

UNIVERSIDAD VALLE DEL MOMBOY
VICERRECTORADO ACADEMICO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA INGENIERIA (DE COMPUTACIÓN/INDUSTRIAL)



PLAN DE MEJORA CONTINUA PARA EL AREA DE
MANTENIMIENTO DE LA CLÍNICA UGA

Presentado por:

BR. Leonela Contreras Pérez

TRUJILLO, VENEZUELA

2022

UNIVERSIDAD VALLE DEL MOMBOY
VICERRECTORADO ACADEMICO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA INGENIERIA (DE COMPUTACIÓN/INDUSTRIAL)



PLAN DE MEJORA CONTINUA PARA EL AREA DE
MANTENIMIENTO DE CLINICA UGA

Trabajo Especial de Grado para optar al título de Ingeniero
industrial)

Presentado por:

Br. Leonela Pérez

Tutor

Larry Araujo

TRUJILLO, VENEZUELA

2022

VEREDICTO(S)



VICERRECTORADO ACADÉMICO FACULTAD DE INGENIERÍA

VEREDICTO

Nosotros, **Prof. Karla Dunn, Prof. Karelis Paredes, y Prof. Larry Araujo**, designados como miembros del Jurado Examinador del Trabajo de Grado titulado **"PLAN DE MEJORA CONTINUA PARA EL AREA DE MANTENIMIENTO DE LA CLINICA UGA "** que presenta la bachiller: **Contreras Pérez Leonela**, portadora de la C.I. N° **30.380.093**, nos hemos reunido para revisar dicho trabajo y después de la presentación, defensa e interrogatorio correspondiente lo hemos calificado con: dieciocho (**18**) puntos, de acuerdo con las normas vigentes dictadas por el Consejo Universitario de la Universidad Valle del Momboy, referente a la evaluación de los Trabajos de Grado para optar al título de Ingeniero Industrial

En fe de lo cual firmamos en Valera a los dieciocho (18) días del mes de noviembre del dos mil veintidós (2022).

Prof. Karelis Paredes
C.I. 14.799.624
JURADO

Prof. Larry Araujo
C.I. 13.238.875
TUTOR

Prof. Karla Dunn
C.I. 19.286.584
PRESIDENTE DEL JURADO



Prof. Marilyn Briceño
C.I. 13.205.436
DECANO



Prof. Ana Linares
C.I. 9.013.217
VICERRECTORA ACADEMICA

UNIVERSIDAD VALLE DEL MOMBOY
VICERRECTORADO ACADEMICO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL



ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Carvajal, 17 de agosto de 2022.

Ciudadano: Ing. Wilmer Méndez
Director del CIDIFI
Presente. -

Por medio de la presente, hago de su conocimiento, que ante la solicitud realizada por la ciudadana: Contreras Pérez Leonela, portador de la C.I. V-30.380.093, acepto el compromiso de Tutorar el desarrollo de su trabajo de investigación titulado: **PLAN DE MEJORA CONTINUA PARA EL AREA DE MANTENIMIENTO DE LA CLÍNICA UGA**, para optar al título universitario en INGENIERIA INDUSTRIAL; hasta su presentación y evaluación.

Atentamente,

Prof(a). Ing. Larry Araujo
C.I. No. 13.238.875

DEDICATORIA

Les dedico mi tesis a mis padres por su apoyo, sus esfuerzos y por sus bendiciones que siempre me llevaron por el buen camino, por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que se incluye este.

Leonela Contreras

AGRADECIMIENTO

- Agradezco a Dios quien me ha guiado por el buen camino y me ha dado la fortaleza para salir adelante.
- A mis padres por su comprensión y estímulo constante, por darme la oportunidad de llegar hasta donde estoy.
- A mi hermano Camilo, por estar siempre a mi lado y siempre apoyarme.
- A mis abuelas, Ne y mi Nonna que siempre están presentes en los momentos más importantes de mi vida.
- A mi abuelo Gustavo, que siempre tuve su apoyo en cada momento de mi carrera.
- A mi Nonno Antonio, que ya no está presente pero siempre lo llevo en mi corazón sé que desde donde está, está muy orgulloso de mi.
- A mis tías Alexandra y Parma, por siempre darme su apoyo incondicional de las cuales ahora seré colegas.
- A mis profesores, personas de gran sabiduría quienes se han esforzado en transmitirme sus diversos conocimientos.

Leonela Contreras Pérez

INDICE

AGRADECIMIENTO	6
INDICE	7
INDICE DE TABLAS.....	9
RESUMEN.....	11
INTRODUCCIÓN	13
CAPÍTULO I.....	15
EL PROBLEMA	15
<u>Alcances y Limitaciones</u>	<u>21</u>
<u>Alcances</u>	<u>21</u>
<u>Limitaciones</u>	<u>22</u>
<u>Antecedentes de la Investigación</u>	<u>23</u>
Nacionales.....	23
Internacionales.....	26
<u>Antecedentes de la Investigación</u>	<u>¡Error! Marcador no definido.</u>
Nacionales.....	¡Error! Marcador no definido.
Internacionales.....	¡Error! Marcador no definido.
<u>Cuadro 1.Operacionalización de variables</u>	<u>39</u>
<u>Objetivo General: Proponer un plan de mejora continua para el área de</u> <u>mantenimiento de la Clínica UGA</u>	<u>39</u>
<u>Objetivos específicos</u>	<u>39</u>
<u>Variable</u>	<u>39</u>
<u>Dimensión.....</u>	<u>39</u>

<u>Indicadores</u>	39
<u>Ítems</u>	39
<u>Plan de Mejora continua</u>	39
<u>Puntos de mejora en los procesos del área de mantenimiento</u>	39
• <u>Clasificar las tareas de mantenimiento</u>	39
• <u>Intervención de tipos de fallas</u>	39
• <u>Número total de intervenciones</u>	39
• <u>Tiempo empleado</u>	39
<u>Diagramas de causa y efecto</u>	39
• <u>Uso del diagrama espina de pez</u>	39
• <u>Métodos procesos</u>	39

INDICE DE TABLAS

<u>INDICE DE TABLAS</u>	<u>9</u>
<u>Tabla 1. Operacionalización de variables</u>	<u>39</u>
<u>Tabla 2 votación por orden de prioridad en peso para resolver por ítems</u>	<u>51</u>
<u>Tabla 3. Actividades de mantenimiento a considerar por prioridad</u>	<u>52</u>
<u>Tabla 4. Votación por orden de prioridad en peso para resolver por ítems</u>	<u>54</u>
<u>Tabla 5. Intervención de falla</u>	<u>55</u>
<u>Tabla 6. Votación por orden de prioridad en peso para resolver por ítems</u>	<u>56</u>
<u>Tabla 7. Número total de intervenciones</u>	<u>57</u>
<u>Tabla 9. Tiempo empleado durante fallas</u>	<u>59</u>

INDICE DE FIGURAS

<u>Figura 1. Análisis de averías</u>	<u>31</u>
<u>Figura 2. Diagrama de Pareto</u>	<u>34</u>
<u>Figura 3 .Diagrama de Ishikawa (Causa y Efecto)</u>	<u>35</u>
<u>Figura 4. Diagrama de causa y efecto para los indicadores de la investigación.</u>	<u>48</u>
<u>Figura 5. Diagrama de Pareto (Indicador: Clasificar tareas de mantenimiento).....</u>	<u>52</u>
<u>Figura 6. Diagrama de Pareto (Indicador: Intervención de fallas).....</u>	<u>55</u>
<u>Figura 7. Diagrama de Pareto (Indicador: Número total de intervenciones)</u>	<u>57</u>
<u>Figura 8. Diagrama de Pareto (Indicador: Tiempo entre fallas)</u>	<u>60</u>

**UNIVERSIDAD VALLE DEL MOMBOY
VICERRECTORADO ACADEMICO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA INGENIERIA (DE COMPUTACIÓN/INDUSTRIAL**

**PLAN DE MEJORA CONTINUA PARA EL AREA DE MANTENIMIENTO DE
CLINICA UGA**

Autor: Br Contreras Leonela.
Tutor(A): Larry Araujo
Año: 2022

RESUMEN

El siguiente trabajo de grado tuvo como propósito el generar un plan de mejora continua para el mantenimiento de la clínica UGA. Así pues, la metodología utilizada corresponde a un tipo de investigación proyectiva, Tal y como lo expresa hurtado (2000), la cual apunta hacia una propuesta de un plan de mejora para el departamento de mantenimiento de la clínica UGA. Así mismo el diseño fue de campo en virtud de que los datos se recolectaron en el área de mantenimiento. En consecuencia, se utilizó la técnica de lluvia de ideas, Diagramas de causa y efecto, así como Diagramas de Pareto donde se aplicó la regla del 80-20. En definitiva, se obtuvieron resultados que muestran las debilidades de lo que concierne a las tareas de mantenimiento, Intervención de tipos de fallas, Número de intervenciones, Tiempo durante fallas, y la aplicación de diagramas de Pareto.

Palabras clave: Mantenimiento, Mejora continua, Fallas, Tiempos perdidos

**FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA INGENIERIA INDUSTRIAL**

**CONTINUOUS IMPROVEMENT PLAN FOR THE MAINTENANCE
AREA OF CLINICA UGA**

Autor: Br. Leonela contreras

Tutor: Larry Araujo

Año: 2022

ABSTRACT

The purpose of the following degree work was to generate a continuous improvement plan for the maintenance of the UGA clinic. Thus, the methodology used corresponds to a type of projective research, as expressed by Hurtado (2000), which points to a proposal for an improvement plan for the maintenance department of the UGA clinic. Likewise, the design was field based on the fact that the data was collected in the maintenance area. Consequently, the brainstorming technique was used, cause and effect diagrams, as well as Pareto diagrams where the 80-20 rule was applied. In short, results were obtained that show the weaknesses regarding maintenance tasks, Intervention of types of failures, Number of interventions, Time during failures, and the application of Pareto diagrams.

Keywords: Maintenance, Continuous improvement, Failures, Lost time

INTRODUCCIÓN

Si bien es cierto que el mantenimiento de equipos y bienes en las unidades hospitalarias y de salud son una necesidad imperiosa para poder brindar un excelente servicio a los usuarios o personas que requieren de su atención. En este sentido, las tareas y actividades que se realizan dentro de los recintos de salud en materia de mantenimiento necesitan de gran atención a la hora de resolver cualquier tipo de situación que le atañe al área en cuestión.

De acuerdo a lo anteriormente descrito se puede destacar que un buen servicio depende de las personas que conforman el equipo de trabajo, mismas, que se direccionan a través de valores, respeto y responsabilidad; asumiendo un gran compromiso con las funciones y acciones que se plantean o confrontan. No obstante, los problemas que surgen en las distintas unidades que conforman los recintos hospitalarios o clínicas no escapan de su relación con la calidad que esta exige en un modo preponderante. Por tanto, la planificación, programación y formación de las personas involucradas en el departamento de mantenimiento, deben de estar orientadas hacia los objetivos, la misión y visión de la clínica UGA. Así pues, el presente estudio presenta como propósito principal, elaborar un plan de mejora continua para el área de mantenimiento de la clínica UGA. De esta manera, la contribución que brinda el estudio a posibles soluciones es una bondad y fortaleza que adquieren este tipo de institución para la salud a la hora de cumplir los lineamiento y normas que se han planteado.

El tipo de investigación abordado para dar respuestas al objetivo general se encuentra en el marco proyectivo, el cual está estructurado en seis(6) capítulos ,Siendo entonces : el capítulo I el que ilustra la situación problema y problemática en el contexto del área de mantenimiento de la clínica UGA. Seguido a esto se presentan las interrogantes de la investigación, en cuya línea respalda el objetivo general y específicos a seguir para el desarrollo metodológico quedaran respuesta al estudio. Al efecto se plantea la justificación de la investigación en los planos o perspectivas de orden teórico, practico, metodológico, social. El capítulo II se asocia a los antecedentes nacionales e internacionales, también se presenta los fundamentos o bases teóricas, operacionalización de variables y glosario de términos. Para el capítulo III deja expuesto el marco metodológico con sus perfiles relacionados al tipo de investigación, diseño de la investigación, población o sujetos de estudio, procesamiento y análisis de resultados.

Siguiendo el orden de estructura, el capítulo IV representado por los análisis de los resultados, trabajado y desarrollado para dar respuesta al desarrollo de los objetivos planteados .El capítulo V con sus conclusiones y recomendaciones; por último capítulo VI la propuesta y los restantes títulos como lo son las referencias y anexos.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

Planteamiento del problema

En la actualidad existen diversas tecnologías que han ido en pro de la innovación de la gestión eficaz de instrumentos para tratar de consignar diversos conocimientos en planes o programas de mantenimiento, los cuales conciben con la labor del recurso humano en materia de reparación de máquinas y su sostenimiento en la industria. Inherentemente a lo anteriormente mencionado, se han de llevar muchas acciones predefinidas, dando la oportunidad de evaluar la ejecución de las mismas que logren realizar cada uno de los seguimientos continuos a través del análisis de la información recopilada ,siendo todo esto, para cumplir con las pautas específicas de mantenimiento, ya que le admiten la realización de diversas rutinas precisas que se llevaran a cabo de manera periódica, quedando entonces respaldadas y supervisadas en un ambiente de mejora continua.

Ampliar el problema

En tal sentido, el área de mantenimiento de la Clínica UGA es una parte primordial de la institución, que debe contar con las herramientas y personas necesarias para mantener el buen funcionamiento en cada uno de los activos que tiene a cargo, siendo esta área indispensable para mejorar los servicios de la Clínica UGA ,dejando los equipos y herramientas en condiciones óptimas de operación que brinde el bienestar que se trata de lograr .Asimismo, las necesidades que emergen de situaciones intempestivas , hacen que se establezcan parámetros, metodologías, estrategias o políticas que ayuden al fortalecimiento de los diversos procesos que se llevan a cabo en la clínica en materia de mantenimiento , logrando responder así a cada uno de los cambios presentados dentro de su entorno, de este modo la formación e integración de los

niveles de mantenimiento se orientaran a cada uno de los objetivos que aporten competitividad global a la Clínica UGA.

De acuerdo a lo expuesto por el director del departamento de mantenimiento ,la clínica UGA presta un gran servicio a la población en materia de atención a la salud de las personas, ya que trata con vidas humanas, lo cual requiere de un compromiso para mantener un estatus de calidad y eficiencia del servicio que proporcionan diariamente tanto los profesionales de la salud que allí laboran como de los equipos médicos especializados que cumplen una labor fundamental no solo para el tratamiento de diversas complicaciones de la salud como para su prevención. Así pues, en el área de mantenimiento de la clínica UGA es una de las áreas que se encuentra secundariamente vinculadas a la manutención de los sistemas, equipos, sub-equipos que están sujetos a la sostenibilidad de un servicio de óptima calidad.

Ahora bien, en la actualidad es muy cierto que todas las instituciones de salud del país están pasando por crisis de tipo hospitalaria con falta de insumos, malos salarios y mantenimiento de equipos, esta ha sido la respuesta que ha dado el director del departamento de mantenimiento de la Clínica UGA , lo cual ha hecho que gran cantidad de pacientes se dirijan hacia este establecimiento hospitalario, buscando dentro sus posibilidades una mejor atención y satisfacción a la solución de sus problemas de salud. En función de lo descrito, la clínica desea establecer un plan de mejora continua en los procesos que se llevan a cabo en las tareas o actividades de mantenimiento.

Problemas de la investigación

Problema general

En exposición de motivos ,es importante señalar el punto donde la gerencia se encuentra muy preocupada , ya que en la medida en que aumenta el número de pacientes que ingresan a la clínica se acrecientan las necesidades de mejorar la gestión y condiciones de la mantenibilidad de los equipos en general ,por ejemplo , electrónicos, electro-mecánicos utilizados para el dominio y uso de las camas , así como también los equipos utilizados para la reparación de todos los inmuebles y recursos materiales incluidas las unidades de telemetría,, mesas soporte de instrumentos quirúrgicos y de atención al público en la sala de emergencia ,todo esto le atañe al departamento de Mantenimiento de esta tan importante clínica y por ello

se tendrá el propósito de identificar los fundamentos principales del mantenimiento para obtener puntos de mejora continua de la situación general que se presenta en el área de mantenimiento de la Clínica UGA. De acuerdo a lo anteriormente expuesto y de esta investigación surge para la investigadora buscar solución y puntos de mejora al área del mantenimiento de la clínica UGA a través de un plan de mejora continua, debido a lo expuesto se presenta la siguiente interrogante:

¿Cuál debe ser el plan de mejora continua que necesita el área de mantenimiento de la Clínica UGA?

Problemas específicos

Si bien es cierto, para la realización del plan de mejora continua en el área de mantenimiento de la clínica UGA, se hace necesario realizar un estudio de la situación actual que presentan los procesos o tareas que se encuentran inmersos en los problemas o fallas, en la cual se plantea la siguiente interrogante:

¿Cómo evaluar los puntos de mejora continua dentro de los procesos llevados a cabo dentro del área de mantenimiento de la Clínica UGA?

¿Cómo identificar los problemas que pueden generarse dentro de los procesos o actividades del mantenimiento de la Clínica UGA

¿Cómo debe ser el plan de mejoramiento continuo que se puede desarrollar para el área de mantenimiento de la Clínica UGA?

Objetivos de la Investigación

Objetivo general

Proponer un plan de mejora continua para el área de mantenimiento de la Clínica UGA

Objetivos específicos

- ✓ Realizar diagramas de causa efecto para diagnosticar posibles problemas en los procesos del área de mantenimiento de la clínica UGA.
- ✓ Identificar los puntos de mejora en los procesos del área de mantenimiento de la Clínica UGA, a partir del diagrama de Pareto.
- ✓ Desarrollar un plan de mejora continua para el área de mantenimiento de la Clínica UGA

Justificación de la Investigación

La presente investigación se enfocará en un plan de mejora continua que busca optimizar el funcionamiento de los diferentes equipos que son empleados para la prestación de servicios que satisfagan las necesidades de sus clientes a través de la implementación de estrategias que permitan cuantificar cada una de los procesos y operaciones de manera más eficiente y observar adecuadamente los diversos factores que se ven implicados dentro de estos.

Debido a esto, el diseño de un plan de mejora continua debe impulsar cada una de las innovaciones requeridas dentro de los diversos procesos de evaluación que representan un requerimiento importante para el perfeccionamiento del área de mantenimiento de la Clínica UGA para la implantación de una serie de acciones de mejoramiento, correctivas, de innovación, preventivas, entre otras; que pueden desarrollarse a través de sus diferentes fases.

De lo anteriormente expuesto, cabe resaltar lo siguiente:

Un plan de mejora representa un elemento indispensable para lograr una cultura dentro de los centros clínicos existentes actualmente, donde se pueden mantener mecanismos continuos para asegurar la calidad de los diferentes procesos

que se llevan a cabo dentro del área de mantenimiento establecidos dentro de los mismos (Bricall ,2000). En este sentido, un plan de mejoramiento continuo se justifica para que los centros clínicos, universidades y otras organizaciones sean responsables de impulsar y desarrollar políticas, planes y programas de incentiven considerablemente la calidad óptima y mecanismos de mejoramiento continuo.

Desde el punto de vista teórico, trata de elaborar un documento que muestre la aplicación y resultados en base a una realidad expuesta dentro de una metodología sistemática de la filosofía de la mejora continua dentro de las instalaciones del área de mantenimiento de la Clínica UGA.

Desde el punto de vista práctico, se busca realizar un diagnóstico actual de la Clínica UGA para desarrollar planes que reduzcan y mejoren considerablemente cada uno de los indicadores analizados a través de la aplicación de herramientas empleadas para priorizar los problemas o causas que los generen. Así mismo la propuesta de un plan de mejora continua brindara a la clínica una mayor satisfacción a sus pacientes y al personal del departamento de mantenimiento, buscando mejorar sus procesos y actividades.

Desde el punto de vista metodológico, permitirá cuantificar cada uno de los indicadores analizados mediante el estudio de las diversas ventajas comparativas que se desarrollen debido a la aplicación de las diferentes herramientas de mejora continua empleadas para definir cada uno de los procesos implicados en el área de mantenimiento de la Clínica UGA sirviendo de apoyo para el desarrollo de las futuras investigaciones como antecedentes que permitirá el abordaje de estudio que se encuentre bajo el mismo enfoque y temática.

Desde el punto de vista social, al mejorar la parte de procesos y actividades en el mantenimiento de la clínica, busca alcanzar el mejor nivel de excelencia y calidad en que le brinde la posibilidad de ser mucho más competitiva bajo las exigencias establecidas por los mercados actuales que satisfagan cada una de las expectativas de sus clientes. Además de que la clínica puede implementar el plan de mejora continua y por ende se verán beneficiados los gerentes y trabajadores de la clínica en virtud de que se orientan a una forma de trabajo más organizada y metodológica; Así pues la población atendida alcanzara un mejor servicio y atención logrando así su tranquilidad y comodidad de los clientes , siendo de gran aporte a quienes solicitan dichos servicios.

Para dar inicio a este segmento es conveniente presentar lo que refiere a un plan de mejora y por ello Bricall (2000) lo define como “un plan de mejora representa un elemento indispensable para lograr una cultura dentro de los centros clínicos existentes actualmente, donde se pueden mantener mecanismos continuos para asegurar la calidad de los diferentes procesos que se llevan a cabo dentro del área de mantenimiento establecidos dentro de los mismos”. En este sentido, un plan de mejoramiento continuo se justifica para que los centros clínicos, universidades y otras organizaciones sean responsables de impulsar y desarrollar políticas, planes y programas de incentiven considerablemente la calidad óptima y mecanismos de mejoramiento continuo.

Alcances y Limitaciones

Alcances

- ✓ Enfocarse en el potencial que tienen las personas que trabajan dentro del área de mantenimiento para evolucionar, avanzar, desarrollarse de manera progresiva y constante que arrojen resultados eficientes, óptimos y eficaces que se desenvuelven debido a el cumplimiento de las diferentes actividades que se llevan a cabo por quienes manejan de forma continua cada uno de los equipos empleados dentro del área de mantenimiento de la Clínica UGA.
- ✓ Orientarse al mejoramiento continuo de la calidad de los procesos que se realizan dentro del área de mantenimiento de la Clínica UGA
- ✓ Desarrollar planes y programas para mejorar cada uno de los procesos de mantenimiento que le brinden la posibilidad de prestar servicios de excelente calidad para satisfacer las diversas necesidades que requieren sus pacientes continuamente.
- ✓ Controlar las causas que generen fallas por medio de la implementación de un plan de mejora continua en el área de mantenimiento de la Clínica UGA
- ✓ Incrementar la capacidad de organización para satisfacer las necesidades de sus clientes para aumentar el mejoramiento continuo dentro de su desempeño eficiente al momento de la prestación de sus servicios

Limitaciones

- ✓ Disponibilidad de información que le facilite la obtención de datos pertinentes acerca de los equipos que son implementados dentro del área de mantenimiento que permita el desarrollo de un plan de mejora continua para elevar la eficiencia y rendimiento de los mismos para la prestación de servicios de la Clínica UGA .
- ✓ Disponibilidad de Tiempo para desarrollar el plan de mejora continua dentro del área de mantenimiento que estipule las horas que serán empleadas para efectuarlo de manera eficiente y dar la oportunidad de observar el tiempo que emplean los equipos para efectuarlo continuamente.
- ✓ Incapacidad de la organización para apoyar, reconocer o innovar los equipos para prestar un mejor servicio que satisfaga cada una de las necesidades que desean y quieren sus pacientes
- ✓ Falta de seguimiento de los diversos procesos que se ven implicados en el desarrollo de un plan de mejora continua optimo, eficiente y eficaz que integra parte fundamental dentro del área de mantenimiento de la Clínica UGA

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

Esta sección desarrolla el contexto de la investigación en antecedentes, la base teórica, el contexto y el sistema de variables; Todo esto con el propósito de construir un marco de referencia con respecto a la variable en estudio, y conformar un alcance bibliográfico que defina el estudio a partir de definiciones y principios que sustentaron el desarrollo de la investigación, así como del tema.

Antecedentes de la Investigación

Nacionales

- Tannuos (2018) . En su trabajo especial de grado para optar al título de ingeniero industrial, titulado “Propuesta de mejora para los procesos productivos, logísticos y administrativos de un servicio sub contratado para equipos de refrigeración comercial perteneciente a una empresa embotelladora”. Tesis de grado. Universidad Católica Andrés Bello. Venezuela. Su propósito fue el de proponer mejoras para los procesos productivos ,logísticos y administrativos de un servicio subcontratado para equipos de refrigeración comercial , dentro del cual se maneja la determinación de los factores que influyen en los procesos productivos y logísticos relacionados con las actividades del mantenimiento. Dichos factores fueron primordiales para proponer soluciones de mejora.

El tipo de investigación utilizado fue el de investigación proyectiva, con la intención proponer soluciones a partir del proceso de indagación realizado. El diseño de la misma es de campo del tipo no experimental ya que es ejecutado sin manipular

variables de manera deliberada. Como esta investigación está centrada en la mejora de procesos del servicio, el enfoque de la investigación adoptó características de tipo cualitativo y cuantitativo. Las evidencias de esta investigación identificaron ciertos problemas, como por ejemplo que la cantidad de equipos por reparar aumentó de tal manera, que afectó de manera directa las ventas de cajas físicas. Por esta razón, mediante diagramas de flujo se describieron cada uno de los procesos que engloban la prestación del servicio de mantenimiento y cómo es el trabajo de todas las partes participantes en los procesos de manera conjunta. Para el estudio de estos procesos se utilizaron herramientas para la obtención y análisis de datos como las entrevistas no estructuradas, la observación directa, diagramas Ishikawa y diagramas ¿por qué? ¿por qué?, para, con ayuda de ellas, identificar de manera concreta cuáles eran las causas que ocasionan los problemas que afectan actualmente el servicio y así construir propuestas claves cuya aplicación de manera conjunta está orientada a mitigar los problemas encontrados. Estas propuestas se pueden discriminar de acuerdo a las causas que intentar mitigar, la primera busca financiamiento para la compra de refacciones, la segunda busca aumentar la disponibilidad de vehículos, la tercera sugiere un nuevo esquema para la compra de refacciones, la cuarta plantea estrategias para optimizar las labores diarias y la quinta busca promover un cambio en la interrelación entre las empresas. La aplicación de estas propuestas produciría un costo de inversión que a su vez generarían posibles beneficios luego de su respectiva implementación.

Esta investigación se relaciona con el presente estudio debido a que realiza análisis mediante la diagramación y obtención de resultados a través del diagrama de

Ishikawa. Todo esto con la finalidad de obtener data que corresponde a problemas en los procesos de mantenimiento de la unidad o clínica UGA en materia de mantenimiento.

- Torres (2018) en su trabajo de grado para optar al título de ingeniero industrial titulado “Diseño del proceso de gestión de mantenimiento preventivo para los equipos utilizados en una empresa comercializadora de alimentos al mayor, ubicada en Caracas Venezuela”. La cual tuvo como propósito el diseño del proceso de gestión de mantenimiento preventivo para los equipos utilizados en una empresa comercializadora de alimentos al mayor, ubicada en Caracas Venezuela .la metodología utilizada fue la de un proyecto factible.

De acuerdo al autor, fue necesario realizar una investigación cuyo objetivo principal es el diseño de una gestión de mantenimiento preventivo. Para diseñar el plan de estos equipos, se recopilaron los manuales de cada uno y toda la información que poseía la Gerencia, a su vez se realizaron entrevistas, encuestas y observaciones directas para de esta manera lograr describir los equipos, los procesos actuales de mantenimiento y poder analizar las fallas más recurrentes que presentaban. Adicionalmente, se diseñaron las fichas técnicas descriptivas de los equipos, se definieron los niveles mínimos de inventario en stock a mantener para garantizar la ejecución del plan de mantenimiento propuesto y se elaboraron los indicadores de gestión para que la Gerencia de Mantenimiento realice el debido monitoreo y control de los trabajos realizados por su personal a cargo. Luego basándose en toda esa información fue posible diseñar un plan de mantenimiento preventivo para los equipos que dan servicios y soportes a la línea de producción que permitan mejorar la gestión de mantenimiento de dichos equipos,

contemplando las rutinas de mantenimiento, frecuencia de las mismas, además se comprobó que el plan propuesto es económicamente factible.

A través de la gestión del mantenimiento el presente trabajo se vincula con esta investigación ante la realización del monitoreo y control de los trabajos realizados por su personal a cargo, esto va de la mano con las actividades que se realizan en los procesos de atención del mantenimiento en la clínica UGA.

Para Ortiz,(2017). En su trabajo especial de grado para optar al título de especialista en ingeniería industrial y productividad, la misma lleva por título “Diseño de un plan de gestión de mantenimiento preventivo en los equipos médicos del servicio de salud laboral de una empresa productora de bebidas ubicada en Caracas. La presente investigación se planteó el diseño de plan de gestión de mantenimiento preventivo. El tipo de investigación se enmarcó en el tipo aplicada y un diseño de tipo documental y de campo. Para la recopilación de la información relativa a la gestión actual del mantenimiento, información de los equipos, entre otros aspectos, se hizo uso de técnicas tales como observación estructurada y no estructurada, análisis documental y entrevistas estructuradas. Obteniéndose como resultados El Servicio de Salud Laboral de una empresa productora de bebidas ubicada en Caracas, ha venido presentando una serie de deficiencias en la gestión del mantenimiento de los equipos médicos.

El presente trabajo guarda relación con el presente en cuanto al uso de la metodología para la detección de problemas en el mantenimiento de la clínica UGA.

Internacionales

Machaca y Portugal (2018) En su tesis de grado para optar al título de ingeniero industrial cuya propuestas lleva por título ““Propuesta de Mejora en la Gestión de

Mantenimiento de Equipos Médicos del área de Medicina Física y Rehabilitación de una Clínica” tiene por objetivo mejorar la gestión de mantenimiento de los equipos médicos del área de medicina física y rehabilitación de la clínica, la metodología aplicada fue de tipo proyectiva ,para ello se desarrolló un diagnóstico de la situación actual de la gestión de mantenimiento que presenta, mediante la auditoría de mantenimiento radar, evaluación de inventario, disposición de planta, diagrama de Ishikawa, entre otros; los cuales permitieron identificar como problema principal, la deficiente gestión de mantenimiento de los equipos médicos de dicha área y así proponer mejoras bajo las herramientas de la ingeniería industrial.

El aporte de la investigación es mejorar la gestión que cumplen los equipos que prestan servicios médicos dentro de la Clínica UGA a través de la implementación de una diversidad amplia de herramientas que tratan de proponer mejoras para el área de mantenimiento.

López (2017) para la obtención del grado de Magíster en Gestión del Mantenimiento Industrial. En su trabajo especial de grado titulado” Diseño E Implementación De Un Modelo De Gestión Integral De Mantenimiento Para El Hospital Básico De La Brigada Blindada Galápagos”, Aplicando El Estatuto Orgánico Del Ministerio De Salud Pública.

El objetivo de la investigación fue diseñar e implementar un modelo de gestión integral de mantenimiento en el Hospital Básico N°11 de la Brigada de Caballería Blindada “Galápagos”, para lo cual se desarrolló un sistema de evaluación cuantitativa inicial de la gestión de mantenimiento hospitalario, con la finalidad de conocer la realidad, problemática y alcance del mantenimiento en esta casa de salud, además con esta evaluación se pudo establecer las mejoras asequibles para el sistema de mantenimiento del hospital. Como resultado de esta investigación se diseñó un modelo de gestión integral de mantenimiento hospitalario basado en nueve pilares de gestión y que contemplan las exigencias del “Estatuto Orgánico de Gestión Organizacional

por Procesos de los Hospitales” del Ministerio de Salud Pública, por lo que se convierte en un modelo de evaluación referencial en el proceso de acreditación de las casas de salud del Ecuador. El diseño e implementación del modelo de gestión integral de mantenimiento hospitalario nos permite evaluar, medir, controlar y mejorar las actividades, estrategias y técnicas, inherentes a la función de mantenimiento hospitalario, a fin de aumentar la eficiencia y eficacia del mantenimiento en los equipos biomédicos del hospital, minimizando de esta manera la ocurrencia de fallas y como consecuencia garantizando un servicio de salud de calidad, tanto para especialistas médicos que son usuarios internos, como para los pacientes que son usuarios externos, recomendando evaluaciones paulatinas con esta metodología a fin de establecer ciclos de mejora continua.

Para lo cual se desarrolló un sistema de evaluación cuantitativa inicial de la gestión de mantenimiento hospitalario, con la finalidad de conocer la realidad, problemática y alcance del mantenimiento en esta casa de salud, además con esta evaluación se pudo establecer las mejoras asequibles para el sistema de mantenimiento del hospital.

La relación de esta investigación con la presente investigación se debe a que permite evaluar, medir, controlar y mejorar las actividades, estrategias y técnicas, inherentes a la función de mantenimiento hospitalario, a fin de aumentar la eficiencia y eficacia del mantenimiento en los equipos del hospital, minimizando de esta manera la ocurrencia de fallas y como consecuencia garantizando un servicio de salud de calidad,

Mondragón, Karenina y Chávez (2017). En su artículo científico titulado “Sistema De Mejora Continua Basado En El Mantenimiento Productivo Total Para Reducir Los Desperdicios En El Área De Producción De La Empresa Induamerica S.A.C”.

La investigación fue realizada en la empresa Induamerica SAC (Lambayeque-Perú). El principal problema durante el pilado de arroz, eran la generación de una serie de desperdicios de producción como las paradas de línea por fallas, por reproceso de producto, por falta de materia prima, entre otras causas; por lo que el principal objetivo fue proponer un sistema de mejora continua basado en la filosofía de mantenimiento productivo total, para reducir los desperdicios, involucrando al personal dentro del sistema de mejora, para lograr un proceso de manera ordenada y eficiente logrando disminuir costos y ejercer control de las áreas involucradas, así como, de elevar la disponibilidad de los equipos.

La investigación fue aplicada descriptiva y de diseño no experimental. La población estuvo conformada por todos los procesos del área de producción, la muestra, de tipo no probabilístico, fue el proceso más crítico del área de producción de la empresa. Los instrumentos que se aplicaron fueron encuestas y cuestionarios. Con respecto a la reducción de desperdicios, también, se aplicó la observación y el análisis documental, que permitieron obtener mayor información sobre la problemática de la empresa. El resultado fue la propuesta de un sistema de mejora continua basado en el Mantenimiento Productivo Total para incrementar la productividad de la empresa. El sistema de mantenimiento total propuesto permitió realizar tener una línea de producción eficiente; evitando continuas paradas, y de esta manera, lograr reducir desperdicios, logrando aumentar la productividad.

La meta fue la de proponer un sistema de mejora continua basado en la filosofía del mantenimiento productivo total, para reducir los desperdicios en las líneas de producción. Orientada a disminuir los costos y pérdidas ejerciendo un mejor control de las actividades del mantenimiento.

Para efectos de valor de esta investigación, se puede acotar que el resultado fue la propuesta de un sistema de mejora continua basado en el Mantenimiento Productivo Total para incrementar la productividad de la empresa, y eso es lo que se busca obtener en la clínica UGA.

Bases teóricas

Mantenimiento industrial

Se iniciará con el estudio del mantenimiento industrial, en el que se presentarán sus conceptos con sus principales características.

El concepto de mantenimiento industrial se ha extendido ampliamente y los autores en la mayoría de los casos coinciden en su definición. Por ejemplo, tenemos los siguientes conceptos.: “El mantenimiento es la actividad humana que conserva la calidad del servicio que prestan las máquinas, instalaciones y edificios en condiciones seguras, eficientes y económicas” (Newbrough, 1998, pág. 25). Otro autor, define al mantenimiento como: “Es el conjunto de técnica destinado a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible y con el máximo rendimiento” (García, 2010) (pág. 27).

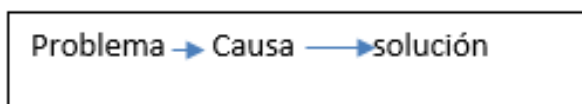
Análisis de Fallas

En referencia al análisis de fallas o averías, Según García (2010, pág. 157), el “análisis de averías se podría definir como el conjunto de actividades de investigación que, aplicadas sistemáticamente, trata de identificar las causas de las averías y establecer un plan que permita su eliminación”. Esta herramienta contribuirá a la mejora continua del mantenimiento industrial, ya

que si se puede identificar la causa raíz de la falla, entonces se pueden tomar acciones en el momento oportuno, lo que aumenta la probabilidad de falla. Disponibilidad de los activos de la empresa.

El análisis de fallas incluye una metodología de análisis y resolución, como se muestra en la Figura .1

Figura 1. Análisis de averías



Nota: Esquema para realizar la solución ante lo que se plantea Fuente: García (2010)

Tratamiento de la falla

Para el consejo de desarrollo científico y humanístico de la Habana Cuba (2001, p32) con frecuencia se pueden encontrar sucesos similares, donde se identifican erróneamente como causa raíz "la falla de los rodamientos", "falta de lubricante", o "error humano". Mientras que en realidad representan las causas directas e intermedias de toda la secuencia de eventos en cuestión. Es una buena práctica realizar un análisis de causa raíz principalmente en el caso de los componentes principales o aquellos con fallas frecuentes, ya que esto puede requerir esfuerzos y recursos que normalmente no están disponibles en la instalación. Por ejemplo, un componente complejo debe desmontarse y enviarse al recurso para determinar la causa raíz de su falla. Pero los resultados de la investigación de recursos aún pueden no ser concluyentes, lo que significa que a menudo puede haber incertidumbres en torno a este aspecto, especialmente cuando múltiples causas contribuyen al problema. Un componente falla y se vuelve difícil identificar la causa raíz del problema.

Tiempo empleado para reparación de fallas

El tiempo empleado para una reparación depende del orden o nivel de gravedad de la falla, al respecto Palencia (2006 ,p.29) a tales efectos “ El aumento del factor de servicio por la determinación de severidad de los problemas y disminución del tiempo de paro necesario para hacer las reparaciones debidamente programadas”. Las fallas cualquier tipo que sea se puede presentar en orden aleatorio, lo que lleva al reparador a pasar por un análisis del objeto y origen de la falla, esto constituye un tiempo de reparación y análisis.

Diagrama de Pareto

Para el autor Vilfredo Pareto citado por Fernández F (2005)

Un Diagrama de Pareto es un gráfico de barras que enumera y ordena las categorías en orden descendente del lado de la izquierda a la derecha, el cual puede ser utilizado por un equipo para analizar causas, estudiar resultados y planear una mejora continua. Dentro de las dificultades que se pueden presentar al tratar de interpretar el diagrama de Pareto es que algunas veces los datos no indican una clara distinción entre las categorías. Esto puede verse en el gráfico cuando todas las barras son más o menos de la misma altura. Otra dificultad es que se necesita más de la mitad de las categorías para sumar más del 60% del efecto de calidad, por lo que un buen análisis e interpretación depende en su gran mayoría de un buen análisis previo de las causas y posterior recogida de datos. Debido a que el mismo se ha demostrado como válido en literalmente miles de situaciones, es muy poco probable que se haya encontrado una excepción. Es mucho más probable que simplemente no se haya seleccionado un desglose apropiado de las categorías. Se deberá tratar de estratificar los datos de una

manera diferente y repetir el Análisis de Pareto. Esto nos lleva a la conclusión que para llevar a cabo un proceso de resolución y toma de decisiones, es necesario hacer uso de las herramientas de la calidad. (p.207).

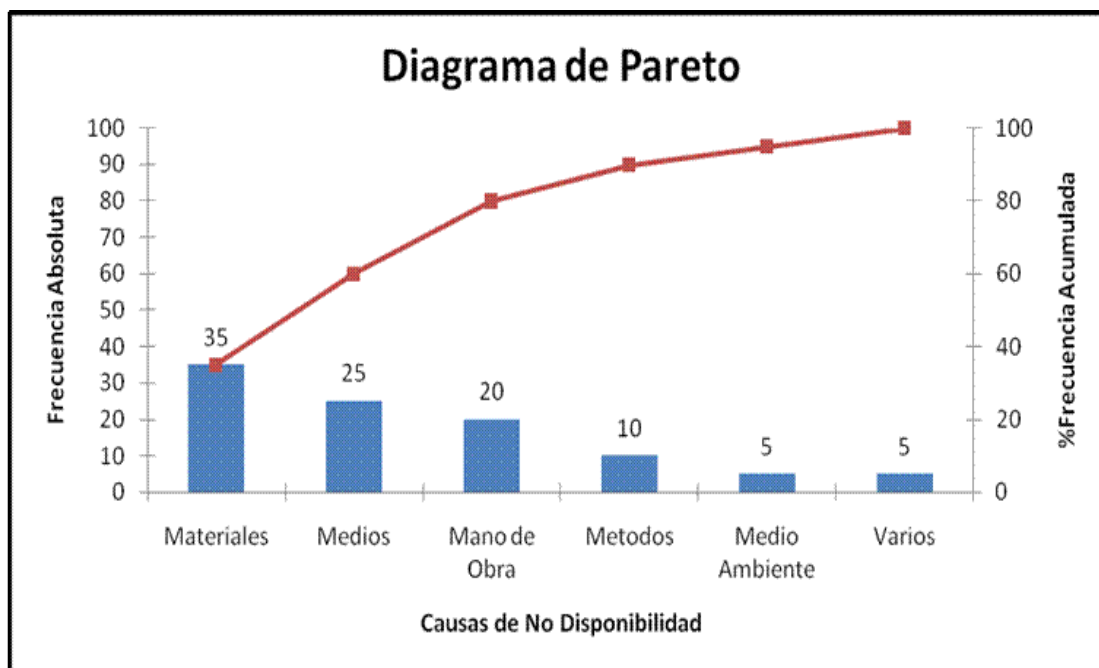
Los diagramas de Pareto en la actualidad son muy utilizados para ubicar en porcentajes cuales son los elementos o componentes de algún grupo de problemas y sus porcentuales causantes. Esto fue definido por Vilfredo Pareto citado por Fernández F (2005) un famoso economista italiano. Al respecto:

La regla del 80-20 o ley de Pareto es una regla que asombrosamente se confirma una y otra vez que viene a decir que el 80% de los problemas está asociado a un 20% de las causas o averías de los equipos (p.239).

En este sentido la regla del 80-20 puede aplicarse para realizar búsquedas y localización de problemas por su mayor peso o en este caso según las respuestas en frecuencia que generen tomas de decisiones.

Por lo general este autor indica que se aplica la regla del 80/20 donde el 20% de las causas contienen el 80% de los problemas. Por tanto esta herramienta es de gran utilidad para conseguir donde se encuentran la mayor concentración de problemas. Y este viene dado para luego efectuar el diagrama de causa y efecto de las causas raíz de los problemas.

Figura 2. Diagrama de Pareto



ota:
Diag
rama
modelo de Pareto

Fuente: <https://seminarioiiiuntref.wordpress.com/2017/06/12/diagrama-de-pareto/>

Plan de mejora continúa

Según Martínez (2002), el plan de mejora continua está inmerso en lo que se refiere a la calidad de un servicio o de una actividad, al respecto expresa lo siguiente:

El Plan Global de Mejora continua, o de Calidad Total, posiblemente incluirá estructurar los procesos de la organización, para lo que utilizaremos la Gestión por Procesos, mejorar la gestión de los Recursos Humanos, el Liderazgo de los Mandos Intermedios, la Satisfacción del Cliente, la Gestión Medioambiental, etc., y otros muchos proyectos de mejora, que requerirán la utilización de herramientas específicas. (p20)

Los planes de mejora continua son de gran utilidad para efectos de dar solución un problema específico encontrado en el área de mantenimiento de la clínica UGA, por tanto este fundamento teórica dará vinculación con el indicador expuesto en el mapa de variable.

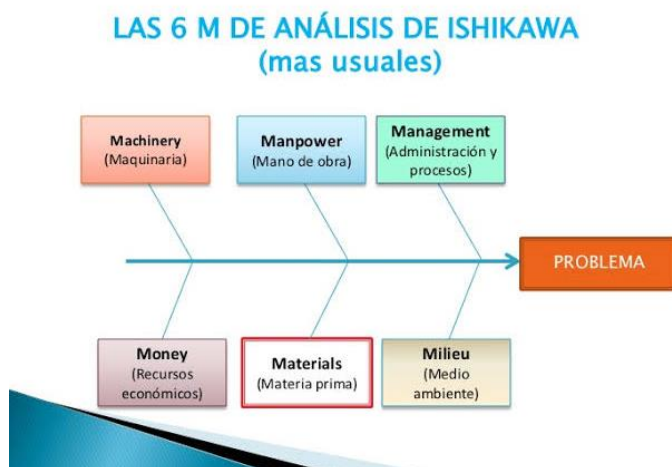
Diagrama de Ishikawa

Para Lyonet (1989).

Durante la vigilancia del proceso de producción, la primera señal de alarma es la aparición de piezas desechables (efecto). A fin de evitar nuevos problemas de este tipo, es necesario encontrar las verdaderas causas. Los procesos de fabricación

Aplican sistemas frecuentemente complejos, por lo que se hace necesario que participen en esta investigación el máximo de personas competentes y, en particular, los usuarios. Una vez constituido el grupo o círculo de calidad, es indispensable anotar todas las ideas sobre las posibles causas de la no calidad: - dispersión de la materia prima; - dispersión del material (máquina); - mano de obra cambiante; - variación del medio ambiente o medio (trabajo diurno y nocturno). (p.131).

de Ishikawa



**Figura 3 .Diagrama
(Causa y Efecto)**

Nota: Herramienta para la detección de problemas fundamentales de un área determinada.

Fuente: <https://diagramadeishikawa.online/6-m/>

Para la sección de mantenimiento el diagrama de Ishikawa comprende el análisis de las 6m Materia prima, maquina, medio ambiente, mano de obra, medio ambiente y métodos, para efectos de esta investigación se hará uso de esta teoría para satisfacer el indicado establecido en el mapa de variables.

Tareas de mantenimiento

La clasificación y las tareas de mantenimiento son aquellas que se utilizan para el logro de condiciones óptimas en los equipos y maximizar su eficiencia total, también se refiere a manutención y mantenibilidad del equipo, esto para obtener un estado activo de calidad de los mismos (Suzuki; 1992, p.89).

De acuerdo a lo anteriormente descrito estas son actividades del departamento de mantenimiento el velar por el buen funcionamiento de los equipos de la clínica UGA ubicada en el sector las Acacias de Valera Estado Trujillo, además de monitorear y controlar el estado de los mismos.

Intervención de tipos de fallas

Las fallas estarán presentes siempre en cualquier tipo de equipos, en algunos casos las fallas pueden ser diferentes y en otros pueden ser comunes aun sabiendo que los mismos posean funciones muy diferentes para garantizar el monitoreo y seguimiento de la frecuencia de las fallas con sus defectos. En este sentido se hace

necesario ubicarlos, clasificarlos y codificarlos, con sus respectivas ordenes de trabajo (Londoño G y Ponton G ; 2008,p.279)

Para estos efectos de la clínica UGA en el departamento de mantenimiento se deben considerar los registros del tipo de fallas, considerando si hay errores de usuarios o de si son fallas propias del equipo., en la misma línea de acción la inspección de los equipos deben de realizarse de manera continua según previa planificación de los mantenimientos y cambios de piezas o refacciones. Otro elemento importante es considerar si se está codificando las fallas durante la rutina del mantenimiento.

Número de intervención de Fallas

En el mismo orden y siguiendo a los Autores:

El número de fallas y sus características de fallas se deben de colocar en un formato de registro donde se puede considerar y observar la frecuencia de aparición. Este tipo de actividad se encuentra enmarcado en las rutinas de mantenimiento en donde se encuentran las verificaciones de condiciones, integridad y funcionamiento (Londoño G y Ponton G ; obcit.p.285).

Tiempo empleado o tiempo de paradas de equipos

Una de las características más importantes es la de llevar un buen control del mantenimiento de los equipos y/o herramientas, ya que los mismos requieren formación de registros y bases de datos que al final contribuyen a los análisis de las fallas en los equipos, Al respecto:

Con el objetivos de disminuir los tiempos de paradas por averías mediante la optimización del mantenimiento preventivo, la optimización de los tiempos de interferencia entre maquinas más la optimización de los tiempos de reparación de máquinas constituyen los fundamentos de la mejora del mantenimiento a través de la disminución de los tiempos entre paradas.(Sacristan F;2001,p.311)

De acuerdo a lo señalado por el autor el departamento de mantenimiento de la clínica UGA deberá encontrarse dentro de los patrones de verificación y seguimiento de las fallas, así como el funcionamiento de los equipos.

Glosario de términos

MTTR: Las siglas MTTR proceden de *Mean Time to Repair* o, en español, Tiempo Medio de Reparación. También es conocido como Tiempo Medio de Mantenimiento Correctivo, y representa el tiempo medio necesario para reparar una avería y hacer que un equipo vuelva a funcionar normalmente

WEIBULL CHART: El análisis de Weibull es el método de estimación de probabilidad más utilizado basado en datos medidos o asumidos. La distribución de Weibull es utilizado en muchas disciplinas por ejemplo en mantenimiento preventivo.

Tabla 1. Operacionalización de variables

Objetivo General: Proponer un plan de mejora continua para el área de mantenimiento de la Clínica UGA

Objetivos específicos	Variable	Dimensión	Indicadores	Items
. Realizar diagramas de causa efecto para diagnosticar posibles problemas en los procesos del área de mantenimiento de la clínica UGA.	Plan de Mejora continua	Diagramas de causa y efecto	<ul style="list-style-type: none"> • Uso del diagrama espina de pez. • Métodos procesos 	<ul style="list-style-type: none"> • Las seis M del diagrama de Ishikawa
Identificar los puntos de mejora en los procesos del área de mantenimiento de la Clínica UGA, a partir del diagrama de Pareto		Puntos de mejora en los procesos del área de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Clasificar las tareas de mantenimiento. • Intervención de tipos de fallas. • Número total de intervenciones. • Tiempo empleado • Diagrama de Pareto 	<ul style="list-style-type: none"> • 1-2-3-4 • 5-6-7-8 • 9-10-11 • 12-13-14 • 15
Desarrollar un plan de mejora continua para el área de mantenimiento de la Clínica UGA				

Nota: La operacionalización de las variables partieron de la selección del diagrama Causa y efecto

Fuente: Contreras (2022).

CAPÍTULO III

MARCO METODOLOGICO

El buscar soluciones a problemáticas planteadas en cualquier ámbito es una constante propia del quehacer investigativo, es por ello que definir este proceso conlleva a mejorar y dinamizar los procedimientos vinculados a la toma de decisiones, la percepción de la realidad, entre otros. Al respecto Sarramona (1991), plantea la investigación como el procedimiento por el cual el conocimiento científico se llega a obtener sin embargo no existe un método totalmente seguro para suprimir el error en la elaboración y validación de las teorías científicas; por este motivo, el procedimiento es relativo dependiendo del momento histórico en el cuál se lleve a cabo e incluso según la naturaleza del conocimiento que se espera obtener.

Tipo y Diseño de la investigación

Tipo de investigación

Según el carácter la presente investigación se enmarcó bajo el criterio de una Investigación de tipo descriptiva, de acuerdo a Chávez las investigaciones descriptivas “son todas aquellas que se orientan a recolectar información relacionadas con el estado real de las personas, objetos, situaciones o fenómenos para mejorar su operatividad” (2007, p.135). En este sentido, la investigación. La investigación posee análisis e interpretación

Para efectos de esta investigación se utilizara la investigación de tipo proyectiva que según Hurtado (2000):

Este tipo de investigación, consiste en la elaboración de una propuesta, un plan, un programa o un modelo, como solución a un problema o necesidad de tipo práctico, ya sea de un grupo social, o de una institución, o de una región geográfica, en un área particular del conocimiento, a partir de un diagnóstico preciso de las necesidades del momento, los procesos explicativos o generadores involucrados y de las tendencias futuras, es decir, con base en los resultados de un proceso investigativo. La investigación proyectiva se ocupa de cómo deberían ser las cosas, para alcanzar unos fines y funcionar adecuadamente. La investigación proyectiva involucra creación, diseño, elaboración de planes, o de proyectos; sin embargo, no todo proyecto es investigación proyectiva. Para que un proyecto se considere investigación proyectiva, la propuesta debe estar fundamentada en un proceso sistemático de búsqueda e indagación que requiere la descripción, el análisis, la comparación, la explicación y la predicción. A partir del estadio descriptivo se identifican necesidades y se define el evento a modificar; en los estadios comparativo, analítico y explicativo se identifican los procesos causales que han originado las condiciones actuales del evento a modificar, de modo que una explicación plausible del evento permitirá predecir ciertas circunstancias o consecuencias en caso de que se produzcan determinados cambios; el estadio predictivo permitirá identificar tendencias futuras, probabilidades, posibilidades y limitaciones. En función de esta información, el investigador debe diseñar o crear una propuesta capaz de producir los cambios deseados. (p.325)

Basándose en lo descrito por el autor esta investigación encaja perfectamente dentro de este contexto ya que se hace la propuesta de un plan de

mejora para el departamento de mantenimiento de la clínica UGA. Donde se podrá dar solución a la problemática planteada

Diseño de la investigación

Para Hernández que define el diseño de la investigación como “el plan o estrategia que se desarrolla para obtener la información que se requiere en una investigación y dar así respuesta al problema planteado” (2006, p. 158).

La presente investigación se realizará con un diseño de campo, según UPEL “se elaborara un análisis de un problema real con el fin de entender su naturaleza así como también sus causas y efectos para predecir su ocurrencia” (2006, p.14). Se realizará un análisis sobre y puntos de mejoras de los procesos y actividades de mantenimiento de la clínica UGA y poder elaborar una propuesta Para efectos de este caso la data de recolección de datos e información se realizara en el espacio del área de mantenimiento de la Clínica U.G.A.

Población y muestra

Para Tomás-Sabado , la población hace referencia al “... conjunto de todos los individuos que cumplen ciertas propiedades y de quienes deseamos estudiar ciertos datos.” (2010p.21). Así mismo, es importante definirla e identificarla sobre la base de las características que la delimitan para la selección posterior de algunos de sus elementos. Para la presente investigación se consideró como objeto de estudio, la población conformada por los trabajadores de la unidad de mantenimiento de la clínica U.G.A, la misma está conformada por el jefe de mantenimiento, un electricista, un técnico electrónico, dos técnicos mecánicos,

un supervisor de mantenimiento y un utilities para suplir vacaciones y algunas operaciones, para un total de 7 personas.

Técnicas e instrumento de recolección de datos

Para Arias, “Las técnicas e instrumentos de recolección de datos son las distintas formas o maneras de obtener información” (1999, p. 25). Éstas son indispensables en cualquier investigación ya que permiten obtener información objetiva, proporcionándole al investigador la profundización de los conocimientos de la realidad objeto de estudio.

Según Zapata, “En los trabajos de investigación con metodología cuantitativa, las técnicas más utilizadas son: el experimento, la encuesta o el sondeo y el análisis de contenido” (2006, p.187-188). Así mismo establece que el experimento está íntimamente relacionado con la observación.

También se utilizó la técnica de la encuesta que según Naresh, “son entrevistas a numerosas personas utilizando un cuestionario diseñado en forma previa. Asimismo, Una encuesta es un conjunto de preguntas normalizadas dirigidas a una muestra representativa de la población o instituciones, con el fin de conocer estados de opinión o hechos específicos (2004, p. 130). El investigador debe seleccionar las preguntas más convenientes, de acuerdo con la naturaleza de la investigación y, sobre todo, considerando el nivel de educación de las personas que se van a responder el cuestionario.

Arias (ibídem), establece que “Los instrumentos son los medios materiales que se emplean para recoger y almacenar la información”.

Se diseñara un cuestionario con una cantidad de 15 ítems o preguntas bajo el esquema que comprenden los pasos de construcción de un diagrama de Pareto parara cumplir con los

objetivos de la investigación a fin de diagnosticar la situación que converge y posee el primer objetivo de esta investigación.

Diagrama de Ishikawa causa y efecto

Para visualizar y entender lo que refiere a un diagrama de causa -Efecto:

...denominado diagrama de espina de pescado o diagrama de Ishikawa, fue una creación de Kaoru Ishikawa. El diagrama de espina de pescado identifica muchas causas posibles de un problema o un efecto. Se puede utilizar para estructurar una sesión de lluvia de ideas. Inmediatamente clasifica las ideas en categorías útiles. Este diagrama se utiliza para explorar todas las causas (o entradas) potenciales o reales que dan como resultado un solo efecto (o salida). Las causas se organizan según sus niveles de importancia o detalle, lo que da como resultado una descripción de las relaciones y la jerarquía de los eventos. Este diagrama también se puede usar para buscar causas fundamentales, identificar áreas donde puede haber problemas y comparar la importancia relativa de las diferentes causas. (Charantimath : 2011, p.229)

Diagrama de Pareto

Este diagrama ha sido definido por y lo señala de la siguiente definición:

El diagrama de Pareto también se denomina diagrama de Pareto. Un gráfico de Pareto puede ser un gráfico de Pareto ponderado o un gráfico de Pareto comparativo. Un gráfico de Pareto es un gráfico de barras especial, cuyas longitudes representan la frecuencia o el costo (tiempo o dinero) y están dispuestas con las barras más largas a la izquierda y las más cortas a la derecha. Por lo tanto, el gráfico representa visualmente la importancia relativa de los problemas o condiciones. En

1950, Joseph M. Juran reformuló las teorías del economista italiano Vilfredo Pareto (1848-1923), que forman el quid del principio de Pareto. Estos a menudo se conocen como la regla 80-20. El análisis de Pareto es una técnica estadística en la toma de decisiones que se utiliza para la selección de un número limitado de tareas que producen un efecto general significativo. El efecto Pareto también opera en el dominio de la mejora de la calidad. Según el efecto Pareto, el 80 por ciento de los problemas suelen tener su origen en el 20 por ciento de las causas. Esto también se denomina como la teoría de los pocos vitales y los muchos triviales. (Charantimath ,2011, p.228)

Validez

Según Hernández “se refiere al grado en que un instrumento realmente mide la variable que pretende medir” (2004, p .243). Para Palella y Martínez “Representa la relación entre lo que se mide y aquello que realmente se quiere medir” (2006, p. 172).

Se utilizó como método la validez de contenido, que de acuerdo a los autores Palella y Martínez “es cuando los ítems de un instrumento son representativos del dominio o universo de contenido de la propiedad que se desea medir; que se refiere al grado en un instrumento refleja el dominio específico del contenido de la variable en cuestión” (2006,p. 160.).

Para ello se elaboró el cuadro de operacionalización de la variable con sus respectivos indicadores y el instrumento se elaboró tomando en cuenta dichos indicadores. En este orden de ideas, la validez del instrumento se obtendrá mediante juicio, el cual consistirá en entregar a tres expertos en contenido.

Para el caso de esta investigación el instrumento utilizado para la recolección de datos, obedecen a una normativa y pasos constituidos y creados por los autores originales del tema de

diagramas de Ishikawa y Pareto respectivamente. Por tanto no fue necesario acudir a los expertos.

Procesamiento y análisis de datos

Primero realizar un diagnóstico de los puntos de mejora de los procesos que se realizan en el área de mantenimiento de la clínica U.G.A. En este sentido se elaborara un instrumento con una determinada cantidad de ítems , este será llevado a tres profesores expertos en el área para que realicen la revisión y den sugerencias de corrección para su aprobación, luego se hará entrega a los trabajadores del departamento de mantenimiento de la unidad de mantenimiento de la clínica . Una vez obtenida la información se procederá, a analizar e interpretara la información de los gráficos obtenidos contrastándolos a si con los autores de las teorías que sustentan la investigación.

Se procederá entonces a realizar un diagrama de Ishikawa de causa y efecto para luego aplicar el Pareto donde se analizará la regla del 80/20 donde se detectará si el 80% de las causas estarán concentradas en el 20% de los problemas.

Por último proponer presentar un plan de mejora continua para el área de mantenimiento de la clínica UGA.el cual será elaborado con su respectiva descripción actividades y responsables, asi como el tiempo para efectuarlo.

CAPÍTULO IV

ANALISIS DE RESULTADOS

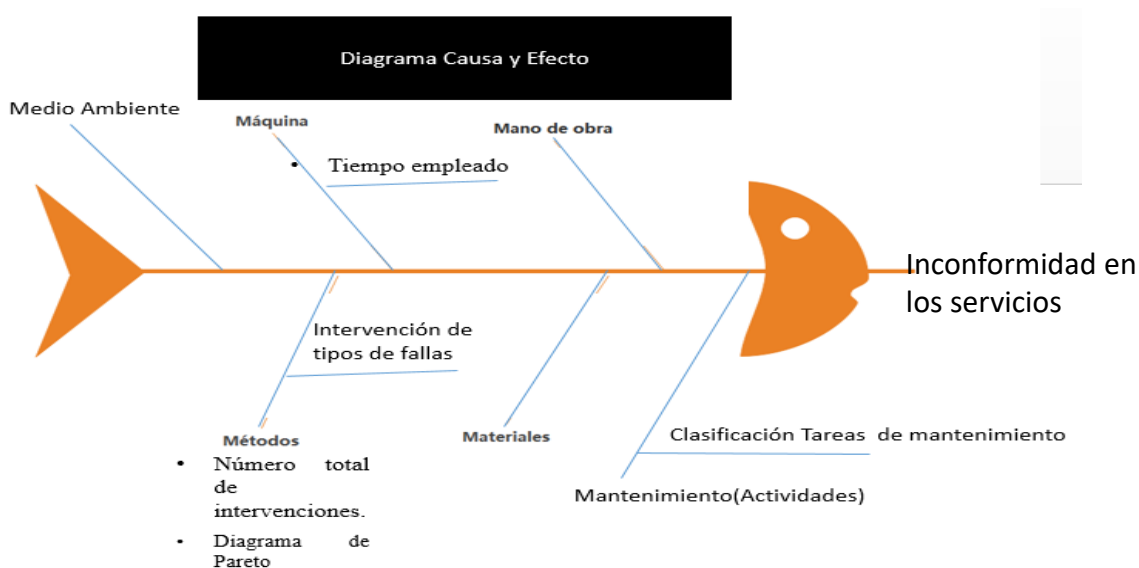
En esta sección se presentan los resultados del instrumento aplicado a los sujetos en estudio dentro del departamento del mantenimiento de la clínica UGA .Considerando lo planteado en los objetivos planteados en la operacionalizacion de variables

Considerando el primer objetivo y para dar respuesta a este:

Diagrama Causa y efecto

Para dar cumplimiento al segundo objetivos y segunda dimensión Diagrama Causa y efecto se ha para ello de organizar la información a modo de que se cumpla el diagrama de Ishiro Ishikawa el cual viene dado por los componentes causantes y generadores de un único efecto que es el estado del mantenimiento en la clínica UGA. Por tanto se ha de construir el diagrama de causa y efecto considerando las seis M que vienen dadas por Materiales, Mano de obra Medio ambiente, Maquinaria y Mantenimientos, Método, Medición y mantenimiento

Figura 4. Diagrama de causa y efecto para los indicadores de la investigación.



Nota: tomado de los indicadores de la investigación

Fuente: Contreras (2022)

Este Diagrama es un apoyo fundamental para la detección de las áreas a intervenir conjuntamente con el diagrama de Pareto. Cabe destacar que hay que introducir propuestas de mejora en las diferentes áreas localizadas a fin de dar un mejor servicio en la Clínica UGA Ver anexo A1. Una vez construido el diagrama de espina de pescado se considerara tomar los factores principales de cada uno de los elementos causantes, dentro de cada indicador, a lo cual llevaría a tratar de resolver las situaciones problemas. Así mismo ubicados los renglones del

diagrama se puede observar la ubicación que debe de abordarse y fundamentarla en el conocimiento de cada uno de estas áreas. (Anexo A1).

Según la figura 1 una vez reunido al grupo del departamento de Mantenimiento arrojó las ideas más preponderantes a considerar para el estudio de la búsqueda de solución a problemas más críticos, muy fusionado con lo expresado por Lyonet (1989) donde destaca que una vez constituido el grupo o círculo de calidad, es indispensable anotar todas las ideas sobre las posibles causas de la no calidad: - dispersión de la materia prima; - dispersión del material (máquina); - mano de obra cambiante; - variación del medio ambiente o medio (trabajo diurno y nocturno). (p.131). De este modo se ha identificado los indicadores a tomar para poder dar respuesta a los objetivos planteados.

De lo anteriormente expuesto se puede acotar que los indicadores encontrados y señalados por el grupo de participantes fungen como base para la aplicación de los estudios en los diagramas de Pareto.

Para efectos de determinar cuáles eran los componentes causantes de cada indicador se realizaron las lluvias de ideas donde se obtuvo la siguiente matriz por indicador, para este caso:

Tareas a considerar como más críticas para resolver (Anexo A2)

- Falta de mantenimiento preventivo de los equipos que ingresan en el departamento de mantenimiento de la Clínica UGA.
- Mal Funcionamiento de los Equipos y o herramientas.
- Falta de mantenimiento correctivo.
- Planificación del mantenimiento.

Intervención de tipos de fallas (Anexo A3)

De acuerdo con el sujeto evaluado se obtuvo de la siguiente manera señalando lo siguiente:

- Ubicación de los equipos
- Clasificación de la falla
- Codificación de la falla
- Tipo de falla

Número total de intervenciones (Anexo A4)

Siguiendo con el número total de intervenciones estos fueron señalados como aquellos componentes que se deben de considerar, mismos que aparecen en la operacionalización de variables. , Por ello se señalaron importantes para enfocarse en la investigación.

- Formato de registro de fallas.
- Conteo de fallas según el tipo
- Verificaciones y seguimiento al número de fallas

Tiempo empleado durante fallas. (Anexo A5)

- Programación de resolución de fallas y tiempos entre fallas
- Control de tiempos perdidos debido a la falla
- Formatos de control de tiempos perdidos.

Diagrama de Pareto

Ninguno de los participantes señaló o indico la existencia y conocimiento de Pareto en el departamento de mantenimiento.

Continuando con el segundo objetivo: Identificar los puntos de mejora en los procesos del área de mantenimiento de la Clínica UGA, a partir del diagrama de Pareto.

Para efectos de este desarrollo se consideró la dimensión puntos de mejora en los procesos del área de mantenimiento. Seguidamente se realizó un cuadro de identificación donde se le asigna a cada ítem un peso por orden de prioridad, así mismo se consideró el hecho de colocar el más pesado como número 4 unidades, el número tres para el ítem que se considere menos pesado, el número 2 para el menos pesado que el tres y así hasta llegar a uno. Entonces se les pregunto al grupo de siete sujetos cual consideraban ellos de mayor a menor por orden de importancia y que debería ser considerado como prioridad para buscarle la solución. Al respecto se presenta la siguiente tabla por categoría o indicador.

Los siguientes Indicadores fueron:

- Clasificar las tareas de mantenimiento.
- Intervención de tipos de fallas.
- Número total de intervenciones.
- Tiempo empleado.
- Diagrama de Pareto.

Con la finalidad de realizar el análisis de la primera actividad a través del diagrama de Pareto se desarrolla el siguiente proceso por indicador:

Clasificar las tareas de mantenimiento

Para efectos de clasificar las tareas de mantenimiento se consideró 1) Falta de mantenimiento de mantenimiento preventivo de los equipos que ingresan en el departamento de mantenimiento de la Clínica UGA 2) Mal Funcionamiento de los Equipos y o herramientas .3) Falta de mantenimiento correctivo. 4- planificación del mantenimiento.

Tabla 2 votación por orden de prioridad en peso para resolver por ítems

Sujeto	Ítems 1	Items2	Items3	Items4
1	2	1	3	4
2	2	1	3	4
3	1	3	2	4
4	4	1	2	3
5	4	1	2	3
6	4	1	3	2
7	4	1	3	2
Total	21	9	18	22
peso				

Nota: Numero de sucesos por

ítems

Fuente: Contreras (2022)

Por tanto, se organizó la información a modo de poder ubicar las posiciones de prioridad de mayor a menor tal y como se muestra en la siguiente tabla

Tabla
mantenimiento

3.
a

Actividades de mantenimiento		
items	Categoría	frecuencia
4	A	22
3	B	18
2	C	9
1	D	21
Total		70

Actividades
de
considerar por prioridad.

Nota: Ordenados con la frecuencia de mayor a menor
Fuente: Contreras (2022)

Ahora bien, toda esta data se llevará a la siguiente figura para ser analizada

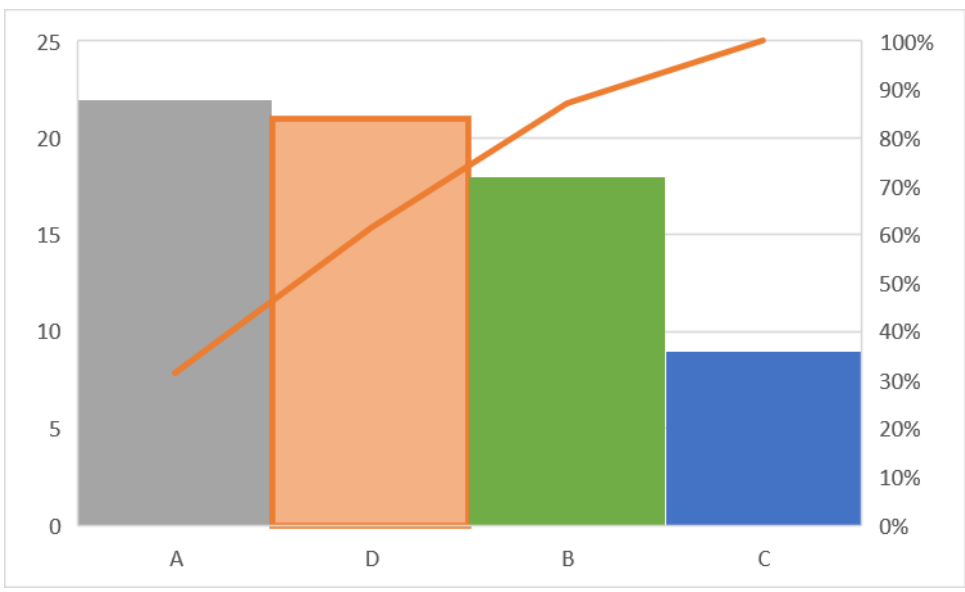
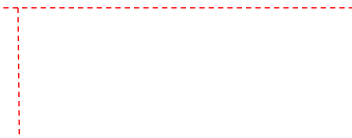


Figura 5.
Diagrama de
Pareto
(Indicador:
Clasificar
tareas de

mantenimiento)



Nota: Aplicación de la regla de 80-20 de Pareto.

Fuente: Contreras (2022)

Haciendo un breve análisis de la regla del 80-20 de Pareto y trazando una línea horizontal hasta que se corte con la línea de porcentaje acumulado, se tendrá entonces que dentro del 80% de los problemas se encontraran las categorías A y D, lo cual implica que hay que prestar atención en orden de prioridad a la planificación del mantenimiento, seguido del Mantenimiento preventivo de los equipos que ingresan en el departamento de mantenimiento de la Clínica UGA.

Así mismo y una vez que se vayan solucionando las primeros dos categorías o ítems, se irán integrando a la búsqueda de soluciones los restantes Ítems.

Ahora bien, en lo referente a las tareas de mantenimiento, la clasificación y las tareas de mantenimiento son aquellas que se utilizan para el logro de condiciones óptimas en los equipos y maximizar su eficiencia total, también se refiere a manutención y mantenibilidad del equipo, esto para obtener un estado activo de calidad de los mismos (Suzuki; 1992, p.89). En este sentido la utilización del diagrama de Pareto ha considerado como priorización la categorización de los diferentes tipos de tareas, a modo de poder buscar soluciones jerarquizadas y que están relacionadas directamente con el resultado de la regla del 80-20 de Vilfredo Pareto citado por Fernández (2005)

Intervención de tipos de Fallas

Siguiendo entonces con el segundo indicador: Intervención de tipos de falla, para esto se ha de considerar

- 5- Ubicación de los equipos
- 6- Clasificación de la falla
- 7- Codificación de la falla
- 8- Tipo de falla

Entonces se procedió a crear la tabla de datos correspondiente a este indicador según sus ítems

Tabla 4. Votación

en peso para

Sujeto	Ítems 5	Items6	Items7	Items8
1	2	4	3	1
2	1	3	4	2
3	2	4	3	1
4	2	4	3	1
5	1	4	3	2
6	2	4	3	1
7	2	4	3	1
Total	12	27	22	9
peso				

por orden de prioridad

resolver por ítems

Nota: Numero de sucesos por ítems

Fuente: Contreras (2022)

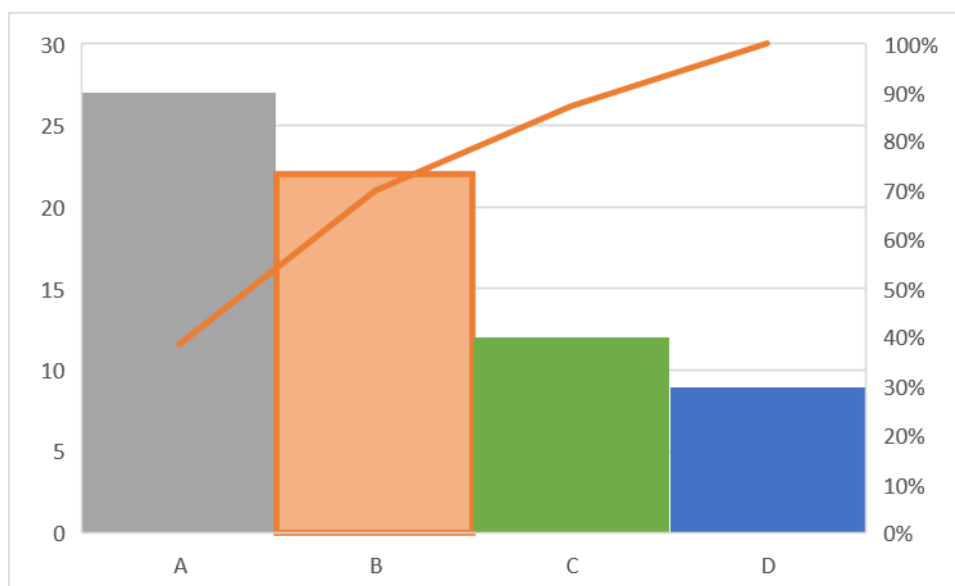
De igual manera que el anterior, se organizó la información a modo de poder ubicar las posiciones de prioridad de mayor a menor tal y como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 5. Intervención de falla

Intervención de falla			
items		Categoría	frecuencia
6		A	27
7		B	22
5		C	12
8		D	9
		Total	70

Nota: Ordenados con la frecuencia de mayor a menor

Fuente: Contreras (2022).

Figura 6. Diagrama de Pareto (Indicador: Intervención de fallas)

Nota: Aplicación de la regla de 80-20 de Pareto.

Fuente: Contreras (2022)

Análisis: En esta sección las categorías A y B constituyen las prioridades a tomar y a ser resueltas

De igual manera y haciendo el análisis de este indicador el 80 % de los problemas a resolver se encuentran entre el las categorías A y B correspondientes a los Ítems , así pues los ítems 6 y 7 serían los correspondientes a la clasificación y codificación de la falla lo que lleva

a tomar acciones inmediatas para llevar el control efectivo de fallas . En este sentido se dara continuidad resolviendo las restantes categorías y así ir resolviendo hasta que se minimicen las mismas.

De acuerdo a los resultados antes descritos el diagrama de Pareto sectorizo las categorías envueltas dentro del 80% de los problemas en términos de intervención de fallas en cuyo caso siempre estarán en cualquier momento expuestas en las tareas de mantenimiento , convergiendo con lo que afirma Londoño y Ponton (2008,p.279) en donde puntualiza de la existencia de las fallas en situaciones que requieren del mantenimiento ,pudiéndose presentar de manera diferente ,además de poder mostrarse en algunos casos elementos comunes en fallas ,siendo importante mantener el monitoreo y seguimiento de la frecuencia de fallas con sus respectivos defectos ya sean de orden cuantitativo o cualitativo. Por ende, Se hace la necesidad de darles ubicación, codificación y clasificación.

Número total de intervenciones

En este mismo orden de estudio y análisis de indicadores se tiene a: Número total de intervenciones.

- 9- Formato de registro de fallas
- 10- Conteo de fallas según el tipo
- 11- Verificaciones y seguimiento al número de fallas

Tabla 6. Votación por orden de prioridad en peso para resolver por ítems

Sujeto	Ítems 9	Items10	Items11
1	2	1	3
2	3	1	2
3	2	1	3
4	2	1	3
5	2	1	3
6	2	1	3
7	3	1	2
Total peso	16	7	19

Nota: Numero de sucesos por ítems

Fuente: Contreras (2022)

Organizando entonces, la información a modo de poder ubicar las posiciones de prioridad de mayor a menor tal y como se muestra en el siguiente tabla.

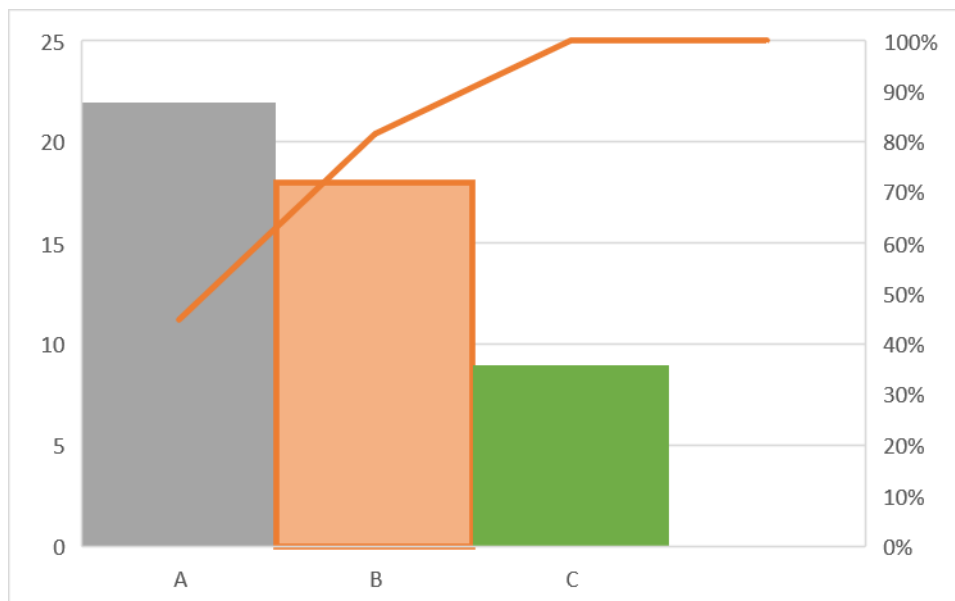
		Tabla 7. Número	
	Items	Categoría	Frecuencia
total de	11	A	19
	9	B	16
	10	C	7
	Total		42

intervenciones

Nota: Ordenados con la frecuencia de mayor a menor

Fuente: Contreras (2022).

Figura 7. Diagrama de Pareto (Indicador: Número total de intervenciones)



Nota: Aplicación de la regla de 80-20 de Pareto.

Fuente: Contreras (2022)

Análisis: Aquí se considera que son prioritarios las categorías A y B correspondientes a los ítems 11 y 9 respectivamente, los cuales vienen dados por Verificaciones y seguimiento al número de fallas, así como también considerar el formato de registro de fallas.

Por ello el departamento ha de considerar estos prioritarios a modo de ir resolviendo y mejorando la situación vislumbrada.

Ante el análisis de los elementos presentados en estos resultados, puede decirse que el número de intervención de fallas en el departamento de mantenimiento de la Clínica UGA, es un indicador que requiere de revisión constante por parte de los responsables del mantenimiento y sus procesos. Razón por la cual Londoño y Ponton (Ob.cit) el control del número de fallas debe de colocarse en un formato de registro o base de datos que pueda contribuir a la observación y monitoreo de la frecuencia de aparición de problemas, siendo esto entonces muy importante a la hora de considerar en las rutinas de mantenimiento.

Tiempo empleado durante Fallas

Para considerar el tiempo empleado durante las fallas o mejor dicho tiempo de paradas en equipos donde se ha de tomar en cuenta las siguientes características o Ítems:

12- Programación de resolución de fallas y tiempos entre fallas

13- Control de tiempos perdidos debido a la falla

14- Formatos de control de tiempos perdidos.

Una vez considerados los elementos a tomar en cuenta para los tiempos de paradas entonces se procede al llenado de la siguiente tabla:

Tabla 8. Votación por orden de prioridad en peso para resolver por ítems

Sujeto	Ítems12	Items13	Items14
1	3	1	2
2	3	1	2
3	3	1	2
4	3	1	2
5	3	1	2
6	3	1	2
7	3	1	2
Total peso	21	7	24

Nota: Numero de sucesos por ítems

Fuente: Contreras (2022)

Organizando entonces, la información a modo de poder ubicar las posiciones de prioridad de mayor a menor tal y como se muestra en el siguiente tabla.

Tabla 9. Tiempo empleado durante fallas

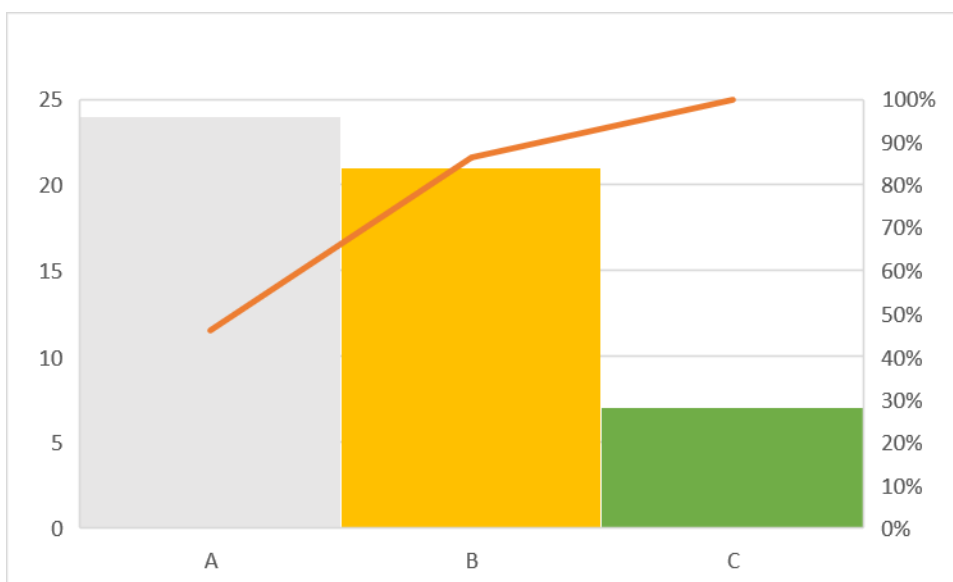
ítems	Categoría	frecuencia
14	A	24
12	B	21
13	C	7
	Total	42

Nota: Ordenados con la frecuencia de mayor a menor

Fuente: Contreras (2022).

Se procede entonces a realizar el grafico de Pareto para el indicador tiempo empleado entre fallas.

Figura 8. Diagrama de Pareto (Indicador: Tiempo entre fallas)



Nota: Aplicación de la regla de 80-20 de Pareto.

Fuente: Contreras (2022)

Análisis: Al aplicar la línea de cruce entre el porcentaje acumulativo y el 80% se observa que las categorías A y B ocupan la prioridad la Programación de resolución de fallas y

Formatos de control de tiempos perdidos. En el resto de las categorías quedaran para una segunda jerarquía donde se consideraran el control de los tiempos perdidos.

El estudio y seguimiento de tiempos perdidos y de paradas en un departamento de una empresa se enmarca en un proceso de control, que esta siendo monitoreado por los lideres del departamento de mantenimiento, en estos casos se requiere de mucha atención al respecto ya que de esto depende el dar un buen servicio. No obstante, la utilización de los datos e información

resultado del estudio, también apunta hacia la aplicación de un mantenimiento preventivo y programado, llevando a la optimización de dichos tiempos, esto es parte de la mejora continua de estos procesos. Así lo ha indicado Sacristan (2001) donde expresa que es necesario realizar mejoras constante en la disminución u optimización de los tiempos de paradas que ocasionan un déficit en el servicio que brinda un departamento.

Por último indicador en esta dimensión se tendrá el diagrama de Pareto ítems 15 donde todos opinaron que nunca lo aplican.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Conclusiones

En lo referente a las conclusiones, éstas estarán dadas de acuerdo a la realización de los objetivos planteados.

En cuanto al primer objetivo: Realizar diagramas de causa efecto para diagnosticar posibles problemas en los procesos del área de mantenimiento de la clínica UGA. En este sector se pudo tomar y clasificar las diferentes áreas de enfoque, donde se ubican los indicadores más preponderantes, siendo este producto de los señalamientos e indicaciones formuladas por los sujetos evaluados. Además de tener un fundamento y una unidad de apoyo para poder realizar los diagramas de Pareto establecidos en el segundo objetivo. No obstante, la solución de los problemas más significativos tocan a los expertos del departamento de Mantenimiento de la Clínica UGA aplicar toda su experiencia para aplicar soluciones a las debilidades encontradas. En estos caso los indicadores de estudio correspondiente a la operacionalización de las variables. Para el segundo objetivo: Identificar los puntos de mejora en los procesos del área de mantenimiento de la Clínica UGA, a partir del diagrama de Pareto. Se pudo observar que los indicadores que configuran las actividades críticas que necesitan de mucha atención siendo estas: la planificación del mantenimiento, seguido del Mantenimiento preventivo de los equipos que ingresan en el departamento de mantenimiento de la Clínica UGA hay que comenzar a aplicar acciones que establezcan una mejora para así dar un mejor servicio a sus clientes.

Seguidamente en el análisis de intervención de fallas se concretó respecto a la clasificación y codificación de la falla lo que lleva a tomar acciones inmediatas para llevar el control efectivo de fallas. En este mismo orden de conclusión el número total de intervenciones establece que existen debilidades que vienen dados por falta de verificaciones y seguimiento al número de fallas, así como también considerar el formato de registro de fallas.

En cuanto al tiempo empleado durante las fallas y tiempos entre fallas develan la falta de programación de resolución de fallas y Formatos de control de tiempos perdidos.

Por lo anteriormente expuesto se ha de generar una propuesta que fortalezca la mejora continua para el área de mantenimiento de la clínica UGA.

Recomendaciones

- Se recomienda llevar un esquema más organizado de la planificación del mantenimiento en el departamento de mantenimiento de la Clínica UGA.
- Por otra parte, cabe destacar la necesidad de llevar un mejor control de registro y de fallas de los equipos y herramientas de la Clínica UGA.
- Otro aspecto a considerar es el control de tiempos ocasionados por las demoras en el mantenimiento o reparación de algún bien ya que estos se destacan en las emergencias.
- Dotar de herramientas gerenciales como el uso de los diagramas de Pareto y de Ishikawa para la búsqueda del mejoramiento continuo del departamento.

CAPÍTULO VI

LA PROPUESTA.

PLAN DE MEJORA CONTINUA PARA EL ÁREA DE MANTENIMIENTO DE LA CLÍNICA UGA

Presentación

La mejora continua en cualquier espacio empresarial o institucional requiere de una gran cantidad de conocimiento relativo a los equipos, maquinarias, procesos u otra actividad que brinde un servicio a un determinado cliente, ya sea cliente interno o cliente externo. En el ámbito del mantenimiento de la industria o de los bienes que se necesitan para procesar un producto se requiere de un recurso humano y material preparado para el abordaje de la solución de los problemas que se presentan in situ. En tal sentido en actual crisis hospitalaria de cualquier tipo (privada o pública) se han de considerar las nuevas orientaciones de trabajo para mejorar continuamente los procesos; para este caso el departamento de mantenimiento de la Clínica UGA.

Por tal razón se busca promover cambios en la calidad de servicio que brinda esta gran institución destinada para la salud del ser humano que disponga de ella. Por tanto, dichos cambios beneficiaran a los involucrados en el departamento de mantenimiento de dicha clínica, proporcionando en consecuencia una calidad de equipos, herramientas y procesos que le den más valor a la atención del cliente.

Fundamentación

Los resultados obtenidos en la etapa de análisis e interpretación de problemas y causas han contribuido a direccionar la mirada hacia un plan de mejora que refiere a la formación del recurso humano, en materia de los puntos de enfoque que se han generado producto de la interacción con el grupo de trabajadores que actualmente labora en la Clínica UGA. Siendo así, se hace énfasis en la formación de los mismos, dentro del campo de inconformidades que se presentaron en los distintos indicadores de este trabajo. De este modo se incluye al personal de mantenimiento del departamento para que sea parte de un grupo que recibirá instrucción que enriquecerá el conocimiento y el actuar de quienes están a cargo de la tarea del buen servicio del mantenimiento.

Objetivos de la Propuesta

Objetivo general: Presentar un plan de mejora continua para el mantenimiento de la clínica UGA.

Objetivos específicos de la propuesta

- Formar a los trabajadores del departamento de mantenimiento de la Clínica UGA para que reciban instrucción apropiada en medición y control del mantenimiento utilizando cartas de control estadístico de procesos (CEP).
- Dotar de conocimientos acerca del manejo y monitoreo de las gráficas de Weibull para mejorar los tiempos de paradas de equipos y herramientas del departamento de mantenimiento.
- Exponer un modelo de reunión de trabajo para mejorar los procesos de aplicación del mantenimiento en la clínica UGA.

Metas

- Conseguir que los trabajadores del departamento de la clínica UGA reciban formación en el manejo y uso de cartas de control, afín de controlar u monitorear los trabajos pendientes mensuales, Tiempo muerto de un equipo principal, disponibilidad del equipo, tasa de calidad del equipo, número de fallas... entre otros.
- Que los trabajadores aprendan el manejo y uso de las gráficas de control de Weibull para la supervisión y control de fallas con tiempos de paradas utilizando gráficos de Weibull.
- Exponer un modelo de reunión de trabajo para la realización del mantenimiento ya sea preventivo o correctivo.

Beneficiarios

El plan de mejora continua contenido de estrategias de formación para los trabajadores del departamento de mantenimiento de la clínica UGA. Beneficiando tanto a los que reciben el servicio de mantenimiento como los que reciben el servicio de salud de la clínica.

Recursos Humanos Y Materiales

La clínica cuenta con un personal calificado para brindar el plan de formación en la instrucción que se requiere, no obstante las directrices del departamento cuentan con un nivel profesional adecuado y acorde al área de mantenimiento. Por otro parte los materiales y herramientas pueden hacerse por pedidos a la unidad administrativa de la clínica.

PLAN DE FORMACION

Tabla 10 . Taller de formación (Primera estrategia) .Cartas de control parte 1

Objetivo específico: Formar a los trabajadores del departamento de mantenimiento de la Clínica UGA para que reciban instrucción apropiada en medición y control del mantenimiento utilizando cartas de control estadístico de procesos					
Nº	Actividades	Contenidos	Recursos	Responsables	Tiempo de taller
1	Bienvenida Actividad rompe hielo	Foro de presentación	humano	Facilitador	2 semanas A razón de dos horas por semana Total cuatro horas
2	Recolección de datos	Tipos de datos y ubicación en hoja Formato)de control			
3	Enseñar los fundamentos básicos de una carta de control (promedio, Rango, desviación y límites de control	-Significado del promedio. -Rango de los datos a considerar -Significado en grafica desviación estándar. -Cálculo de los límites de control	Marcadores Pizarra acrílica Hojas de papel bond Video Beam		
4	Graficar cartas de control para variables cuantitativas	- Definición de la variable. Procedimientos para graficar.	Formatos de cartas de control tipo cartas promedio y de Rango		
5	Análisis de monitoreo de puntos en y fuera de control	Secuencia de puntos en las graficas	Guía de información del comportamiento de puntos		

Nota: Configuración del taller de cartas de control.

Fuente: Contreras (2022)

Tabla 11 .Taller de formación (Primera estrategia) .Cartas de control**parte 2**

Objetivo específico: Formar a los trabajadores del departamento de mantenimiento de la Clínica UGA para que reciban instrucción apropiada en medición y control del mantenimiento utilizando cartas de control estadístico de procesos					
Nº	Actividades	Contenidos	Recursos	Responsables	Tiempo de taller
1	Recolección de datos		Humano Marcadores Pizarra acrílica Hojas de papel bond Video Beam	Facilitador	2 semanas A razón de dos horas por semana Total cuatro horas
2	Enseñar los fundamentos básicos de una carta de control por atributos (promedio, y límites de control)				
3	Graficar en cartas de control para variables cualitativas o atributos				
4	Análisis de monitoreo de puntos en y fuera de control		Formatos de cartas de control tipo cartas promedio y de Rango		

Nota: Técnicas a utilizar ; Mesas de trabajo y exposición . se realizara un compartir con refrigerios

Fuente: Contreras (2022)

Tabla 12. Taller de formación (Segunda estrategia). Diagramas de Weibull

<ul style="list-style-type: none"> • Objetivo Específico: Dotar de conocimientos acerca del manejo y monitoreo de las gráficas de Weibull para mejorar los tiempos de paradas de equipos y herramientas del departamento de mantenimiento. 					
1	Actividades	Contenidos	Recursos	Responsables	Tiempo de taller
2	Recolección de datos	Tipos de datos a tratar	Humano Marcadores Pizarra acrílica Hojas de papel bond Video Beam Computador o pc portátil	Facilitador Jefe del departamento de mantenimiento	2 semanas A razón de dos horas por semana Total cuatro horas
3	Análisis de datos para recurrencia de fallas	Inserción de datos en hoja de cálculo Excel			
4	Interpretación de las gráficas de Weibull	Condiciones Tiempo entre fallas Ciclos o periodos de evaluación			
5	Toma de decisiones	Sesión de cierre Acciones a determinar			

Nota: Se realizará la incorporación de datos en el programa ofimático Excel.

Refrigerios intermedios

Tabla 13 . Reuniones de trabajo (planificación)

<ul style="list-style-type: none"> • Objetivo Específico: Exponer un modelo de reunión de trabajo para la realización del mantenimiento ya sea preventivo o correctivo. 					
Nº	Actividades	Contenido	Recursos	Responsables	Tiempo de taller
1	Invitación a reunión de trabajo	Vías de comunicación	correo electrónico, teléfono o celular	Jefe de departamento y Facilitador	2 semanas A razón de dos horas por semana Total cuatro horas
2	Recepción de información	Formatos de Registros e historias	Archivos del departamento		
3	Identificación de problemas durante las etapas del mantenimiento	Revisión de historias y actividades de mantenimiento para tareas repetitivas	Documentos y experiencias		
4	Medición de tiempos entre reparaciones y acciones de mantenimiento	Cronometraje de tiempos	Cronometro Formato de registro de tiempos		
5	Soluciones para minimizar la recurrencia de fallas en el mantenimiento	Métodos, técnicas factibles para la solución	Especialistas en mantenimiento (técnicos, ingenieros)		
6	Asignación de responsabilidades	Área de trabajo durante el mantenimiento o reparación	Inclusión en acta de cierre de la reunión.		

Nota: Conducción de reuniones para la operación de mantenimiento. Anexo B

Refrigerios intermedios

Fuente: Contreras (2022)

Tabla 14. Cronograma de talleres

Semanas	1	2	3	4	5	6	7	8
Taller1								
Taller 2								
Taller 3								

Nota: cada taller constara de 2 horas semanales. Total 16 horas

Fuente: Contreras (2022)

REFERENCIAS

Fernández (2005). Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado. Editorial FC.

España.

Hurtado (2000). Metodología de la investigación Holística. Sypal. Caracas Venezuela.

López, I (2017). Diseño E Implementación De Un Modelo De Gestión Integral De Mantenimiento Para El Hospital Básico De La Brigada Blindada Galápagos”, Aplicando El Estatuto Orgánico Del Ministerio De Salud Pública. Tesis de grado .Ecuador.

Lyonett, P (1989) Métodos de calidad total. Diaz Santos, Madrid

Londoño G y Ponton G (2008). Administración Hospitalaria. Editorial Panamericana. Madrid.

Machaca j, y Portugal , R (2018) . "Propuesta de Mejora en la Gestión del Mantenimiento de Equipos Médicos del Área de Medicina Física y Rehabilitación de una Clínica". Tesis de grado. Universidad Católica de San pablo .Perú.

Martínez, J (2002) .Innovacion y mejora continua según el modelo EFQM de excelencia .Diaz Santos. Madrid

Newbrough, E. T. (1998). Administración de mantenimiento Industrial: organización y control en el mantenimiento industrial. Ciudad de México: Diana.

Sacristan F; (2001) Manual de Mantenimiento en la empresa .Fc Editorial. España.

Ojeda, M (2001). Tratamiento de las fallas dependientes y las acciones humanas en los análisis de confiabilidad y riesgo de la industria Convencional. Consejo de desarrollo humanístico.Universidad Central de Venezuela. Caracas Venezuela.

Ortiz,A(2017) .Diseño de un plan de gestión de mantenimiento preventivo en los equipos médicos del servicio de salud laboral de una empresa productora de bebidas ubicada en Caracas. Tesis de grado. Caracas Venezuela.

Ortiz,A(2017) .Diseño de un plan de gestión de mantenimiento preventivo en los equipos médicos del servicio de salud laboral de una empresa productora de bebidas ubicada en Caracas. Tesis de grado. Caracas Venezuela.

Suzuki T (1992). TPM para industrias de proceso. Ediciones Tokutaro. España

Palencia, O (2006).El mantenimiento general: Administración de empresas .Documento en línea: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Colombia.
Disponibile en : <https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/1297/1/RED-70.pdf>

Tannuos (2018). Propuesta de mejora para los procesos productivos, logísticos y administrativos de un servicio subcontratado para equipos de refrigeración comercial perteneciente a una empresa embotelladora. Tesis Universidad Rafael Beloso Chacín .Maracaibo.

Torres, O (2018). Diseño del proceso de gestión de mantenimiento preventivo para los equipos utilizados en una empresa comercializadora de alimentos al mayor , ubicada en Caracas Venezuela. Tesis de Grado. Universidad Católica Andrés Bello. Venezuela.

Verdoy P, Mahiquez J, y otros (2006). Manual de control estadístico de calidad: Teoría y Aplicaciones. Universat Jaume.España.

ANEXOS

Anexo A1. Indicadores de la investigación

Descripción de los causantes del problema	Peso
1. Clasificar las tareas de mantenimiento.	3
2. Intervención de tipos de fallas.	2
3. Número total de intervenciones.	1
4. Tiempo empleado	1
5. Diagrama de Pareto	

Fuente: Contreras (2022)

Anexo A2. Indicador clasificar las tareas de mantenimiento

A2. Tareas a considerar como más críticas para resolver (Asignación del grupo)

Descripción de los causantes del problema	Peso
Falta de mantenimiento de mantenimiento preventivo de los equipos que ingresan en el departamento de mantenimiento de la Clínica UGA	4
Mal Funcionamiento de los Equipos y o herramientas	2
Falta de mantenimiento correctivo.	1
Planificación del mantenimiento	1

Fuente: Contreras (2022)

Anexo A3. Indicador intervención de fallas. (Asignación del grupo)

Descripción de los causantes del problema	Peso
Ubicación de los equipos	2
Clasificación de la falla	3
Codificación de la falla	1
Tipo de falla	1

Fuente : Contreras (2022)

Anexo 4. Número total de intervenciones

Descripción de los causantes del problema	Peso
• Formato de registro de fallas	3
• Conteo de fallas según el tipo	2
• Verificaciones y seguimiento al número de fallas.	1

Fuente : Contreras (2022)

Anexo 5. Tiempo empleado durante las fallas

Descripción de los causantes del problema	Peso
<ul style="list-style-type: none">• Programación de resolución de fallas y tiempos entre fallas	3
<ul style="list-style-type: none">• Control de tiempos perdidos debido a la falla	2
<ul style="list-style-type: none">• Formatos de control de tiempos perdidos.	1

Fuente : Contreras (2022)

ANEXO.A2

GUÍA PARA CARTAS DE CONTROL VARIABLES

CUANTITATIVAS¹.

1. https://controlestadisticocarloscastillo.weebly.com/uploads/3/9/2/0/39203091/capitulo_2.pdf

Conceptos generales y principios del Control Estadístico del Proceso (CEP)

estándares contra los cuales podíamos comparar el producto. Entonces, se da por hecho que una vez que se ha alcanzado la especificación ya no puede haber posibilidades de mejora. Este punto de vista impide que se busquen mejoras constantes en la calidad del producto.

Otro aspecto del sistema de detección de defectos es el que involucra la relación con los proveedores. Implica un mayor énfasis en el precio que en la calidad y otros aspectos del servicio del proveedor. En este sentido, el rol tradicional se centra en disponer de una muestra inicial, hacer seguimiento a los problemas con los proveedores y utilizar la especificación de calidad basada en la inspección y en el muestreo de lotes, en otras palabras, en la detección de defectos.

Al utilizar este enfoque se da la impresión de que la calidad es responsabilidad del departamento de Control de Calidad y con frecuencia el personal de producción se hace responsable del volumen. La tendencia es mantener líneas que separan a los departamentos, con lo que no se favorece el trabajo en equipo.

El enfoque hacia la prevención puede esquematizarse de la siguiente manera:



Aquí tenemos algunos insumos (máquinas, materiales, fuerza de trabajo, métodos y medio ambiente), los mismos que teníamos en la detección de defectos y tenemos también algún resultado. El enfoque de prevención de defectos significará el reemplazar la inspección masiva que se vio con anterioridad, por lo que se llama verificación del producto. El énfasis aquí no está en la inspección masiva sino en el proceso en sí mismo. Cuando algo sale mal, podemos detectarlo observando el proceso en lugar de esperar a la inspección final. Este esquema también puede representar lo mismo un proceso de oficina que un proceso de manufactura.

El enfoque hacia la prevención reconoce que el resultado de un proceso no va a ser el mismo producto tras producto, parte tras parte. Esto significa que existe cierta variación asociada con ese resultado. La variación en el resultado dependerá de las variaciones que se presenten en el equipo, los materiales, los métodos de trabajo, la gente que participe en el proceso y los cambios que se presenten en el medio ambiente.

La herramienta con la que contamos para conocer cómo varía un proceso es el *CONTROL ESTADISTICO DEL PROCESO*; a través de esta herramienta podemos observar y mejorar la variabilidad en el proceso.

Los métodos de estadística nos permiten observar lo que ocurre en el proceso a través del tiempo. No tenemos que esperar un día o una semana o un mes para conocer los resultados del proceso que se está operando; es posible obtener esta información casi de manera instantánea.

El papel del Control Estadístico del Proceso (CEP) no es la inspección, no es separar las partes buenas de las malas, sino controlar y mejorar el proceso proporcionando los insumos necesarios. El Control Estadístico del Proceso no es una parte del proceso en sí, es el enfoque que nos permite mejorar el proceso cotidianamente.

La clave para el enfoque de prevención de defectos son los métodos de estadística y el uso del control estadístico del proceso, tanto internamente como con los proveedores.

Un sistema para el control del proceso.

Un sistema para el control del proceso puede ser descrito como un sistema para conocer nuestros resultados. A continuación se definen los elementos básicos de este sistema:

1. **El proceso.** Por proceso nos referimos a la combinación de gente, máquinas, equipo, materiales, métodos y medio ambiente que trabajan juntos para producir un resultado. El desempeño total del proceso -la calidad del resultado y su eficiencia productiva depende de la manera en que este proceso haya sido diseñado y de la manera en que lo estemos operando.
2. **Información sobre el Comportamiento del Proceso.** Podemos aprender mucho sobre el comportamiento actual del proceso analizando el resultado del mismo. Si esta información la colectamos e interpretamos correctamente nos puede mostrar las acciones que es necesario tomar para corregir el proceso. Si no tomamos las acciones apropiadas y en tiempo requerido, cualquier información de la que dispongamos se estará desperdiciando.
3. **Acción sobre el Proceso.** Las acciones que tomemos para mejorar el proceso están orientadas hacia el futuro, en este sentido de que prevendrán que vuelva a ocurrir un problema. Estas acciones pueden consistir en cambios que se efectúen en las operaciones (por ejemplo: adiestrar al operario, cambiar los materiales, etc.), o en los elementos más básicos del proceso en sí (por ejemplo. El equipo, el cual es necesario reparación; o en el diseño del proceso, el cual también puede ser susceptible de cambios). Sólo debemos efectuar un cambio a la vez y observar cuidadosamente los efectos para conocer con precisión si el cambio que hicimos fue o no la causa del problema. Esto nos da la pauta para realizar futuros análisis y para tomar acciones en caso de que se requieran.
4. **Acción sobre el Resultado.** Las acciones que tomemos sobre el resultado están orientadas hacia el pasado, ya que implica detectar los productos que están fuera de especificaciones cuando ya fueron producidos. Desafortunadamente, si los resultados actuales no están cumpliendo consistentemente con los requerimientos de nuestros clientes, puede ser necesario inspeccionar todos los productos y desechar o retrabajar aquellos que no se adecúen a dichos requerimientos. Esto debe continuar

hasta que se tomen las acciones necesarias sobre el proceso, o hasta que se cambien las especificaciones del producto.

Variación: Acciones locales para causas especiales y acciones sobre el sistema para causas comunes

Para utilizar efectivamente los datos que obtengamos al controlar un proceso, es importante comprender el concepto de variación.

No hay dos productos que sean exactamente iguales debido a que cualquier proceso tiene muchas fuentes de variación. Las diferencias entre los productos pueden ser muy grandes o pueden ser tan pequeñas que no puedan medirse, pero siempre están presentes. El diámetro de una flecha maquinada, por ejemplo, puede ser susceptible a una variación potencial de la máquina (claros, baleros muy usados); de la herramienta (fuerza, promedio de uso); del material (diámetro, dureza); del operador (alimentación de la parte, precisión del centrado); de mantenimiento (lubricación, reemplazo de partes usadas) y del medio ambiente (temperatura, uniformidad de la corriente suministrada).

Algunas fuentes de variación en el proceso causan diferencias de períodos de tiempo muy cortos; por ejemplo, los claros y la precisión del operario. Otras fuentes de variación tienden a causar cambios en el producto solamente después de un largo periodo de tiempo; también puede presentarse un cambio gradualmente, como el desgaste de una herramienta o máquina, o paso a paso, por ejemplo al cambiar un procedimiento; puede también haber cambios irregulares, por ejemplo, cambios ambientales tales como variaciones en la corriente eléctrica. Por lo tanto, el período de tiempo y las condiciones bajo las cuales sean hechas las mediciones afectarán la cantidad de la variación total que se presente.

Desde el punto de vista de requerimientos mínimos, el resultado de la variación es frecuentemente simplificado: Las partes dentro de tolerancias de especificación son aceptadas, las partes fuera de tolerancias no son aceptadas; los reportes que se entreguen a tiempo son aceptados, los que llegan tarde no se aceptan. Sin embargo, para dirigir cualquier proceso y reducir su variación, la variación debe analizarse en función de las fuentes que la ocasionan. El primer paso para lograr esto es hacer la distinción entre CAUSAS COMUNES y CAUSAS ESPECIALES de variación y el tipo de acciones que deben tomarse para cada caso con el propósito de reducir dicha variación.

Las causas especiales de variación pueden ser detectadas a través de las técnicas de estadística que se vieron en el capítulo anterior. Estas causas de variación no son comunes a todas las operaciones involucradas; por ejemplo, en un máquina particular puede haber un operario ya entrenado o, si se tiene una herramienta sin afilar, está también puede también ocasionar una variación mayor. El descubrimiento de una causa especial de variación y su arreglo es usualmente responsabilidad de alguien que está directamente conectado con la operación. Entonces, la solución de una causa especial de variación requiere generalmente de una acción local.

La magnitud de las causas comunes de variación también pueden ser detectadas a través de las técnicas de estadística vistas en el punto 1.6 (herramientas estadísticas) de este libro, ya que pueden implicar el cambio de un proceso de manufactura o el cambio de un

proveedor que no está surtiendo el material que satisface las necesidades del cliente, etc. Para corregir las causas comunes de variación, se requiere, generalmente, de decisiones que deben tomar las personas que son responsables de proporcionar servicios al área productiva y de administrar el sistema; sin embargo, las personas directamente relacionadas con la operación son quienes, algunas veces están en la mejor posición para identificar estas causas y comunicarlas a las personas que puedan corregirlas. Entonces, la solución de las causas comunes de variación requiere generalmente las acciones sobre el sistema

Las gráficas de control nos permiten analizar un proceso, de tal manera que puedan tomarse las acciones apropiadas para lograr y mantener un proceso dentro de control estadístico, en el cual han sido eliminadas todas las causas especiales de variación y únicamente permanecen las causas comunes.

Gráficas de Control: (herramienta para el control del proceso)

El Dr. Walter Shewhart de los laboratorios Bell, mientras estudiaba los datos de un proceso en 1920, hizo por primera vez la distinción entre variación controlada y no controlada, debido a lo cual ahora nosotros distinguimos las causas comunes y las causas especiales. Él desarrolló una simple pero poderosa herramienta para distinguir las causas especiales de las comunes -las gráficas de control. Desde aquella época, las gráficas de control han sido utilizadas exitosamente en una amplia variedad de situaciones para el control del proceso, tanto en los Estados Unidos, como en otros países como lo es el Japón y México. La experiencia ha demostrado que las gráficas de control efectivamente dirigen la atención hacia las causas especiales de variación cuando éstas aparecen y reflejan la magnitud de la variación debida a las causas comunes.

Todos los tipos de gráficas de control tienen dos usos básicos que son:

- Dan evidencia acerca de si un proceso ha estado operando bajo control estadístico y señalan la presencia de causas especiales de variación que deben ser corregidas en cuanto se presente.
- Permiten mantener el estado de control estadístico ya que pueden tomarse decisiones con base en el comportamiento del proceso a lo largo del tiempo.

Beneficios de las Gráficas de Control

Es importante mencionar algunos de los beneficios que pueden derivarse del uso de las gráficas de control. La siguiente lista incluye las ventajas encontradas en este campo.

- Las gráficas de control son herramientas simples y efectivas para lograr un control estadístico. Se prestan para que el operario las maneje en su propia área de trabajo. Dan información confiable a la gente cercana a la operación sobre cuando debieran tomarse ciertas acciones y cuando no debieran tomarse.
- Cuando un proceso está en control estadístico puede predecirse su desempeño respecto a las especificaciones. Por consiguiente, tanto el productor como el cliente

pueden contar con niveles consistentes de calidad y ambos pueden contar con costos estables para lograr ese nivel de calidad.

- Una vez que un proceso se encuentra en control estadístico, su comportamiento puede ser mejorado posteriormente reduciendo la variación. A través de los datos de las gráficas de control pueden anticiparse las mejoras que se requieren en el sistema. Estas mejoras en el proceso deberán:
 - Incrementar el porcentaje de productos que satisfagan las expectativas de los clientes (mejoras en la calidad).
 - Disminuir los productos que necesiten retrabajarse o desecharse (mejoras en el costo por unidad bien producida)
 - Incrementar la cantidad total de productos aceptados a través del proceso (mejoras efectivas de la habilidad).

ACCIÓN	TIPO DE MEJORA
Incrementar el porcentaje de productos que satisfagan las expectativas de los clientes.	Mejoras en la calidad.
Disminuir los productos que necesiten retrabajarse o desecharse.	Mejoras en el costo por unidad bien producida.
Incrementar la cantidad total de productos aceptables a través del proceso.	Mejoras efectivas en la habilidad.

- Las gráficas de control proporcionan un lenguaje común para comunicarse sobre el comportamiento de un proceso entre los diferentes turnos que operen un proceso; entre la línea de producción (supervisor, operario) y las actividades de soporte (mantenimiento, control de materiales, ingeniería de manufactura, calidad del producto); entre las diferentes estaciones en el proceso; entre el proveedor y el usuario; entre la planta de manufactura o ensamble y las actividades de ingeniería del producto.
- Las gráficas de control, al distinguir entre las causas especiales y las causas comunes de variación, dan una buena indicación de cuándo algún problema debe ser corregido localmente y cuándo se requiere de una acción en la que deben participar todos los niveles de la organización. Esto minimiza la confusión, frustración y costo excesivo que se deriva de los problemas no resueltos.
- Permite modificar especificaciones que no pueden lograrse económicamente.
- Se puede mejorar (o disminuir) la inspección, sus costos.

¿Qué es una gráfica de control?

Es una representación gráfica de una característica de un proceso mostrando los valores graficados de algún estadístico obtenido de esa característica, y uno o dos límites de control.

Las gráficas de control fijan los límites estadísticos de variación dentro de los cuales se encuentra presente la variabilidad natural del proceso. Los puntos que caen fuera de estos límites estadísticos o el agrupamiento de puntos de una forma particular dentro de los límites estadísticos, indican posibles cambios en el proceso debido generalmente a la presencia de causas anormales.

¿Para qué se usa una gráfica de control?

Una gráfica de control tiene dos usos básicos en forma general (como ya se mencionó anteriormente):

- a) Como juicio para determinar si el proceso estuvo dentro de control.
- b) Como una ayuda para lograr y mantener el control estadístico.

De una manera amplia una gráfica de control nos sirve para:

- a) Medir el comportamiento del proceso de una manera dinámica.
- b) Si el proceso se sale de control, la gráfica lo va a detectar casi enseguida a través de una tendencia, una corrida, varios puntos cerca de un límite de control, etc.
- c) Un punto fuera de control nos indica que un factor externo está alterando la variabilidad normal inherente.
- d) Si el proceso ha logrado la reducción de la variabilidad, la gráfica nos indicará la necesidad de recalcular el valor de los límites de control.

Otras características del uso de gráficas de control son:

- a) El CEP no implica ausencia de artículos defectivos. El CEP es un estado de variación al azar.
- b) Es mejor que el operario mismo grafique punto por punto en la gráfica de control, esto le hará tomar interés en el proceso.
- c) Si la gráfica muestra ausencia de control estadístico, entonces el siguiente paso es una exploración de las causas especiales.
- d) Use la gráfica de control para medir la combinación de las fallas del sistema.

A continuación se darán algunas definiciones importantes que son utilizadas en las gráficas de control.

¿Qué es un límite de control?

Es una línea (o líneas) de una gráfica de control, usada como base para juzgar el significado de la variación de una medición a otra. Nos dice lo que es el proceso hoy, y lo que será mañana.

¿Cómo se obtienen los límites de control?

Los límites de control se obtienen a partir de los datos del proceso y no deben ser confundidos con los límites de especificación dados por el departamento de ingeniería en el diseño del producto.

¿Qué es la línea central?

Es la línea que representa el valor promedio de las mediciones indicadas en una gráfica de control. Generalmente se indica con una línea continua.

Elaboración e interpretación de gráficas para variables

Una característica variable de calidad es la que se puede medir en una escala variable de valores. Como la medida de las variaciones puede determinarse por medio de instrumentos de medición variables, puede obtenerse más información sobre la característica de calidad que se examine que en el caso por atributos. Aunque esta medición representa mayores costos debido al costo del equipo de medición y la conservación de este.

Algunos ejemplos de características variables son la presión, la resistencia a la tracción, la dureza, longitud, el diámetro, etc. Aunque estos pudieran llegarse a medir por medio de aparatos pasa-no pasa, el número de productos que es necesario tomar para medir es menor, con lo cual por otro lado reduce el costo de la medición al realizar menos mediciones,

¿Por qué es útil el uso de gráficas de control por variables?

Existen varias razones por las cuales son útiles, a continuación se mencionan algunas de ellas:

- a) La mayoría de los procesos y sus resultados tienen características que son medibles, por lo que su aplicación potencial es amplia.
- b) Un valor medible (por ejemplo, "el diámetro es 16.45 mm") contiene más información que una simple afirmación si-no (por ejemplo, "la pieza está dentro de tolerancia).
- c) A pesar de que el costo en la medición precisa de una pieza es mayor que el establecer simplemente si la misma está bien o no, como se requieren menos piezas para obtener más información sobre el proceso, en algunos casos los costos totales de inspección pueden ser menores.
- d) Debido a que se requiere medir una menor cantidad de piezas para tomar decisiones confiables, el período de tiempo entre la producción de las piezas y la acción correctiva puede ser acortado significativamente.

Antes de llevar a cabo las gráficas de control se deben cumplir con los siguientes requisitos:

1. El proceso debe estar claramente definido, mediante las hojas de instrucción de operación correspondiente.
2. El método de inspección debe estar definido mediante hojas de instrucción de inspección.
3. El flujo de proceso debe estar adecuadamente definido.
4. El operador y la gente que lo rodea o interactúa con él deben estar perfectamente enterados en los métodos de ejecución y medición del proceso, de manera que este se lleve a cabo siempre de manera idéntica y no se tengan variaciones atribuibles a este concepto.
5. Se deben definir con precisión cuales características se manejarán mediante las gráficas de control.
6. Se debe conocer adecuadamente la correlación que existe entre variables, de manera que se seleccionen para su control aquellas cuya medición es más sencilla y significativa.
7. Las piezas que se verifiquen en las gráficas de control deben de venir de una misma línea.
8. Las piezas deben ser acomodadas en contenedores siguiendo siempre el mismo orden y marcarse las que se toman como muestra. Lo más práctico es tomar las piezas conforme van saliendo de las máquinas.

Una vez que se tienen todos los puntos anteriores, se deben llevar a cabo los siguientes pasos para establecer una gráficas de control.

1.- Elegir la característica que debe graficarse.

- Dar una alta prioridad a esa característica que por el momento tiene una tasa de defectos alta. Un análisis de Pareto puede establecer las prioridades.
- Identificar las variables del proceso y las condiciones que contribuyen a las características del producto terminado, para definir las aplicaciones potenciales de las gráficas desde la materia prima hasta los pasos de procesado y las características finales. Por ejemplo, pH, concentración salina y temperatura de la solución del recubrimiento son variables del proceso que contribuyen a la tersura del mismo.
- Elegir los métodos de medición que proporcionarán el tipo de datos necesarios para el diagnóstico de problemas. Los datos por atributos (por ejemplo, porcentaje de unidades defectuosas) proporcionan información resumida pero pueden necesitar completarse con datos por variables para diagnosticar las causas y determinar la acción.
- Determinar el tiempo más cercano en el proceso de producción en el que se pueden hacer pruebas para obtener información sobre las causas atribuibles, para que la gráfica pueda servir como un dispositivo de advertencia temprana efectivo en la prevención de defectos.

- 2.- Elegir el tipo de gráfica de control. La siguiente tabla compara tres gráficas de control básicas

Gráfica de medidas estadísticas	Promedio \bar{X} y rango R	Porcentaje no conformante (p)	Número de no conformancias (c)
Desventajas significativas	No se entiende a menos que se de capacitación; puede causar confusión entre los límites de control y los límites de tolerancia. No se puede usar con datos del tipo seguir/parar.	No proporciona información detallada del control de características individuales. No reconoce distintos grados de defectos en las unidades de producto.	No proporciona información detallada del control de características individuales.
Tamaño de la muestra	Por lo general 4 ó 5	Utiliza los resultados de la inspección o muestras de 25, 50 ó 100.	Cualquier unidad conveniente de producto como 100 metros de alambre o una camisa.

- 3.- Decidir la línea central que debe usarse y la base para calcular los límites. La línea central puede ser el promedio de los datos históricos, o puede ser el promedio deseado (por ejemplo, un valor estándar). Estos límites por lo general se establecen a $\pm 3\sigma$ pero se pueden elegir otros valores con riesgos diferentes.
- 4.- Seleccionar el "subgrupo racional". Cada punto en una gráfica de control representa un subgrupo (o muestra) que consiste de varias unidades de producto. Con el propósito de controlar el proceso, los subgrupos deben elegirse de manera que las unidades dentro de un subgrupo tengan la mayor oportunidad de ser similares y las unidades entre subgrupos tengan la mayor oportunidad de ser diferentes.
- 5.- Proporcionar un sistema de recolección de datos. Si la gráfica de control ha de servir como una herramienta cotidiana en la planta, debe ser sencilla y conveniente en su uso. La medición se debe simplificar y mantener sin errores. Deben diseñarse instrumentos indicativos para dar lecturas confiables y a tiempo. Mejor aún, deben diseñarse instrumentos que puedan registrar al igual que indicar. El registro de datos se puede simplificar con el diseño creativo de hojas de datos. Las condiciones de trabajo son también un factor. Un departamento de maquinado que tiene aceite de corte por todos lados no puede tener registros confiables. Debe evitarse el copiado de datos.
- 6.- Calcular los límites de control y proporcionar instrucciones específicas sobre la interpretación de los resultados y las acciones que debe tomar cada persona en producción. Las fórmulas de límites de control para tres tipos de gráficas se dan en la siguiente tabla. Estas fórmulas están basadas en $\pm 3\sigma$ y usan una línea central igual al promedio de los datos utilizados al calcular estos límites.
- 7.- Graficar los datos e interpretar los resultados.

Gráfica para	Línea central	Límite inferior	Límite superior
Promedios \bar{X}	\bar{X}	$\bar{X} - A_2\bar{R}$	$\bar{X} + A_2\bar{R}$
Rangos R	\bar{R}	$D_3\bar{R}$	$D_4\bar{R}$
Porcentaje de no conformidad p	\bar{p}	$\bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$	$\bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$

Departamento.- Indica el nombre del departamento en el que se están elaborando las gráficas de control (corte, maquinado, etc.)

Operación.- Indica la operación donde se llevará la gráfica de control (aplicación, taladrado, corte, etc.)

Especificación.- Indica claramente el valor específico que deberá cumplir la característica a controlar.

Parte Número.- Indicar el No. de parte a controlar de acuerdo al diseño.

Ítem de control.- Señalar si la parte a controlar es ÍTEM de control o no.

Máquina No.- Indicar el número de máquina donde se efectúa la operación.

Característica.- Indicar la característica a controlar (longitud, tensión, peso, resistencia, conicidad, etc.)

Frecuencia y tamaño de muestreo.- Indicar claramente la frecuencia de la toma de los datos y la continuidad de los mismos en base al plan de control continuo.

Nombre de la parte.- Indicar el nombre de la parte que se va a controlar.

Fecha.- Indicar la fecha de inicio de la gráfica y ocasionalmente la fecha de terminación o período de tiempo que abarca la gráfica.

Turno.- Especificar claramente el turno o los turnos en que se realice la gráfica.

Nombre del operador.- Indicar el nombre del operador que esté operando la gráfica

Fecha/hora.- Indicar la fecha y la hora en que se realizó la toma de lecturas para cada subgrupo (columna)

Lecturas.- Anotar las lecturas que se tomen de cada subgrupo de acuerdo al plan de control establecido.

Además de los anteriores datos es necesario que se tenga una bitácora del proceso, la cual puede ir en la parte posterior de la gráfica, el cual puede incluir también las fórmulas para calcular los límites de control y los valores de tablas necesarios para su elaboración, en caso de que algún operario se pudiera olvidar éstas, lo mismo que aquellos valores constantes analizados dentro de las gráficas de control por variables.

A continuación se presentan el siguiente formato para utilizar en la gráfica de control por variables. Aunque esta puede ser modificada de acuerdo con las necesidades propias de la empresa donde se desee aplicar.

- Los datos han sido adulterados (los valores que se alejan mucho del promedio \bar{R} fueron alterados u omitidos).
- Pudieron haberse mezclado en el subgrupo un tipo diferente de datos o datos de factores diferentes (máquinas, materiales, mano de obra diferentes).

Si una cantidad substancialmente mayor de 1/3 se encuentra dentro de los tercios exteriores, existe adhesión a los límites de control.

Aproximadamente el 60% de los puntos deberían encontrarse en la zona 3 y 4, 16% en la zona 1 y 2 y lo mismo en 5 y 6. Una discrepancia demasiado marcada en estos porcentajes implica adhesión.

Al límite central si 3 y 4 contiene más de lo esperado.

A límites de control si es al revés.

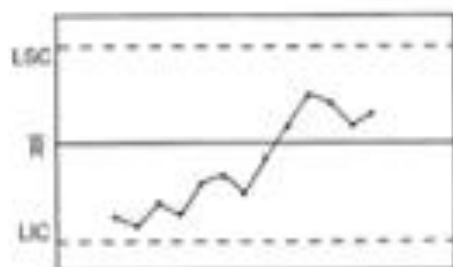
De la misma manera, lo normal es encontrar 95% de los datos en la zona 2,3,4 y 5, 2.5% en 1 y lo mismo en la 6. Todos estos porcentajes son propiedades de la distribución normal y permiten detectar muchos comportamientos anormales.

c) ¿Qué son las series?

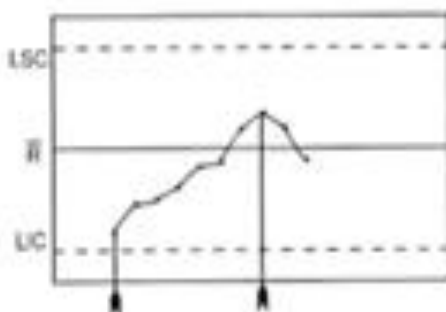
Una serie es una sucesión de puntos que indican la iniciación de una tendencia o desplazamiento del proceso.

Cuando 7 o más puntos consecutivos se alinean hacia un lado del promedio, la serie recibe el nombre de corrida.

Si 7 o más intervalos consecutivos se presentan con valores crecientes o decrecientes, la serie recibe el nombre de tendencia.



Este proceso presenta una corrida de 8 puntos abajo de \bar{R}



Este proceso muestra una tendencia ascendente de 8 intervalos en ascenso

Una serie por arriba del rango promedio (\bar{R}) puede significar:

- Mayor dispersión de los resultados, la cual puede venir de una causa irregular (funcionamiento del equipo) o un cambio en la distribución de los materiales (un nuevo material).

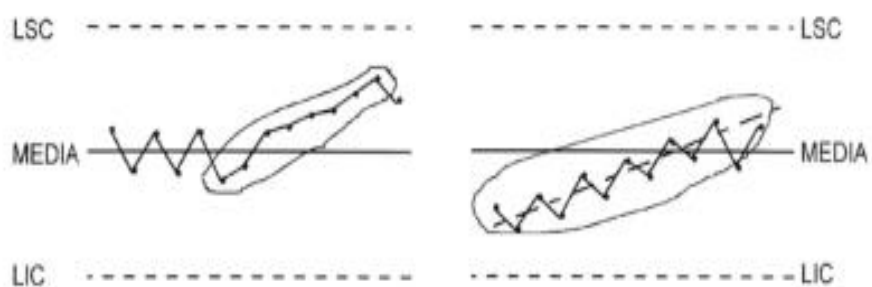
- Un cambio en el sistema de medición (cambio de inspector o de calibrador).

Una serie por debajo del rango promedio (R) puede significar:

- Menos variación en los resultados, lo cual es generalmente una buena condición que debe estudiarse para ampliar su aplicación.
- Un cambio acerca de las series:

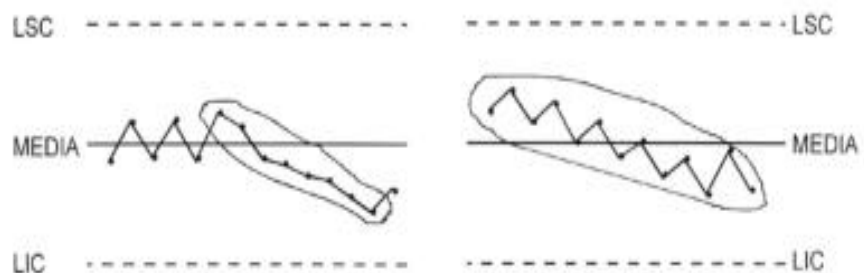
Otros comentarios acerca de las series:

1.- Una serie es una tendencia ascendente en puntos sucesivos (típicamente 7 u 8).



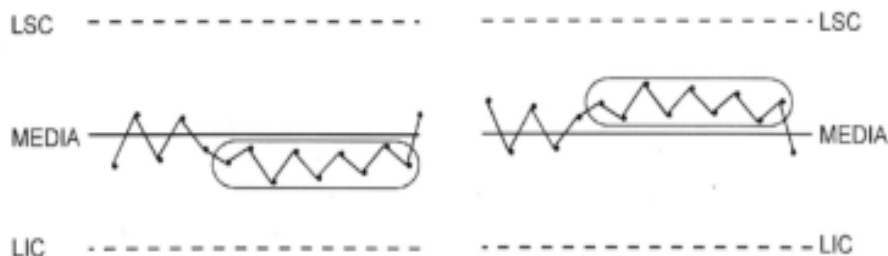
- Si se trata de gráficas por variable es indicativo de que la media del proceso ha aumentado.
- Si se trata de gráficas por atributos, además que ha empeorado el proceso.

2.- Una serie es una tendencia ascendente en puntos sucesivos (típicamente 7 u 8).



- Si se trata de gráficas por variable es indicativo de que la media del proceso ha disminuido.
- Si se trata de gráficas por atributos, además una mejoría del proceso.

3.- Puntos sucesivos debajo o por encima de la media (típicamente 7 u 8).



- Si se trata de gráficas por variable puede significar que la media del proceso ha disminuido o aumentado respectivamente.
- Si se trata de gráficas por atributos, además son indicativos de una mejoría o
 2. Un valor medible (por ejemplo, "el diámetro es 16.45 mm") contiene más información que una simple afirmación de si-no (por ejemplo, "la pieza está dentro de tolerancia").
 3. A pesar de que el costo en la medición precisa de una pieza es mayor que el de establecer simplemente si la misma está bien o no, como se requieren menos piezas para obtener más información sobre el proceso, en algunos casos.
 4. Debido a que se requiere medir una menor cantidad de piezas para tomar decisiones confiables, el periodo de tiempo entre la producción de las piezas y la acción correctiva puede ser acortado significativamente.

Pasos para la elaboración de las Gráficas de Control \bar{X} - R

Una gráfica de control \bar{X} - R muestra tanto el valor promedio (\bar{X}) como el rango R de nuestro proceso.

La porción \bar{X} de una gráfica muestra cualquier cambio en el valor promedio del proceso, mientras que la porción R muestra cualquier dispersión o variación del proceso. A continuación se describen los pasos a seguir para elaborar una gráfica de control \bar{X} - R.

Paso 1 Recolección de datos.

Los datos son resultado de la medición de las características del producto, los cuales deben ser registrados y agrupados de acuerdo al siguiente plan:

- Seleccione la frecuencia y el tamaño de la muestra

Para un estudio inicial de un proceso, las muestras (sub-grupos) deben ser formados de 4 a 8 piezas producidas consecutivamente; de esta manera las piezas en cada subgrupo estarán producidas bajo condiciones similares de producción. Generalmente se toma como valor típico de la muestra de 5 piezas consecutivas, ya que con menos de 5 empieza a perderse la sensibilidad de la gráfica para detectar problemas y, con más de 5 se obtiene muy poca información adicional.

Otra forma de tomar la muestra es a intervalos cortos de tiempo en forma consecutiva para detectar si el proceso puede cambiar o mostrar inconsistencia en breves periodos de tiempo. Se recomienda que el intervalo sea de $\frac{1}{2}$ a 2 horas, ya que con más frecuencia puede representar demasiado tiempo invertido y menos frecuente pueden perderse eventos importantes que sean poco usuales. Cuando el proceso es estable (a través del diagrama de causa-efecto) y, desde el punto de vista estadístico, deben recolectarse al menos 25 subgrupos.

- Establezca la forma en que se registrarán los datos.

Las gráficas de control normalmente son dibujadas con la gráfica \bar{X} arriba de la gráfica R e incluyen un conjunto de datos de identificación en la parte superior.

Los valores de \bar{X} - R serán registrados en forma vertical y la secuencia de los subgrupos a través del tiempo estarán en forma horizontal.

Paso 2 Calcule el promedio (\bar{X}) y el rango R para cada subgrupo.

El cálculo de \bar{X} y R para cada subgrupo se hace de la siguiente forma:

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_N}{n}$$

R = X mayor - X menor (dato mayor menos dato menor)

Donde X_1, X_2, \dots, X_n son los valores individuales en cada subgrupo y n es el tamaño de la muestra

- Seleccione la escala para las gráficas de control. En las escalas verticales de las gráficas X-R se indican los valores calculados de \bar{X} y R respectivamente. A continuación se presenta la forma general para determinar las escalas, aunque en circunstancias especiales deban ser modificadas. Para la gráfica \bar{X} la amplitud de valores en la escala debe incluir como mínimo el mayor de los siguientes valores: a) los límites de tolerancia especificados o b) 2 veces el rango promedio (\bar{R}) Para la gráfica R, los valores deben extenderse desde el valor de cero hasta el valor superior equivalente a $1\frac{1}{2}$ a 2 veces el rango mayor obtenido en el período inicial de estudio. En general, la escala en la gráfica de rangos debe ser la mitad de la correspondiente a la gráfica de promedio.
- Trace la gráfica de rangos y promedios. Marcar con puntos los promedios y los rangos en sus respectivas gráficas y unirlos con líneas; esto nos ayudará tanto a visualizar la situación del proceso como su tendencia.

Paso 3 Calcule el rango promedio (\bar{R}) y el promedio del proceso ($\bar{\bar{X}}$)

Para el estudio de K subgrupos, calcular:

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_N}{n}$$

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\bar{X}_1 + \bar{X}_2 + \dots + \bar{X}_K}{K}$$

Donde K es el número de subgrupos, R_1 y \bar{X}_1 son el rango y el promedio del primer subgrupo, R_2 y \bar{X}_2 son del segundo subgrupo, etc.

Paso 4 Calcule los Límites de Control.

Los límites de control son calculados para mostrar la extensión de la variación de cada subgrupo. El cálculo de los límites de control está basado en el tamaño del subgrupo.

Las fórmulas abreviadas para los límites de control sobre los promedios muestrales son:

$$\text{Límite de control superior} = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}$$

$$\text{Límite de control inferior} = \bar{X} - A_2 \bar{R}$$

Donde: \bar{X} = gran promedio = promedio de los promedios muestrales.

\bar{R} = promedio de los rangos muestrales

A_2 = constante que depende del tamaño de muestra.

Las fórmulas abreviadas para los límites de control sobre los rangos muestrales son:

$$\text{Límite control superior} = D_4 \bar{R}$$

$$\text{Límite de control inferior} = D_3 \bar{R}$$

Donde: D_3, D_4 son constantes que varían según el tamaño de la muestra.

Los valores de D_3, D_4 se encuentran en la siguiente tabla, así mismo también se encuentran en el formato sugerido para utilizar en las gráficas de control por variable, descrito anteriormente en este documento.

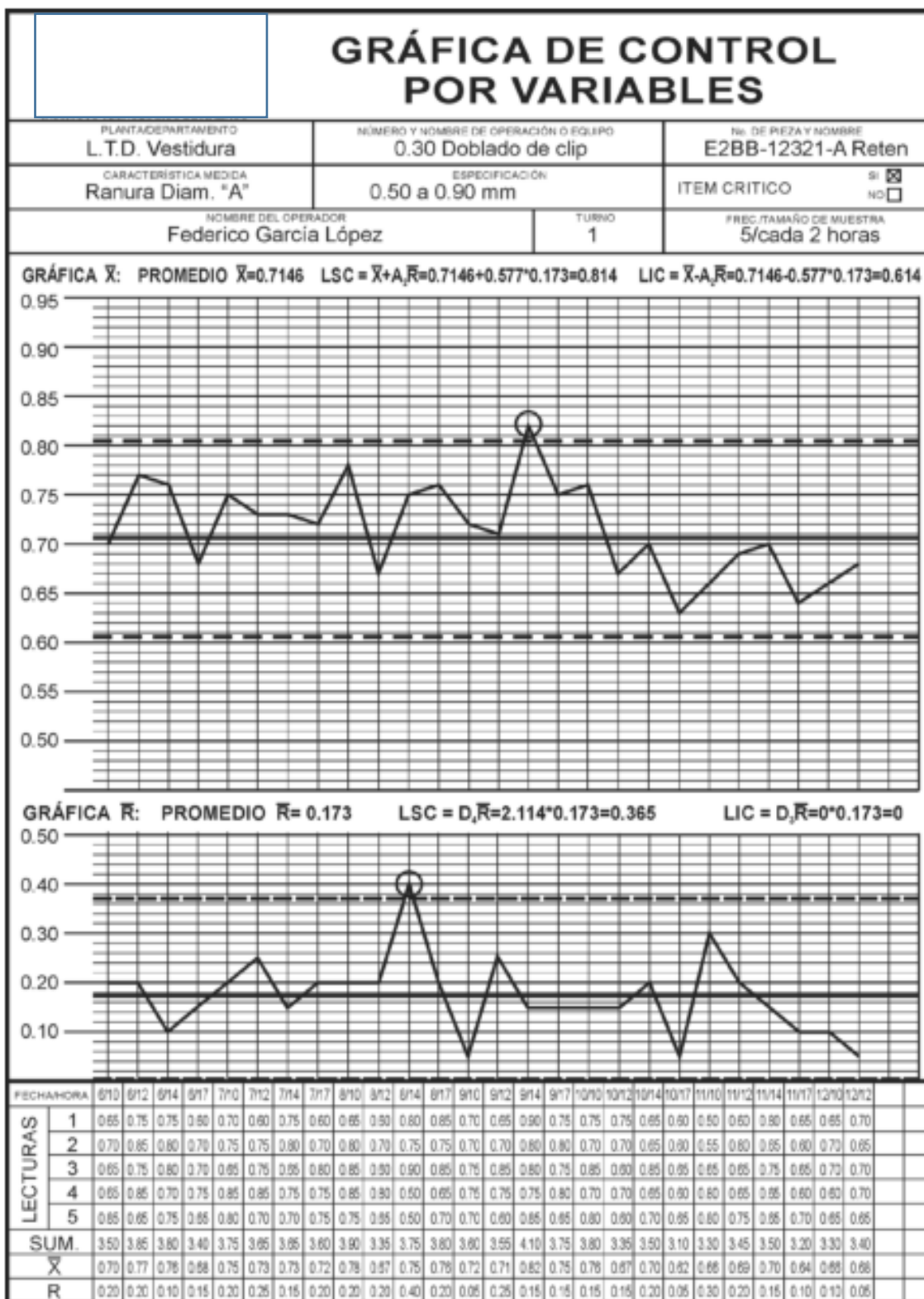
n	A_2	D_3	D_4	d_2
2	1.880	0	3.268	1.128
3	1.023	0	2.574	1.693
4	0.79	0	2.282	2.059
5	0.577	0	2.114	2.326
6	0.483	0	2.004	2.534
7	0.419	0.076	1.924	2.704
8	0.373	0.136	1.864	2.847
9	0.337	0.184	1.816	2.970
10	0.308	0.223	1.777	3.078

- Dibuje las líneas de promedios y límites de control en las gráficas.

Ejemplo:

A continuación se presentan los datos recolectados en la empresa "Autos, S.A." de la operación de doblado del clip en el departamento de vestidura L.T.D. cuya característica de calidad es el diámetro de la ranura "A" cuya especificación es de 0.50 a 0.90 mm y cuya frecuencia de muestreo es de cada 2 horas con un tamaño de muestra de 5 unidades.

Dentro de la misma hoja se presentan todos los pasos para completar la gráfica de control.



Si analizamos nuestra gráfica por variables del ejercicio anterior podemos hacer varias conclusiones:

De la Gráfica de Rangos.

- Alrededor de 2/3 de los puntos están dentro del tercio medio de los Límites de Control (16 de 25) Por lo cual no hay adhesión en este proceso.
- Un punto está fuera de los Límites de Control (correspondiente al 8/14).
- No existe tendencia.
- Existe cambios bruscos.

De la Gráfica de Medias.

- 16 de 25 puntos se encuentran en los tercios exteriores, por lo que existe una adhesión a los Límites de Control; posible falta de control en el proceso.
- Un punto está fuera de los límites de Control.
- Una sucesión de 8 puntos por debajo del promedio del proceso; se sospecha una alteración del proceso.

Gráfico $\bar{X} - S$ (medias y desviaciones)

Los gráficos de control de medias \bar{X} y desviación estándar S , se construyen de forma similar a los gráficos de medias \bar{X} y rangos R ; solamente que ahora calcularemos la media de la muestra y la desviación estándar de la muestra.

Generalmente es preferible trabajar con los gráficos de control \bar{X} y S , que con los gráficos \bar{X} y R . Fundamentalmente por las mejores propiedades estadísticas de la desviación estándar en comparación a las del rango.

Para calcular la desviación de cada subgrupo, si tenemos el tamaño del subgrupo (n), la desviación estándar de cada muestra se calcula con la siguiente fórmula:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

El principio para el cálculo de los límites de control, en las gráficas de medias y desviaciones es el mismo que para el de medias y rangos, es decir tienen sus propios límites $\pm 3\sigma$. La única diferencia es que la medida de dispersión una utiliza el rango de la muestra, y la otra, la desviación estándar muestral.

Las fórmulas para el cálculo de los límites de control son:

En el caso de la gráfica de medias:

$$\text{LIMITE INFERIOR} = \bar{X} - A_3\bar{S}$$

$$\text{LIMITE CENTRAL} = \bar{X}$$

$$\text{LIMITE SUPERIOR} = \bar{X} + A_3\bar{S}$$

En el caso de la gráfica de desviaciones

$$\text{LIMITE INFERIOR} = B_3\bar{S}$$

$$\text{LIMITE CENTRAL} = \bar{S}$$

$$\text{LIMITE SUPERIOR} = B_4\bar{S}$$

Constantes para las gráficas $\bar{X} - S$

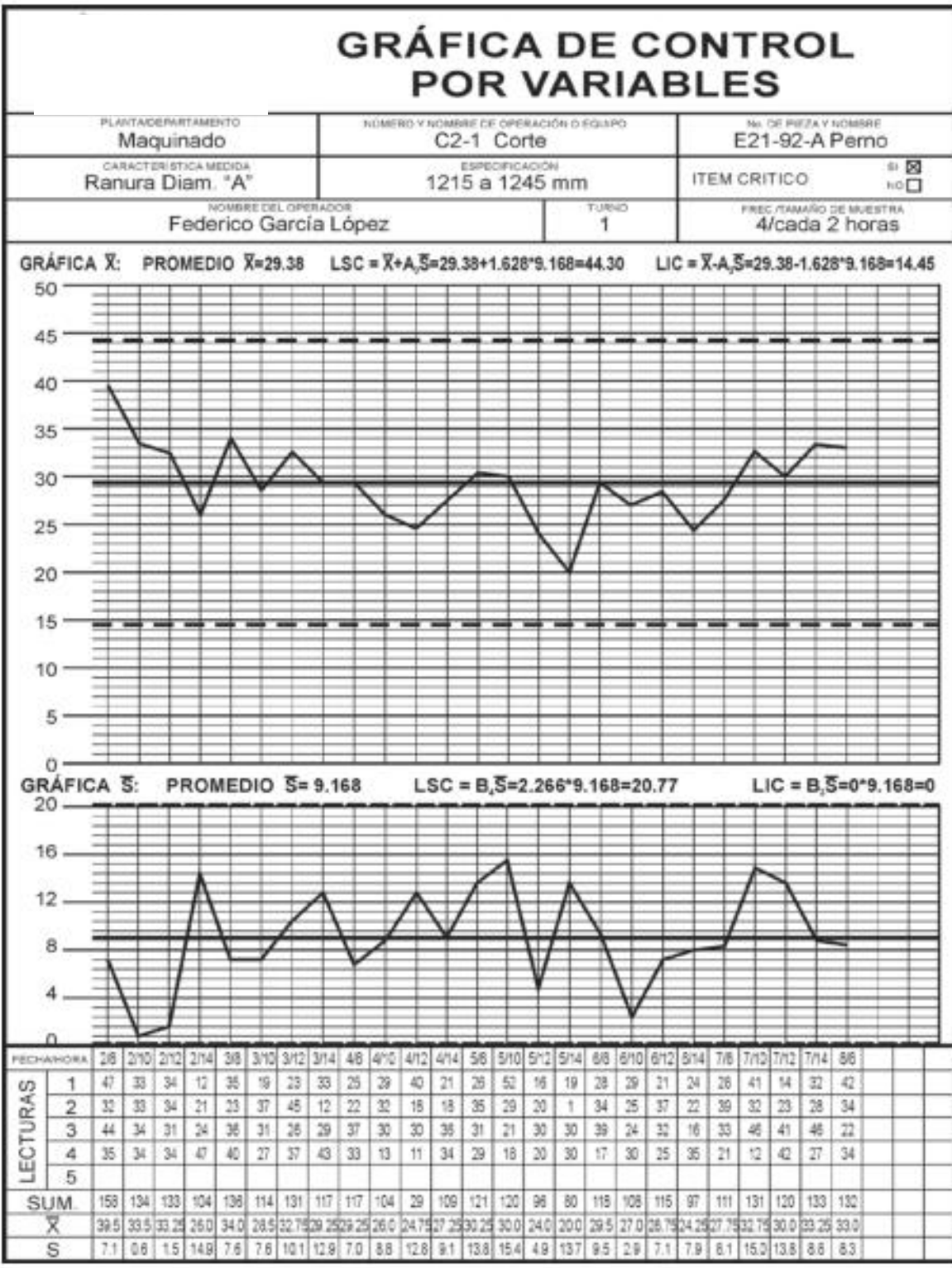
N	A ₃	B ₃	B ₄	D ₂
2	2.659	0	3.267	1.128
3	1.954	0	2.568	1.693
4	1.628	0	2.266	2.059
5	1.427	0	2.089	2.326
6	1.287	0.030	1.970	2.534
7	1.182	0.118	1.882	2.704
8	1.099	0.185	1.815	2.847
9	1.032	0.239	1.761	2.970
10	0.975	0.284	1.716	3.078

Tabla 1.13 Valores de las constantes A₂, D₃, D₄ y d₂

Ejemplo:

En la empresa "El Birlito S.A." se fabrican bridas para gas, para mejorar la producción se decide utilizar gráficas de control para la característica de calidad que ha estado fallando con mayor frecuencia. Esta característica tiene una especificación de calidad de 1230mm ± 15mm. Para esto se decide tomar 4 muestras cada dos horas por la mañana que es cuando más se producen defectos. Los datos recolectados aparecen en la siguiente gráfica. Los valores están dados por encima de 1200mm.

Se van a colocar los datos y sus cálculos de los límites y se graficarán.



Si analizamos la anterior gráfica tenemos:

Para la gráfica de medias:

- Aunque todos los puntos dentro del proceso están dentro de los límites de control, el problema se presenta por la gran dispersión que se presentan en sus datos.

Para la gráfica de Desviaciones:

- Se tienen cambios bruscos.
- Un punto cercano al límite inferior de control.
- La mayor parte de los puntos se encuentran en los 2/3, por lo que se considera correcto.
- El problema es la gran dispersión que se tienen en los datos.

Se deben hacer un análisis profundo de las causas que están causando esta dispersión, para tratar de corregirla y evitar que sigan saliendo productos defectuosos, que lo único que hacen es encarecer el producto, con la posible pérdida de los clientes.

Gráfico \bar{X} de individuales (también llamado gráfico de rangos móviles)

Cuando hablamos de los gráficos de control \bar{X} -R y \bar{X} -S, tomamos subgrupos racionales, cuyo tamaño es normalmente 5. A medida que el tamaño del subgrupo racional sea más grande, aumenta la sensibilidad de los gráficos de control para detectar los cambios en la media o la variabilidad.

En algunas ocasiones, por cuestiones prácticas, es conveniente tomar subgrupos de tamaño 1, en ese caso trabajaremos con el gráfico de control \bar{X} -Rm, de datos individuales y rangos móviles.

Si estamos muestreando algún tipo de líquido, generalmente el comportamiento es homogéneo en cuanto a sus propiedades, de tal suerte que si tomamos cinco muestras para formar un subgrupo racional, nos daríamos cuenta que las lecturas serían prácticamente idénticas. Así que, en estos casos, sería suficiente con tomar un subgrupo racional de tamaño 1.

En algunos casos la producción es demasiado baja, por ejemplo si se hace un producto por hora, por día, por semana o algún intervalo largo de tiempo. En ese caso, no tiene sentido formar subgrupos racionales de varios productos, ya que en el periodo en que se fabricaron esos productos las condiciones del proceso pudieron cambiar, así que no se satisface la condición de la muestra para que sea un subgrupo racional. En este caso lo indicado sería trabajar con gráficos de control de datos individuales y rangos móviles.

Cálculo de los Límites de Control

$$LCS_X = \mu_X + 3\sigma_X = \bar{X} + 3 \frac{\overline{Rm}}{d_2}$$

$$LC_X = \mu_X$$

$$LCI_X = \mu_X - 3\sigma_X = \bar{X} - 3 \frac{\overline{Rm}}{d_2}$$

En donde:

$$\hat{\sigma}_X = \frac{\bar{R}}{d_2} \text{ y } \hat{\mu}_X = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} = \bar{X}$$

Para el gráfico de control de rangos móviles, tenemos que el rango móvil es un rango calculado sobre dos valores, recordaremos que en el tema 2.2.1 para el gráfico de Rangos, el gráfico de control \bar{X} -R, habíamos encontrado que los límites de control para el rango son:

$$LCS_R = D_4 \bar{R}$$

$$LC_R = \bar{R}$$

$$LCI_R = D_3 \bar{R}$$

Así que para este caso del rango móvil, las ecuaciones de los límites de control de gráfico del Rango Móvil, nos quedaría:

$$LCS_{Rm} = D_4 \overline{Rm}$$

$$LC_{Rm} = \bar{R}$$

$$LCI_{Rm} = D_3 \overline{Rm}$$

En una fábrica determinada, el Departamento Químico tiene la responsabilidad de preparar agua a baja temperatura con una solución de ácido al 9% mínimo, a fin de que la calidad del producto tratado sea la correcta.

De cada tambo de 200 litros preparado, se toma sólo una muestra con una probeta y se examina en el laboratorio para determinar el porcentaje de concentración del ácido. Las observaciones durante dos días consecutivos se encuentran en la siguiente gráfica, así como la gráfica resultante y los límites de control calculados.

CALCULO X-R EN EXCEL

cartas py x-r - Excel Herramientas de imagen ben mendez

Inicio Insertar Disposición de página Fórmulas Datos Revisar Vista Ayuda Nitro Pro Formato de imagen ¿Qué desea hacer?

Imagen 4

Cartas X-R

Se desea realizar un proceso de control sobre la media y el recorrido del conjunto de datos que aparecen en el siguiente cuadro, que consta de 12 muestras, cada una de tamaño 5

Muestra	1	2	3	4	5	xpro	rangos	LC	Lcsx	Lcix	rprom	Lsr	Lir
1	33	29	31	32	33	31,6	4	33,17	36,2920833	30,04125	5,42	11,4508333	0
2	33	31	35	37	31	33,4	6	33,17	36,2920833	30,04125	5,42	11,4508333	0
3	38	37	39	40	38	38,4	3	33,17	36,2920833	30,04125	5,42	11,4508333	0
4	30	31	32	34	31	31,6	4	33,17	36,2920833	30,04125	5,42	11,4508333	0
5	38	33	32	35	32	34	6	33,17	36,2920833	30,04125	5,42	11,4508333	0
6	30	37	29	32	35	32,6	8	33,17	36,2920833	30,04125	5,42	11,4508333	0
7	28	30	28	32	31	29,8	4	33,17	36,2920833	30,04125	5,42	11,4508333	0
8	31	35	35	35	34	34	4	33,17	36,2920833	30,04125	5,42	11,4508333	0
9	27	32	34	35	37	33	10	33,17	36,2920833	30,04125	5,42	11,4508333	0
10	33	33	35	37	36	34,8	4	33,17	36,2920833	30,04125	5,42	11,4508333	0
11	32	33	30	30	33	31,6	3	33,17	36,2920833	30,04125	5,42	11,4508333	0
12	36	31	37	34	28	33,2	9	33,17	36,2920833	30,04125	5,42	11,4508333	0

cartas py x-r - Excel ben mendez

Inicio Insertar Disposición de página Fórmulas Datos Revisar Vista Ayuda Nitro Pro ¿Qué desea hacer?

T18

Xprom

Rangos

n	A
2	1.
3	1.
4	0.
5	0.
6	0.
7	0.
8	0.
9	0.
10	0.

Hoja1 Hoja2

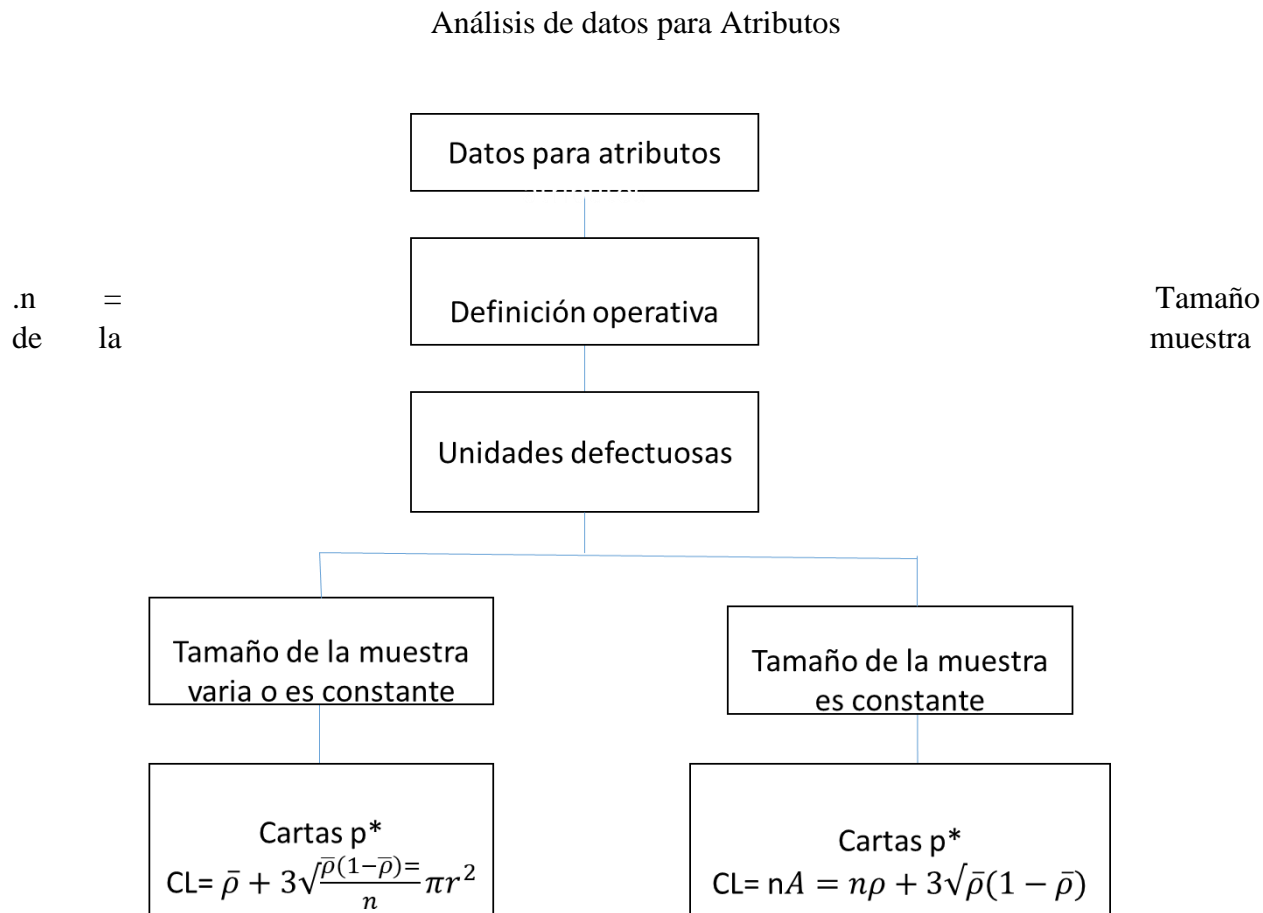
Accesibilidad: es necesario investigar

11:48 p. m. 16/9/2022

ANEXO.
GUÍA PARA CARTAS DE CONTROL VARIABLES CUALITATIVAS²

²..KLC Chapman inc

LINEAMIENTOS PARA LAS CARTAS DE CONTROL POR ATRIBUTO



ρ = Porcentaje defectuoso de una muestra

$\bar{\rho}$ = Porcentaje defectuoso promedio en una serie de muestras

$\bar{\rho} = \text{Total de productos defectuosos} \frac{np}{n} \text{ total de productos inspeccionados}$

$n\rho$ = número de unidades que no se conforman por muestra

$n\rho = \frac{\text{Total de productos defectuosos en todos los subgrupos}}{\text{numero de subgrupos}}$

INICIO DE LA CARTA DE CONTROL PARA ATRIBUTOS

1. Verificar todas las observaciones que hayan sido calificadas para identificar con certeza las características a tratarse. Comenzar a registrar los datos. Siendo preferiblemente que el observador ingrese los datos brutos directamente en la carta.
2. Después de cada representación gráfica el observador debe dar una interpretación inmediata a las cartas, utilizando las normas de interpretación para cartas de control y deben avisar a las personas apropiadas si existen condiciones de control.
3. A partir de las evidencias de las cartas de control, hay que corregir el proceso. Esto puede ser relativamente fácil (especialmente si se toma una acción inmediata), o puede requerir de un estudio de capacidad completo, sin duda es la parte más importante del control de procesos estadístico.
4. Realizar reuniones periódicas para revisar las cartas de control, tanto con los trabajadores como con los gerentes. Revisar las mejoras documentadas. Elimina las causas asignables de variación. Intentar desplazar las cartas que indican una situación fuera de control, más abajo del límite inferior de control (para un porcentaje de productos defectuosos).

LA CARTA P

Como hacer una carta p

1. Se debe obtener una serie de muestras de tamaño apropiado. Los tamaños convenientes son de 50 y de 100. La muestra incluso puede ser todo el lote si todo ha sido inspeccionado. Si es posible hay que tener 20 subgrupos o más, pero nunca menos de 10.
2. Contar el número de unidades defectuosas. Calcular el valor de ρ para cada subgrupo y hacer la representación gráfica.
3. Conectar graficas consecutivas.
4. Calcular el valor de $\bar{\rho}$ (la fracción defectuosa promedio para todos los subgrupos). Esta es la línea central de la carta P. se dibuja como una línea horizontal continua.
5. Calcular los límites de control superior e inferior respectivamente utilizando las siguientes formulas:

$$\text{Límite de control superior} = CL = \bar{\rho} + 3\sqrt{\frac{\bar{\rho}(1-\bar{\rho})}{n}}$$

$$\text{Límite de control inferior} = CL = \bar{\rho} - 3\sqrt{\frac{\bar{\rho}(1-\bar{\rho})}{n}}$$

Los límites de control se dibujan con líneas horizontales punteadas

6. Indicar los puntos que se encuentran fuera de control en la carta con una "x" si es necesario
7. Interpretar carta de acuerdo con lo explicado.

Valor Promedio De N

Si las muestras ha ser utilizadas para una carta p no son del mismo tamaño promedio de muestra para la serie, es aceptable utilizar el tamaño promedio de la muestra para la serie cuando se calculan los límites de control. La muestra más grande y la muestra más pequeña no debe ser menos de la mitad del tamaño promedio de la muestra. Si las muestras individuales varían mas que esto, hay que separar o combinas las

muestras para que sean de un tamaño apropiado hay que calcular los límites de control por separado para las muestras excesivamente grandes o pequeñas (límites escalonados), lo más recomendable es mantener un tamaño constante para las muestras.

Construcción De Cartas P

La carta p se utiliza para medir la proporción de artículos en una muestra que no se conforman con las especificaciones. El tamaño de la muestra puede ser cualquier número, hasta el 100% si es posible.

Paso 1. Recoger los datos

Los tamaños de muestra tienen que ser lo suficientemente grandes para que aparezcan los artículos defectuosos, quizás 50 o 100 o más. Las muestras tienen que ser tomadas a una frecuencia constante de tal manera que la información obtenida puede ser relacionada con el programa de producción.

Paso 2. Calcular la proporción de los artículos de cada muestra que no se conforman

$$\bar{p} = np/n$$

.n: número de artículos inspeccionados.

np = número de artículos que no se conforman

Paso 3 hacer una representación gráfica de los datos

Graficar la proporción de artículos de cada muestra que no se conforma.

Paso 4. Calcular la línea central

$$\text{Línea Central} = \bar{p} = \frac{np_1 + np_2 + \dots + np_k}{n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_k}$$

Paso 5. Calcular los límites de control

$$LCS_p = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

$$LCI_p = CL = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

N es el tamaño promedio de la muestra

EJEMPLOS DE CARTAS DE CONTROL PARA ATRIBUTOS

Se tiene una máquina que produce con sus moldes vasos de vidrio, la característica que posee es el espesor de vidrio o pared delgada, la muestra a tomar son 1000 docenas.

	Tamaño de la muestra	np	\bar{p} (proporción)
1	1000	3	0,3
2	1000	5	0,5
3	1000	4	0,4
4	1000	7	0,7
5	1000	2	0,2
6	1000	1	0,1
7	1000	6	0,6
8	1000	2	0,2
9	1000	3	0,3
10	1000	3	0,3
11	1000	5	0,5
12	1000	4	0,4
13	1000	7	0,7
14	1000	4	0,4
15	1000	2	0,2
total		58	

Armar la carta de control con esos datos

$$LC = \bar{p} = \frac{58}{15000} = 0.00387 \text{ línea central}$$

$$LCS_p = 0.00387 + \frac{3\sqrt{(0.00387)(0.9613)}}{\sqrt{1000}} = 0.00976 = 0.976\%$$

$$LCPi=0.00387-0.00578=-0.00191=0\%$$

Grafica con sus límites de control y eje central

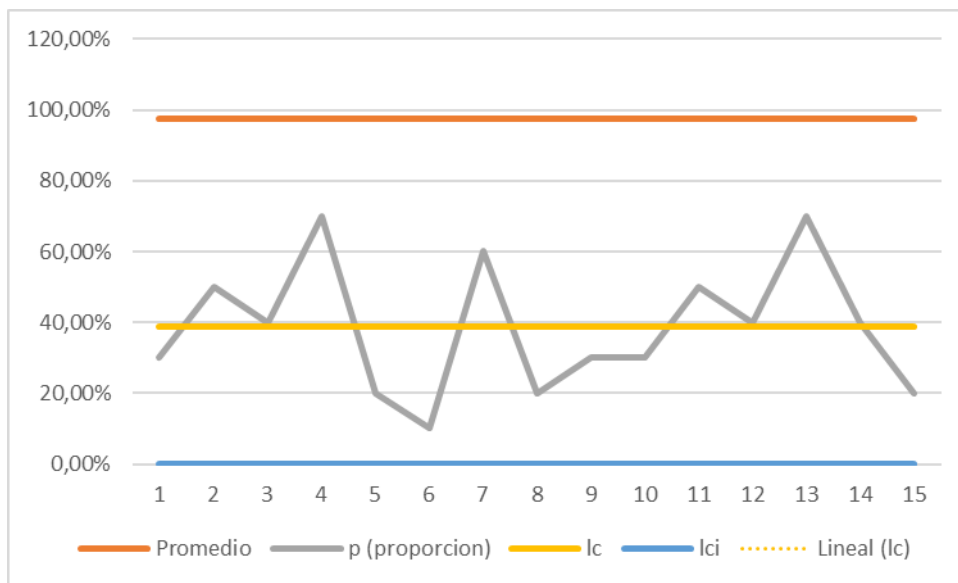
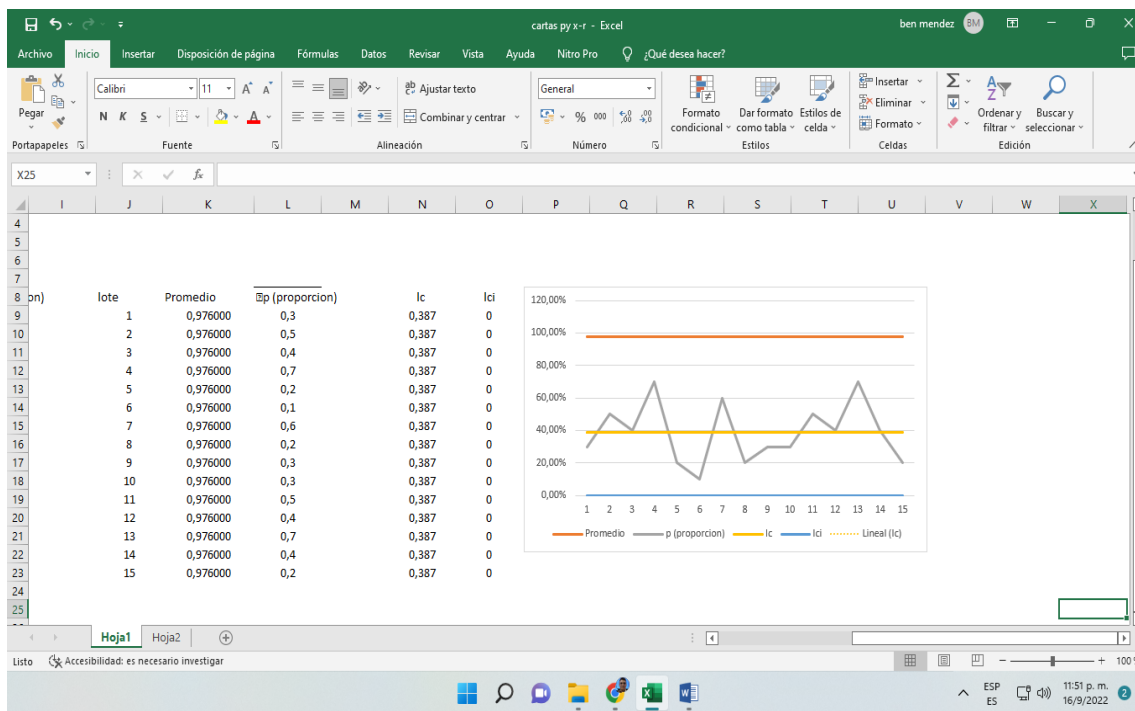
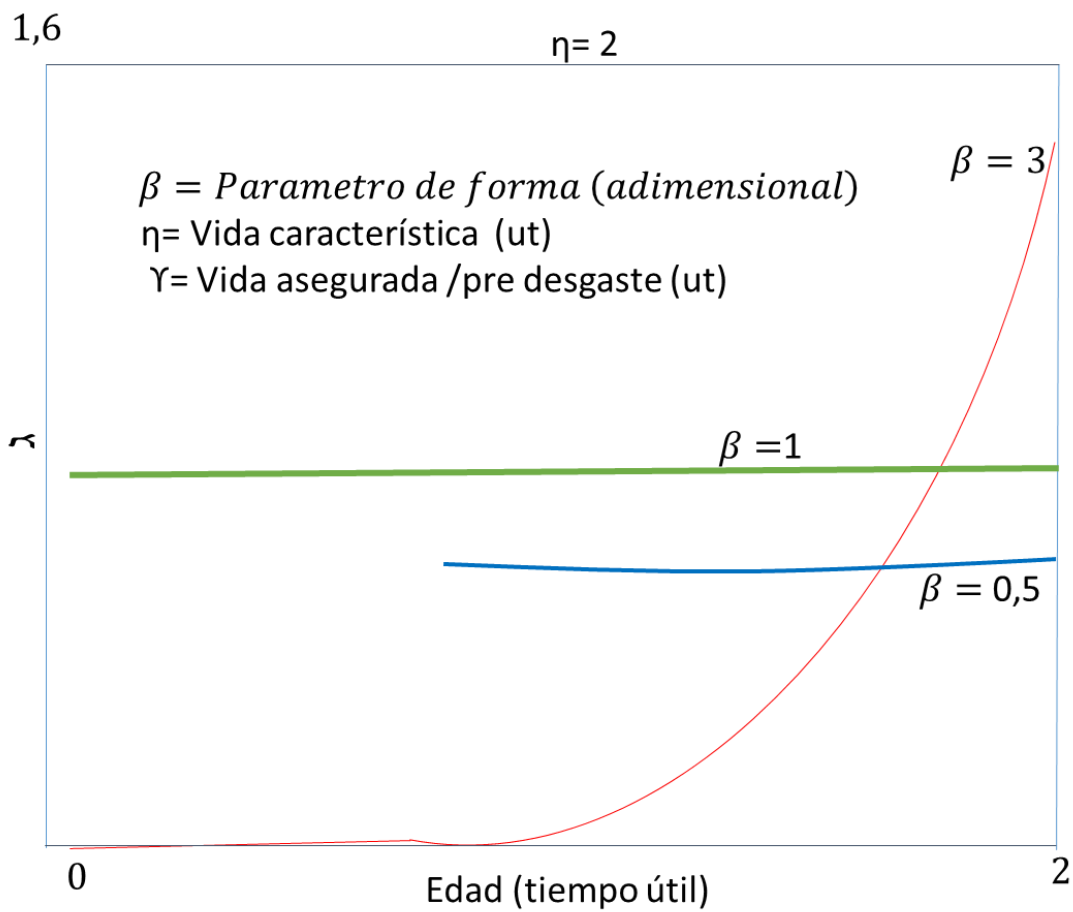


Grafico X-R Hecho en Excel



Anexo A3 Taller de Weibull . Formulas del método de mínimos cuadrados para



confia
bilida
d en
Weib
ull
para
un
equip
o o
pieza.

N

ota:

Diagr
ama

de posicionamiento de edad útil vs curvas coeficiente de forma.

Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=qqY6g8gKevw>

Formulas (continuación de las expresiones del método de mínimos cuadrados y Weibull.

<i>Formulas</i>	
$R(t) = \exp\left[-\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^\beta\right]$	Confiabilidad
$F(t) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^\beta\right]$	Desconfiabilidad
$\lambda = \frac{\beta}{\eta} x \left(\frac{t}{\eta}\right)^{\beta-1}$	Tasa de fallas
<p>$\beta < 1$ tasa de falla decreciente (etapa o fallas infantiles)</p> <p>$\beta = 1$ tasa de falla constante (fallas aleatorias)</p> <p>$\beta > 1$ tasa de fallas creciente (etapa o fallas por desgaste)</p>	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> <p>RM (t): Des confiabilidad en rangos medianos n ≤ 100</p> </div>	
<p>$RM(t) = \frac{i-0,3}{n+0,4}$ <i>Estimacion de rangos medianos</i></p>	

Nota: Para ser anexadas al programa de Excel.

Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=qqY6g8gKevw>

Formulas (continuación de las expresiones del método de mínimos cuadrados y Weibull.

Ecuaciones para los ejes

$$\text{eje } x = \text{Ln}(t)$$

$$\text{eje } Y = \text{Ln}(-\text{Ln}(R))$$

Ecuación de la recta
 $Y = ax + b$

vida característica util

$$\eta = e^{ctte\beta}$$

Ecuacion equivalente de la recta

$$\text{Ln} \left(\text{Ln} \left(\frac{1}{1-F(x)} \right) \right) = \beta(\text{Ln}x) - \beta(\text{Lnn})$$

Nota:
 Para ser
 anexadas al
 programa de
 Excel.

Fuente:

<https://www.youtube.com/watch?v=qqY6g8gKevw>

Programa modelo hecho en Excel para Cálculo de confiabilidad

Ejemplo

Un componente ha fallado en operación en los tiempos que se muestra en la tabla. Determinar:

Rango i	Tiempo (horas)
1	205
2	312
3	402
4	495
5	570
6	671
7	801
8	940
9	1150

- Los parámetros de la distribución Weibull que los representa, aplicando el método de los rangos medios.
- Los parámetros de la distribución Weibull que los representa, aplicando el método de los rangos medianos.
- En que etapa se encuentra el equipo
- Determine B10
- Se quiere extender la frecuencia de cambio hasta las 1500 horas, responda si es posible.
- Si luego de trabajar correctamente hasta las 800 horas, indique la confiabilidad que trabaje por 500 hora mas

Ac
Ve

Nota: Para ser anexadas al programa de Excel.

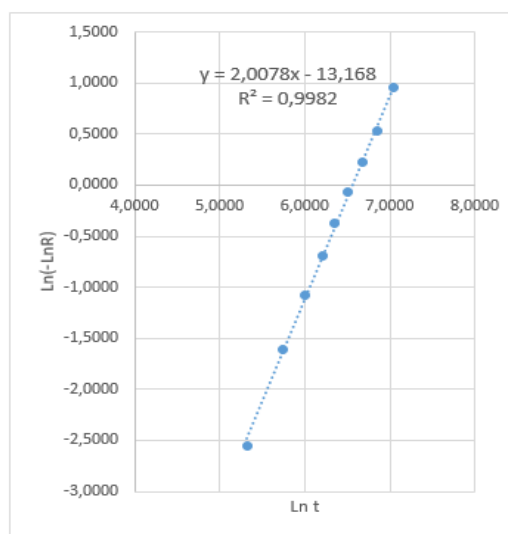
Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=qqY6g8gKevw>

Traslado de datos al programa Excel

	Periodos	Paso1	Paso2	paso3
i	Tiempo (t)	RM = F(t)	EjeX	Eje Y
1	205	0,0745	5,3230	-2,5589
2	312	0,1809	5,7430	-1,6120
3	402	0,2872	5,9965	-1,0829
4	495	0,3936	6,2046	-0,6927
5	570	0,5000	6,3456	-0,3665
6	671	0,6064	6,5088	-0,0700
7	801	0,7128	6,6859	0,2211
8	940	0,8191	6,8459	0,5365
9	1150	0,9255	7,0475	0,9545

Beta	2,0078
cte	13,168
eta	705,158185

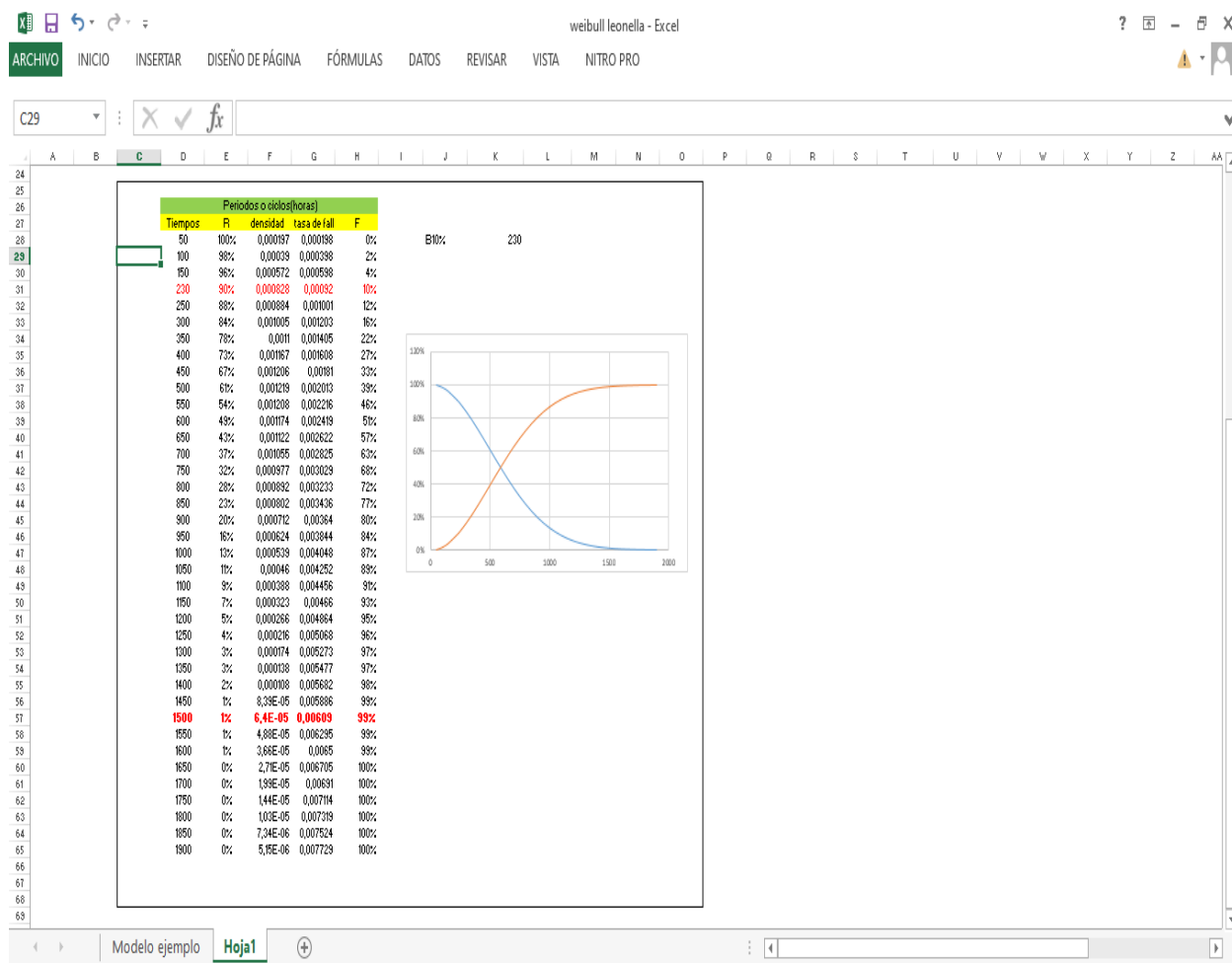
Beta	2,0
cte	13,2
eta	705,3



Nota: Para ser anexadas al programa de Excel.

Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=qqY6g8gKevw>

Resultados de confiabilidad y tasa de fallas



Nota: Para ser anexadas al programa de Excel.

Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=qgY6g8gKeww>

Anexo B Taller: Modelo de reuniones para el mantenimiento preventivo y correctivo.

