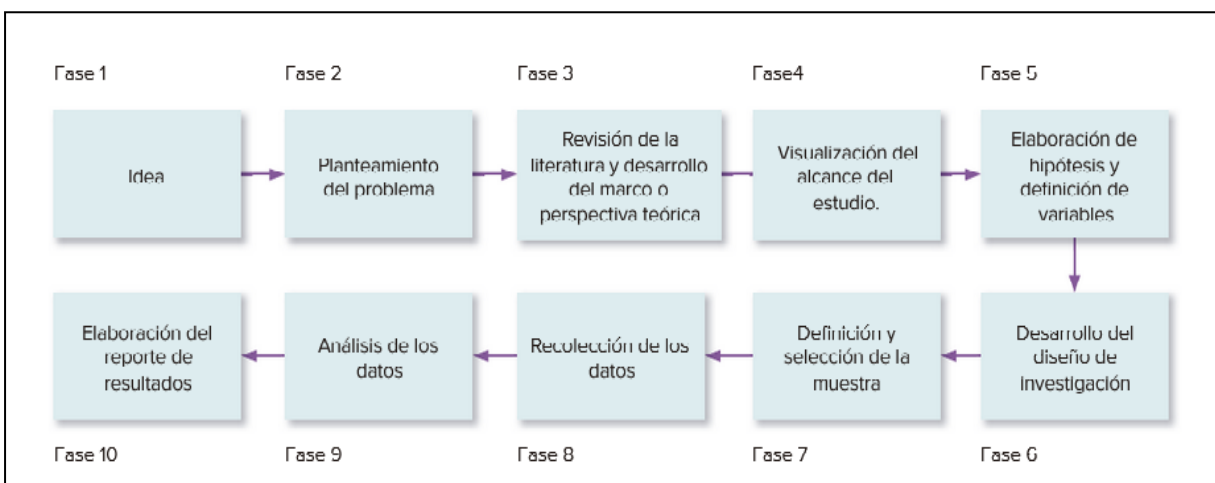
Para explicar apropiadamente cada uno de los enfoques, el autor Hernández (2018) menciona que existen tres tipos de enfoque: cuantitativo, cualitativo y mixto:

De esta forma el autor considera que el enfoque cuantitativo actualmente, representa un conjunto de procesos organizado de manera secuencial para comprobar ciertas suposiciones. Cada fase precede a la siguiente y no podemos eludir pasos, el orden es riguroso, aunque desde luego, podemos redefinir alguna etapa. Parte de una idea que se delimita y, una vez acotada, se generan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco o perspectiva teórica. De las preguntas se derivan hipótesis y determinan y definen variables; se traza un plan para probar las primeras (diseño, que es como “el mapa de la ruta”); se seleccionan casos o unidades para medir en estas las variables en un contexto específico (lugar y tiempo); se analizan y vinculan las mediciones obtenidas (utilizando métodos estadísticos), y se extrae una serie de conclusiones respecto de la o las hipótesis.

El mismo autor menciona que: La ruta cuantitativa es apropiada cuando queremos estimar las magnitudes u ocurrencia de los fenómenos y probar hipótesis. Por ejemplo, determinar la prevalencia de una enfermedad (número de individuos que la padecen en un periodo y zona geográfica) y sus causas; predecir quién de los candidatos va a triunfar en la próxima elección para presidente del país; comprobar cuál de dos métodos de enseñanza incrementa en mayor medida el aprendizaje de algo (por ejemplo, robótica elemental) en cierta población, etcétera (pp. 45-46).

En el siguiente cuadro se muestra la Figura 15 Ejemplo de las fases del proceso cuantitativo.

Figura 15 Ejemplo de las fases del proceso cuantitativo.



Nota: Hernández (2018)

Para Hernández (2018) el enfoque cualitativo expresa lo siguiente:

Con el enfoque cualitativo también se estudian fenómenos de manera sistemática. Sin embargo, en lugar de comenzar con una teoría y luego “voltar” al mundo empírico para confirmar si esta es apoyada por los datos y resultados, el investigador comienza el proceso examinando los hechos en sí y revisado los estudios previos, ambas acciones de manera simultánea, a fin de generar una teoría que sea consistente con lo que está observando que ocurre. De igual forma, se plantea un problema de investigación, pero normalmente no es tan específico como en la indagación cuantitativa.

Va enfocándose paulatinamente. La ruta se va descubriendo o construyendo de acuerdo al contexto y los eventos que ocurren conforme se desarrolla el estudio.

Las investigaciones cualitativas suelen producir preguntas antes, durante o después de la recolección y análisis de los datos. La acción indagatoria se mueve de manera dinámica entre los hechos y su interpretación, y resulta un proceso más bien “circular” en el que la secuencia no siempre es la misma, puede variar en cada estudio (pp. 47- 48).

Desde el punto de vista de Hernández (2018) para el enfoque mixto señala:

La ruta mixta, esta tercera vía para realizar investigación entrelaza a las dos anteriores (cuantitativa y cualitativa) y las mezcla, pero es más que la suma de las dos anteriores e implica su interacción y potenciación. Los métodos mixtos o

híbridos representan un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos tanto cuantitativos como cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada (denominadas metainferencias) y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio (Hernández 2008).

Los métodos mixtos pueden implementarse de acuerdo a diversas secuencias. A veces lo cuantitativo precede a lo cualitativo, en otras ocasiones lo cualitativo es primero; también pueden desarrollarse de manera simultánea o en paralelo, e incluso es factible fusionarlos desde el inicio y a lo largo de todo el proceso de investigación (p. 50).

Para el presente proyecto se escoge el enfoque cuantitativo porque tiene las siguientes características: tiene un conjunto de procesos de manera secuencial porque tiene un orden cronológico y estructurado, cada fase procede a la siguiente como si de una secuencia lógica se tratara, se parte de la generación de un problema que en el caso de este trabajo final de graduación este sería el diseño de un sistema de Mantenimiento Productivo Total (TPM) en la Clínica Dental Sonrisa Total y sustentarlo con el marco teórico, por medio de la recolección de datos, luego de ser analizados, buscar la solución que permita mejorar los procesos y servicios que se brindan en el lugar antes mencionado.

Alcance

Hernández (2018) postula que “Visualizar qué alcance tendrá nuestra investigación es importante para establecer sus límites conceptuales y metodológicos, así como direccionarnos en la ruta cuantitativa” (p. 144).

Para explicar los tipos de alcances Hernández (2018) declara lo siguiente:

Una vez que hemos reevaluado el planteamiento del problema a raíz de la revisión de la literatura y el investigador lo mantiene, ajusta o modifica, la siguiente etapa en la ruta cuantitativa es visualizar el alcance que tendrá la investigación. Los alcances son cuatro: exploratorio, descriptivo, correlacional y explicativo. No representan clases o tipos de investigación, ni son mutuamente excluyentes, sino que constituyen puntos entrelazados de un continuo de causalidad, cualquier estudio puede incluir elementos de uno o más de ellos.

El autor anterior da a conocer que del alcance dependerá el método o estrategia de investigación, incluido el diseño, los procedimientos y otros de sus componentes. Los estudios exploratorios sirven para preparar el terreno y generalmente anteceden a investigaciones con alcances descriptivos, correlacionales o explicativos. Los estudios descriptivos comúnmente son la base de las investigaciones correlacionales, las cuales, a su vez, proporcionan información para llevar a cabo estudios explicativos que generan comprensión del problema y resultan más concluyentes. Las investigaciones que se realizan en un campo de conocimiento específico pueden incluir diferentes alcances en las distintas etapas de su desarrollo. Asimismo, es posible que una investigación se inicie como exploratoria, después puede ser descriptiva y correlacional, y terminar como explicativa. Los alcances inicial y final de un estudio dependen de dos factores esenciales, el estado del conocimiento previo sobre el problema de investigación mostrado por la revisión de la literatura y el propósito y perspectiva que el investigador pretenda dar al estudio. El alcance inicial es el punto en el cual deseamos empezar la investigación en la práctica y el final representa hasta dónde queremos llegar (la meta en la ruta cuantitativa), y en retrospectiva, hasta dónde pudimos hacerlo (p. 146).

A continuación se dan las definiciones de los cuatro tipos de alcances que tiene el enfoque cuantitativo empleando las palabras de Hernández (2018) que considera importantes para comprender a fondo cada uno, el autor define:

El alcance exploratorio: los estudios exploratorios se llevan a cabo cuando el propósito es examinar un fenómeno o problema de investigación nuevo o poco estudiado, sobre el cual se tienen muchas dudas o no se ha abordado antes. Es decir, cuando la revisión de la literatura reveló que tan solo hay guías no investigadas e ideas vagamente relacionadas con el problema de estudio, o bien, si deseamos indagar sobre temas y áreas desde nuevas perspectivas.

Los estudios exploratorios generalmente no constituyen un fin en sí mismos, sino que determinan tendencias, identifican áreas, ambientes, contextos y situaciones de estudio, relaciones potenciales entre variables; o establecen el tono y dirección de investigaciones posteriores más elaboradas y rigurosas. Estas indagaciones se

caracterizan por ser más flexibles en su método en comparación con las descriptivas, correlacionales o explicativas, y son más amplias y dispersas. Asimismo, implican un mayor riesgo y requieren gran paciencia, serenidad y receptividad por parte del investigador (Hernández, 2018, pp. 146-147).

El mismo autor explica el alcance descriptivo de modo que:

Los estudios descriptivos pretenden especificar las propiedades, características y perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, miden o recolectan datos y reportan información sobre diversos conceptos, variables, aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno o problema a investigar. En un estudio descriptivo el investigador selecciona una serie de cuestiones (que, recordemos, denominamos variables) y después recaba información sobre cada una de ellas, para así representar lo que se investiga (describirlo o caracterizarlo).

Así como los estudios exploratorios sirven fundamentalmente para descubrir, encausar el rumbo y prefigurar, las investigaciones descriptivas son útiles para mostrar con precisión los ángulos o dimensiones de un fenómeno, suceso, comunidad, contexto o situación. En esta clase de estudios el investigador debe ser capaz de definir, o al menos visualizar, qué se medirá (qué conceptos, variables, componentes, etc.) y sobre qué o quiénes se recolectarán los datos (personas, grupos, comunidades, objetos, animales, hechos) (Hernández, 2018, pp. 148-149).

Del mismo modo el autor menciona para el alcance correlacional que:

La utilidad principal de los estudios correlacionales es saber cómo se puede comportar un concepto o una variable al conocer el comportamiento de otras variables vinculadas. Las correlaciones pueden ser positivas (directamente proporcionales) o negativas (inversamente proporcionales). Si es positiva, significa que los casos que muestren altos valores en una variable tenderán también a manifestar valores elevados en la otra variable. Si es negativa, implica que casos con valores elevados en una variable tenderán a mostrar valores bajos en la otra variable. La investigación correlacional tiene, en alguna medida, un valor explicativo, aunque parcial, ya que el hecho de saber que dos conceptos o variables se relacionan aporta cierta información explicativa. Cuanto mayor sea el

número de variables que se asocien en el estudio y mayor sea la fuerza de las relaciones, más completa será la explicación. (Hernández, 2018, p.150)

Finalmente para el alcance explicativo el mismo autor agrega que:

Los estudios explicativos van más allá de la descripción de fenómenos, conceptos o variables o del establecimiento de relaciones entre estas; están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos de cualquier índole (naturales, sociales, psicológicos, de salud, etc.). Como su nombre lo indica, su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta, o por qué se relacionan dos o más variables. (Hernández, 2018, pp. 150-152)

Para efectos del alcance de este proyecto, se escoge el alcance explicativo ya que el presente trabajo busca explicar la necesidad de la clínica en temas de mantenimiento, así mismo permite explicar de forma detallada el proceso que en la clínica se realiza para un mayor entendimiento del proceso y su relación con los equipos definidos para el TPM.

Diseño

De acuerdo con Hernández (2018) “El diseño de investigación es el mapa operativo en la ruta cuantitativa. Representa el punto donde se conectan las fases conceptuales del proceso con la recolección y el análisis de los datos” (p. 188).

Además el mismo autor agrega “El diseño es un plan o estrategia que se desarrolla para obtener la información (datos) requerida en una investigación con el fin último de responder satisfactoriamente el planteamiento del problema” (p. 190).

Dicho con palabras de Hernández (2018) “Los diseños experimentales manipulan y prueban tratamientos, estímulos, influencias o intervenciones (denominadas variables independientes) para observar sus efectos sobre otras variables (las dependientes) en una situación de control. Es decir, los diseños experimentales se utilizan cuando el investigador pretende establecer el posible efecto de una causa que se manipula” (p. 192).

Hernández (2018) para explicar el diseño no experimental afirma lo siguiente:

Podría definirse como la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, se trata de estudios en los que no haces variar en forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables. Lo que efectúas en la investigación no experimental es observar o medir

fenómenos y variables tal como se dan en su contexto natural, para analizarlas. En un experimento, el investigador prepara de manera premeditada una situación a la que son expuestos varios casos o individuos. Esta situación consiste en recibir un tratamiento, una condición o un estímulo en determinadas circunstancias, para después evaluar los efectos de la exposición o aplicación de dicho tratamiento o tal condición. Por decirlo de alguna manera, en un experimento se construye una realidad. En cambio, en un estudio no experimental no se genera ninguna situación, sino que se observan situaciones ya existentes, no provocadas intencionalmente en la investigación por quien la realiza. En la indagación no experimental las variables independientes ocurren y no es posible manipularlas, no se tiene control directo sobre dichas variables ni se puede influir en ellas, porque ya sucedieron, al igual que sus efectos (p. 214).

Desde su posición de Hernández (2018) da a conocer que:

Para explicar los diseños transaccionales o transversales recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único, su propósito normalmente es: describir variables en un grupo de casos (muestra o población), o bien, determinar cuál es el nivel o modalidad de las variables en un momento dado, evaluar una situación, comunidad, evento, fenómeno o contexto en un punto del tiempo, analizar la incidencia de determinadas variables, así como su interrelación en un momento, lapso o periodo. Estos diseños pueden tener un alcance exploratorio, descriptivo, correlacional o explicativo; y abarcar uno o más grupos o subgrupos de personas, objetos o indicadores; así como diferentes comunidades, situaciones o eventos (pp. 216-217).

Hernández (2018) manifiesta que “Los Diseños longitudinales son estudios que recaban datos en diferentes puntos del tiempo para realizar inferencias acerca de la evolución del problema de investigación o fenómeno, sus causas y sus efectos” (p. 220).

Para el desarrollo del estudio actual se utilizará el diseño no experimental transaccional ya que se pretende recolectar los datos en un solo momento con el fin de describir los equipos existentes en la clínica dental, esto permitirá realizar un muestreo de cada una de las máquinas utilizadas, analizar las incidencias en los paros por equipos dañados y determinar su estado actual.

Variables

A continuación se presentan las variables para cada uno de los objetivos específicos que serán mostrados en la Tabla 1 Variables del proyecto

Tabla 1 Variables del proyecto

Objetivos específicos	Variable	Conceptual	Operacional	Instrumental
Definir los equipos y activos que estarán involucrados en el Mantenimiento Productivo Total.	Identificar la situación actual	Definir cuál es la distancia que separa a la organización o unidad, del logro de sus metas y objetivos, establecer qué recursos disponibles tiene (Rojas, 2008).	% equipos bueno contra % de equipos dañados	Informes
Medir la afectación de los equipos y activos involucrados en la clínica dental.	Falla en equipos,	Una falla es una operación anormal en el equipo que origina una interrupción en el proceso o, incluso, el paro de algún equipo. (González, 2017)	Tiempo de paro entre el tiempo de operación	Reportes
Analizar las causas de los problemas de mantenimiento que se presentan en el proyecto.	Costos de fallas	El costo de fallas o por averías se refiere al costo o pérdida de beneficio que la empresa soporta por causas relacionadas con mantenimiento (Boero, 2020).	Costos de mantenimiento preventivo entre costos de mantenimiento correctivo	Reportes de Fallos y paros
Definir el diseño de mantenimiento adecuado para este proyecto.	Mantenibilidad	Es la capacidad de un producto, sistema o maquinaria de ser mantenido de acuerdo a procedimientos, tiempos y recursos establecidos. Es la probabilidad de efectuar una intervención de mantenimiento en el tiempo especificado (Gallarà, 2020)	Tiempo total de operación entre tiempos empleados en operaciones de mantenimiento	informes de avances
Establecer los indicadores de control de la propuesta.	Gestión de costos	Para desarrollar un informe de costos en referencia al mantenimiento debemos considerar una serie de variables que resultan fundamentales para elaborar el mismo (Gallarà, 2020).	Costo total de mantenimiento entre costo de facturación	informes de avances

Nota: Luis Antonio Herrera Montero

Muestra

A continuación se presenta la Tabla 2 Muestra.

Tabla 2 Muestra

Objetivos específicos	tipo de muestra	Unidades de muestreo	Fórmula
Definir los equipos y activos que estarán involucrados en el Mantenimiento Productivo Total	probabilística	Máquinas	todos los datos durante 6 semanas
Medir la afectación de los equipos y activos involucrados en la clínica dental.	segmentos	Máquinas	Tiempos de paros de máquinas entre el tiempo total del proceso
Analizar las causas de los problemas de mantenimiento que se presentan en el proyecto.	conveniencia	Máquinas	todos los datos durante 6 semanas
Definir el diseño de mantenimiento adecuado para este proyecto.	poblacional	entregables	Tiempo total de operación entre tiempos empleados en operaciones de mantenimiento
Establecer los indicadores de control de la propuesta.	poblacional	entregables	Costo de evaluación entre el costo total del proyecto

Nota: Luis Antonio Herrera Montero

Instrumentos

A continuación se presentan la Tabla 3 Instrumentos

Tabla 3 Instrumentos

Objetivos específicos	Indicador	Instrumentos	Recursos Requeridos	Fuente de los datos
Definir los equipos y activos que estarán involucrados en el Mantenimiento Productivo Total	% equipos bueno contra % de equipos dañados	Hojas de recolección de datos	Computadora	Reportes
Medir la afectación de los equipos y activos involucrados en la clínica dental.	Tiempo de paro entre el tiempo de operación	Hojas de recolección de datos	Computadora	Reportes de operaciones

Analizar las causas de los problemas de mantenimiento que se presentan en el proyecto.	Costos de mantenimiento preventivo entre costos de mantenimiento correctivo	Hojas de recolección de datos	Humano Computadora	Reportes de operaciones
Definir el diseño de mantenimiento adecuado para este proyecto.	Tiempo total de operación entre tiempos empleados en operaciones de mantenimiento	Hojas de recolección de datos	Computadora	Informes de avances
Establecer los indicadores de control de la propuesta.	Costo total de mantenimiento entre costo de facturación	Listas de chequeo	Computadora	Informes de avances

Nota: Luis Antonio Herrera Montero

Recolección de Datos

A continuación se muestra la Tabla 4 Recolección de datos

Tabla 4 Recolección de datos

objetivos específicos	fuelle de los datos	método de recolección de los datos	beneficios esperados
Definir los equipos y activos que estarán involucrados en el Mantenimiento Productivo Total	reporte de averías	1. elaborar hojas de datos 2. Verificar las hojas y la información.3. Reporte de averías 4. Tabular los datos.5. hacer informe 6.documentar la información	Determinar el grado de afectación.
Medir la afectación de los equipos y activos involucrados en la clínica dental.	reportes de operaciones	1. reporte de equipos dañados 2. reporte de pacientes atendidos.	determinar la productividad del servicio y funcionamiento de los equipos
Analizar las causas de los problemas de mantenimiento que se presentan en el proyecto.	reportes de operaciones	1. solicitar al departamento de calidad los manuales seguidos en actualidad. 2. verificar el porcentaje de cumplimiento de la gestión actual. 3. tabular los datos.	Determinar las causas de afectación de los equipos

Definir el diseño de mantenimiento adecuado para este proyecto.	informes de avance	1. Hacer el informe mensual. 2. tabular los datos .3. verificar el avance	conocer el porcentaje de resultado requerido en el avance del proyecto
Establecer los indicadores de control de la propuesta.	informes de avance	1. Hacer el informe mensual. 2. tabular los datos .3. verificar el avance	conocer el porcentaje de resultado requerido en el avance del proyecto

Nota: Luis Antonio Herrera Montero

Método de Análisis

A continuación se muestra la Tabla 5 Método de análisis

Tabla 5 Método de análisis

Objetivos específicos	Indicador	Análisis a realizar	Programa	Uso
Definir los equipos y activos que estarán involucrados en el Mantenimiento Productivo Total	% equipos bueno contra % de equipos dañados	1,% de Eficiencia de equipos. 2.mapeo de equipos	AMFE y Diagrama de Flujo, OEE	Comprender la cantidad de equipos que necesitan mantenimiento
Medir la afectación de los equipos y activos involucrados en la clínica dental.	Tiempo de paro entre el tiempo de operación	analizar el índice de productividad de equipos	Diagrama de Pareto, Histogramas	Rendimiento, eficacia de equipos
Analizar las causas de los problemas de mantenimiento que se presentan en el proyecto.	Costos de mantenimiento preventivo entre costos de mantenimiento correctivo	analizar la afectación de equipos	Diagrama de Causa y Efecto, Estratificación	Comprender las causas ocasionadas por los equipos dañados
Definir el diseño de mantenimiento adecuado para este proyecto.	Tiempo total de operación entre tiempos empleados en operaciones de mantenimiento	analizar el diseño de la propuesta	TPM, 5 S, Hojas de Verificación	Comprender los diseños propuestos para el mantenimiento

CAPÍTULO IV ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

En el presente capítulo se explicará detalladamente la situación actual de la clínica, además de reflejar en términos de mantenimiento los equipos críticos con los que opera el lugar mencionado, esto con el fin de facilitar el entendimiento de quien lea este proyecto.

Este capítulo consta de tres partes, la primera es la descripción del problema donde se aborda por medio de una descripción general, la situación actual de la clínica, seguido de la segunda parte donde se miden las consecuencias del problema mencionado y la tercera parte, donde se realiza el análisis correspondiente de las causas principales que permitan evaluar una propuesta de mejora a la situación actual.

Descripción del Problema

Al iniciar este capítulo con la situación actual, a continuación se describe el problema con el fin de conocer de manera general información de interés que ayudará a brindar una correcta interpretación de los datos para el presente análisis. La clínica dental cuenta con equipos que son vitales para el funcionamiento, de esos equipos se seleccionan como equipos críticos los que son extremadamente necesarios y de los cuales, si presentan algún problema de funcionamiento o avería dificultaría la atención de los pacientes, por otro lado se encuentran los equipos que no son críticos, estos otros también son necesarios, sin embargo para efecto de este proyecto, no se tomarán en cuenta ya que si estos equipos llegaran a fallar, la clínica puede seguir atendiendo pacientes y la afectación no sería tan significativa, reiterando, para efectos de este proyecto solo se tomarán en cuenta los equipos críticos y más adelante se mencionarán sus cualidades y especificaciones, además se reitera que la Clínica Dental Sonrisa Total no cuenta con técnicos de mantenimiento ni con un área de mantenimiento en su estructura organizacional, esto quiere decir que si un equipo se daña en la clínica, esta lo que hace es contratar a especialistas externos en esos equipos que lleguen a brindar el servicio técnico en mantenimiento y la reparación.

El problema se identifica en que la clínica no cuenta con ningún programa o herramienta que regule el mantenimiento de los equipos, por ende estos pueden verse afectados por falta de mantenimiento, por otra parte, si estos equipos no son sujeto de alguna metodología de mantenimiento, incurren en gastos por reemplazos de equipos o reparaciones correctivas que incrementan los costos de operación, esto a su vez se traduce en afectación del servicio, ya que si hay algún equipo de estos dañado, difícilmente se podrán atender a sus pacientes.

Generalidades de la Clínica Dental

A continuación se describen algunas generalidades de la clínica:

1. La clínica es atendida por dos odontólogos y una recepcionista.
2. Los dos odontólogos realizan los procedimientos médicos a sus pacientes.
3. La asistente se encarga de agendar las citas, recibir a los pacientes, archivar y llevar el control de los expedientes de los pacientes, lavar y esterilizar el instrumental.
4. La distribución de la clínica cuenta con la recepción donde se encuentra la sala de espera, un baño, un pasillo, un área de esterilización y dos consultorios.
5. Los equipos que se van a tomar en cuenta para este proyecto son: dos sillas odontológicas, un compresor de aire, un auto clave, dos aires acondicionados y un equipo de rayos X.

La ubicación de los equipos, cantidades y tipo de equipos se detallan a continuación en la Tabla 6 Equipos críticos de la clínica Dental.

Tabla 6 Equipos críticos de la clínica Dental

Tipo de equipo	Marca	Cantidad	Ubicación
Unidad Dental "Silla"	GNATUS	2	Consultorios
Equipo de rayos X	GNATUS	1	Pasillo
Compresor de aire	DYNAIR	1	Área de esterilización
Autoclave	STURDY	1	Área de esterilización
Aire acondicionado	MIDEA	2	Consultorios
Total de equipos críticos:		7	

Nota: Luis Antonio Herrera Montero

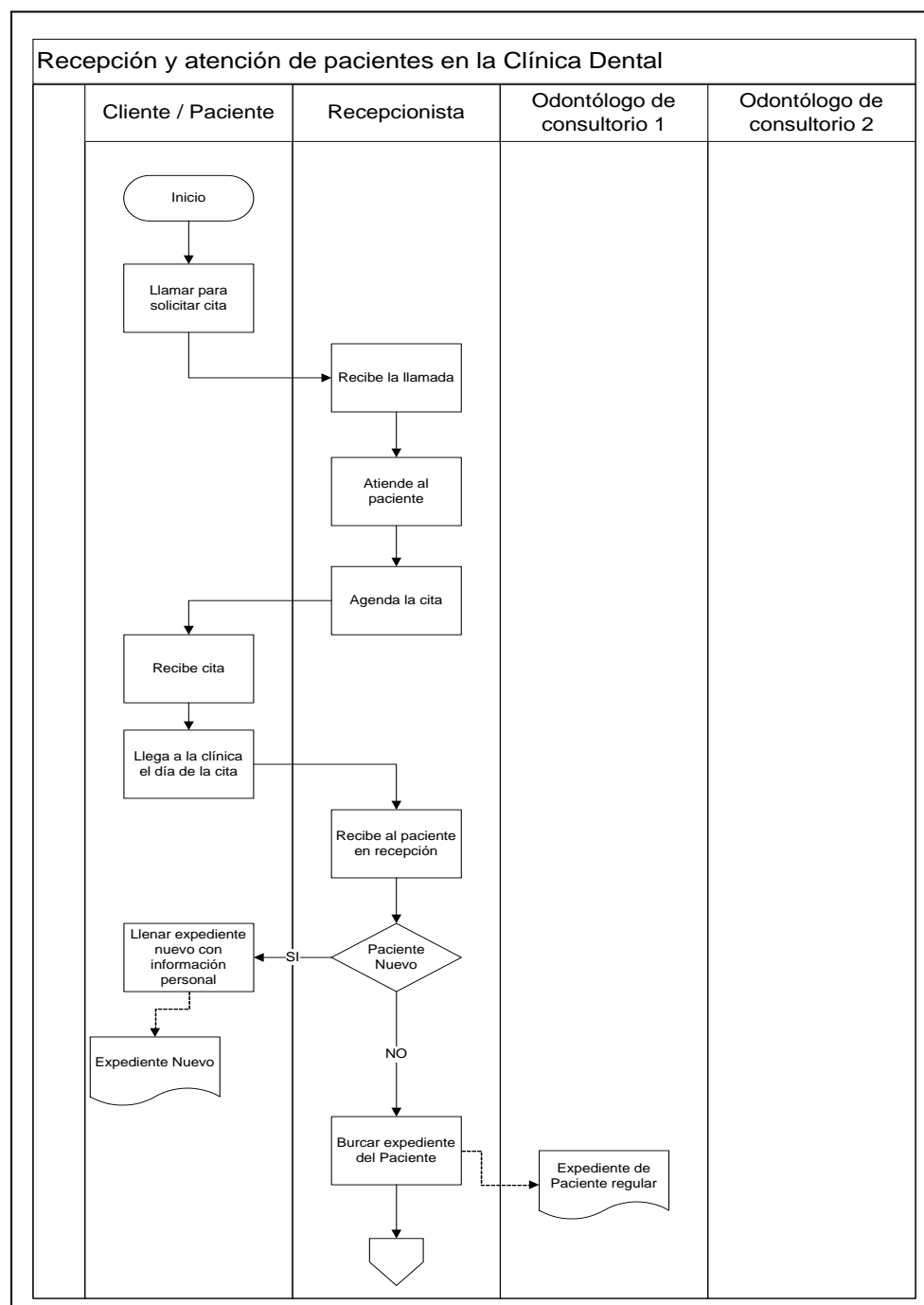
De la tabla anterior se obtiene la cantidad de equipos críticos que son necesarios para el funcionamiento de la clínica, estos equipos son dos sillas llamadas "Unidad Dental" tipo médico-odontológico marca GNATUS, un equipo de Rayos X marca GNATUS tipo Timex 70 C columna Movel de 125v +4%, un compresor de aire marca DYNAIR serie DA7004, un autoclave marca STURDY serie SA-232 y dos aires acondicionados marca Midea tipo Split modelo 45ZR.

Diagrama de Flujo

El siguiente diagrama de flujo tiene como fin definir el proceso productivo del servicio que se brinda en la clínica dental Sonrisa Total mostrando a un nivel más amplio y descriptivo el

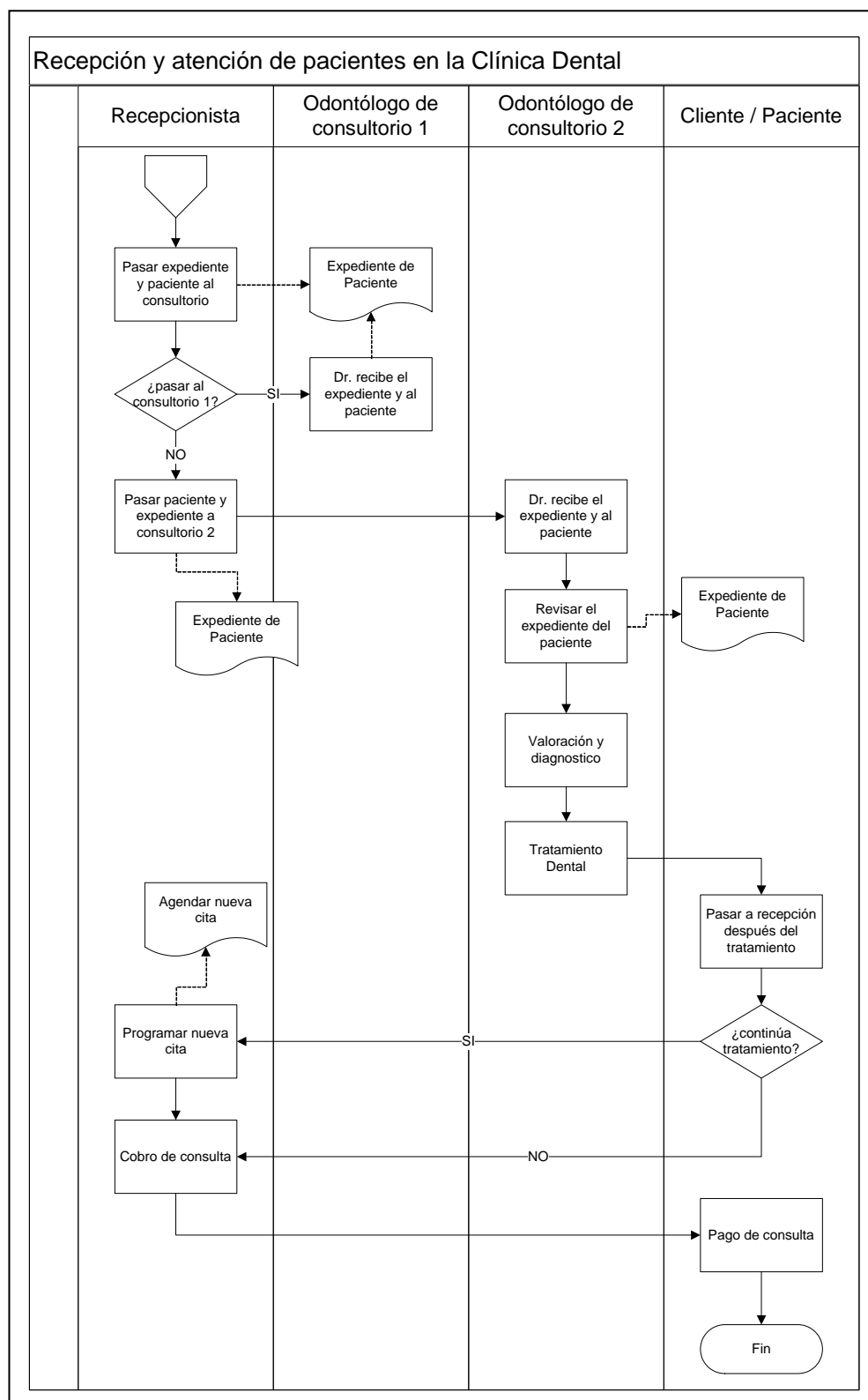
desarrollo de forma secuencial del paso a paso que se realiza en la gestión de cada una de las actividades, este diagrama será muy útil ya que facilita un mejor entendimiento del proceso de una manera más gráfica tal como se muestra en la Figura 17 Diagrama de Flujo hoja1 y Figura 18 Diagrama de Flujo hoja2 que se aprecian a continuación.

Figura 17 Diagrama de Flujo hoja1



Nota: Luis Antonio Herrera Montero

Figura 18 Diagrama de Flujo hoja2



Nota: Luis Antonio Herrera Montero

Análisis del Diagrama de Flujo

Para realizar el análisis del diagrama de flujo anterior se toman los actores principales del proceso que en este caso lo conforman el cliente o también llamado paciente una vez que ya es atendido, la recepcionista y los odontólogos del consultorio 1 y del consultorio 2, el proceso inicia cuando el cliente llama a la clínica para solicitar la atención de un odontólogo, en este caso se puede dar que el cliente previamente escoge cual odontólogo le va a atender, ya sea porque lo conoce o bien porque viene con la recomendación de un tercero.

La recepcionista atiende la llamada y le pregunta al paciente ¿con cuál de los dos odontólogos quiere ser atendido? Si el paciente aun no sabe con cual odontólogo va a ser atendido entonces la recepcionista le asigna uno y le informa al cliente la disponibilidad de cupo, el cliente escoge entre los espacios y horas disponibles y la recepcionista le agenda una cita, llegado el día de la cita el cliente llega a la clínica a la hora acordada, ingresa y la recepcionista lo recibe.

Una vez que la recepcionista recibe al paciente, si es un paciente de nuevo ingreso, le entrega unas hojas para que el paciente llene en ellas la información personal que se le solicita y así conformar el expediente para paciente de nuevo ingreso, por el contrario, si ya es un paciente regular de la clínica, en ese caso la recepcionista busca el expediente del paciente, identifica a cuál dentista le corresponde y le pasa, tanto el expediente como al paciente, ya sea al odontólogo del consultorio uno o al odontólogo del consultorio dos, según corresponda.

Para describir las siguientes actividades se debe aclarar que tanto el odontólogo del consultorio uno como el odontólogo del consultorio dos realizan el mismo proceso o servicio cuando atienden a algún paciente. El odontólogo recibe el expediente, pasa al paciente al consultorio para atenderlo, luego de revisar el expediente del paciente, procede con la valoración y diagnóstico, el dentista realiza el tratamiento respectivo al paciente.

Una vez realizado en tratamiento, si el paciente debe continuar algún tratamiento entonces pasa a la recepción para programar una nueva cita y realizar el pago de la atención recibida, de lo contrario, si no tiene que someterse a recibir algún otro tratamiento, en ese caso pasa a la recepción a realizar el pago de la consulta donde termina el proceso descrito en el diagrama de flujo mostrado anteriormente en la Figura 17 Diagrama de Flujo hoja1 y Figura 18 Diagrama de Flujo hoja2.

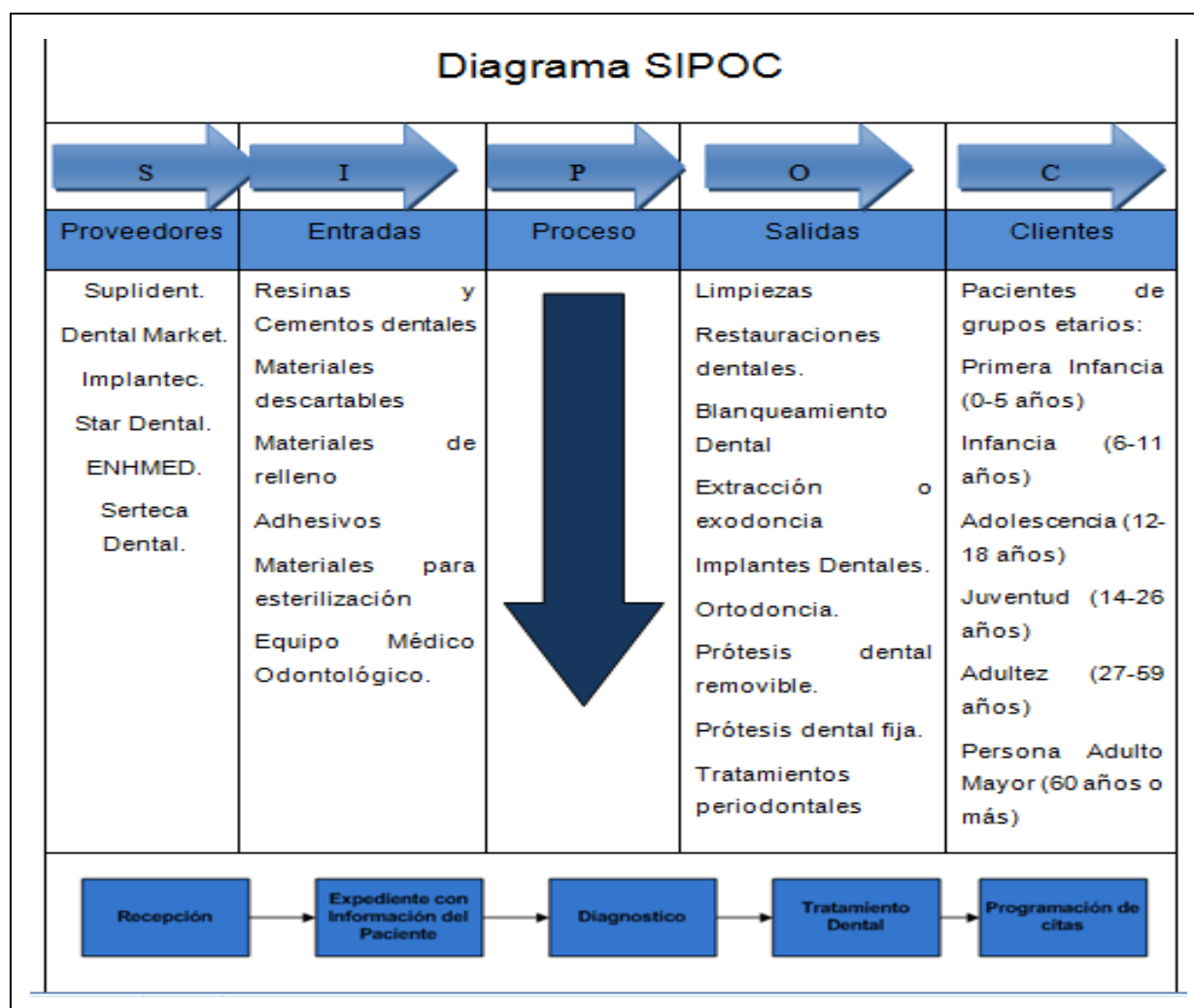
Diagrama de SIPOC

Por medio del siguiente diagrama se explica el proceso general que se lleva a cabo en la clínica, las actividades que se realizan respecto al funcionamiento adecuado y resaltar las actividades importantes.

Para este proyecto de investigación se aplicará el diagrama de SIPOC que es una herramienta muy útil que permite mostrar de manera sencilla cuales son los proveedores, las entradas o insumos que se utilizan, la visualización gráfica del proceso incluidas las etapas de este, las salidas que se obtienen para finalmente concluir con los clientes.

A continuación se presenta la Figura 19 Diagrama SIPOC

Figura 19 Diagrama SIPOC



Nota: Luis Herrera Montero Antonio

Análisis del Diagrama SIPOC

Según lo mostrado anteriormente, se muestra cada una de las columnas que comprenden los factores involucrados, siendo estos los proveedores, las entradas, el proceso, las salidas y finalizando con los clientes, se explica en el siguiente análisis correspondiente:

Proveedores

La clínica cuenta con varios proveedores como: Suplident, Dental Market, Implantec, Star Dental, ENHMED, Serteca Dental, por ser un sector tan característico como lo es la odontología, así mismo son sus proveedores, ya que estos tienen implementos muy exclusivos que solo se consumen en el ámbito dental, estos proveedores realizan visitas médicas periódicas, se encargan de proveer los insumos que la clínica necesita, así como de brindar asesorías y recomendaciones de nuevos productos.

Entradas

Las entradas de los insumos que la clínica adquiere, oscilan desde algodones, guantes desechables, mascarillas, entre otros materiales descartables, así como resinas especiales, materiales de relleno, adhesivos, materiales para esterilización y también equipos médicos especiales para la odontología.

Proceso

Sobre el proceso, este inicia cuando el paciente ingresa a la clínica y es atendido por la recepcionista, ella se encarga de tomar los datos para ingresarlos al sistema y confeccionar el expediente dental con la información personal de cada paciente, le asigna una cita, cuando llega su turno, el odontólogo lo pasa al consultorio y después de una revisión de su estado buco dental el Doctor le da un diagnóstico de su estado al paciente y posteriormente se le aplica el tratamiento dental respectivo, concluido el tratamiento de ese día, el paciente pasa de nuevo con el expediente donde la recepcionista, realiza el pago del servicio recibido y nuevamente programa otra cita para continuar con su tratamiento dental, este proceso se repite por cada paciente hasta que concluyan con el procedimiento recomendado por el Odontólogo.

Salidas

Son varios los procedimientos que se realizan en la clínica Dental Sonrisa Total, estos son, limpiezas, blanqueamientos, restauraciones dentales, blanqueamiento dental, extracción o

exodoncia, implantes dentales, ortodoncia, prótesis dental removible, prótesis dental fija y tratamientos periodontales.

Clientes

Ambos Doctores en la clínica son muy buenos en el ejercicio de su profesión y esto se refleja en sus clientes ya que atienden diferentes grupos etarios, estos son conformados como clientes de primera infancia (bebés de 0 a 5 años), luego clientes del grupo infancia (niños de 6 a 11 años), continuando con el grupo adolescencia (de 12 a 18 años), grupo juventud (de 14 a 26 años), grupo adultez (van de 27 a 59 años) y por último pero no menos importante atienden al grupo de personas adultos Mayores (que van de los 60 años en adelante) a todos estos grupos los atienden con amabilidad, empatía y profesionalismo.

Medición de las Consecuencias

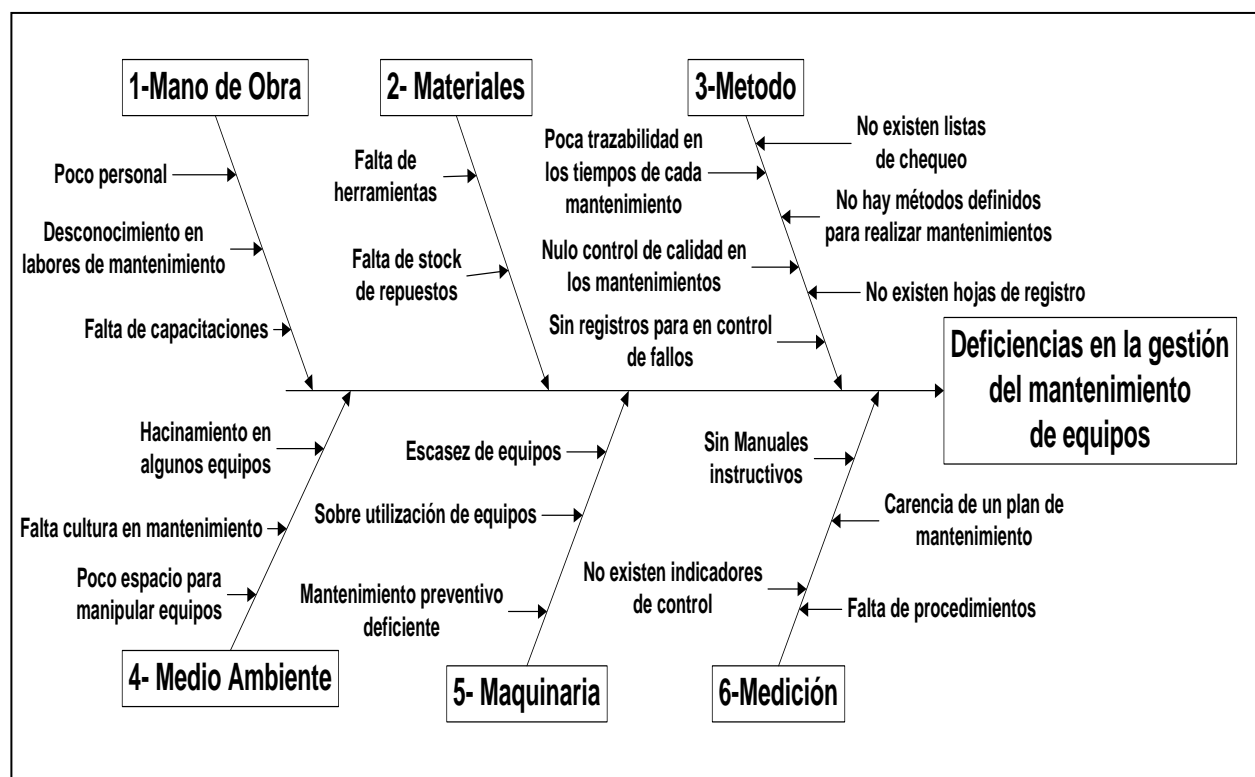
Para la medición de las consecuencias y con el fin de identificar las que son principales y que afectan directamente el correcto funcionamiento de la clínica, primero se tomarán los datos de averías en los principales equipos que se utilizan, estos reportes fueron suministrados por los odontólogos de enero 2022 a junio del 2023, además se realiza una visita a la clínica donde, se realiza una valoración visual que permite aportar argumentos que se agregan a las diferentes herramientas que se utilizan a continuación.

Diagrama de Ishikawa

El siguiente diagrama de Ishikawa busca identificar las posibles causas que afectan el funcionamiento de los equipos de la clínica, para esto se le consultó a los odontólogos de la clínica para obtener más información sobre la frecuencia de las averías e identificar las posibles causas que afectan los equipos que se utilizan con regularidad y que son de suma importancia en la clínica, el diagrama de Ishikawa de la Clínica Dental Sonrisa Total es elaborado considerando la 6 M que significan: Mano de Obra, Materia Prima o Materiales, Método, Medio Ambiente, Maquinaria y Medición.

A continuación se presenta en la Figura 20 Diagrama de Ishikawa con las deficiencias de mantenimiento representadas en cada una de las espinas de pescado donde se aprecian las causas que influyen en los problemas que hay en la gestión del mantenimiento de los equipos de la Clínica Dental Sonrisa Total.

Figura 20 Diagrama de Ishikawa con las deficiencias de mantenimiento



Nota: Luis Antonio Herrera Montero

Según lo mostrado anteriormente, se procede con el análisis de las causas asociadas a las deficiencias en la gestión de los equipos con información obtenida.

1-Mano de Obra

Uno de los recursos más importantes que tiene cualquier empresa es su mano de obra, ya que esta transforma o bien refleja la imagen de un centro de producción o servicio, una de las causas que se observan inicialmente es poco personal, si bien la clínica es pequeña porque solo tiene dos consultorios y simultáneamente solo pueden atender a dos pacientes a la vez porque solo hay dos odontólogos, estos carecen de un asistente dental debidamente capacitado para esa función, los dos odontólogos deben auto asistirse cuando ejercen su profesión y algunas veces, cuando deben realizar algún procedimiento determinado, le solicitan a la recepcionista que lo asistan en esos casos.

La recepcionista, también es la que realiza labores de limpieza, esterilización de instrumental, se encarga de agendar las citas y algunas actividades básicas en la utilización de los equipos, pero no así en el mantenimiento de estos equipos tanto la recepcionista como los odontólogos desconocen sobre el mantenimiento preventivo que se debe realizar periódicamente, la falta de

capacitaciones es una necesidad que se debe atender con las personas que están involucradas en la utilización de estos equipos para darles mantenimiento preventivo.

2- Materiales

Abordando este punto, la clínica no cuenta con herramientas adecuadas para realizar los mantenimientos de los equipos, esto en parte porque, como no hay mantenimiento preventivo y es hasta cuando se daña alguna máquina que se llama a terceros para que la reparen, a su vez, al no existir planes de mantenimiento, esto causa que tampoco vean la necesidad de tener un stock de repuestos, más que unos cuantos bombillos de los que usan las lámparas de las unidades dentales,

3- Método

En el método, existe poca trazabilidad en los tiempos en los que se debe realizar cada mantenimiento, lo que si hacen es en el caso del equipo de rayos X que llaman a un tercero una vez al año para la respectiva calibración que es exigida por el Ministerio de Salud de Costa Rica. Además no llevan un registro de los mantenimientos correctivos, no existen listas de chequeo que permitan llevar un control del estado actual de los equipos, tampoco existen métodos definidos para realizar ningún tipo de mantenimiento, a su vez no hay hojas de registro para el estado de los equipos y a su vez registro para el control de fallos, a todo esto se le suma la ausencia de control de calidad en los mantenimientos correctivos de los equipos de la clínica.

4-Medio Ambiente

Tomando en cuenta las causas ligadas con el medio ambiente, existe hacinamiento en el lugar donde están ubicados algunos de los equipos como el compresor y la autoclave lo que deja poco espacio para manipular esos equipos, esto dificultaría futuros mantenimientos que se deban realizar tanto de terceros como del personal que ahí labora, también hay que mencionar la carente cultura en mantenimiento que hay en el personal de la clínica, esto se debe al desconocimiento general de herramientas y metodologías que existen para la optimización de equipos y para llevar distintos controles y registros.

5-Maquinaria

En este punto donde se encuentra la maquinaria se debe mencionar que los equipos médicos que se utilizan para la odontología son especiales por lo que una unidad dental, equipo para rayos

X, las autoclaves y hasta los compresores que utilizan las unidades dentales tienen que ser mantenibles por técnicos especializados y por personal capacitado en esos equipos, los proveedores que venden y ofrecen el respectivo mantenimiento a este tipo de equipos son escasos y esto afecta si se daña un equipo de estos en la clínica porque la disponibilidad que tienen estos técnicos para ir a reparar estas máquinas no siempre es inmediata.

También se valora que la cantidad de equipos que tiene esta clínica son escasos, ejemplo de esto es que sólo hay un compresor, si bien este tiene la capacidad de abastecer el aire que necesitan las dos unidades dentales ¿Qué sucede cuando el compresor falla? Se detiene la atención de pacientes en la clínica, se atrasan las citas de los otros pacientes que requieren ser atendidos y esto impacta gravemente el ingreso económico del sitio.

Cabe mencionar que, asociado al punto anterior de que hay escasez de equipos, los que hay son sobre utilizados, esto genera un desgaste acelerado y a su vez reduce la vida útil de cada uno de ellos, aunado a esto el mantenimiento preventivo es deficiente lo que suma una mayor afectación.

6-Medición

Como último punto de análisis de este diagrama esta la medición en donde una de las causas es que no existen indicadores de control que permitan medir y monitorear valores cuantitativos sobre el desempeño de los equipos y mantenimientos, no hay manuales instructivos con información de cada uno de los equipos que permitan conocer ajustes, forma de utilización y ficha técnica de cada uno de ellos.

Falta de procedimientos que sirvan de guía sobre cada equipo donde indique cómo realizar un mantenimiento preventivo, cómo hacer el reemplazo de piezas que se dañen o el cambio de algún repuesto, finalmente mencionar la carencia de un plan de mantenimiento preventivo que abarque los principales equipos de la clínica dental.

Frecuencia de averías en equipos

Una vez que se analizan los registros obtenidos por los odontólogos de la clínica sobre las averías que han sufrido los equipos entre en año 2022 y el primer semestre del año 2023, estos se clasifican por cantidad de averías que tiene cada equipo indicando cuál equipo sufrió desperfectos en su funcionamiento, se obtiene la frecuencia, el porcentaje, la frecuencia acumulada y el

porcentaje acumulado, como se muestra en la Tabla 7 Frecuencia de averías de enero 2022 a junio 2023 que se muestra a continuación.

Tabla 7 Frecuencia de averías de enero 2022 a junio 2023

Reporte de averías de enero 2022 a junio 2023, 18 meses reportados						
Equipo	Cantidad de averías reportadas en 2022	Cantidad de averías reportadas en 2023	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia acumulada	Porcentaje acumulado
Unidad Dental "Silla" Consultorio #1	10	6	16	42,10%	16	42,10%
Compresor de aire	1	8	9	23,68%	25	65,78%
Unidad Dental "Silla" Consultorio #2	4	3	7	18,42%	32	84,20%
Aire acondicionado consultorio #1	2	0	2	5,26%	34	89,46%
Aire acondicionado consultorio #2	2	0	2	5,26%	36	94,72%
Equipo de rayos X	1	0	1	2,64%	37	97,36%
Autoclave	0	1	1	2,64%	38	100%
Totales:	20	18	38	100%		

Nota: Luis Antonio Herrera Montero

Diagrama de Pareto por frecuencia de averías

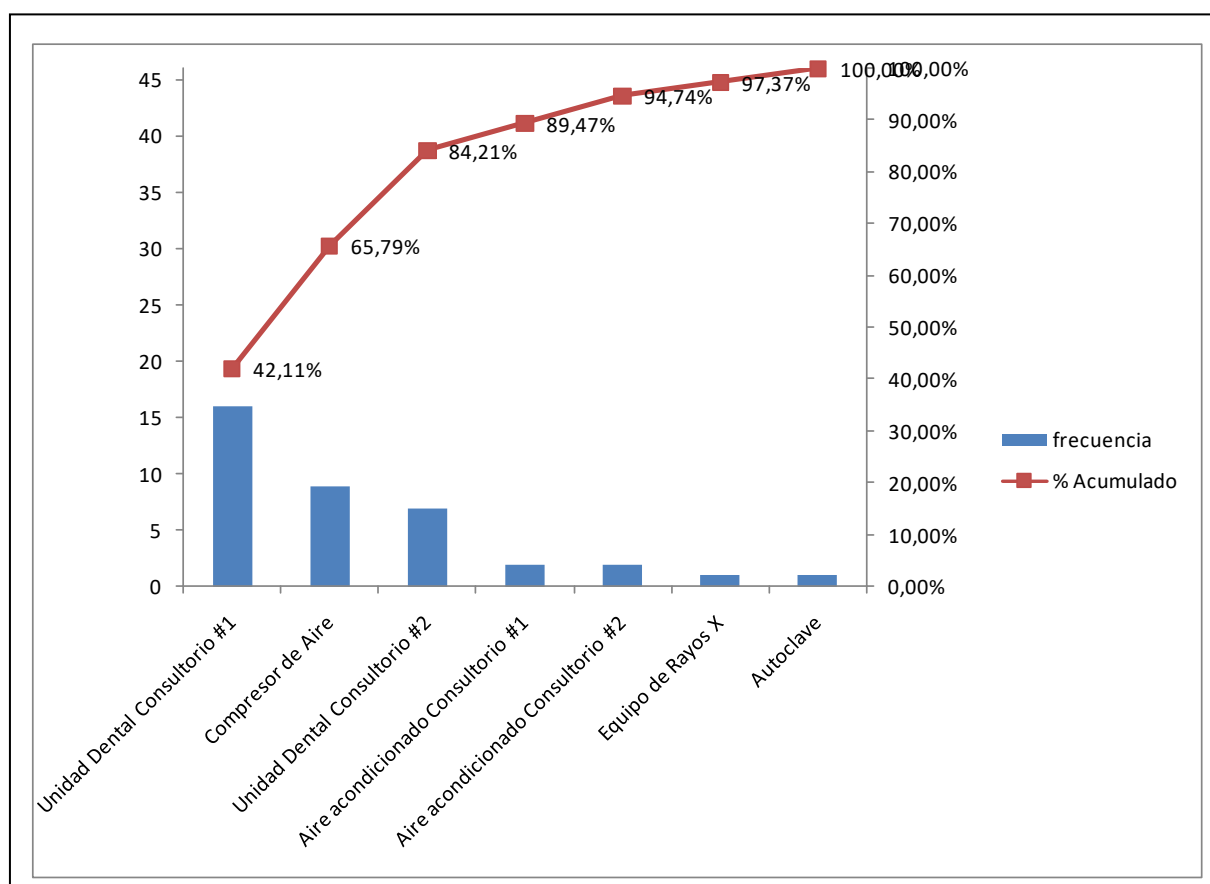
Una vez tabulados los datos de la Tabla 7 Frecuencia de averías de enero 2022 a junio 2023, se obtiene que de los siete equipos principales de la clínica dental, la unidad dental del consultorio número 1 es la que más reportes por averías contemplaron los dentistas con una frecuencia de 16 fallas entre el periodo estimado de los reportes, seguido del compresor que suma una frecuencia de 9 fallas, además la unidad dental del consultorio número 2 que registra una frecuencia de 7 fallas.

Los aires acondicionados, tanto el que está en el consultorio 1, cómo el que está en el consultorio 2, reportan 2 averías cada uno registradas en el periodo del 2022, el equipo de rayos X solo reporta una avería en el 2022 y finalmente la autoclave sólo reporta una avería durante el primer semestre del 2023.

Al realizar el diagrama de Pareto por la frecuencia de las averías, se obtiene que la mayoría de estas se encuentran en los primeros tres equipos que forman el 84,21% de los requerimientos de mantenimiento y una frecuencia acumulada de 32 reportes por fallas en el funcionamiento de esos equipos, los otros cuatro equipos, si bien presentan reportes por fallas, estas son las menos frecuentes en esos equipos siendo un 15,79% de los requerimientos restantes.

En la Figura 21 Diagrama de Pareto por frecuencia de averías se presentan los datos según su frecuencia y porcentaje acumulado que se muestran a continuación.

Figura 21 Diagrama de Pareto por frecuencia de averías



Nota: Luis Antonio Herrera Montero

De este modo se demuestra que el análisis del 80 – 20 obtenido con el diagrama de Pareto indica que los tres equipos con mayor criticidad de fallas son las dos unidades dentales y el

compresor de aire que abastece a las dos unidades dentales por lo que a continuación se enfocará en estos dos equipos.

Cantidad de fallas por grupo de equipos

En la siguiente Tabla 8 Cantidad de fallas por grupo de equipos se toman en cuenta cada uno de los equipos, estos se segmentaron por grupo de equipos iguales, siendo estos desglosados de la siguiente manera, para las unidades dentales de los consultorios #1 y #2, suma un total de 23 fallas, 14 de estas son registradas en el 2022 y las otras 9 en el primer semestre del 2023, por ser equipos idénticos las fallas que sufrieron ambos equipos en la mayoría de los casos fueron muy similares.

Para el caso de los aires acondicionados de los consultorios #1 y #2 se da el mismo panorama, las fallas se dan por causas similares y son equipos idénticos, ya para los equipos restantes sujetos de esta investigación, como el compresor de aire, el equipo de rayos X y la autoclave, estos tres últimos son equipos unitarios que también son sujetos mantenibles y serán analizados cada uno de ellos en la siguiente Tabla 8 Cantidad de fallas por grupo de equipos que se muestra a continuación.

Tabla 8 Cantidad de fallas por grupo de equipos

Grupo de Equipos	Cantidad de averías reportadas en 2022	Cantidad de averías reportadas en 2023	Total de fallas por grupo de equipos
Unidades Dentales	14	9	23
Aires acondicionados	4	0	4
Compresor de aire	1	8	9
Equipo de rayos X	1	0	1
Autoclave	0	1	1

Nota: Luis Antonio Herrera Montero

De esta tabla se destaca que los equipos con mayores fallas durante el periodo investigado proceden de las unidades dentales y el compresor que suman el 84,20% de los fallos y es donde se debe enfocar el siguiente paso.

Unidades Dentales

Las unidades dentales son de los equipos más importantes que puede tener una clínica dental, por su alto grado de utilización pueden ocurrir averías a través del tiempo, clasificando cada una de las fallas en esta clase de equipos con información suministrada por los odontólogos de la clínica, se obtienen los siguientes datos que se aprecian en la Tabla 9 Clasificación de fallas en las unidades dentales que se muestra a continuación.

Tabla 9 Clasificación de fallas en las unidades dentales

Tipo de falla en unidades dentales	Cantidad de averías reportadas en 2022	Cantidad de averías reportadas en 2023	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia acumulada	Porcentaje acumulado
Obstrucción en manguera de drenaje	8	5	13	56,52%	13	56,52%
Acoples dañados	4	2	6	26,09%	19	82,61%
Manguera de aire dañada	0	1	1	4,35%	20	86,96%
Manguera de agua dañada	1	0	1	4,35%	21	91,30%
Foco de lámpara dañado	1	0	1	4,35%	22	95,65%
Obstrucción de filtro	0	1	1	4,35%	23	100,00%
Total de fallas	14	9	23			

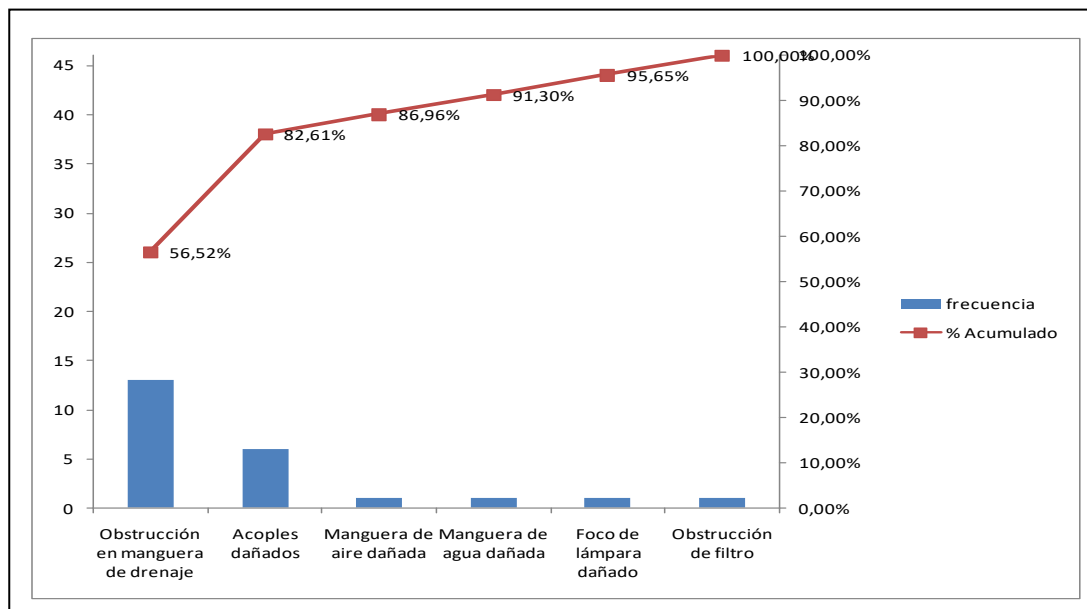
Nota: Luis Antonio Herrera Montero

La tabla anterior muestra que el problema en la obstrucción del drenaje es de un 56,52% de las averías que tienen las unidades dentales, seguido de los fallos por acoples dañados que son del 26,02% siendo estos dos tipos de daños los que más ocurren con este tipo de equipo sumando un

82,61% de las causas de fallas, por su parte, los otros tipos de fallas que son la manguera del aire dañada, la manguera del agua potable dañada, el foco de la lámpara dañado y la obstrucción de filtro juntos suman el 17,39% de las causas.

A continuación se presenta la Figura 22 Pareto de las Unidades Dentales donde se muestra el diagrama de Pareto por tipo de falla y porcentaje acumulado.

Figura 22 Pareto de las Unidades Dentales



Nota: Luis Antonio Herrera Montero

Las causas identificadas en el diagrama de Pareto anterior muestran que el problema más recurrente es la obstrucción en la manguera de drenaje, esto se debe a que por ese drenaje se evacúan residuos de materiales que salen de los tratamientos que se realizan a los pacientes, estos residuos pueden ser desde pedazos de calzas, agua y residuos biológicos como sangre, coágulos de sangre, trozos de dientes o saliva por mencionar algunos, estos con el tiempo de uso obstruyen las mangueras de drenaje provocando que no succione adecuadamente la unidad dental, además los acoples dañados que se identifican como la segunda causa de avería, estos acoples sujetan mangueras y tuberías que las unen con el equipo médico y con el tiempo de uso estos acoples pierden rigidez o se revientan y se caen provocando un paro en la utilización de los equipos hasta que se reemplacen por uno nuevo o sufran una reparación paliativa de emergencia que solventa el paro momentáneamente para no detener del todo el equipo, sin embargo no es la solución definitiva para el mantenimiento de este tipo de equipos.

Compresor de Aire

El compresor de aire es de los equipos secundarios más importantes ya que este brinda el abastecimiento necesario de aire comprimido y filtrado a presión que utilizan las unidades dentales, al ser estas semi neumáticas y poseer dispositivos que sólo pueden funcionar con el aire que provee esta máquina, el compresor cuenta con cuatro motores y a pesar de que este equipo tiene alrededor de tres años de adquirido por la clínica, no había presentado problema alguno en los dos primeros años salvo una válvula dañada que se le reemplazó en noviembre del 2022.

Claro está que al no tener conocimientos en mantenimiento, no vieron la necesidad de hacerle revisión alguna a este equipo, las complicaciones en el funcionamiento de este compresor empezaron a darse a principios de este año cuando los motores de este comenzaron a fallar en varias ocasiones como se puede observar en la Tabla 10 Clasificación de fallas en el compresor de aire que se muestra a continuación.

Tabla 10 Clasificación de fallas en el compresor de aire

Tipo de falla en compresor de aire	Cantidad de averías reportadas en 2022	Cantidad de averías reportadas en 2023	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia acumulada	Porcentaje acumulado
Motor dañado	0	5	5	55,56%	5	55,56%
Acople dañado	0	2	2	22,22%	7	77,78%
Válvula dañada	1	0	1	11,11%	8	88,89%
Manguera de aire dañada	0	1	1	11,11%	9	100%
Totales	1	8	9	100%		

Nota: Luis Antonio Herrera Montero

De esta Tabla 10 Clasificación de fallas en el compresor de aire se obtiene que los tipos de falla que se presentaron en el compresor son: en el 2022 una válvula dañada la cual la reemplazaron los mismos odontólogos de la clínica al día siguiente que la consiguieron, por su parte en el 2023 se presentan otros tipo de fallas, una de ellas es una manguera dañada que presentó una fisura por donde se fugaba el aire, la cual también fue reemplazada por uno de los odontólogos al momento en que se dañó, esto provocó que también fallara uno de los acoples de la manguera hacia el compresor que también se reemplazó en ese momento, el otro de los acoples

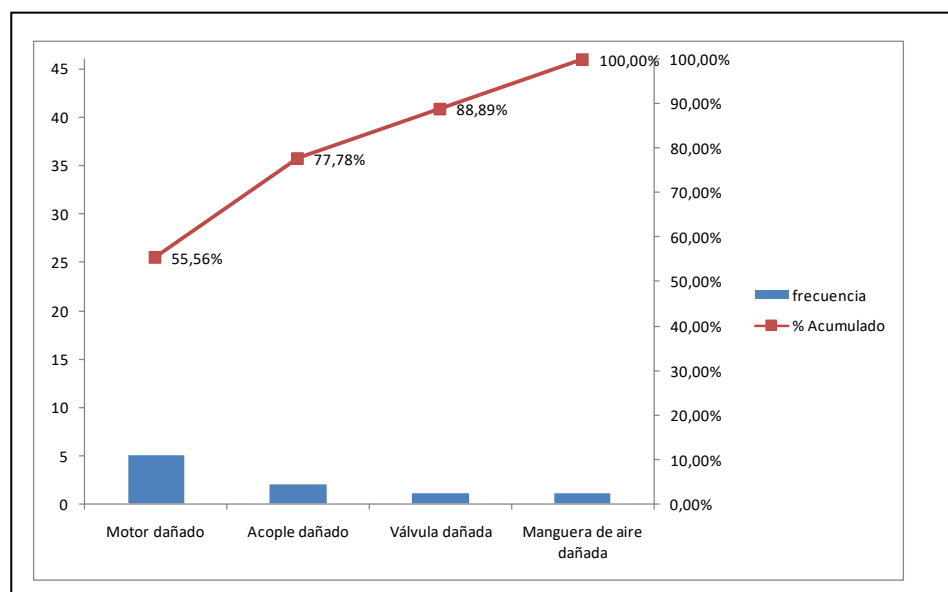
dañados se presentó un par de meses después que al no tener tensión de agarre se reemplazó por uno nuevo.

En el caso de los motores del compresor, estos presentan varios fallos que afectaron el buen funcionamiento del compresor ya que este al ser un equipo especial, posee cuatro motores que se encargan de abastecer el aire que hace funcionar a las dos unidades dentales, según la información obtenida producto de las conversaciones con los odontólogos de la clínica los motores han presentado un ruido extraño y uno de ellos se detuvo por completo a principios del 2023 por lo que decidieron llamar a un técnico especializado en ese equipo para que lo reparara, el mismo motor presentó un segundo fallo al mes siguiente por lo que volvieron a llamar al técnico para que lo revisara de nuevo a lo que este último recomendó cambiar el motor por uno nuevo.

Finalmente el otro motor falló por completo, fue reparado por los técnicos especializados en dos ocasiones distintas y a la tercera vez que falló por completo también se tuvo que cambiar por uno nuevo para que el compresor volviera a funcionar con normalidad.

A continuación se muestra en la Figura 23 Pareto de los fallos en el compresor el diagrama de Pareto con el gráfico de los fallos comentados.

Figura 23 Pareto de los fallos en el compresor



Nota: Luis Antonio Herrera Montero

En el gráfico se puede apreciar el porcentaje acumulado y la frecuencia de los fallos donde sólo los motores dañados representan un 55,56% de las causas en los paros que sufrió el compresor lo cual nos guía al siguiente paso que es el análisis de las causas.

Análisis de las Causas

En la siguiente parte se va a proceder a analizar las causas que se encontraron en los problemas destacados que se reflejaron tanto en la Figura 20 Diagrama de Ishikawa con las deficiencias de mantenimiento como en las: Tabla 7 Frecuencia de averías de enero 2022 a junio 2023, Tabla 8 Cantidad de fallas por grupo de equipos, Tabla 9 Clasificación de fallas en las unidades dentales y Tabla 10 Clasificación de fallas en el compresor de aire, esto con el fin de analizar todas las causas posibles y así poder determinar la afectación real de los equipos en la clínica dental.

Análisis modal de fallas y efectos (AMFE)

A continuación se muestra la Figura 24 Análisis modal de fallas y efectos (AMFE) donde se analizarán los fallos del compresor y las unidades dentales.

Figura 24 Análisis modal de fallas y efectos (AMFE)

Nombre de Proceso o Producto:	Unidad Dental y Compresor				Preparado por:	Luis Antonio Herrera Montero			
Encargado:	Clínica Dental Sonrisa Total				Fecha:	01-oct-23			
Pasos Clave del Proceso o Producto	Función	Modos de Falla Potenciales	Efectos de Fallas Potenciales	S E V	Causas Potenciales	O C U	Controles de Ocurrencia	D E T	N P R
Unidad Dental	Atención Médica Odontológica	Obstrucción en manguera de drenaje	No drenan los fluidos residuales, mal olor	6	Residuos biológicos que tapan el drenaje	6	No existen controles preventivos	8	288
		Acoples dañados	Mangueras y tuberías se suelten	5	Pierden tensión o rigidez a travez del tiempo	4	No hay un procedimiento preventivo para reemplazo de piezas desgastadas	5	100
		Manguera de aire dañada	Obstrucción de aire, perdida de presión de aire	5	Fisuras por desgaste	4		6	120
		Manguera de agua dañada	Fugas de agua, mal funcionamiento de implementos	5	Fisuras por desgaste	4		6	120
		Foco de lámpara dañado	Mala visibilidad de las cavidades en los pacientes	4	Bombillo cumple su ciclo de vida y no se usa el adecuado.	5		uso de repuesto genérico	7
		Cortes de electricidad en el fluido eléctrico	No se puede utilizar el equipo	5	Problemas externos en la compañía que brinda el servicio eléctrico.	4	No existen controles preventivos	6	120
		Obstrucción de filtros	Mal funcionamiento de dispositivos	4	Cumplen su ciclo de vida útil y no se reemplazan a tiempo	4	No existe un procedimiento de chequeo	9	144
Compresor de aire	Abastecimiento de aire comprimido hacia las unidades dentales	Motor dañado	no hay atención del cliente	6	Uso excesivo del equipo sin mantenimiento	7	No hay controles preventivos que indiquen un fallo en	9	378
		Cortes de electricidad en el fluido eléctrico	No se puede utilizar el equipo	5	Problemas externos en la compañía que brinda el servicio eléctrico.	4	No existen controles preventivos	6	120
		Acople dañado	retrazos en atención de pacientes	4	Falta de verificación de instrumental	6	No hay un procedimiento preventivo para reemplazo de piezas desgastadas	5	120
		Válvula dañada		4	4	4		64	
		Manguera de aire dañada		4	falta de inspección visual	4		4	64

Nota: Luis Antonio Herrera Montero

Una vez aplicado el (AMFE) Análisis modal de fallas y efectos se realiza con los equipos críticos que funcionan en la clínica dental, como se determina en la Figura 21 Diagrama de Pareto por frecuencia de averías siendo estos las dos unidades dentales y el compresor los que suman el 84,21% de los fallos, de estos, su función para las unidades dentales es brindar atención médica odontológica y la función del compresor es el abastecimiento de aire comprimido hacia las unidades dentales, los modos de falla potenciales se anotan para las unidades dentales y para el compresor, se determina de qué manera puede fallar, se anotan los efectos de las fallas potenciales, a estos se determina la severidad de su funcionamiento, también se evalúan las causas potenciales y se valora qué tan seguido ocurren los fallos, además se identifican si hay controles existentes o procedimientos preventivos que ayuden a detectar los fallos, con esta información se determina el (NPR) que es el número prioritario de riesgo como se aprecia en la Figura 5 muestra un ejemplo de (NPR) Número prioritario de riesgo, tomando los datos de la última columna del (AMFE) se encuentra (NPR) y sus causas potenciales, con esa información se crea la siguiente Tabla 11 Número de prioridad de riesgo (NPR) según causas potenciales que se muestra a continuación.

Tabla 11 Número de prioridad de riesgo (NPR) según causas potenciales

Cusas Potenciales	NPR
Uso excesivo del equipo sin mantenimiento preventivo	378
Residuos biológicos que tapan el drenaje	288
Cumplen su ciclo de vida útil y no se reemplazan a tiempo	144
Bombillo cumple su ciclo de vida útil y no se usa el adecuado.	140
Fugas por desgaste en mangueras de aire	120
Fugas por desgaste en mangueras de agua	120
Interrupción en el fluido eléctrico	120
Falta de verificación de instrumental en acoples dañados	120
Pérdida de tensión o rigidez a través del tiempo	100
Falta de inspección visual	64

Falta de verificación de instrumental en válvulas dañadas	64
---	----

Nota: Luis Antonio Herrera Montero

Con los datos ordenados en la Tabla 11 Número de prioridad de riesgo (NPR) según causas potenciales se procede a evaluar utilizando la ponderación que está en la Figura 5 muestra un ejemplo de (NPR) Número prioritario de riesgo donde se identifica que al no haber un NPR mayor a 500, no existe un alto riesgo de falla en los equipos analizados sin embargo si se logra identificar varias causas potenciales que presentan riesgo de falla media al encontrarse con rangos NPR que están entre 125 y 499, las cuales son:

1. Uso excesivo del equipo sin mantenimiento preventivo.
2. Residuos biológicos que tapan el drenaje.
3. Cumplen su ciclo de vida útil y no se reemplazan a tiempo.
4. Bombillo cumple su ciclo de vida útil y no se usa el adecuado.

A estas causas potenciales se les debe dar prioridad al clasificarse como riesgos de falla media según el rango de ponderación NPR, ya que son los principales problemas que afectan a las unidades dentales y al compresor, por su parte el resto de las causas potenciales tienen un riesgo bajo de fallo bajo al encontrarse en rangos NPR que están entre 1 y 124 las cuales se mencionan a continuación:

5. Fugas por desgaste en mangueras de aire.
6. Fugas por desgaste en mangueras de agua.
7. Falta de verificación de instrumental en acoples dañados.
8. Pérdida de tensión o rigidez a través del tiempo.
9. Interrupción en el fluido eléctrico.
10. Falta de verificación de instrumental en válvulas dañadas.

Si bien estas causas potenciales son de bajo riesgo y no amenazan la continuidad de funcionamiento de la clínica, es importante darles atención una vez que las primeras, las que presentan un riesgo de falla medio hayan sido solucionadas primero.

Afectación económica por fallos

Considerando los fallos que se analizaron anteriormente en la Tabla 8 Cantidad de fallas por grupo de equipos, se puede estimar una afectación económica, si bien, el Colegio de Cirujanos Dentistas de Costa Rica establece los honorarios y tarifas mínimas de las cuales se derivan diferentes montos según el tipo de tratamiento odontológico que reciba un paciente, para efectos

de este proyecto y de hacer una estimación económica se toma una tarifa promedio de ₡30000 colones por cada cita que recibe un paciente y el tiempo estimado que dura una cita es de 1 hora aproximadamente.

El horario de atención de la clínica es de 08:00am a 06:00pm de lunes a viernes con una hora de almuerzo que es de 12:00pm a 01:00pm, atendiendo un paciente por hora y tienen dos unidades dentales, quiere decir que la capacidad instalada de la clínica es de 20 pacientes atendidos por día, esto estima un ingreso aproximado de ₡600000 colones diarios con la agenda llena y sin que cancele cita ningún paciente, esta información también brinda la cantidad de clientes afectados por los paros, ya que, si algún equipo falla y ocasiona un paro total en la atención de clientes y este paro es de una hora, como en la clínica hay dos unidades dentales esto afectaría a 2 clientes al mismo tiempo, en el caso de que el paro se presente durante todo un día y en el horario de la clínica se puede programar 10 citas para cada consultorio, eso quiere decir que afectaría a 20 clientes en total durante ese día, en el caso de que el paro se presente sólo en una unidad dental durante todo un día, solo afectaría a 10 clientes que son los que se puede programar en una unidad dental, si la afectación se presenta en toda la clínica por 3 días, eso significaría una afectación de 60 clientes durante esos 3 días, a continuación se muestra la Figura 25 Horario de atención y costos por cita, con los costos y el horario de atención.

Figura 25 Horario de atención y costos por cita

Horario de atención	Pacientes atendidos por hora	Costo de consulta por Paciente	Ingresos por hora
08:00am	2	30000	60000
09:00am	2	30000	60000
10:00am	2	30000	60000
11:00am	2	30000	60000
12:00pm	2	30000	60000
02:00pm	2	30000	60000
03:00pm	2	30000	60000
04:00pm	2	30000	60000
05:00pm	2	30000	60000
06:00pm	2	30000	60000
Total	20	300000	600000

Nota: Luis Antonio Herrera Montero

A continuación se muestra la Tabla 12 Afectación económica con el detalle de la afectación económica estimada por causa de los fallos.

Tabla 12 Afectación económica

Clase de Equipos	Total de fallas por clase de equipos	Afectación en horas	Citas canceladas	Afectación económica en colones
Unidades Dentales	23	33	66	₡1.980.000
Aires acondicionados	4	4	8	₡240.000
Compresor de aire	9	54	108	₡3.240.000
Equipo de rayos X	1	10	20	₡600.000
Autoclave	1	1	2	₡60.000
Totales	38	102	204	₡6.120.000

Nota: Luis Antonio Herrera Montero

Analizando la Tabla 12 Afectación económica, cabe mencionar que la afectación en horas varía dependiendo de la falla, por ejemplo: de las fallas que sufrieron las unidades dentales que en total son 23, la afectación en horas fue de 33 horas para este equipo, esto afectó la atención de 66 pacientes y generó una afectación económica de ₡1.980.000, de los aires acondicionados la afectación fue de 4 horas, produjo la cancelación de 8 citas y una afectación económica de ₡240.000, en el caso del compresor de aire que abastece las dos unidades dentales, la afectación fue considerable, ya que entre los fallos que sufrió, 5 de ellos se debieron a alguno de los motores que tiene el compresor, lo que provocó que fueran canceladas 54 citas y una afectación económica de ₡3.240.000, para el caso del equipo de rayos x, este sólo sufrió un fallo en el periodo de investigación, pero este equipo es de vital importancia que con solo ese fallo, produjo una afectación económica de ₡600.000 por la cancelación de un día completo de atención que son 20 citas canceladas, por último la autoclave solo provocó la cancelación de 2 citas con una afectación de ₡60.000.

CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el presente capítulo se realizan las conclusiones y principales recomendaciones que ayuden a determinar aspectos relevantes respecto al análisis de la situación actual, a mostrar las deficiencias en la gestión de mantenimiento en la Clínica Dental Sonrisa Total por medio de las conclusiones obtenidas producto del diagnóstico previo del capítulo anterior y realizar las recomendaciones de cuál es la propuesta a implementar.

Conclusiones

Con la información obtenida del capítulo anterior, se derivan las siguientes conclusiones respecto a la situación actual de la Clínica Dental Sonrisa Total respecto a las deficiencias encontradas en la gestión de mantenimiento de los equipos críticos.

- Se concluye que actualmente la clínica no cuenta con ningún procedimiento en materia de mantenimiento, no existen programas que ayuden a controlar el adecuado funcionamiento de los equipos, a esto se le suma que no hay guías establecidas para realizar inspecciones de control ni listas de chequeo.
- No existe un cronograma ni un plan de capacitaciones de parte de los proveedores de la clínica, los odontólogos y su asistente no cuentan con los conocimientos necesarios en materia de mantenimiento preventivo que les permita realizar ajustes preventivos básicos, al no haber esta clase de capacitaciones, no tienen el conocimiento para detectar un fallo de manera preventiva que evite una complicación mayor en los equipos.
- Al no tener el conocimiento pertinente en mantenimiento preventivo por parte del personal de la clínica, desconocen que existen indicadores que se pueden implementar para medir o tener una idea de cómo está el rendimiento y confiabilidad de equipos por lo que nunca han visualizado la necesidad de tenerlos, sin embargo estos son necesarios.
- Los diagrama de causa y efecto en conjunto con los diagramas de Pareto y el análisis modal de fallas y efectos (AMFE) guían a la conclusión de que las causas potenciales que afectan el funcionamiento de los equipos críticos, principalmente son por falta de mantenimientos preventivos, la ausencia de un sistema que ayude a gestionar adecuadamente el mantenimiento de equipos, falta de capacitación en temas de mantenimiento lo que aunado a eso se deriva la falta de controles como listas de chequeo

y procedimientos que permitan inspeccionar periódicamente los equipos mantenibles y la trazabilidad en la ejecución para brindar oportunamente el mantenimiento preventivo.

- Con el análisis de los datos se logra estimar que existe una afectación producto del periodo investigado que va de enero 2022 a junio del 2023, siendo estos 18 meses con un total de 38 fallas en los equipos que produjeron una afectación de 102 horas, 204 citas canceladas y una afectación económica estimada en ₡6.120.000 de colones en total.

Recomendaciones

Basado en las conclusiones anteriores, se realizan las recomendaciones pertinentes para mejorar la confiabilidad de equipos y la gestión de los mantenimientos preventivos y correctivos en la Clínica Dental Sonrisa Total:

- Se recomienda crear un plan de capacitaciones en conjunto con los principales proveedores de equipos odontológicos y sus equipos auxiliares donde se brinden experiencias de aprendizaje en mantenimiento preventivo tanto a los odontólogos de la clínica como a su asistente y a futuro personal que pueda formar parte de la clínica.
- Además se recomienda crear procedimientos de control junto con listas de chequeo rutinario que permitan realizar inspecciones periódicas de verificación de funcionamiento de los equipos, esto con el fin de minimizar los mantenimientos correctivos.
- Es recomendable implementar la metodología 5S como parte de las acciones que se llevarán a cabo en la clínica, previo a implementar el TPM, esto porque crea espacios mejor adaptados para el trabajo, a su vez se crea una cultura de mejora continua en la clínica dental.
- Se recomienda contratar una empresa que brinde el servicio de mantenimiento a los equipos de la clínica, realizando visitas periódicas y programadas, que tengan técnicos especialistas en equipos médicos odontológicos además de otras áreas de especialización como los aires acondicionados.
- Finalmente se recomienda implementar un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) que permita definir una adecuada gestión de los equipos, establecer roles de inspección de funcionamiento y los controles adecuados que ayuden a realizar los mantenimientos preventivos pertinentes que minimicen los tiempos de paros y mantenimientos correctivos.

CAPÍTULO VI PROPUESTA

El presente capítulo permite desarrollar la propuesta del proyecto, conjugando el capítulo IV del análisis de la situación actual junto con el capítulo V con las conclusiones y recomendaciones donde, finalmente se propone una solución a las causas encontradas durante la investigación para así mejorar el servicio y la atención que brinda la clínica a todos sus clientes, esto con el fin de lograr el cumplimiento de los objetivos planteados al inicio del proyecto.

Propuesta

El principal propósito de este capítulo es diseñar un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para la Clínica Dental Sonrisa Total, establecer procesos que brinden mejoras en la confiabilidad de equipos, maximizando su rendimiento y durabilidad por medio de esta metodología llamada (TPM) Mantenimiento Productivo Total y las herramientas que conlleva para su implementación.

Los avances en el campo de la salud siempre tienden a mejorar los procedimientos médicos y a crear equipo con tecnologías modernas que brinden mejoras en la salud de la población, esto aplica para todas las ramas de la salud, incluyendo la odontología que es la que interesa en este proyecto, no obstante la ingeniería viene a aportar su granito de arena con iniciativas que mejorarán los procesos en este tipo de servicio de salud.

Para dar inicio con el diseño del TPM que es el objetivo principal de este trabajo, es recomendable desarrollar como complemento la metodología 5s ya que además de ser uno de los pilares del Mantenimiento productivo total, va a permitir un arranque ordenado a la hora de implementar el Mantenimiento Productivo Total.

Desarrollo de metodología 5S

Para dar inicio con la metodología de 5s se elabora una matriz con los conceptos base y el objetivo principal de cada una para que se facilite su comprensión y seguimiento, estos pasos son de fácil comprensión y no incurrir en gastos económicos extras, salvo por la capacitación, por lo que su aplicación es sencilla, aunque la clínica siempre se ve ordenada y limpia, la metodología 5S procura estandarizar el proceso y lo que pretende es mejorar el ambiente en el lugar de trabajo, creando una cultura de orden, organización y limpieza, a continuación se muestra en la Tabla 13 la matriz con las 5S donde se explica cada uno de los pasos de esta metodología, con el objetivo y los beneficios principales que se espera obtener en cada una de las etapas.

Tabla 13 Matriz para 5S

Matriz para 5s		
Etapas	Objetivo	Beneficios esperados
“Seiri” Organización y clasificación	Clasificar los elementos necesarios y eliminar todo lo que no es útil.	1) Crear áreas de trabajo seguras. 2) Libera espacio físico en la clínica.
“Seiton” Orden	Disponer de los elementos del trabajo en lugares seguros, donde no estorben, no se puedan caer o golpear.	1) Maximiza los tiempos y facilita el trabajo al momento de buscar algún elemento necesario. 2) Protege los objetos de golpes y deterioros. 3) Incentiva a la cultura del orden.
“Seiso” Limpieza	Eliminar suciedad de los equipos y del lugar de trabajo.	1) Mejora el ambiente y el aspecto visual de la clínica 2) Evita accidentes 3) Maximiza la vida útil de los equipos y de las instalaciones de la clínica
“Seiketsu” Pulcritud-Estandarizar	Mantener el orden, limpieza e higiene del lugar de trabajo.	1) Crea lugares ordenados. 2) Sensación de bienestar y armonía en el trabajo.
“Shitsuke” Rigor-Disciplina	Establecer un hábito en cada uno de los pasos anteriores y fomenta el respeto y la continuidad de las acciones realizadas.	1) Promueve la mejora continua. 2) Mantiene actividades constantes de orden, organización y limpieza.

Nota: Luis Antonio Herrera Montero

“Seiri” Organización: En esta etapa, el propósito principal es clasificar todos los elementos necesarios que se necesitan en la clínica y eliminar todo lo que no es útil, esto se realiza identificando en todas las áreas cuáles elementos son estrictamente necesarios, empezando por recepción con los documentos, cajas o artículos de oficina que ya no son útiles y eliminarlos, de igual forma en el baño, el pasillo principal que lleva de la sala de espera hasta los consultorios, en los consultorios clasificar los instrumentos ¿cuáles están en buen estado? ¿Cuáles son estrictamente necesarios? sacar lo que ya no es útil y desecharlo.

De igual forma en el área de esterilización clasificar los productos para esterilización y de limpieza, ver fechas de vencimiento, recipientes vacíos que no deben estar ahí, clasificar también

las materias primas, revisar su estado, fechas de vencimiento y eliminar todo lo que no es útil para que sea desechado.

Para realizar esta organización se facilita la siguiente herramienta que se presenta en la Tabla 14 Plantilla para Organización y Clasificación que se muestra a continuación,

Tabla 14 Plantilla para Organización y Clasificación

Plantilla para Organización y Clasificación			
Nombre de quién realiza la actividad:		Marcar con X	
Fecha de la actividad:		Sí	No
1	¿Los objetos están identificados o rotulados?		
2	¿Hay objetos que se encuentren obsoletos?		
3	¿Existen materiales con la fecha de vencimiento caducada?		
4	¿Hay recipientes, cajas, envases vacíos u otro tipo de residuos en el lugar?		
5	¿Los objetos considerados necesarios se encuentran organizados y debidamente identificados?		
Observaciones:			

Nota: Luis Antonio Herrera Montero

“Seiton” Orden: En esta etapa se busca ordenar todos los elementos del trabajo en lugares seguros, donde no estorben, que se encuentren debidamente identificados, donde no se puedan caer, romper o golpear.

Se trata de que todo en la clínica esté en su respectivo lugar, los archivos y expedientes de cada paciente ordenado alfabéticamente, los insumos de limpieza acomodados en su lugar, los insumos que se utilizan como materia prima que estén ordenados en su lugar correspondiente, de igual forma con los instrumentos o utensilios que utilizan los Odontólogos que se encuentren en orden en sus respectivos gabinetes para que se facilite su posterior utilización, que las resinas y herramientas pequeñas se encuentren identificadas y ordenadas, este orden facilitará el trabajo diario en la clínica y ahorrará tiempo al momento buscar lo necesario.

Para realizar este paso donde se va a ordenar lo que previamente se clasificó, se brinda la siguiente herramienta que se presenta en la Tabla 15 Plantilla para el Orden.

Tabla 15 Plantilla para el Orden

Plantilla para Ordenamiento			
Nombre de quién realiza la actividad:		Marcar con X	
Fecha de la actividad:		Sí	No
1	¿Los objetos están identificados o rotulados?		
2	¿Hay objetos que están ubicados en el lugar correspondiente?		
3	¿Existen objetos que presenten golpes, defectos o roturas?		
4	¿El orden existente de los objetos facilita el trabajo al momento de buscar lo necesario?		
5	¿Se dispone de un lugar adecuado y debidamente identificado para guardar los objetos que son necesarios?		

Observaciones:

Nota: Luis Antonio Herrera Montero

“Seiso” Limpieza: La limpieza es de las actividades diarias más importantes de cualquier lugar, esto porque se crea un ambiente de trabajo apto y agradable para laborar, también porque se eliminan bacterias, polvo y suciedad, además, la limpieza en los equipos mejora la vida útil de estos y evitando la obstrucción del funcionamiento de estos causada por acumulación de polvo u otros agentes contaminantes.

En el caso de la clínica, la limpieza de las áreas comunes se realiza diariamente, sin embargo, para cubrir esta parte siguiendo la metodología 5s, es necesario hacer una limpieza mucho más profunda, donde se abarquen rincones, gabinetes, estantes y principalmente equipos, haciendo limpieza profunda de todas las partes de cada máquina, esta parte de la limpieza se debe realizar diariamente, eliminando cualquier residuo o exceso de suciedad que pueda presentar los equipos, recordar las medidas de seguridad y desconectar los equipos eléctricos cuando se vaya a hacer la limpieza, con este tipo de actividad se crea una cultura de limpieza en toda la clínica con el fin de mantenerla en ese estado siempre.

Para efectuar este paso donde se va a realizar la limpieza profunda de todas las áreas y de todos los equipos que hay en la clínica, se brinda la siguiente herramienta que se presenta en la Tabla 16 Plantilla para la Limpieza que se presenta a continuación.

Tabla 16 Plantilla para la Limpieza

Plantilla para Limpieza			
Nombre de quién realiza la actividad:		Marcar con X	
Fecha de la actividad:		Sí	No
1	¿Las áreas de trabajo se encuentran limpias?		
2	¿Se eliminaron todas las fuentes que provocan contaminación y suciedad en el lugar de trabajo?		
3	¿Existen objetos, equipos o máquinas que presenten acumulación de suciedad, polvo, grasa o algún otro residuo contaminante?		
4	¿Existe alguna rutina de limpieza para los equipos de la clínica?		
5	¿Se dispone adecuadamente de los residuos o basura?		
6	¿Existe algún plan de reciclaje que permita gestionar adecuadamente los residuos?		

Observaciones:

Nota: Luis Antonio Herrera Montero

“Seiketsu” Pulcritud- Estandarizar: Para este punto lo que se busca es la estandarización de las primeras tres etapas, esto es, dando por sentado que las primeras tres etapas concluyeron exitosamente, la clasificación, la realización del orden y se concluyó satisfactoriamente la limpieza, ya en ese punto entra a regir la estandarización, esta juega un papel importante en las 5s porque establece parámetros y procedimientos que se pueden seguir realizando de forma estándar.

Para el caso de la clínica, lo que se pretende es que una vez que se hayan concluido las primeras tres etapas de clasificación, orden y limpieza, se espera estandarizar cada parte de este proceso, quedando registrado en algún tipo de documento creado para tal efecto, estos documentos pueden ser listas de chequeo donde quedan registradas las actividades realizadas, como también pueden ser procedimientos de operación estándar, también llamados (POES) donde quedan por escrito todas las actividades realizadas.

Para efectuar este paso donde se va a realizar el registro de todas las actividades que se realizaron en las tres etapas previas para estandarizarlas, se brinda la siguiente herramienta donde, para una mejor apreciación, se presenta en la Tabla 17 Plantilla para la Estandarización que se muestra a continuación.

Tabla 17 Plantilla para la Estandarización

Plantilla para Estandarización			
Nombre de quién realiza la actividad:		Marcar con X	
Fecha de la actividad:		Sí	No
1	¿Existen registros o listas de chequeo donde se lleve seguimiento de las actividades de clasificación, orden y limpieza?		
2	¿Existe un cronograma de trabajo que regule las actividades de clasificación, orden y limpieza?		
3	¿Se está dando seguimiento para estandarizar estas actividades?		
4	¿Se ha realizado alguna reunión de retroalimentación y seguimiento con el fin de estandarizar los procesos de clasificación, orden y limpieza?		
5	¿Se dispone de algún procedimiento de operación estándar (POE)?		
Observaciones:			

Nota: Luis Antonio Herrera Montero

“Shitsuke” Rigor-Disciplina: Establecer un hábito en cada uno de los pasos anteriores es una excelente forma de culminar cada una de las etapas anteriores para así cerrar con éxito las cinco etapas de las 5s, esto también fomenta el respeto y la continuidad de las acciones realizadas para cada una de estas partes ya que promueven la mejora continua y mantiene actividades constantes de orden, organización y limpieza donde la estandarización de las actividades y la cultura de la disciplina hacen de esta metodología una cultura que se repite como un ciclo cada vez que se necesita.

Para cerrar el ciclo de los pasos que se pretenden implementar en la clínica Dental, seguir cada uno de estos pasos y efectuarlos con la ayuda de cada una de estas plantillas que han sido diseñadas para cumplir con cada etapa de esta metodología 5S para lograr esta primera parte.

Para concluir con este paso donde se establece la disciplina de todas las actividades que se realizaron en todas etapas previas para crear una cultura de mejora continua, se brinda la siguiente herramienta que se presenta en la Tabla 18 Plantilla para el Rigor y Disciplina que se muestra a continuación.

Tabla 18 Plantilla para el Rigor y Disciplina

Plantilla para Rigor y Disciplina			
Nombre de quién realiza la actividad:		Marcar con X	
Fecha de la actividad:		Sí	No
1	¿Existe una cultura de realizar cada etapa acorde con lo establecido en las 5s?		
2	¿Existe la sinergia y pro actividad de realizar las tareas habituales para cumplir con los objetivos establecidos en las 5s?		
3	¿Se está dando seguimiento para realizar estas actividades con disciplina?		
4	¿Si dispone de alguna retroalimentación que aporte alguna idea positiva de desarrollo en esta metodología? Si la respuesta es "Sí" puede complementar la respuesta en la parte de observaciones.		
Observaciones:			

Nota: Luis Antonio Herrera Montero

Para poder cumplir con lo propuesto en las diferentes etapas del 5S se presenta a continuación la Figura 26 Cronograma de Implementación 5s donde se estima que la implementación debe iniciar con la capacitación, esto con el objetivo de que adquieran el conocimiento necesario para poder desarrollar adecuadamente cada una de las etapas de esta metodología y la capacitación en 5S tiene una duración de un mes.

A partir del mes 2 se empieza a desarrollar la primera etapa, llamada "Seiri", esta aborda el tema de la organización y clasificación, para la segunda etapa, se trata sobre el orden y se llama "Seiton" esta parte inicia a partir del mes 3, la etapa siguiente se llama "Seiso" que significa limpieza e inicia a partir del mes 6, la etapa llamada "Seiketsu", que significa pulcritud y estandarización da su inicio a partir del mes 8, la última de estas etapas se llama "Shitsuke", su significado es rigor y disciplina dando su inicio en el mes 10, todas estas etapas continúan su

desarrollo a partir de su primer mes de implementación y así sucesivamente durante cada mes siguiente.

En el cronograma se establecen reuniones de seguimiento donde se hará una evaluación por cada reunión con el objetivo de ir midiendo el avance de la implementación, además durante cada mes se llevará la documentación pertinente y se hará un análisis de resultados con el fin de ir midiendo desarrollo de toda la implementación, desde el mes 1 hasta el mes 17 que es cuando se puede considerar totalmente establecido el 5S.

A continuación se muestra la Figura 26 Cronograma de Implementación 5s

Figura 26 Cronograma de Implementación 5s

Cronograma de implementación del 5s																	
Implementación de 5S	Meses																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Capacitación en 5S	■																
Etapa "Seiri" Organización y clasificación		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Etapa "Seiton" Orden			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Etapa "Seiso" Limpieza					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Etapa "Seiketsu" Pulcritud- Estandarizar							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Etapa "Shitsuke" Rigor-Disciplina									■	■	■	■	■	■	■	■	■
Evaluaciones										■	■	■	■	■	■	■	■
Documentación y análisis de resultados	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Nota: Luis Antonio Herrera Montero

Desarrollo de la Metodología (TPM) Mantenimiento Productivo Total

El diseño de un sistema de mantenimiento productivo total como principal objetivo, permitirá asegurar mejores condiciones de mantenimiento para los equipos que se utilizan en la clínica dental, con mantenimientos autónomos y de calidad que maximiza la vida útil de los equipos.

A continuación se detallan los pasos a seguir para llevar a cabo las cuatro fases para la implantación del TPM en la Clínica Dental Sonrisa Total mostradas en la siguiente Tabla 19 Fases de Implementación TPM.

Tabla 19 Fases de Implementación TPM

Fases de Implementación del TPM		
Fase	Etapa	Pasos clave
1-Preparación	1-Decisión de Introducir la metodología TPM en la Clínica dental Sonrisa Total.	Los Odontólogos de la Clínica dan el aval y visto bueno de iniciar con el diseño del TPM

	2-Educación Introdutoria del TPM a todo el personal de la Clínica con seminario informativo	Realizar una sesión informativa donde se socialice el programa a los empleados, sub contratistas y proveedores de la clínica.
	3-Crear una estructura promocional sobre el TPM	Crear una campaña de gestión de mantenimiento autónomo y centrar las actividades de mejora
	4-Establecer políticas y objetivos TPM básicos	Analizar las condiciones actuales y establecer objetivos realizables.
	5-Diseñar el Plan Maestro	Diseño del plan que incluya en el TPM: 1) Mejoras orientadas. 2) Mantenimiento autónomo. 3) Mantenimiento planificado, 4) Capacitaciones 5) Gestión temprana de los equipos, 6) Mantenimiento de la calidad 7) Gestión de la seguridad y el medio ambiente.
2-Introducción	6-Salida Inicial del Proyecto	La salida Inicial del Proyecto debe hacerse con todos los involucrados: Los Propietarios de la Clínica, sus empleados, Servicios por terceros y proveedores
3-Implantación	7-Mejora orientada a los equipos	Analizar la efectividad de los equipos según sus fallas prioritarias con el fin de mejorarlas
	8--Gestión temprana de los equipos de la Clínica	Aumentar la confiabilidad de los equipos mediante mantenimientos sencillos, fáciles de aplicar.
	9-Mantenimiento de Calidad	Inspeccionando las tareas comunes y llevando registros de mantenimientos.
	10-TPM en departamentos administrativos	El TPM se puede extender a la recepción con los equipos de oficina que ahí se utilizan.
	11-Gestión de la seguridad y el entorno	Mantener niveles de seguridad óptimos para prevenir accidentes
4-Consolidación	12-Consolidación de los niveles alcanzados y mejora de metas	Mantener y mejorar los resultados alcanzados como un sistema de mejora continua.

Nota: Luis Antonio Herrera Montero

Fase 1 Preparación del TPM

La primera de fase es la de preparación, esta parte tiene como objetivo principal realizar todo lo referente a la planificación sobre la implementación del TPM para la Clínica Dental Sonrisa Total, esta fase de preparación consta de cinco pasos, para empezar se requiere el compromiso de

los administradores brindando el aval y dando el anuncio oficial del proyecto, parte de la socialización de la información consta de brindar una sesión informativa para todos los involucrados en el proyecto.

Como parte de estas actividades, se contempla crear planes de formación para cada nivel del proyecto, es importante para establecer las políticas y los objetivos básicos del TPM.

En el paso 5 de la preparación se encuentra el diseño de un plan maestro, aunque no hay una única manera de crear un Plan Maestro lo que más aconsejan expertos en la materia es que debe tener mejoras orientadas, mantenimientos autónomos y mantenimientos planificados, capacitaciones, una gestión inicial en los equipos involucrados, mantenimiento de calidad, incluir a otras áreas como por ejemplo la administrativa, aunque para este caso es la recepción y una adecuada gestión en la seguridad y el entorno con el fin de asegurar los mantenimientos y prevenir accidentes.

Paso 1 Decisión de Introducir la metodología TPM en la Clínica Dental Sonrisa Total.

Para cumplir con este paso, los propietarios y Odontólogos de la Clínica, el Dr. Jiménez y el Dr. Carvajal deben tomar la decisión de implementar y mantener el compromiso de que se lleve a cabo todos los pasos de la metodología TPM en la Clínica Dental, esta decisión deben de transmitírsela a sus empleados, contratos de especialistas por terceros y a los proveedores que brindan la asesoría al equipo odontológico y los materiales dentales que se consumen en la clínica.

La forma en que se comparta la información sobre la decisión tomada puede ser realizada en una reunión presencial o virtual, también puede hacerse por correo electrónico,

Paso 2 Educación Introductoria del TPM

En este paso hay que hacer una sesión introductoria sobre el TPM, explicar de qué se trata esta metodología, los conceptos que involucra y el paso a paso del cómo se va a ir aplicando, informar sobre los beneficios que traerá y cuál es el rol que cada uno de los actores de la clínica va a desempeñar, se puede hacer una sesión presencial para todo el personal o virtual, lo importante es socializarlo y dar a conocer de qué se trata el TPM, los beneficios que traerá la implementación de esta metodología en el centro de trabajo, los cambios favorables y las mejoras que esto tiene.

Este seminario informativo debe ser dirigido a todo el personal que labora en clínica, a los profesionales que contraten para que realicen procedimientos especiales, que son subcontratados como servicios profesionales realizados por terceros y a los proveedores también.

Paso 3 Crear una estructura promocional sobre el TPM

Al ser la clínica dental un centro de trabajo relativamente pequeño, cuenta con solo tres funcionarios en su base de trabajo diario, estos son los dos odontólogos que a su vez son los propietarios del lugar y una asistente, en ciertas ocasiones contratan servicios de especialistas que llegan a la clínica a brindar alguna especialidad dental, pero este personal extra solo está en ciertos momentos, los que se mantienen fijos son solo los tres que se mencionaron primero, de este modo el grupo de gestión que va a tener a cargo las actividades de mejora va a ser el de los dos odontólogos principales y su asistente, claro está que si en un futuro contratan personal extra en la clínica, este nuevo personal deberá de integrarse también al equipo de gestión del TPM.

Paso 4 Establecer políticas y objetivos TPM básicos

Para llevar a cabo este paso, se debe analizar las condiciones actuales de los equipos odontológicos de la clínica y establecer objetivos que sean realizables para este proyecto.

Las condiciones actuales de los equipos se logran apreciar en el capítulo IV, en la sección de análisis de las causas donde se revisaron las causas potenciales de los problemas que están presentando los equipos odontológicos de la clínica dental y se realizó un análisis modal de fallas y efectos (AMFE) además de una serie de diagramas y tablas que muestran las deficiencias de los principales equipos, siendo estos las dos unidades dentales y el compresor.

Como parte de los objetivos realizables para la implementación del TPM destacan los siguientes:

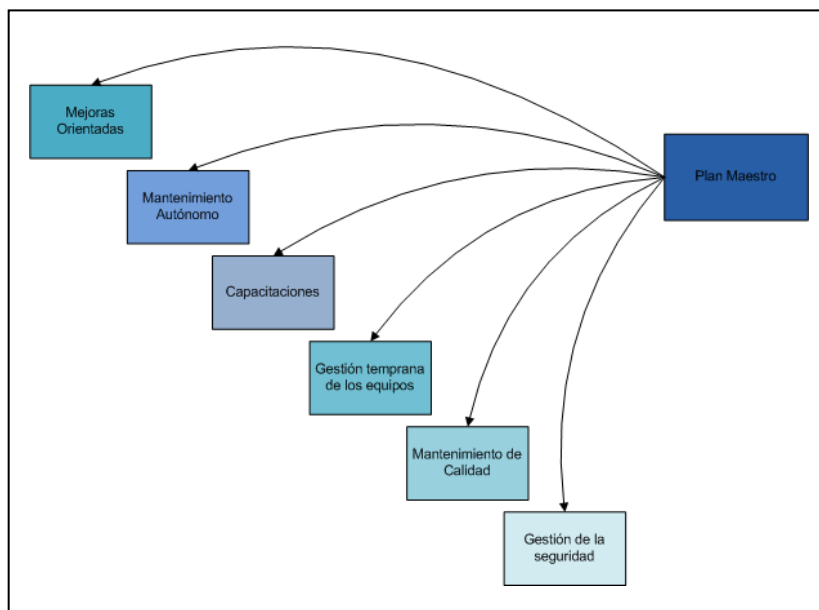
- Capacitar al equipo que se va a encargar de ejecutar los mantenimientos en el TPM.
- Maximizar la disponibilidad de los equipos en la clínica dental.
- Crear herramientas que faciliten el registro de las actividades de mantenimiento sean estas: listas de chequeo o un manual de procedimientos para realizar los mantenimientos.

Paso 5 Diseñar el Plan Maestro

Parte fundamental de este proyecto es el de diseñar un sistema de Mantenimiento Productivo Total, en este se destaca la importancia del paso cinco, donde se establecen las actividades principales del Plan Maestro, integrando las mejoras orientadas al proyecto, el desarrollo del

mantenimiento autónomo, se establecen cuáles son las capacitaciones que permitan adquirir los conocimientos necesarios para el óptimo desarrollo del TPM, la gestión temprana de los equipos, el mantenimiento de calidad y la gestión de la seguridad, como se muestra en la siguiente Figura 27 Plan Maestro TPM.

Figura 27 Plan Maestro TPM



Nota: Luis Antonio Herrera Montero

Mejoras Orientadas

Para el desarrollo de las mejoras orientadas, se elabora un procedimiento para el mantenimiento de los equipos de la clínica Dental Sonrisa Total, este procedimiento es la base para que se sigan una serie de pautas que servirán de guía en la implementación del Sistema de Mantenimiento Productivo Total, cabe resaltar que este es el primer procedimiento enfocado exclusivamente al mantenimiento de los equipos de la clínica dental.

Para la creación de las listas de chequeo que se van a implementar durante en el TPM, este procedimiento es de gran utilidad, así como también se puede considerar como un documento oficial de la clínica siendo esta su primer versión para el mantenimiento, dando pie para futuras versiones que surjan con el tiempo y que puedan ser modificadas según las necesidades enfocadas en la mejora continua.

En su primer página presenta el encabezado con el título, un espacio para que se le asigne la vigencia que, en este caso se deja en blanco para que se le asigne el año de vigencia cuando entra

a regir, un espacio donde va la versión que , en este caso esta sería la primer versión, por eso se le agregó el numeral: 001, un recuadro con información de quien elabora el procedimiento con el puesto, firma y fecha, seguido de otro recuadro para uno de los que revisan el procedimiento con el nombre, puesto en la clínica, espacio para firma y fecha, se presenta en la siguiente Figura 28 Procedimiento para el mantenimiento de equipos, pág. 1

Figura 28 Procedimiento para el mantenimiento de equipos, pág. 1.

PROCEDIMIENTO PARA EL MANTENIMIENTO DE EQUIPOS EN LA CLÍNICA DENTAL SONRISA TOTAL			
VERSIÓN - 001	VIGENCIA: _____		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 5px;"> Elaborado por: <u>Ing. Luis Antonio Herrera Montero</u> Puesto: <u>Estudiante Licenciatura en Ingeniería Industrial UIA</u> Firma: _____ Fecha: _____ </td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;"> Revisado por: <u>Dr. Jairo Carvajal</u> Puesto: <u>Odontólogo</u> Firma: _____ Fecha: _____ </td> </tr> </table>		Elaborado por: <u>Ing. Luis Antonio Herrera Montero</u> Puesto: <u>Estudiante Licenciatura en Ingeniería Industrial UIA</u> Firma: _____ Fecha: _____	Revisado por: <u>Dr. Jairo Carvajal</u> Puesto: <u>Odontólogo</u> Firma: _____ Fecha: _____
Elaborado por: <u>Ing. Luis Antonio Herrera Montero</u> Puesto: <u>Estudiante Licenciatura en Ingeniería Industrial UIA</u> Firma: _____ Fecha: _____			
Revisado por: <u>Dr. Jairo Carvajal</u> Puesto: <u>Odontólogo</u> Firma: _____ Fecha: _____			

Nota: Luis Antonio Herrera Montero

En su segunda página se puede apreciar el segundo recuadro para el otro de los odontólogos que revisan el procedimiento con un espacio para el nombre, puesto en la clínica, espacio para firma y fecha, de igual forma otro recuadro para quien vaya a aprobar el procedimiento, también con el puesto que ocupa, espacio para firma y fecha.

El primer punto menciona el objetivo de este procedimiento que es: establecer los pasos a seguir para la inspección, revisión e intervención de los equipos principales en la Clínica Dental Sonrisa Total, en su segundo punto menciona el alcance del procedimiento, donde menciona que aplica para todos los equipos principales que son utilizados en la atención odontológica de la clínica y nombra los equipos principales, siendo estos las unidades dentales, los aires acondicionados, el equipo de rayos x, la autoclave y el compresor de aire.

También menciona su aplicabilidad a todo documento que tiene que ver con listas de chequeo, registros y bitácoras, a continuación se muestra la Figura 29 Procedimiento para el mantenimiento de equipos, pág. 2.

Figura 29 Procedimiento para el mantenimiento de equipos, pág. 2.

Revisado por: <u>Dr. Manuel Jiménez</u> Puesto: <u>Odontólogo</u> Firma: _____ Fecha: _____
Aprobado por: _____ Puesto: _____ Firma: _____ Fecha: _____

I

1. OBJETIVO:
Establecer los pasos a seguir para la inspección, revisión e Intervención de los equipos principales de la Clínica Dental Sonrisa Total.

2. ALCANCE:
Este procedimiento se aplica para todos los equipos principales utilizados en la atención odontológica de pacientes de la clínica dental Sonrisa Total, estos equipos son: (Unidades dentales, Compresor, Equipo de Rayos X, Auto clave, Aires Acondicionados).

3. APLICABILIDAD:

- Aplica para todo documento que tenga que ver con registros, listas de chequeo o bitácora de anotaciones de la Clínica Dental Sonrisa Total y debe ser conocido por el personal interesado e involucrado.

Nota: Luis Antonio Herrera Montero

A continuación se muestra la Figura 30 Procedimiento para el mantenimiento de equipos, pág. 3.

Figura 30 Procedimiento para el mantenimiento de equipos, pág. 3.

• Lea en su totalidad el presente documento. Posterior a la lectura del mismo, firme el Registro RF-001, para que confirme su entendido y puesta en marcha.

4. RESPONSABLES:

- Los encargados de realizar la inspección, verificación y mantenimiento son los funcionarios de la Clínica Dental Sonrisa Total.
- El Dr. Carvajal y el Dr. Jiménez serán los responsables de la adecuada puesta en marcha de este procedimiento.

5. IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD QUE DEBEN USARSE ANTES DE REALIZAR EL MANTENIMIENTO

5.1 Equipo de seguridad

- ✓ Casco de seguridad
- ✓ Gafas de seguridad
- ✓ Guantes de seguridad
- ✓ Máscara

6.2. Herramientas

- ✓ Las necesarias para realizar el trabajo

6.3. Consumibles:

- ✓ Guantes de látex desechables
- ✓ Desinfectante
- ✓ Alcohol
- ✓ Paños para limpieza

Nota: Luis Antonio Herrera Montero

En la página anterior se puede apreciar los puntos cuatro, cinco y seis del procedimiento con indicaciones varias y pasos a seguir sobre implementos de seguridad, herramientas y otros consumibles que se pueden necesitar durante el mantenimiento.

En la siguiente Figura 31 Procedimiento para el mantenimiento de equipos, pág. 4., se aprecia el punto siete con una descripción detallada de actividades que se deben seguir en el procedimiento.

Figura 31 Procedimiento para el mantenimiento de equipos, pág. 4.

<p>7. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES.</p> <p>7.1. Para realizar en forma correcta la inspección análisis e intervención efectiva de los equipos, se deberá contar con los repuestos, herramientas y consumibles antes de proceder con la atención del equipo.</p> <p>7.2. Una vez en proceso de intervención el funcionario deberá completar el mantenimiento administrando el tiempo de manera adecuada cumpliendo el lapso de tiempo asignado por la jefatura para no afectar la gestión productiva.</p> <p>7.3. Una vez realizadas las revisiones o mantenimientos se llenarán sus respectivas documentaciones, anotaciones en bitácoras o listas de chequeo.</p> <p>7.4. Será obligación del encargado que realiza la inspección de mantenimiento:</p> <p>7.4.1. Notificar al superior inmediato e intervenir los equipos cuando se detecte una falla o inicio de falla.</p> <p>7.4.2. Asegurarse de que están desconectados los suministros electromecánicos previo a iniciar la intervención</p> <p>7.4.3. Contar con los repuestos y consumibles necesarios para la adecuada intervención del equipo, de no contar con estos deberá notificar a la jefatura para que realicen las coordinaciones necesarias.</p> <p>7.4.4. Notificar de inmediato a la jefatura respectiva cualquier anomalía que detecte (daños al equipo).</p> <p>7.4.5. Realizar los trabajos de intervención sin tener elementos distractores que afecten la integridad física, infraestructura o equipos.</p> <p>7.4.6. Realizar los trabajos de manera ordenada asegurando que no se bloquee áreas de paso.</p> <p>7.4.7. Estar y/o mantenerse en el área asignada en tiempo y forma durante las intervenciones o trabajos de mantenimiento.</p>
--

Nota: Luis Antonio Herrera Montero

A continuación se puede apreciar la Figura 32 Procedimiento para el mantenimiento de equipos, pág. 5., con un control de lectura del procedimiento.

Figura 32 Procedimiento para el mantenimiento de equipos, pág. 5.

<p>7.4.8. Realizar las pruebas operativas del equipo intervenido.</p> <p>7.4.9. Una vez terminado y aprobado la intervención del equipo deberá :</p> <p>7.4.9.1. Realizar la limpieza adecuada del área (limpieza de desechos, derrames etc.).</p> <p>7.4.9.2. Colocar sus herramientas y equipos en las áreas asignadas para estos.</p> <p>7.4.9.3. Asegurarse de que se conecta y quedan funcionales los suministros electromecánicos posterior a la intervención</p> <p>7.4.9.4. Llenar la documentación (boletas de control, hojas de diagnóstico, bitácoras etc.) en tiempo y forma efectivas inmediatamente al finalizar el trabajo o intervención del equipo.</p> <p>7.4.9.5. Llenar la documentación correctamente sin tachones o marcas ajenas a las indicadas en el documento.</p> <p>8. CONTROL DE LECTURA DEL PROCEDIMIENTO</p> <p style="text-align: center;">REGISTRO DE LECTURA (Registro RF-001) PROCEDIMIENTO PARA EL MANTENIMIENTO DE EQUIPOS EN LA CLÍNICA DENTAL SONRISA TOTAL</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>NOMBRE</th> <th>FIRMA</th> <th>FECHA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>	NOMBRE	FIRMA	FECHA																		
NOMBRE	FIRMA	FECHA																			

Nota: Luis Antonio Herrera Montero

Mantenimiento Autónomo

El mantenimiento autónomo (MA) es realizado por el personal de primer nivel, esto quiere decir que es realizado por los usuarios de las máquinas, que no necesariamente son técnicos en mantenimiento los que realizan esta actividad y por el contrario puede ser aplicado por cualquier persona en la búsqueda de mejoramiento continuo y mejora en la confiabilidad de los equipos de la clínica.

A continuación se presenta el plan de mantenimiento autónomo para la clínica Dental Sonrisa Total en la Tabla 20 Plan de Mantenimiento Autónomo., con sus respectivos pasos y sus acciones recomendadas.

Tabla 20 Plan de Mantenimiento Autónomo.

Plan de Mantenimiento Autónomo				
Paso	Anomalías	Acciones Recomendadas	Cumple	No cumple
1.Elementos en mal estado	Suciedad, acumulación de grasa, fisuras, grietas, mal olor, vibraciones, elementos sueltos, alta temperatura, riesgo de seguridad.	Limpiar polvo, eliminar basura del equipo, ajustar piezas sueltas, detectar y reportar vibraciones y objetos sueltos, reparar mal funcionamiento.		
2.Presencia de lubricación defectuosa	Suciedad en lubricantes, mangueras dobladas, contenedor de suministro en mal estado, fugas, indicadores de niveles inexistentes o borrosos.	Cambiar lubricantes, reemplazar mangueras dañadas, reemplazar contenedores en mal estado, reparar fugas, instalación de niveles de control, reemplazar acoples de las mangueras dañadas.		
3.Acceso limitado	Presenta acceso restringido sea por altura o estrechez, hacinamiento de espacio.	Adecuación del equipo en lugar que sea apto y con mejor acceso para realizar mantenimientos.		
4.Contaminación presente	Derrames de pintura, lubricantes, gas, humo, derrame de otro tipo de líquidos.	Limpieza de líquidos derramados, reemplazar contenedores dañados por otros que se encuentren en buen estado.		
5.Presencia de elementos extraños	Tornillos sueltos, piezas desmontadas, elementos de recambio en mal	Ajustar tornillos sueltos, colocar piezas en su lugar y ajustarlas adecuadamente.		

	estado o sueltos.			
6. Proceso fuera de control	Variables presentes que impactan la calidad o estándar inexistente.	Estandarización de procesos mediante rutinas de mantenimiento.		
7. Riesgo en seguridad	Falta de tapas o dispositivos de seguridad, ausencia de alarmas, luces de emergencia, falta de señalización de seguridad.	Colocar alarmas, rótulos, etiquetas o señalización de seguridad.		

Marcar con una X en la columna si cumple o No cumple, anotar en observaciones cualquier sugerencia.

Observaciones:

Nombre:

Fecha:

Nota: Luis Antonio Herrera Montero

En el plan de mantenimiento autónomo se presentan los siete pasos que sirven de guía para ejecutar cada uno, se explican a continuación:

Paso 1. Elementos en mal estado: Este paso sugiere de varias anomalías como lo son la presencia de suciedad, presencia de fisuras, elementos sueltos, con grietas o vibraciones y brinda entre las acciones recomendadas para la atención de estas anomalías, limpiar el polvo y suciedad, eliminar cualquier basura que presente el equipo, esta basura puede ser que se haya acumulado por causas ajenas o también puede ser producto de alguna pieza rota, reportar las vibraciones, objetos sueltos y reparar el mal funcionamiento.

Paso 2. Presencia de lubricación defectuosa: Para la atención del segundo paso, las anomalías que denota son, suciedad en lubricantes, mangueras dobladas y en mal estado así como los acoples que sujetan estas mangueras, contenedores para el suministro en mal estado o con fugas e indicadores de niveles que están borrosos o en algunos casos son inexistentes, las acciones recomendadas para corregir este paso, se debe realizar el cambio de esos lubricantes por nuevos, se recomienda reemplazar las mangueras y acoples que estén dañados, reparar las fugas presentes y aplicar la instalación de niveles de control.

Paso 3. Acceso Limitado: En este paso se mencionan los espacios que presentan hacinamiento o que el acceso es muy restringido por el espacio donde se encuentran ubicados algunos equipos, ya sea por la altura que presenta ese espacio o por ser muy reducido y dificulta

la atención de mantenimiento a esos equipos, para la corrección de este paso, las acciones recomendadas sugieren la ubicación de esos equipos en un lugar que sea apto para la manipulación o reparación de esos activos.

Paso 4. Contaminación Presente: La contaminación presente menciona los derrames de pintura, lubricantes y cualquier otro tipo de líquidos que puedan presentar alguna fuga o derrame, inclusive si es humo o algún tipo de gas, entre las acciones recomendadas para corregir este problema, se encuentran reemplazar los contenedores dañados o en mal estado por contenedores que contengan los derrames que se encuentren en óptimas condiciones y la limpieza de los líquidos derramados.

Paso 5. Presencia de elementos extraños: Los elementos extraños pueden ser todo tipo de tornillos y piezas sueltas, acoples, y otras piezas que podrían tener un recambio que se deba realizar con regularidad y que se llegan a soltar por falta de mantenimiento adecuado, para solucionar esta parte, las acciones recomendadas son: reajustar cualquier tornillo que se encuentre suelto y reemplazar gases o acoples que pierden rigidez con el tiempo, reajustar piezas sueltas y colocar en su lugar aquellas piezas que se encuentren sueltas.

Paso 6. Proceso fuera de control: Este paso menciona que pueden existir variables que afectan la calidad en los procesos porque suelen salirse del estándar habitual del proceso y puede ocurrir por mal funcionamiento de algún equipo, para solventar este paso se recomienda la aplicación de hojas de verificación donde se facilite el registro de cualquier anomalía y permita estandarizar las rutinas de mantenimiento.

Paso 7. Riesgo en Seguridad: Como último paso para llevar a cabo un plan de mantenimiento es importante mencionar lo que tiene que ver con la seguridad, en este caso pueden ser falta de dispositivos de seguridad o partes de algún equipo que no se encuentra colocado en el lugar donde pertenece, también cabe mencionar que pueden presentarse ausencia de luces, alarmas, falta de rótulos o indicaciones de seguridad, para la atención de este punto se recomienda la instalación de alarmas y luces, también la señalización adecuada con información relevante en seguridad.

Gestión Temprana de los Equipos

La gestión temprana de los equipos es la atención a tiempo que se le brinda a un equipo de forma oportuna, esto forma parte de los mantenimientos que se brinden en tiempo y forma a los equipos donde queda registrado en hojas de verificación los avances y revisiones que se realizan

ya sea como mantenimientos diarios, semanales, mensuales, trimestrales, semestrales o anuales, todo depende de la continuidad en el uso de los equipos, si estos se usan diariamente varias horas al día durante la jornada laboral, lo más recomendable es que la gestión temprana de los equipos se realice diariamente y que de ahí en adelante se valore si el equipo necesita como gestión temprana un chequeo diario, semanal o mensual, según sea la necesidad o periodo de tiempo a gestionar, por eso la importancia de que quede registrado el momento en que se realizó cada mantenimiento.

Mantenimiento de Calidad

Uno de los pilares del TPM es el mantenimiento de calidad, esto tiene que ver con las acciones que se realizan orientadas al cuidado de los equipos para que estos no presenten defectos en su funcionamiento y que se encuentren dentro de los estándares técnicos del equipo. Parte de esas actividades son las de observar el funcionamiento correcto, si presenta variaciones, entonces tener la capacidad de identificar esas diferencias a tiempo con el objetivo de adelantarse al fallo, para prevenir situaciones atípicas que afecten la operación y funcionamiento de los equipos.

Muchas de estas acciones se van identificando mediante la observación, por eso la importancia de implementar las hojas de verificación donde se pueden ir registrando los diferentes tipos de fallos, la frecuencia de los mantenimientos, realizar registros fotográficos de los mantenimientos efectuados y anotar cualquier anomalía.

Gestión de la Seguridad

Dentro de la gestión de la seguridad se recomienda en cada una de las hojas de verificación, utilizar equipo de protección personal como guantes de látex o de nitrilo para cuando deben realizarse limpiezas a los equipos, también es recomendable el uso de lentes de protección y mascarillas cuando se van a realizar trabajos en los desagües de las pilas y los drenajes de las unidades dentales y cambios de filtros, esto porque ahí se encuentran residuos biológicos que pueden representar un riesgo a la salud y la seguridad de quienes realizan los mantenimientos.

También, parte de la gestión de la seguridad es la de desconectar el fluido eléctrico de los equipos a los que se les esté realizando algún tipo de mantenimiento y se debe verificar que se encuentre apagado y desconectado, además de cerrar cualquier válvula ya sea esta de agua o de aire con el fin de evitar accidentes durante la manipulación de los equipos.

Para cubrir este punto se elaboran varias hojas de verificación, llamadas también “listas de chequeo” que servirán para realizar los controles en los mantenimientos de los equipos principales de la Clínica Dental Sonrisa Total, las mismas que se muestran a partir de la Figura 33 Registro Control diario Mantenimiento Unidad Dental que se muestra a continuación.

Figura 33 Registro Control diario Mantenimiento Unidad Dental

CLÍNICA DENTAL SONRISA TOTAL		
	Código de Registro: RG - 002	Pág. 1 de 1
Registro Control <u>Diario</u> de Mantenimiento de la Unidad Dental		
Unidad dental del consultorio:		
Ítem	Descripción	Estado
1	Desconectar la Unidad Dental antes de realizar el mantenimiento.	
2	Limpiar con jabones neutros, desinfectante y agua.	
3	Revisar los acoples de las mangueras.	
4	Realizar limpieza y desinfección de mangueras.	
5	Desinfección de la pila escupidera.	
6	Hacer circular agua por todos los grifos de la unidad dental	
7	Retirar y desinfectar filtros diariamente y colocarlos limpios en su lugar	
8	Apagar el motor de aspiración al final de cada jornada.	
9	Conectar, encender la unidad Dental y hacer pruebas de funcionamiento.	
10	Realizar registro fotográfico del estado de la Unidad dental.	
11	Reportar en observaciones cualquier anomalía o mal funcionamiento	
Observaciones:		
Encargado de realizar el mantenimiento: _____		Fecha: _____

Nota: Luis Antonio Herrera Montero

En la Figura 33 Registro Control diario Mantenimiento Unidad Dental se aprecia la herramienta de control Diario que se va a aplicar para el registro de los mantenimientos que se vayan a realizar diariamente a las unidades dentales, tiene una columna a la derecha donde se puede registrar el estado actual, si cumple o no cumple y un apartado al final para registrar las observaciones que se puedan presentar además del nombre y fecha de quien realiza la revisión. A continuación se presenta la Figura 34 Registro de Control diario de Mantenimiento del Compresor.

Figura 34 Registro de Control diario de Mantenimiento del Compresor

CLÍNICA DENTAL SONRISA TOTAL		
	Código de Registro: RG - 003	Pág. 1 de 1
Registro Control Diario de Mantenimiento del Compresor		
COMPRESOR		
Ítem	Descripción	Estado
1	Desconectar el Compresor antes de realizar el mantenimiento.	
2	Realizar limpieza con desinfectantes y paños limpios	
3	Revisar los acoples de las mangueras.	
4	Realizar limpieza y desinfección de mangueras.	
5	Purgar diariamente el compresor mediante la válvula de drenaje dejandola abierta durante la noche y cerrandola durante el día.	
6	Conectar, encender el compresor y hacer pruebas de funcionamiento.	
7	Realizar registro fotográfico del estado del compresor.	
8	Reportar en observaciones cualquier anomalía o mal funcionamiento.	
Observaciones:		
Encargado de realizar el mantenimiento: _____		Fecha: _____

Nota: Luis Antonio Herrera Montero

En la Figura 34 Registro de Control diario de Mantenimiento del Compresor antes mostrada se aprecia la herramienta de control que se va a aplicar para el registro de los mantenimientos que se realizaran diariamente al compresor dental, igual que la figura anterior, tiene una columna a la derecha donde se puede registrar el estado actual, si cumple o no cumple y un espacio al final para registrar las observaciones que se puedan presentar además del nombre y fecha de quien realiza la revisión.

A continuación se muestra la Figura 35 Registro de Control diario de Mantenimiento de la Autoclave

Figura 35 Registro de Control diario de Mantenimiento de la Autoclave

CLÍNICA DENTAL SONRISA TOTAL		
	Código de Registro: RG - 004	Pág. 1 de 1
Registro Control Diario de Mantenimiento de Autoclave		
AUTOCLAVE		
Ítem	Descripción	Estado
1	Desconectar la autoclave antes de realizar el mantenimiento.	
2	Realizar limpieza con desinfectantes y paños limpios	
3	Revisar estado de manómetro y panel de funciones.	
4	Revisar estado general de manijas, agarraderas y perillas.	
5	Conectar, encender la autoclave y hacer pruebas de funcionamiento.	
6	Realizar registro fotográfico del estado de la autoclave.	
7	Reportar en observaciones cualquier anomalía o mal funcionamiento.	
Observaciones:		
Encargado de realizar el mantenimiento: _____		Fecha: _____

Nota: Luis Antonio Herrera Montero

En la Figura 35 Registro de Control diario de Mantenimiento de la Autoclave antes mostrada se puede apreciar la herramienta de registro que se va a utilizar para realizar el mantenimiento de control diario en la autoclave, cabe mencionar que estas revisiones de control recomiendan la desconexión del fluido eléctrico de los equipos, esto como medida de seguridad para prevenir cualquier accidente, al igual que al finalizar el mantenimiento rutinario, conectar de nuevo el equipo y encenderlo para realizar pruebas de funcionamiento y al final de la hoja de verificación anotar en la parte de observaciones cualquier anomalía que se identifique.

A continuación se muestra la Figura 36 Registro de Control Semanal de Mantenimiento al Aire Acondicionado

Figura 36 Registro de Control Semanal de Mantenimiento al Aire Acondicionado

CLÍNICA DENTAL SONRISA TOTAL		
	Código de Registro: RG - 005	Pág. 1 de 1
Registro Control <u>Semanal</u> de Mantenimiento del Aire Acondicionado		
AIRE ACONDICIONADO		
Ítem	Descripción	Estado
1	Desconectar el Aire Acondicionado antes de realizar el mantenimiento.	
2	Realizar limpieza con desinfectantes y paños limpios	
3	Revisar estado de la carcasa y panel de funciones.	
4	Limpieza y revisión del filtro.	
6	Cambio de filtros.	
9	Conectar, encender aire acondicionado y hacer pruebas de funcionamiento.	
10	Realizar registro fotográfico del estado del Aire Acondicionado.	
11	Reportar en observaciones cualquier anomalía o mal funcionamiento.	
Observaciones:		
Encargado de realizar el mantenimiento: _____		Fecha: _____

Nota: Luis Antonio Herrera Montero

En el caso de la Figura 36 Registro de Control Semanal de Mantenimiento al Aire Acondicionado, la herramienta de control establecida tiene la variante de ser un control semanal, esto se debe a que en el caso de los aires acondicionados, son equipos nuevos y también son equipos que no se manipulan a sobre manera, casi que sólo se opera desde su respectivo control remoto y por la ubicación que posee cada uno de ellos es un poco incómodo estar realizándole un mantenimiento diario, en el caso de los filtros que tiene cada aire acondicionado en su interior si se recomienda su revisión y limpieza semanal así como su cambio si es necesario.

A continuación se muestra la Figura 37 Registro Control diario Mantenimiento Equipo Rayos X

Figura 37 Registro Control diario Mantenimiento Equipo Rayos X

CLÍNICA DENTAL SONRISA TOTAL		
	Código de Registro: RG - 006	Pág. 1 de 1
Registro Control Diario de Mantenimiento del Equipo de Rayos X		
EQUIPO DE RAYOS X		
Ítem	Descripción	Estado
1	Desconectar el Equipo de Rayos X antes de realizar el mantenimiento.	
2	Realizar limpieza con desinfectantes y paños limpios	
3	Revisar estado de la carcasa y panel de funciones.	
4	Conectar, encender el Equipo de Rayos X y hacer pruebas de funcionamiento.	
5	Realizar registro fotográfico del estado del Equipo de Rayos X.	
6	Reportar en observaciones cualquier anomalía o mal funcionamiento.	
Observaciones:		
Encargado de realizar el mantenimiento:		Fecha:

Esta hoja de verificación elaborada como lista de chequeo, permite registrar cualquier equipo, trae un espacio en la parte superior de la tabla donde se agrega el equipo al que se le va a realizar los mantenimientos, esta hoja tiene la ventaja que puede ser llenada tanto por el personal interno de la clínica y también puede servir como hoja de registro para técnicos externos que lleguen a realizar alguna reparación, donde pueden anotar la fecha y hora del evento, en la casilla del espacio que corresponde si el mantenimiento es diario, semanal, mensual o semestral se puede anotar en ese espacio si el funcionamiento es normal, si presenta fallos o mal funcionamiento, la persona que realiza la revisión pone el nombre ya sea un usuario de la clínica o algún técnico externo que llegue a realizar algún mantenimiento.

Capacitaciones

Es importante invertir en capacitaciones ya que estas son esenciales para transmitir el conocimiento requerido en los mantenimientos que se van a realizar producto de la implementación en el TPM, empoderar a los colaboradores de la clínica permitirá agilizar los mantenimientos autónomos y preventivos, reducirá tiempo de paros por equipos dañados, estas capacitaciones les brindará a los colaboradores de la clínica el criterio suficiente para determinar el grado de fallo en una máquina, si ellos la pueden reparar o si deben contactar a un técnico especializado en tiempo y forma para que llegue oportunamente a solucionar un inconveniente de paro por fallos en un equipo.

Para lograr mejores resultados en el proceso de implantación en el diseño de un Sistema de Mantenimiento Productivo Total (TPM), se proponen dos tipos de capacitaciones, una que le de los conocimientos necesarios en la metodología de 5S y la otra que sea una capacitación precisamente en el tema de interés que Mantenimiento Productivo Total que le brinde a los integrantes de la clínica dental las herramientas y las técnicas deseables para lograr la implantación.

Las capacitaciones sugeridas que deben realizarse son:

Capacitación en 5S:

- Esta capacitación la brinda la Cámara de Comercio de Costa Rica que cuenta con 80 años de existir en el país, este curso está dirigido a empresas que desean mejorar su rendimiento, para el caso de la clínica Dental mejoraría los tiempos en los servicios que brinda, mejoras en la calidad.

- El objetivo de este tipo de capacitación es el de transmitir el conocimiento a todos los colaboradores de la clínica de forma teórica y práctica en implementar la metodología de 5S como estrategia de mejora continua como base en la reducción de tiempos muertos por causa de equipos defectuosos que incrementan los costos de operación, esta herramienta permite aumentar la productividad del servicio aumentando la eficacia de la clínica.
- La capacitación tiene una duración de 8 horas impartidas en dos sesiones virtuales, los días sábados de 08:00 am a 12:00 pm, en este curso incluye el material didáctico y al finalizar el curso entregan un certificado de participación.
- El temario del curso en las dos sesiones virtuales sería el siguiente:
 1. Introducción a la filosofía 5S
 - ✓ Introducción a Lean Manufacturing
 - ✓ Principios en 5S
 - ✓ Principios de seguridad asociados a 5S
 - ✓ Beneficios
 - ✓ Juego ilustrativo 5S
 2. Metodología y estrategia para implementar 5S
 - ✓ Proceso de Implementación.
 - ✓ Diseño de actividad: “Día de las Bermudas”.
 - ✓ Seiton: Diseño del proceso de clasificación.
 - ✓ Seiso: Diseñando herramientas de seguimiento.
 - ✓ Seiketsu: Diseño de estándares, controles y auditorías.
 - ✓ Shitsuke: Creando Cultura.

A continuación se muestra la Figura 39 Cronograma de Capacitaciones en 5S

Figura 39 Cronograma de Capacitaciones en 5S

Cronograma de Capacitación en 5s														
Temario 5S	Semana 1						Semana 2							
	L	K	M	J	V	S	D	L	K	M	J	V	S	D
1. Introducción a la filosofía 5S														
Introducción a Lean Manufacturing														
Principios en 5S														
Principios de seguridad asociados a 5S														
Beneficios														
Juego ilustrativo 5S														
2. Metodología y estrategia para implementar														
Proceso de Implementación														
Diseño de actividad: “Día de las Bermudas”.														
Seiton: Diseño del proceso de clasificación.														
Seiso: Diseñando herramientas de seguimiento														
Seiketsu: Diseño de estándares, controles y auditorías.														
Shitsuke: Creando Cultura.														

Nota: Luis Antonio Herrera Montero

En la Figura 39 Cronograma de Capacitaciones en 5S se aprecia a detalle cómo quedarían las capacitaciones, esto beneficia la operación de la clínica, ya que el grueso en la atención de pacientes radica principalmente de lunes a viernes y las dos capacitaciones las imparten los sábados en cuatro horas cada una de las capacitaciones.

Capacitación en Mantenimiento Productivo Total (TPM)

- Esta capacitación la imparte la empresa Iniciativas Empresariales que tienen una amplia gama de cursos virtuales a través de América Latina además de 30 años de trayectoria en capacitaciones Empresariales para industrias de bienes y servicios. Ellos dan formación didáctica con un curso en Mantenimiento Productivo Total (TPM) el cual brinda las técnicas y herramientas para el proceso de implantación y gestión, este curso tiene una duración de 50 horas y tiene un costo de 190 dólares americanos por persona y es impartido mediante sesiones virtuales.
- Este curso virtual se presenta como una metodología completa en el tema de Mantenimiento Productivo Total (TPM) como una forma de trabajo en la que permite mejorar con eficiencia los espacios de trabajo junto con las máquinas que se utilicen, logrando mejorar tiempos y mejorando la satisfacción de los clientes o usuarios finales del servicio.
- El Objetivo principal de esta capacitación es la de brindar el mayor conocimiento en TPM, su filosofía, principales pilares y cómo alcanzar implantarlo de la mejor manera. Dando a conocer qué es el Mantenimiento Productivo Total, cuáles son sus 12 pasos que lo conforman para implementarlo adecuadamente, qué beneficios obtiene la empresa que implementa un TPM, mantenimiento autónomo, así como cuáles son los conocimientos y habilidades necesarias que debe tener el personal capacitado para el adecuado desarrollo de las actividades de mantenimiento en el TPM.

El contenido del curso consta de 6 módulos que se presentan a continuación

- ✓ Módulo 1 Marco general del TPM, tiene una duración de 5 horas y cuenta con los siguientes temas:
 - Origen del TPM
 - Definición del TPM
 - Desarrollo del TPM
 - Beneficios y una reflexión del módulo

- ✓ Módulo 2 Mejora Enfocada tiene una duración de 10 horas y cuenta con los siguientes temas:
 - Introducción a la mejora enfocada
 - Las 16 grandes pérdidas
 - Matriz de pérdidas y costos
 - Cómo llevar a cabo la mejora enfocada
- ✓ Módulo 3 Mantenimiento Autónomo, tiene una duración de 15 horas y cuenta con los siguientes temas:
 - Qué es el mantenimiento autónomo y sus objetivos principales
 - Los 7 pasos del mantenimiento autónomo
 - Plan Maestro
 - Auditoría de paso
- ✓ Módulo 4 Mantenimiento Planificado, tiene una duración de 10 horas y cuenta con los siguientes temas:
 - Que es Mantenimiento Planificado
 - Los 6 pasos del mantenimiento planificado
- ✓ Módulo 5 Educación y formación, tiene una duración de 5 horas y cuenta con los siguientes temas:
 - La filosofía básica del pilar
 - Habilidades
 - Pasos para desarrollar el pilar
 - Políticas y directrices
 - Programa de desarrollo
- ✓ Módulo 6 Indicadores, cómo medir el avance del TPM, tiene una duración de 5 horas y cuenta con los siguientes temas:
 - La necesidad de medir
 - Por donde comenzar
 - Indicadores

Para esta capacitación se tiene una duración de 50 horas en total siendo 100% en línea donde el alumno brindan el manual de estudio, material complementario, ejercicios de aprendizaje con sus respectivas pruebas de auto evaluación, la bibliografía y sus enlaces, esto a través de la

plataforma de aula virtual Moodle, una vez finalizado el curso el alumno recibirá un diploma que le acredita los conocimientos adquiridos en Mantenimiento Productivo Total (TPM).

A continuación se muestra en la Figura 40 Cronograma de Capacitaciones que se llevarían a cabo en 8 semanas.

Figura 40 Cronograma de Capacitaciones en TPM

Cronograma Capacitación Mantenimiento Productivo Total (TPM)								
Contenido del curso								
	SEMANAS							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Módulo 1 Marco General TPM								
Origen del TPM								
Historia del TPM								
Definición del TPM								
Desarrollo del TPM								
Beneficios del TPM								
Reflexión								
Módulo 2 Mejora enfocada								
Introducción a la mejora enfocada								
Las 16 grandes pérdidas								
Matriz de pérdidas y costos								
Cómo llevar a cabo la mejora enfocada								
Módulo 3 Mantenimiento Autónomo								
Qué es Mantenimiento Autónomo								
Objetivos principales del MA								
Los 7 Pasos del MA								
Plan Maestro								
Auditoría de paso								
Módulo 4 Mantenimiento Planificado								
Que es Mantenimiento Planificado								
Pasos de mantenimiento planificado								
Módulo 5 Educación y formación								
La filosofía básica del pilar								
Habilidades								
Pasos para desarrollar el pilar								
Módulo 6 Indicadores del TPM								
La necesidad de medir								
Por donde comenzar								
Indicadores								

Nota: Luis Antonio Herrera Montero

Fase 2 Introducción del TPM

En la segunda fase se encuentra la Introducción del TPM, esta contiene solamente el sexto paso que trata sobre la salida inicial del proyecto, siendo esta de las fases más importantes en la implementación del TPM.

Paso 6 Salida Inicial del Proyecto

La salida inicial del proyecto debe de realizarse con todos los involucrados, esto quiere decir que deben participar de esta fase los propietarios de La Clínica Dental que también son los dos odontólogos principales y su asistente, también es importante tomar en cuenta a los odontólogos que son contratados por servicios profesionales y que también están involucrados en la atención de pacientes en la clínica, así como los principales proveedores ya que a estos últimos se les puede solicitar eventuales capacitaciones que se podrían obtener cada vez que se adquiere un equipo y que se negocie mediante contratos que estas capacitaciones corran por cuenta de los proveedores de esos equipos nuevos y que abarquen temas de mantenimientos preventivos, correcta utilización y diagnóstico en el funcionamiento de los equipos que les permita identificar los fallos.

Para que quede establecida oficialmente la salida y arranque inicial del proyecto, lo más recomendable es hacerlo con una reunión que incluya a todos los participantes que formarán parte de la implementación del TPM, esto con el objetivo de reafirmar el compromiso de realizar los planes propuestos y desarrollarlos.

Fase 3 Implantación del TPM

Para esta fase se desarrollan cinco pasos, estos se encargan de llevar a cabo la correcta implementación, para el logro eficaz de esta fase se abordan los siguientes pasos

Paso 7 Mejora Orientada

Para la mejora orientada se deben utilizar la herramienta diseñada previamente en el paso 5 que menciona el plan maestro, llamado Procedimiento para el Mantenimiento de equipos y se utiliza como parte de la mejora orientada.

Paso 8 Gestión temprana de los equipos de la clínica

Aumentar la confiabilidad de los equipos mediante mantenimientos que sean sencillos de realizar, con actividades periódicas realizadas por parte del personal de la clínica, que incluyan inspecciones visuales, reconocimiento de ruidos extraños y realizando ajustes menores que eviten fallas mayores, a la vez que tengan el criterio suficiente de reportar fallos de mayor grado, para realizar este paso de manera exitosa se aplicará el plan de mantenimiento autónomo aplicando la utilización de la Tabla 20 Plan de Mantenimiento Autónomo. donde vienen establecidos 7 pasos

con las potenciales anomalías y una serie de acciones recomendadas para que sean realizadas por la persona que aplique esta tabla.

Paso 9 Mantenimiento de Calidad

Para la aplicación de un adecuado Mantenimiento de Calidad se sugiere llevar a cabo la inspección de las tareas comunes y llevar todos los registros de los mantenimientos, es por esto que se recomienda la aplicación de los registros de control de equipos, con el fin de facilitar el control diario de los equipos principales de la clínica, se recomienda la utilización de la hoja de registro: RG-002 creado para el registro del control diario de las unidades dentales, para el registro diario del compresor utilizar la hoja de registro: RG-003, para el registro de control diario de mantenimiento para la autoclave, utilizar la hoja de registro: RG- 004.

En el caso del control de los aires acondicionados, por ser equipos nuevos, que casi no se manipulan manualmente porque su uso se da casi en un 100% con el control remoto y que los filtros que utilizan son de larga duración y su cambio de filtros sobrepasa el trimestre, se crea la hoja de registro: RG- 005 para el control semanal de mantenimiento de los aires acondicionados, el equipo de rayos X también cuenta con una hoja de registro: RG- 006 para el control diario de mantenimiento del equipo de rayos X, estas hojas se elaboraron como parte del plan maestro que se encuentra en la fase 1, etapa 5 “Diseño del Plan Maestro”.

Con el fin de asegurar el registro adecuado para lograr un mantenimiento de calidad, se elabora una hoja de registro: RG- 001 para el control de los equipos, en esta hoja se pueden llevar un adecuado control de los equipos de forma diaria, semanal, mensual o semestral, según sea el caso, se puede llevar una hoja por equipo para darle seguimiento de control con fecha, hora y el nombre del técnico o persona que realiza el mantenimiento.

Paso 10 TPM en departamentos administrativos

En este paso, la teoría habla de departamentos porque esta metodología se puede aplicar tanto a grandes industrias como a pequeñas empresas, ejemplo las PYMES, pequeñas y medianas empresas ya sean de bienes o de servicios, en el caso de la Clínica Dental Sonrisa Total, es una pequeña empresa de servicios, en realidad no tienen departamento administrativo, sin embargo la toma de decisiones para los propietarios de la clínica es vital para la mejora continua del establecimiento, es por eso que se crearon las listas de chequeo, el procedimiento y las hojas de control, como insumo en la creación de información para realizar una adecuada gestión, es por

esa misma razón que también se formulan varios indicadores con el objetivo de controlar la adecuada implementación del sistema de mantenimiento productivo total (TPM), a continuación se muestra la Tabla 21 Indicadores - KPI.

Tabla 21 Indicadores - KPI

Clase	Unidad	Periodo	Indicador - KPI	Fórmula	Herramienta para recopilar datos	Meta
Disponibilidad por fallos	%	Semestral	Índice de fallas	$\frac{\text{Horas totales} - \text{horas de parada por fallos}}{\text{Horas totales}}$	Hojas de registro	>90%
Disponibilidad	%	Mensual	Índice utilización (Disponibilidad de Máquina)	$\frac{\text{Horas totales} - \text{horas de parada por mantenimiento}}{\text{Horas totales}}$	Hojas de registro	>90%
Mantenimiento programado	%	Mensual	Índice de mantenimiento programado	$\frac{\text{Horas de mantenimiento programado}}{\text{horas de mantenimiento programado}}$	Hojas de registro	>90%
Mantenimiento correctivo	%	Semestral	Índice de mantenimiento correctivo	$\frac{\text{Horas de mantenimiento correctivo}}{\text{horas de mantenimiento correctivo}}$	Hojas de registro	>90%
Cumplimiento de calidad	%	Mensual	Índice de calidad	$\frac{\text{Cantidad de citas canceladas por fallos de equipos}}{\text{Cantidad de citas ejecutadas}}$	Hojas de registro	>90%

Nota: Luis Antonio Herrera Montero

Estos Indicadores de gestión sirven para medir el grado de cumplimiento en la gestión de mantenimiento, se han definido con el objetivo de controlar y monitorear los mantenimientos de la clínica, esto ayudará a la toma de decisiones respecto a la condición de los equipos, para efectos de este proyecto se han elaborado indicadores mensuales y semestrales con el objetivo de que esto facilite la toma de decisiones respecto al mantenimiento de los equipos de la clínica.

Paso 11 Gestión de la seguridad y el entorno

En este paso se resalta la seguridad, mantener los niveles de seguridad óptimos para prevenir accidentes, promueve el adecuado mantenimiento que se le realiza a los equipos, tomando en

cuenta la ubicación de estos y las capacitaciones recomendadas al personal de la clínica, facilitará el criterio necesario ya sea para realizar un mantenimiento autónomo de forma segura y bien tomar la decisión de llamar a un técnico con conocimiento especializado que resuelva el problema.

Fase 4 Consolidación del TPM

En esta cuarta fase, se lleva a cabo el último paso de la metodología para la implementación del Sistema de Mantenimiento Productivo Total (TPM) de la Clínica Dental Sonrisa Total.

Paso 12 Consolidación de los niveles Alcanzados y mejora de metas

En este último paso lo que se debe hacer es mantener los niveles de calidad alcanzados y mejorar los resultados como un sistema de mejora continua, revisando los resultados, con la ayuda de las diferentes herramientas que se han desarrollado a través de los pasos de la implementación, permitirá mejorar los resultados obtenidos, establecer metas, realizar reuniones con lluvia de ideas que facilite la toma de decisiones y mejorar los resultados en la eficiencia de los equipos de la clínica dental.

Análisis Económico

El análisis económico es de suma importancia para cualquier proyecto, porque muestra si el proyecto es factible para llevarlo a cabo, en este caso se incluye el costo de las capacitaciones así como el costo de mano de obra que se detalla a continuación.

Capacitación en 5S

Para cumplir con parte de la implementación se debe capacitar al personal de la clínica con el curso “Aumente la Productividad aplicando la metodología 5S” que lo imparte la Cámara de Industrias de Costa Rica, como se explicó anteriormente en la fase 1 del TPM, como se puede apreciar en la Figura 45 Costo del Curso en 5, el curso tiene un costo de ₡89.760,00 por persona para no asociados con (IVA) incluido, se imparte en modalidad virtual con una duración de 8 horas, incluye material didáctico y certificado de participación, para la Clínica Dental Sonrisa Total, inicialmente cuenta con los 2 odontólogos principales y una asistente, la inversión de este curso se haría por tres personas sumando ₡269.280,00 por los tres, lo más probable es que se lleve los días sábado en 2 sesiones, como el curso es de 8 horas el costo por hora laboral en la clínica para los odontólogos es de ₡30.000,00 con las cargas sociales, este monto se multiplica

por 16 horas, ya que son 8 horas por cada odontólogo, esto suma ¢480.000,00 y el costo por hora de la asistente es de ¢4.500,00 por hora con las cargas sociales, por 8 horas suman ¢36.000,00 es el costo por el tiempo invertido en llevar el curso.

En la siguiente Tabla 1 Variables del proyecto donde se muestra una estimación aproximada de los costos de inversión por el salario de las personas que llevarán el curso en la metodología en 5S.

Tabla 22 Monto de inversión en salarios por curso 5S

Monto de los salarios por las 8 horas que dura el curso en 5S			
Ocupación	Cantidad	Salario por Hora	Costo por las 8 horas del curso
Odontólogo	2	¢30.000,00	¢480.000,00
Asistente	1	¢4.500,00	¢36.000,00
Totales		¢34.500,00	¢516.000,00

Nota: Luis Antonio Herrera Montero

Para estimar el costo total de la inversión en el curso se toman los salarios de los 2 Odontólogos que suman ¢480.000,00 y el de la asistente que son ¢36.000,00 que suman ¢516.000,00 a esto se le suma el costo de los tres cupos para el curso en 5S que suman ¢269.280,00 y esto da un total de ¢785.280,00 el costo de inversión en este curso, como se aprecia en la Tabla 23 Monto de inversión total por curso 5S que se muestra a continuación

Tabla 23 Monto de inversión total por curso 5S

Monto total del curso en 5S	
Detalle	Inversión
Costo del Curso	¢269.280,00
Costo de los salarios por curso	¢516.000,00
Totales	¢785.280,00

Nota: Luis Antonio Herrera Montero

Capacitación en TPM

Como complemento de la capacitación en 5S y parte fundamental de este proyecto se analiza la estimación económica, como se puede apreciar en la Figura 46 Costo del Curso Mantenimiento

Productivo Total (TPM), de igual forma esta capacitación la deben llevar los tres integrantes principales de la Clínica Dental, el curso lo brinda la empresa Iniciativas Empresariales, tiene una duración de 50 horas y un costo de \$190 por persona, por los 3 integrantes de la clínica, suman \$570 el costo del curso, en la parte de la inversión de los salarios para estimar las horas que dura el curso se elabora la siguiente Tabla 24 Monto de inversión en salarios por curso TPM que se muestra a continuación.

Tabla 24 Monto de inversión en salarios por curso TPM

Monto de los salarios por las 50 horas que dura el curso en TPM			
Ocupación	Cantidad	Salario por Hora	Costo por las 50 horas del curso
Odontólogo	2	₡30.000,00	₡1.500.000,00
Asistente	1	₡4.500,00	₡225.000,00
Totales		₡34.500,00	₡1.725.000,00

Nota: Luis Antonio Herrera Montero

La tabla anterior refleja el costo de inversión en salarios por hora de los integrantes, siendo el de los dos odontólogos de ₡1.500.000,00 el costo de inversión por las 50 horas del curso y el de la asistente de ₡225.000,00 el costo de inversión por las 50 horas del curso, para un total de ₡1.725.000,00 que suma el costo de inversión por el total del curso.

A continuación se elabora la siguiente Tabla 25 Monto de inversión total por curso TPM

Tabla 25 Monto de inversión total por curso TPM

Monto total del curso en TPM			
Detalle	Inversión	Tipo de cambio del dólar ₡539,00	Total
Costo del Curso	\$570	₡307.230,00	₡307.230,00
Costo de los salarios por 50 horas del curso	₡1.725.000,00		₡1.725.000,00
			₡2.032.230,00

Nota: Luis Antonio Herrera Montero

Para obtener una estimación total del costo total de ambos cursos, que son: capacitación 5S y el de TPM, se elabora la siguiente Tabla 26 Monto de inversión total por el curso de 5S y el curso de TPM.

Tabla 26 Monto de inversión total por el curso de 5S y el curso de TPM

Monto total del curso en TPM y 5S	
Detalle	Inversión Total
Costo total del curso en 5S	Ø785.280,00
Costo total del curso en TPM	Ø2.032.230,00
Total:	Ø2.817.510,00

Nota: Luis Antonio Herrera Montero

Tomando en cuenta los datos anteriores sobre los costos totales de la inversión y los comparamos con los ingresos que obtiene la clínica por día como se aprecia en la siguiente Figura 41

Figura 41 Ingresos diarios en la clínica Dental Sonrisa Total

Horario de atención	Pacientes atendidos por hora	Costo de consulta por Paciente	Ingresos por hora
08:00am	2	30000	60000
09:00am	2	30000	60000
10:00am	2	30000	60000
11:00am	2	30000	60000
12:00pm	2	30000	60000
02:00pm	2	30000	60000
03:00pm	2	30000	60000
04:00pm	2	30000	60000
05:00pm	2	30000	60000
06:00pm	2	30000	60000
Total	20	300000	600000

Nota: Luis Antonio Herrera Montero

Con esos datos se puede apreciar que la clínica Dental Sonrisa Total obtiene ingresos aproximados de Ø600.000,00 diarios, esto quiere decir que en 5 días de trabajo con agenda

completa en la clínica, se cubriría el costo total de las dos capacitaciones recomendadas, ya que estos 5 días suman ₡3.000.000,00 y el total del costo de las capacitaciones suma ₡2.817.510,00, realizando un ROI, “retorno de inversión”, cómo se muestra la fórmula a continuación en la siguiente Figura 42 Formula ROI “Retorno de Inversión”

Figura 42 Formula ROI “Retorno de Inversión”

$$\text{ROI} = [(\text{ingresos} - \text{inversión}) / \text{inversión}] \times 100$$

Nota: www.rdstation.com/blog/es/roi/

Con la fórmula anterior del ROI, se obtiene en la siguiente Figura 43 ROI “Retorno de Inversión”

Figura 43 ROI “Retorno de Inversión” sobre las capacitaciones recomendadas

$$\text{ROI} = ((3000000 - 2817510) / 2817510) * 100 \quad \text{ROI} = 6\%$$

Nota: Luis Antonio Herrera Montero

Cómo se aprecia en la figura anterior, si se toman los ingresos de cinco días, esto alcanzaría para cubrir los costos de inversión sobre las capacitaciones recomendadas, obteniendo un ROI del 6%, lo cual es favorable en para el tipo de inversión que se estaría haciendo, producto de la recomendación realizada en este proyecto.

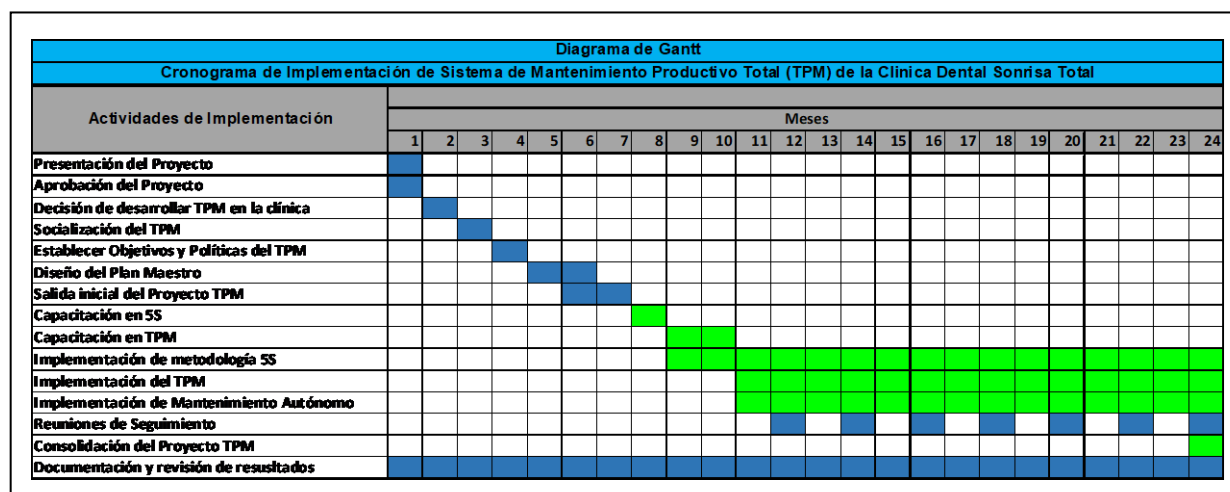
Plan de Implementación

El Plan de Implementación es crucial para que se lleven a cabo cada uno de los objetivos planteados así como la implementación del Sistema de Mantenimiento Productivo Total (TPM), también porque sirve de guía para el personal involucrado en el desarrollo de esta metodología, de modo que facilita el paso a paso en cada una de las actividades y cuanto es el tiempo que debe durar en el avance de este proyecto, evidenciando cada una de las actividades necesarias que garanticen el éxito de este proyecto.

Cronograma del Plan de Implementación

Para llevar a cabo la implementación del sistema de mantenimiento propuesto, se elabora un cronograma con el detalle de las actividades principales a realizar en cada uno de los meses donde se va desarrollando el proyecto del Sistema de Mantenimiento Productivo Total de la Clínica Dental Sonrisa Total, mismas que se presentan en la Figura 44 Cronograma del Plan de Implementación que se muestra a continuación.

Figura 44 Cronograma del Plan de Implementación



Nota: Luis Antonio Herrera Montero

A continuación se van a explicar las actividades para la implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) en la Clínica Dental Sonrisa Total, estas dan inicio de la siguiente manera:

- Para el mes 1: Se inicia con la presentación del proyecto donde se explica el contenido de este a los propietarios de la clínica, ya realizada la presentación se pasa a la aprobación del proyecto donde se estima una duración de un mes en estas dos actividades.
- Para el mes 2: Se valora la decisión de desarrollar el TPM en la clínica dental.
- En el mes 3: Se procede con la socialización del TPM, en esta actividad se debe realizar reuniones con todas las personas involucradas en el proyecto, esto incluye el personal que labora directamente en la clínica, personal profesional que contratan como servicios externos y a los proveedores.

- Para el mes 4: Se deben establecer los objetivos que se van a desarrollar durante el proyecto y las políticas que vienen a establecer las pautas a seguir como si fueran las reglas que se deben aplicar durante el desarrollo de la propuesta.
- En el mes 5 y 6: Se desarrolla el diseño del Plan Maestro, que es donde se proponen todas las herramientas que facilitarán la aplicación del proyecto, en esta parte se invierten dos meses.
- En el mes 6 y 7: En estos dos meses se da la salida en vivo del proyecto, esta parte se entrelaza con el diseño del plan maestro, porque a medida que se desarrolla el plan maestro, se puede dar la salida inicial del proyecto dando así la salida oficial del TPM.
- Para el mes 8: Inicia la capacitación en 5S, esta la deben llevar principalmente los colaboradores que trabajan regularmente en la clínica, sin embargo es recomendable que los profesionales que son subcontratados también la lleven.
- Para el mes 9 y 10: Se da el inicio de la capacitación en TPM, al igual que la capacitación anterior la deberían de llevar los profesionales subcontratados para servicios especiales así como los integrantes oficiales de la clínica.
- A partir del mes 9 y hasta el mes 24: se da la implementación de la metodología 5S con el desarrollo de todas sus actividades plenas a realizar hasta el final de la propuesta.
- Del mes 11 hasta el mes 24: se desarrollan de forma simultánea la implementación del TPM cómo la implementación del Mantenimiento autónomo, esto se da de esta forma ya que uno está inmerso en el otro.
- Para las reuniones de seguimiento: Se recomienda realizar las reuniones de seguimiento a partir del segundo mes de la implementación del TPM y así realizar continuamente estas reuniones cada dos meses hasta el final de la implementación en el mes 24.
- La consolidación del proyecto TPM estaría para el mes 24, dando fin a la implementación, sin embargo esta parte que es fundamental, deja un portillo abierto para aplicar la mejora continua y así seguir aplicando esta metodología continuamente a través del tiempo.
- Durante el desarrollo de todas las actividades de la implementación es importante realizar la documentación de todas las actividades y el paso a paso de cada una durante todo el proceso, así como la revisión de resultados en cada actividad que se realiza.

APÉNDICES

Figura 45 Costo del Curso en 5S

The screenshot shows the CICR website's course page. The header includes the CICR logo and navigation links: INICIO, EVENTOS, CURSOS, CONSULTORÍA, APRENDAMOS CICR, and CONTACTÉ. The main banner features the text 'CURSOS CICR'. Below the banner, the breadcrumb trail reads 'Inicio > Cursos Virtuales Noviembre 23 > AUMENTE LA PRODUCTIVIDAD APLICANDO LA METODOLOGÍA 5S'. The course title is 'AUMENTE LA PRODUCTIVIDAD APLICANDO LA METODOLOGÍA 5S'. The original price is crossed out at €78,540.00, and the current price is €89,760.00. There are two price options: 'ASOCIADOS' and 'NO ASOCIADOS', with the latter being selected. A 'COMPRAR' button is visible at the bottom right of the course details.

Nota: Página Oficial de la Cámara de Industrias de Costa Rica

Figura 46 Costo del Curso Mantenimiento Productivo Total (TPM)

The screenshot shows the course page for 'MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)'. The URL is https://costarica.iniciativasesempresariales.com/ficha_curso.php?c=411. The breadcrumb trail is 'Inicio > Cursos > Mantenimiento > Mantenimiento Productivo Total (TPM)'. The course title is 'MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)' with the subtitle 'Técnicas y herramientas para su proceso de implantación y gestión.' There is a 'Convocatorias' section with a calendar icon. A table shows enrollment dates and status:

Fecha de inicio	Fecha final máxima	Inscripción al curso
24 de Noviembre de 2023	28 de Febrero de 2024	Abierta- Insíbete
15 de Diciembre de 2023	28 de Marzo de 2024	Abierta- Insíbete

Additional course details include: Duración: 50 horas; Precio: 190 Dólares Americanos; Diploma para compartirlo online a través de URL segura; Compartir este curso; and FAQ: Preguntas y respuestas frecuentes. A 'Descargar contenido del curso' button is also present. A promotional graphic for the course is shown on the right, featuring a word cloud with terms like 'MAINTENANCE', 'TPM', 'PRODUCTION', and 'EQUIPMENT'.

Nota: Página Oficial de Iniciativas Empresariales

REFERENCIAS

- Álvarez, J. M. (2017). *Gestión por procesos y riesgo operacional* (Primera ed.). España: AENOR Internacional <https://elibro.net/es/ereader/bibliouia/53618>
- Ardila, J., Ardila, M., Rodríguez, D. y Hincapié, D. (2016). La Gerencia del Mantenimiento, Una Revisión: *Dimensión Empresarial*. 14 (2), 127-142. DOI: 10.15665/rde.v14i2.480.
- Baca, G., Cruz, M., Cristóbal, M., Gutiérrez, J., Pacheco, A., Rivera, Á. (2015). *Introducción a la ingeniería industrial*. (Segunda ed.). México: Grupo Editorial Patria. <https://elibro.net/es/lc/bibliouia/titulos/39448>.
- Boero, C. (2020). *Mantenimiento Industrial*. (Primera ed). Argentina: Jorge Sarmiento Editor - Universitas. <https://elibro.net/es/lc/bibliouia/titulos/172523>.
- Calvo, M. (2015). *Revisar el Programa de Mantenimiento Preventivo para encontrar oportunidades de mejora e incorporación de las bases del Mantenimiento Autónomo como introducción al TPM. [Licenciatura en Ingeniería en Mantenimiento Industrial, TEC, Costa Rica]*.
- Castañeda, A. (2019). *Mejoramiento de la confiabilidad*. (Primera ed). Colombia: Ecoe Ediciones. <https://elibro.net/es/lc/bibliouia/titulos/126576>.
- Gallarà, I. y Pontelli, D. (2020). *Mantenimiento industrial*. (Primera ed). Argentina: Jorge Sarmiento Editor - Universitas. <https://elibro.net/es/lc/bibliouia/titulos/172527>.
- García, J., Rico, L. y Romero, J. (2011). Factores Tecnológicos Asociados al Éxito del Mantenimiento Preventivo Total (TPM) en Maquilas: *Culcyt Optimización*. 8(45), 115-124.
- Goinard, F. y Seno, B. (2015). *La caja de herramientas: control de calidad* (Primera ed.). México: Grupo Editorial Patria. <https://elibro.net/es/lc/bibliouia/titulos/39347>.
- Gómez, P. (2010). Lean Manufacturing: flexibilidad, agilidad y productividad: *Gestión y Sociedad*. 3(2), 75-88.
- González, V., Medrano, J., y Díaz, V. (2017). *Mantenimiento: técnicas y aplicaciones industriales*. (Primera ed.). México: Grupo Editorial Patria. <https://elibro.net/es/lc/bibliouia/titulos/40508>.

- Hernández, R. y Mendoza, C. (2018). *Metodología de la Investigación: Las Rutas Cuantitativa, Cualitativa y Mixta*. (Primera ed). McGraw-Hill Interamericana. <https://www.ebooks7-24.com:443/?il=6443>.
- López, A. (2019). *Investigación de Operaciones* (Primera ed). Colombia: Ecoe Ediciones. <https://elibro.net/es/lc/bibliouia/titulos/125750>.
- Moya, O. (2015). *Diseño de un plan de mantenimiento productivo total (TPM) enfocado en el mantenimiento preventivo, mantenimiento autónomo y la eficiencia general de equipos (OEE)* [Licenciatura en Ingeniería en Mantenimiento Industrial, TEC, Costa Rica].
- Palacios, L. (2009). *Ingeniería de métodos: movimientos y tiempos*. (Primera ed). Colombia: Ecoe Ediciones. <https://elibro.net/es/lc/bibliouia/titulos/69107>.
- Pérez, N. & Estrada, J. (2016). Diseño del Sistema Integrado de Gestión apoyado en la filosofía TPM (Mantenimiento Productivo Total) para una pyme: *Revista Ingeniería Industrial UPB*. 4(4), 95-102. URL: <http://hdl.handle.net/20.500>.
- Priya Verma Gupta, S. S. (2013). *Diccionario Dental Jaypee* (Primera ed.). India: Jaypee-Highlights Medical Publishers. <https://elibro.net/es/ereader/bibliouia/79227>.
- Quesada, M. (2015). *Plan piloto de implementación de TPM en la empresa Gualapack Costa Rica*. [Licenciatura en Ingeniería en Mantenimiento Industrial, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica].
- Rojas, J. (2018). *Propuesta de diseño de un sistema de mantenimiento productivo total, para la disminución del tiempo de paro en las prensas BOM en la empresa Bridgestone Costa Rica*. [Licenciatura en Ingeniería Industrial, UIA, Costa Rica].
- Rojas, M. (2008). *Administración para Ingenieros*. (Tercera ed). Ecoe Ediciones. <https://elibro.net/es/lc/bibliouia/titulos/69016>
- Sánchez, J. (2007). *Propuesta para la implementación del mantenimiento total productivo (TPM)* (Primera ed). El Cid Editor. <https://elibro.net/es/lc/bibliouia/titulos/34454>.
- Sanchis, R., Poler, R., Mula, J., y Peidro, D. (2011). Gestión de la calidad total y mantenimiento productivo total en la fabricación de alto rendimiento: *DYNA Ingeniería e Industria*. 86 (6), 648 655. DOI: 10.6036/4106.

Zelaya, A. (2018). *Propuesta para el Diseño de un Programa de Mantenimiento en la Empresa Equipos y Mantenimientos Pedro Sobalvarro Sánchez s.a.* [Licenciatura en Ingeniería Industrial, UIA, Costa Rica].