



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

**“PROPUESTA DE ACTUALIZACIÓN AL PROCESO DE
MANTENIMIENTO DE COMPRESORES A GAS NATURAL
DE LA EMPRESA VICOR GAS S.A.”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO INDUSTRIAL**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER
WILFREDO VILELA CORNEJO**

ASESOR

MG. ING. ROGELIO ALEXSANDER LOPEZ RODAS

LIMA – PERÚ, JUNIO 2022



DEDICATORIA

A mis padres, hijos y compañeros de trabajo, que son mis grandes inspiradores para seguir adelante en mis anhelos y metas a lograr.





AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer de una manera muy especial a mis amigos y compañeros de trabajo José y Marco, quienes fueron los que me incentivaron a culminar mis estudios universitarios.

¡Muchas gracias!





INTRODUCCIÓN

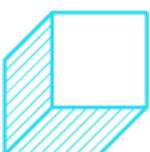
La finalidad del presente trabajo de suficiencia profesional es exponer la propuesta de actualización al proceso de mantenimiento de compresores a gas natural de la empresa Vicor Gas S.A., la compañía antes mencionada está presentando inconvenientes en la realización de lo planificado a causa de malas coordinaciones en la ejecución del mantenimiento de compresores, esto, como consecuencia, ha generado molestias en varios de sus clientes y a la empresa en mención.

Los compresores a gas natural tienen el propósito de elevar la presión de este recurso para enviarlo a centrales térmicas o el destino seleccionado por la entidad o persona responsable.

Para poder abordar este trabajo, ha tenido que ser necesario el análisis y delimitación del problema, todo ello mediante datos que se plasmaron en tablas, gráficas y otros organizadores. De tal manera, se pudo determinar que la problemática se encontraba en el proceso de mantenimiento de los compresores ya que estos no se cumplían y como consecuencia presentaban paradas inesperadas que retrasaban el envío del gas a la central térmica.

Cabe recalcar, que las causas de los fallos en los compresores se deben a lo desactualizado que estaba el proceso de mantenimiento, pues la empresa contaba con un plan para solucionar este tipo de problemas, sin embargo, este no tenía las acciones específicas que se debían realizar, de la misma manera, no había una continuidad en estos procesos de reparación.

Por tal motivo, se establece que la mejor solución a este problema dentro de la empresa es la modificación de algunos procesos al momento de la planificación del mantenimiento tales como: organizar y analizar los cronogramas de programación para el mantenimiento, establecer las responsabilidades y las áreas específicas en las que debe trabajar cada persona, capacitación en el área de recursos humanos, mantener la comunicación frecuente entre el proveedor y cliente, establecer y analizar costos para obtener materiales de buena calidad.





RESUMEN

La presente investigación se basa en el análisis de una problemática en la empresa Vicor Gas S.A. y su potencial solución, como metodología para el desarrollo de este trabajo de suficiencia profesional se escogió la metodología del ciclo PHVA, que contiene 8 pasos fundamentales que se han especificado dentro de este presente trabajo, con el propósito de encontrar, analizar y proyectar una propuesta de actualización en los mantenimientos de compresores a gas natural, y como técnicas se empleó de datos estadísticos, gráficas, histogramas, diagramas Ishikawa, entre otras esta información fue brindada por la empresa.

Para aborda la problemática de la empresa, se representa en tablas, gráficos de barras, gráficas estadísticas, haciendo el uso de la espina de Ishikawa (Que muestran las posibles causas y consecuencias de la problemática en los compresores a gas natural) cuya finalidad es llegar con el objetivo general que es actualizar el proceso de mantenimiento de los compresores.

Para comprender el comportamiento de los compresores es necesario conocer lo conceptos generales de los compresores a gas natural y los tipos que existen de estos, de igual forma los tipos de mantenimientos que se emplean en la industria, el cual se refiera a conjunto de técnicas para prever averías, realizar revisiones de la maquinaria, etc., y como estos compresores comprimen el gas es necesario conocer las características de gas natural y su uso en para la humanidad.

Finalmente, se sintetiza la solución de esta problemática, dando como respuesta la actualización del proceso de mantenimiento en la maquinaria de la empresa Vicor Gas S. A. para brindar un mejor servicio a las empresas clientes y lograr así la mejora continua de la empresa.





ABSTRACT

This research is based on the analysis of a problem in the company Vicor Gas S.A., and its potential solution, as a methodology for the development of this work of professional sufficiency was chosen PHVA cycle methodology, which contains 8 fundamental steps that have been specified in this work, in order to find, analyze and project a proposed update in the maintenance of natural gas compressors, and as techniques were used statistical data, graphs, histograms, Ishikawa diagrams, among others this information was provided by the company.

To address the problems of the company, it is represented in tables, bar charts, statistical graphs, making use of the Ishikawa spine (showing the possible causes and consequences of the problem in natural gas compressors) whose purpose is to reach the overall objective is to update the maintenance process of compressors.

To understand the behavior of the compressors is necessary to know the general concepts of natural gas compressors and the types that exist of these, likewise the types of maintenance that are used in the industry, which refers to set of techniques to anticipate failures, make revisions of machinery, etc., and as these compressors compress the gas is necessary to know the characteristics of natural gas and its use in for humanity.

Finally, the solution to this problem is synthesized, giving as an answer the updating of the maintenance process in the machinery of the company Vicor Gas S. A. in order to provide a better service to the client companies and thus achieve the continuous improvement of the company.

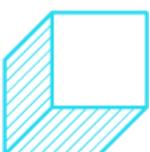




TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTO	II
INTRODUCCIÓN	III
RESUMEN	IV
ABSTRACT	V
TABLA DE CONTENIDOS	VI
ÍNDICE DE IMÁGENES	IX
ÍNDICE DE TABLAS.....	X
ÍNDICE DE GRÁFICOS	XII
ÍNDICE DE ANEXOS	XIII
CAPÍTULO I.....	1
GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....	1
1.1. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA	2
1.2. PERFIL DE LA EMPRESA.....	2
1.3. ACTIVIDADES DE LA EMPRESA	2
1.3.1. Misión	2
1.3.2. Visión	2
1.3.3. Objetivo.....	3
1.4. ORGANIZACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA.....	3
1.5. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO DE LA EMPRESA.....	9
CAPÍTULO II.....	13
REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	13
2.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	14





2.2.	ANÁLISIS DEL PROBLEMA	40
2.3.	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	40
2.4.	OBJETIVOS DEL PROYECTO	40
2.4.1.	Objetivo general.....	40
2.4.2.	Objetivos específicos	40
CAPÍTULO III	.....	41
DESARROLLO DEL PROYECTO	.....	41
3.1.	DESCRIPCIÓN Y DESARROLLO DEL PROCESO.....	42
3.1.1.	Antecedentes de la investigación.....	42
3.1.2.	Bases Teóricas	46
3.1.3.	Bases normativas	51
3.2.	DESARROLLO DEL PROYECTO.....	53
3.2.1.	Primera etapa del ciclo - Planear	53
3.2.2.	Segunda etapa del ciclo - Hacer	63
3.2.3.	Tercera etapa del ciclo - Verificar	69
3.2.4.	Cuarta etapa del ciclo - Actuar.....	71
3.3.	COSTOS DEL PROYECTO.....	76
3.4.	CRONOGRAMA DEL PROYECTO.....	89
3.5.	CONCLUSIONES	92
3.6.	RECOMENDACIONES	93
CAPÍTULO IV	.....	94
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	.....	94
REFERENCIAS	.....	95
CAPÍTULO V	.....	97





GLOSARIO DE TÉRMINOS	97
CAPÍTULO VI	99
ANEXOS	99

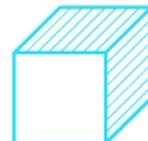




ÍNDICE DE IMÁGENES

Figura 1 Organización De La Empresa	6
Figura 2 Organigrama de Mantenimiento	7
Figura 3 Diagrama de Ishikawa	27
Figura 4 Averías más Comunes	33
Figura 5 Batería 8008.....	38
Figura 6 Estación Compresora.....	38
Figura 7 Medición de Atmósfera.....	39
Figura 8 Clasificación de Compresores.....	50
Figura 9 Principales Causas.....	61





ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Matriz FODA	12
Tabla 2 Características de Compresores 1 de 1	15
Tabla 3 Características de Compresores 1 de 2.....	16
Tabla 4 Descripción de Tareas Antes de la Parada del Compresor	18
Tabla 5 Descripción de Tareas Durante la Parada del Compresor.....	19
Tabla 6 Descripción de Tareas Durante la Parada del Compresor.....	20
Tabla 7 Descripción de Tareas Durante la Parada del Compresor.....	21
Tabla 8 Descripción de Tareas Durante la Parada del Compresor.....	22
Tabla 9 Descripción de Tareas durante la puesta en marcha.....	23
Tabla 10 Cronograma De Mantenimientos 2020	25
Tabla 11 Cronograma De Mantenimientos 2021	26
Tabla 12 Clasificación por Origen	28
Tabla 13 Lista de Paradas de Equipos	31
Tabla 14 Disponibilidad del Equipo.....	32
Tabla 15 Representación de Flujo Departamento de Mtto.....	37
Tabla 16 Principales Usos del Gas Natural por Sector Productivo	46
Tabla 17 Indicadores	54
Tabla 18 Motivos de Paradas de Equipos	55
Tabla 19 Causas y Efectos.....	57
Tabla 20 Principales Causas	61





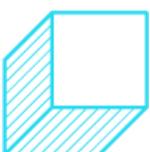
Tabla 21 Proceso de Planificación Mtto.....	65
Tabla 22 Aporte a la Planificación de los Mantenimientos.....	68
Tabla 23 Historial de Paradas Intempestivas.....	72
Tabla 24 Costos Vinculados a la Planificación	76
Tabla 25 Costo Asociados a las Capacitaciones	77
Tabla 26 Costos del Personal Involucrado en el Mtto Preventivos y/o Correctivos. 78	
Tabla 27 Costo del Personal Mtto.....	78
Tabla 28 Costos por Paradas de Equipos	79
Tabla 29 Costos por Repuestos y Aceite.....	80
Tabla 30 Flujo de Caja.....	81
Tabla 31 Depreciación del Equipo	82
Tabla 32 Costos Fijos	83
Tabla 33 Mano de Obra	84
Tabla 34 Costos Fijos	85
Tabla 35 Flujo Económico	86
Tabla 36 Flujo Económico	87
Tabla 37 Flujo Económico con la Mejora	88
Tabla 38 Cronograma de Actividades.....	90





ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Diagrama de Pareto.....	28
Gráfico 2 Calendario del C6.....	34
Gráfico 3 Calendario del C10.....	35
Gráfico 4 Calendario del C2.....	35
Gráfico 5 Calendario del C1.....	36
Gráfico 6 Pareto de Motivos de Paradas.....	56
Gráfico 7 Variedad de Posibles Causas.....	59
Gráfico 8 Causas Principales.....	60
Gráfico 9 Principales Causas Diagrama de Pareto.....	62
Gráfico 10 Diagrama de Gantt.....	66
Gráfico 11 Diagrama de Gantt.....	69
Gráfico 12 Gráfico de Control 1.....	73
Gráfico 13 Gráfico de Control 2.....	73
Gráfico 14 Gráfico de Control 3.....	74





ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Registro de mediciones de Atmósfera.....	100
Anexo 2 Permiso de Trabajo de Vicor Gas S.A.....	101
Anexo 3 Permiso de Trabajo de la Empresa UNNA.....	102
Anexo 4 Análisis de Riesgo en el Trabajo	103





CAPÍTULO I

GENERALIDADES DE LA EMPRESA





1.1. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

A inicios del año 2018, en Perú nace la empresa Vicor Gas S.A. quien viene ofreciendo servicios de alquiler y venta de equipos de compresión de gas natural en los lotes petroleros ubicados en la zona de Talara- Perú tales como:

- ✓ Lote I (Petroperú).
- ✓ Lote III (UNNA).
- ✓ Lote IV (UNNA).
- ✓ Lote X (CNPC).

1.2. PERFIL DE LA EMPRESA

Vicor Gas S.A., brinda productos y servicios con un grado de calidad en la industria de hidrocarburos como principal característica cumple a cabalidad las normas de salud y seguridad en el trabajo.

1.3. ACTIVIDADES DE LA EMPRESA

Las actividades de la empresa Vicor Gas S.A., incluyen la venta de equipos de producción, soluciones de tratamiento de aguas, servicios de compresión de gas natural, servicios de integración de proyectos, tratamiento y procesamiento de gas.

1.3.1. Misión

Ofrecer, proveer soluciones técnicas de servicio de petróleo y gas de manera segura, eficiente, confiable, con responsabilidad en conservación del medio ambiente para satisfacción del cliente.

1.3.2. Visión

Llegar a ser una empresa líder que brinde servicios de petróleo y gas en todo el mundo, con la eficacia, responsabilidad y humildad empresarial que nos caracteriza.





1.3.3. Objetivo

Se siente comprometida en realizar en forma eficaz, responsable y segura las operaciones para brindar servicios de alta calidad a nuestros clientes y así llegar hacer reconocidos como la empresa confiable y pionera en nuestro país y en todo el mundo.

1.4. ORGANIZACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

La empresa Vicor Gas S.A., actualmente tiene un organigrama funcional que tiene una estructura jerárquica, está conformada por una gerencia general seguida de sus departamentos que son un valor muy importante en la organización de las operaciones tanto administrativos como de campo.

✓ **Gerencia general:**

Es la persona que tiene una gran responsabilidad administrativa o de campo dentro de la organización, también ejerce representación legal, hacer cumplir los estatutos y acuerdos tomados, cuyas decisiones velan por el futuro de la empresa.

✓ **Departamento de contabilidad:**

Se encarga de llevar el control de las finanzas de la organización, tiene una estrecha relación con la gerencia ya que realiza análisis mediante indicadores cuyos resultados son informados a la gerencia para alertar posibles riesgos, para toma de decisiones, también se encarga de velar por el cumplimiento de las obligaciones tributarias con el estado.

✓ **Departamento de ingeniería:**

Esta encargada de coordinar las actividades como planificar, organizar, controlar todos los recursos como materiales, mano de obra, presupuestos, etc., con el fin de llevar el cumplimiento de los proyectos de la empresa satisfactoriamente.





✓ **Departamento de logística:**

Son los encargados de administrar los materiales o productos desde los proveedores, la empresa y finalmente los clientes, es de vital importancia tener una buena distribución en el almacenamiento para facilitar su distribución según el requerimiento de la empresa, así lograremos cumplir con los objetivos de la empresa en lo concerniente a la mejora continua.

✓ **Recursos humanos:**

El propósito de esta área es conseguir y conservar un grupo humano de trabajo manteniendo la unión, ética y valores de acuerdo a los objetivos de la empresa Vicor Gas S.A., a través de programadas capacitaciones de desarrollo al personal, garantizando así el cumplimiento de las distintas funciones en cada jornada.

Remunera a los trabajadores y los mantiene motivados.

✓ **Departamento de operaciones:**

Esta área está conformada por el coordinador, supervisores de diferentes lotes (I, III, IV, X), cada operación está conformada por tres operadores, encargados de realizar sus funciones en campo, ya que la empresa Vicor Gas S.A., realiza sus actividades en esta área.

✓ **Operadores:**

Personas con conocimiento de mecánica, instrumentación y medición con diferentes instrumentos de medida, todo personal que realiza labores de operación debe de ser capaz de hacer análisis en relación a las variables de parámetros que día a día es registrado para su control tales como son, temperatura en grado F°, niveles, presiones en PSI y caudales de flujo MMPCD.





Es el encargado de comunicar cualquier anomalía al supervisor de operación para que el informe al área de mantenimiento para que se efectúe la pronta solución del problema.

También apoya a la realización de las diferentes tareas de mantenimientos de los equipos compresores y motores de gas natural.

En las diferentes operaciones de los lotes petroleros, cada operación está conformada por tres operadores, con una jornada laboral de 4 x 2 trabajando 12 horas diarias.

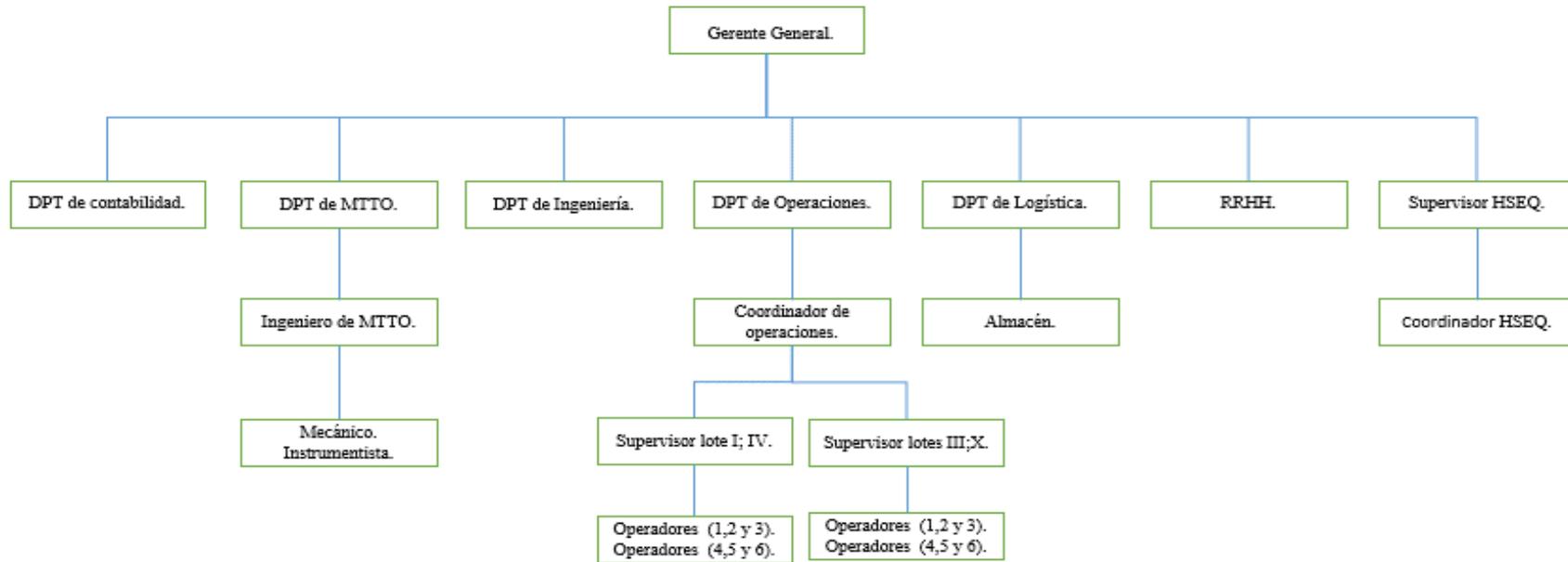
✓ **Supervisor HSEQ:**

En la empresa Vicor Gas S.A., tenemos un personal encargado de supervisar la gestión de desarrollo y cumplimiento con responsabilidad y eficacia del sistema integrado de gestión que vela por el desarrollo de las políticas de la empresa antes mencionada, en cuanto se refiere a materia de salud y seguridad en el trabajo, medio ambiente y calidad.





Figura 1
Organización De La Empresa



Fuente elaboración propia: (Vilela Cornejo, 2022)¹

¹ En la **Figura 1**, se puede mostrar el organigrama actual de la empresa Vicor Gas S.A.



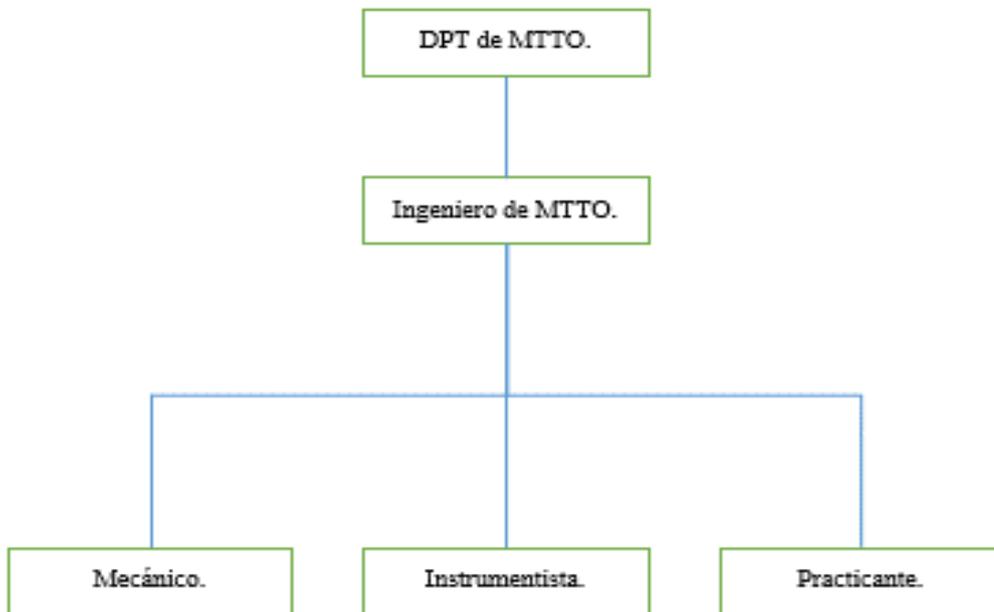


Este Trabajo de Suficiencia Profesional (TSP), estará centrado en el área de mantenimiento.

En la imagen se aprecia el organigrama del área de mantenimiento.

Figura 2

Organigrama de Mantenimiento



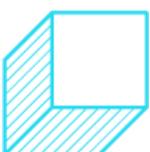
Fuente elaboración propia: (Vilela Cornejo, 2022)²

✓ **Departamento de mantenimiento:**

Se encarga de definir los equipos que se envían a la obra según requerimiento del proyecto, recomendado el cambio o reposición de equipos.

Autorizar planes de mantenimiento, coordinando y controlando la rotación del personal en la empresa Vicor gas S.A. Analiza y verifica el cumplimiento de los programas de mantenimiento a la brevedad posible.

² En la **Figura 2**, se puede mostrar parte del organigrama del área de estudio de la empresa Vicor Gas S.A.





✓ **Ingeniero de mantenimiento:**

Se encarga de realizar la planificación de los mantenimientos, estima el tiempo y los materiales para efectuar las diferentes tareas de mantenimiento escritas dentro de la planificación, ordena y supervisa la reparación de los equipos compresores y motores a gas natural de las diferentes operaciones.

✓ **Mecánico:**

Persona habilitada para realizar trabajos de mantenimiento y montaje de equipos compresores y motores a gas natural, tiene el conocimiento de utilización de distintas herramientas e instrumentos de medición para lograr un trabajo de calidad.

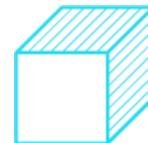
✓ **Instrumentista:**

Persona con conocimiento en electrónica, electricidad y neumática, es el encargado de verificar el buen funcionamiento de sensores de temperatura, presión, tacómetros, etc. Además, se encarga en la reparación y reemplazo de los distintos elementos de instrumentación que llevan los compresores y motores a gas natural.

✓ **Practicante:**

Persona en proceso de formación profesional, que se encuentra laborando de forma temporal bajo estricta supervisión del mecánico a cargo de los mantenimientos.





1.5. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO DE LA EMPRESA

la empresa Vicor Gas S.A., siempre está enfocado en el análisis de todo lo concerniente a la empresa, utilizando una estructura de responsabilidades, la cual busca hacerse cargo de asumir las obligaciones del mercado actualizando constantemente los factores tanto internos como externos ya que esto nos ayuda a obtener una gran importancia en la satisfacción de nuestros clientes.

Es por eso, que se realiza un análisis PESTEL, con el fin de detectar cuales de aquellas variables pueden llegar a condicionar nuestros resultados o afectarlos, al realizar este análisis nos ayudara en el proceso de mejora orientados como una empresa más que permita el desarrollo y el crecimiento.

✓ **Factor político:**

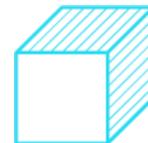
En nuestro país contamos con una entidad fiscalizadora la cual es una medida determinada por el gobierno como lo es Osinerming (Organismo Supervisor De La Inversión en Energía y Minería), lo cual se encarga de fiscalizar a las empresas para que brinden un buen servicio, seguro y de calidad, brindando la confianza a la inversión y protección a la población, es por eso que nuestra empresa Vicor Gas S.A., tiene el gran compromiso político de cumplir y realizar con mucha responsabilidad todo lo correspondiente a sus operaciones según estipula la política de hidrocarburos.

✓ **Factor económico:**

La empresa Vicor Gas S.A., posee una sólida liquidez ya que el sector de hidrocarburos de gas natural está en un aumento por su gran demanda gracias a ello puede solventar los gastos que genera sus operaciones de compresión de gas natural.

El gas natural ha tomado un realce en el Perú, al pasar del tiempo ha venido reemplazado al petróleo ya que su costo beneficio es muy





importante. Principalmente es utilizado en el transporte y en los domicilios generando satisfacción de los clientes.

✓ **Factor social:**

La empresa Vicor Gas S.A., gracias a la humildad, respeto y responsabilidad que nos caracteriza como empresa tiene una buena relación con la población ya que le brinda la confianza y la amistad de poder integrarse a las actividades de la empresa como operarios, técnicos e ingenieros, respetando e involucrándose en sus características culturales, costumbres étnicas, creencias religiosas y hábitos, las cuales los ayudan en el crecimiento y fortalecimientos de la empresa, ya que también son considerados sus clientes.

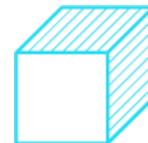
✓ **Factor tecnológico:**

La empresa ha venido realizando sus trabajos de exploración y explotación de gas mediante distintas tecnologías, recursos y comunicaciones, que son admitidos precisamente para procesos industrializados, este producto o recurso de gas es muy cotizado y atendido oportunamente en la demanda general, en estos últimos años, debido a la pandemia del COVID -19, la empresa Vicor Gas S.A., ha venido obteniendo nuevas estrategias para realizar trabajos con mayor frecuencia el apoyo de la tecnología digital como: telefonía, redes sociales, internet, etc.

✓ **Factor ecológico:**

Vicor Gas S.A., se encarga de ser amigable con el medio ambiente, todo esto con el apoyo de comunidades que hay al entorno en donde incluye la sensibilización de temas relacionados al cuidado de nuestro medio ambiente.





La empresa evita el impacto negativo o la naturaleza evitando derrame de líquidos y tratando de reducir a cero los pequeños problemas que se desprenda de este gas natural.

✓ **Factor legal:**

La empresa se rige por las leyes gubernamentales, así mismo el ser humano es la prioridad de la empresa.

Todo esto se respalda en que cuenta con la certificación internacional del sistema integrado de gestión.

Existen normas para ejercer actividades en el sector petrolero logrando así el libre comercio, pero siempre dentro del territorio peruano.

La empresa Vicor Gas S.A., se rige por algunas de ellas tales como:

- ✓ Ley 26221 (ley orgánica de hidrocarburos).³
- ✓ Ley 29783 (ley de seguridad y salud en el trabajo).⁴
- ✓ D.S. N° 032-2004-EM (reglamento de las actividades de exploración y explotación de hidrocarburos).⁵
- ✓ D.S. N° 042-2005-EM (texto único ordenado de la ley orgánica de hidrocarburos).⁶

Todas estas leyes en conjunto ayudan para efectuar correctamente las actividades que realiza la empresa en el sector de hidrocarburos.

³ Esta ley norma todo lo concerniente a las actividades de hidrocarburos en el estado peruano.

⁴ Esta ley norma todo lo concerniente a la seguridad que se debe de tener en el ámbito laboral. (Ley 29783, 2012)

⁵ Este reglamento es dado para las actividades que se realizan en la explotación y exploración de hidrocarburos en el estado peruano.

⁶ Este decreto supremo aprueba el texto único que fue dado en la ley de hidrocarburos.





Tabla 1
Matriz FODA

MATRIZ DOFA	OPORTUNIDADES	AMENAZAS
		O1: Alta demanda de gas. O2: crecimiento estable. O3: Aprovechamiento de nuevas tecnologías. O4: nuevos inversionistas. O5: Competencia con poca experiencia en el mercado.	A1: Aparición de pandemia (COVID 19). A2: Competencia en el mercado con bajos precios. A3: inestabilidad del dólar. A4: Gobierno inestable. A5: Poca inversión de las empresas petroleras.
FORTALEZAS	ESTRATEGIAS FO	ESTRATEGIAS FA
F1: Liderazgo en compresión. F2: Soporte técnico. F3: Recurso humano. F4: Experiencia en el mercado. F5: Lealtad de los clientes. F6: Vela por la seguridad y salud ocupacional.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ FO1: Con ser líderes en compresión podremos lograr cubrir la alta demanda de gas. ✓ FO2: Con experiencia en el mercado es factible competir con la poca experiencia de la competencia. ✓ FO3: Los nuevos inversionistas buscan empresas que velen por la seguridad y salud ocupacional. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ FA1: Mediante el liderazgo en compresión logramos mantenernos en el mercado. ✓ FA2: Fortalecer la lealtad de los clientes para mantenernos ante la crisis económica. ✓ FA3: La experiencia en el mercado nos ayuda a enfrentar la caída del precio del petróleo.
DEBILIDADES	ESTRATEGIAS DO	ESTRATEGIAS DA
D1: Falta de compromiso. D2: Pésima comunicación con los clientes. D3: Falta de empatía con el personal. D4: Poca capacitación para el personal. D5: Falta de personal capacitado. D6: Falta de planificación.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ DO1: Crear estrategia para la mejora de comunicación con los clientes. ✓ DO2: Crear programas de capacitación del personal para estar preparados para cubrir la alta demanda del gas en el mercado. ✓ DO3: Realizar un plan para las empresas petroleras para mitigar la quema de gas. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ DA1: Comprometer al personal a cuidarse ante la aparición de la pandemia covid-19. ✓ DA2: La falta de empatía hacia el personal produce bajo rendimiento en sus labores. ✓ DA3: Realizar una buena planificación para afrontar la falta de inversión de las empresas.

Fuente elaboración propia: (Vilela Cornejo, 2022)⁷

⁷ En la **Tabla 1**, se puede apreciar la descripción de la matriz FODA de la empresa Vicor Gas S.A.





CAPÍTULO II
REALIDAD PROBLEMÁTICA





2.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

En los últimos años, el gas natural ha tomado fuerza a nivel nacional, inclusive reemplazando al petróleo en las zonas petroleras donde se está realizando este estudio, el gas natural es la fuente de energía que consume la central térmica ubicada en el distrito de Pariñas, la presión del gas que sale de los yacimientos es baja es por ello por lo que se necesita de un compresor⁸ para elevar la presión y poder enviarlo a la central térmica.

Se muestra en la **Tabla 2**, los tipos y sus características de los compresores de Vicor Gas S.A., instalados en los siguientes lotes: lote I, lote III, lote IV y lote X, lo cual tiene un compromiso de ofrecer una disponibilidad del 98% de los equipos compresores.

⁸ Se emplean compresores recíprocos los cuales son capaces de comprimir el gas mediante un proceso de compresión por etapas que tiene el compresor, elevando la presión de gas para ser enviado a su destino final.

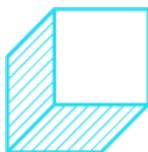




Tabla 2
Características de Compresores 1 de 1

CARACTERÍSTICAS		PETROPERU-LOTE I		CNPC LOTE X	UNNA LOTE III	
INFORMACIÓN GENERAL	Denominación	C6	C10	C1	C2	
	Código	301440	74858	307016	76782	
	Ubicación	BAT. 210	BAT 212	EBA-35	BAT-8014	
MOTOR	Marca	Ajax	Ajax	Ajax	Waukesha	
	Modelo	DPC-140	DPC 2802LE	2803	L5790GL	
	Potencia (HP)	140	368	600	1000	
	RPM	400	370	400	1200	
	Nro. de cilindros	1	2	3	12	
	Diámetro de pistones (Pulg)	13 1/4	15	15	8.5	
	Carrera de pistones (Pulg)	16	16	16	8.5	
	Control de velocidad	Manual	Manual	Manual	Automático	
	Capacidad de Carter (Gln)	25	30	58	90	
COMPRESOR	Marca	Ajax	Ajax	Ajax	Ariel	
	Modelo	DPC-140	DPC 2802LE	2803	JGE/4	
	Serial	75455	84628	84340	F13121	
	Tipo de compresor	Reciprocante	Reciprocante	Reciprocante	Reciprocante	
	Nro. de etapas	2	2	3	4	
	Carrera de etapas (Pulg)	11	11	11	4 1/2	
	Carga tolerada en vástago (Lbs)	22000	40000	40000	27000	
	Capacidad nominal (MMPCD)	0.75	1.75	1.50	3.00	
	Capacidad operativa (MMPCD)	0.75	1.75	1.50	3.00	
	Diámetro de cilindros (Pulg)	1ra etapa	17	17.25	18	17.25
		2da etapa	11	11.5	12	11.5
		3ra etapa	-	7.375	6	7.875
		4ta etapa	-	-	-	4.25
	Modelo de cilindros	1ra etapa	YKST	17.250RJ	YK11J	C38320
2da etapa		YKST	11.500RJ	YK11EFT	C38321	
3ra etapa		-	7.375RJ	YK11EFT	C38322	
4ta etapa		-	-	-	C54086	

Fuente elaboración propia: (Vilela Cornejo, 2022)



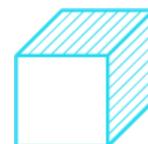


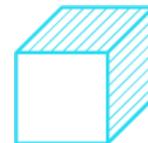
Tabla 3
Características de Compresores 1 de 2

CARACTERÍSTICAS		PETROPERU - LOTE I		CNPC LOTE X	UNNA LOTE III	
INFORMACIÓN GENERAL	Denominación	C6	C10	C1	C2	
	Código	301440	74858	307016	76782	
	Ubicación	BAT. 210	BAT 212	EBA-35	BAT-8014	
PESOS Y DIMENSIONES	Pesos (Ton)	Motocompresor	30	40.8	32.5	45.8
		Cooler	-	-	11.5	10.4
		Patín	-	-	-	-
	Dimensiones (m)	Motocompresor	7.9 x 2.4 x 3.4	9.7 x 3.8 x 3.6	7.1 x 4.5 x 3.7	10.4 x 3.4 x 6.0
		Cooler	-	-	5.3 x 3.3 x 3.4	7.2 x 2.9 x 4.3
		Patín	-	-	-	-
FAJAS	Cooler	Cantidad	2	2	3	
		Modelo	B126	5VX1400	5VX1500	
	Bomba de agua principal	Cantidad	1	1	2	2
		Modelo	A-128	B130	5VX1060	C63
	Bomba de agua auxiliar	Cantidad				2
		Modelo				3VX710
	Alternador	Cantidad		1		2
		Modelo		BP76		3VX600

Fuente elaboración propia: (Vilela Cornejo, 2022)

La empresa cuenta con un área de mantenimiento que se encarga de la planificación de los diferentes mantenimientos predictivos, preventivos y correctivos, que son considerados de vital importancia para la empresa, desde que la empresa comenzó las operaciones se vinieron cumpliendo con el plan de mantenimiento pero al transcurrir los años esto comenzó de declinar por múltiples factores que se presentan, con llevando al incumpliendo de los





mantenimiento y en algunas ocasiones se efectúan pero no se cumplen las tareas escritas en la planificación.

En Vicor gas se realizan mantenimientos preventivos con una frecuencia de 2000, 4000, y 8000 horas, cuando sucede una avería imprescindible es evaluada por el personal de mantenimiento para decidir la realización del mantenimiento correctivo, mediante la evaluación del mantenimiento predictivo se detectan anomalías que en consecuencia se convierten en fallas es por ello por lo que en Vicor Gas S.A., son planificadas y ejecutadas en el mantenimiento correctivo.

A continuación, se muestra en las **Tablas**:

- ✓ **Tabla 4;** se describen las tareas que se realizan antes de las paradas de los compresores.
- ✓ **Tabla 5, Tabla 6, Tabla 7 y Tabla 8;** se describen las tareas que se realizan durante las paradas de los compresores.
- ✓ **Tabla 9;** se describen las tareas que se realizan durante la puesta en marcha de los compresores de la empresa Vicor Gas S.A.





Tabla 4
Descripción de Tareas Antes de la Parada del Compresor

DESCRIPCIÓN DE TAREAS		CAT- WAUX			ARIEL-SUPERIOR			AJAX		
		M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3
		2000	4000	8000	2000	4000	8000	2000	4000	8000
Check List: antes de la parada										
1	Completar análisis de riesgos y abrir permiso de trabajo.	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Inspeccionar en busca de fugas de aceite y agua, reparar según sea necesario.	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Inspeccionar en busca de fugas de ruidos inusuales y vibraciones.	X	X	X	X	X	X	X	X	X
4	Revisar el historial de fallas/ paradas, evaluar los eventos repetidos.	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Limpiar y verificar el sello del espaciador y el tanque de drenado jatco. Verificar que la presión de operación esté ajustada correctamente.				X	X	X	X	X	X
6	Inspeccionar la condición de las fajas.	X	X	X	X	X	X	X	X	X
7	Registrar todos los parámetros de operación (registrar en el formato de mantenimiento).	X	X	X	X	X	X	X	X	X
8	Verificar el seteo del control de presión de succión.				X	X	X	X	X	X
9	Verificar el seteo del control de presión de reciclo.				X	X	X	X	X	X
10	Verificar panel y dispositivos de parada de seguridad.	X	X	X	X	X	X	X	X	X
11	Inspeccionar el seteo del control de velocidad del motor.	X	X	X						
12	Registrar nivel de tanque de aceite. Rellenar si fuera necesario.	X	X	X	X	X	X	X	X	X
13	Verificar la presión diferencial de aceite a través de los filtros; reemplazar según la especificación OEM.				X	X	X			
14	Inspeccionar los visores de nivel de aceite y sus controladores para verificar funcionamiento y detectar fugas. Reparar según sea necesario.				X	X	X	X	X	X
15	Inspeccionar los sellos de aceite en busca de fugas y/o consumo excesivo de aceite.				X	X	X	X	X	X
16	Verificar y registrar la tasa de lubricación del cilindro y el sello de aceite.				X	X	X	X	X	X
17	Inspeccionar si hay fugas de gas usando un equipo de detección de fugas aprobado por Vicor Gas.				X	X	X	X	X	X
18	Revisar las temperaturas de las válvulas del compresor. Las temperaturas deberían compararse con las lecturas diarias y la corrida de performance. Anotar cualquier aumento de temperatura y reparar según sea necesario.				X	X	X	X	X	X
19	Inspeccionar el nivel del tanque de compensación de refrigerante. Rellenar según sea necesario.	X	X	X				X	X	X
20	Inspeccionar el nivel del tanque de compensación auxiliar de refrigerante, rellenar según sea necesario.	X	X	X						
21	Verificar el nivel de fluido hidráulico en el tanque de inyección de gas y rellenar.							X	X	X
22	Inspeccionar la presión diferencial del filtro de aire y el indicador de flujo de aire para determinar la condición del filtro.	X	X	X				X	X	X
23	Medir y registrar la presión del Carter del motor ajuste según sea necesario reparar/reemplazar los componentes según sea necesario.	X	X	X						
24	Inspeccionar si hay fugas en Cooler.	X	X	X	X	X	X	X	X	X
25	Inspeccionar la acumulación de residuos en las aletas del radiador y del enfriador, lavarlas si es necesario.	X	X	X	X	X	X	X	X	X
26	Inspeccionar el nivel de fluido hidráulico en el tanque Hydrax y llene.									
27	Registrar la compresión del sistema de escape, si corresponde.									

Fuente elaboración propia: (Vilela Cornejo, 2022)⁹

⁹ Se muestra las diferentes actividades que se realizan antes de la parada de los compresores.





Tabla 5
Descripción de Tareas Durante la Parada del Compresor.

DESCRIPCIÓN DE TAREAS		CAT- WAUX			ARIEL-SUPERIOR			AJAX		
		M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3
		2000	4000	8000	2000	4000	8000	2000	4000	8000
Check List: Durante la parada										
1	Apagar la unidad según procedimiento de apagado.	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Bloquear/etiquetar unidad.	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Levantar las observaciones del último análisis recíprocante si fuera aplicable.	X	X	X	X	X	X	X	X	X
4	Inspeccionar todas las mangueras y abrazaderas para detectar fugas y estanqueidad. Reemplazar/ reparar según sea necesario. Indicar mangueras y abrazaderas reemplazadas en la sección de comentarios.	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Inspeccionar todas las U- bolts y las abrazaderas de tuberías. Ajustar según las especificaciones de OEM, según sea necesario.	X	X	X	X	X	X	X	X	X
6	Limpiar todos los tapones magnéticos, incluidos los del turbocargador, si corresponde.			X						
7	Drenar los líquidos del Scrubber de combustible, cabezal de combustible y los reguladores de gas de suministro.	X	X	X				X	X	X
8	Inspeccionar los actuadores en busca de fugas y desgaste. Reparar/ reemplazar según sea necesario.		X	X					X	X
9	Añadir grasa a todos los rodamientos: alternador, accionamiento de bomba de agua auxiliar, etc.	X	X	X				X	X	X
10	Inspeccionar todas las PSVs, hay que asegurar que todos los precintos de bloqueo y las tapas estén en su lugar. Nota: todas las PSVs que no tengan precinto y las tapas de bloqueo deberán ser recalibradas o reemplazados (reemplace / recertifique las válvulas de 5 años o más).	X	X	X	X	X	X	X	X	X
11	Inspeccionar si hubiera pernos de anclaje rotos, ajustar según las especificaciones.	X	X		X	X	X	X	X	X
12	Verificar el torque en todos los pernos de anclaje. Ajustar según las especificaciones.			X	X	X	X	X	X	X
13	Limpiar e inspeccionar el Carter del motor en busca de material extraño o metal (si el aceite fuera reemplazado).		X	X						X
14	Realizar inspección con doroscopio en los cilindros motrices incluir informe con imágenes.		X	X						X
15	Medir compresión en Cámara de combustión. Registrar.	X	X	X				X	X	X
16	Inspeccionar el paquete de acoplamiento en búsqueda de shims rotos o pernos sueltos.	X	X	X						
17	Realizar la alineación de acoplamiento.		X	X						
18	Medir pata coja y registrar la deflexión de la base del motor		X	X						
19	Medir y registrar el juego del cigüeñal (motor y compresor).	X	X	X						
20	Retirar e inspeccionar los pistones motrices, comprobar si hay acumulación de carbonilla, anillos trabados o rotos, Inspeccionar las lumbreras de admisión y escape, revisar el cilindro para ver si hay desgaste.								X	X
21	Inspeccionar la tuerca de cruceta lado motriz para verificar que este apretada.									X
22	Limpiar el elemento de respiradero del Carter, Inspeccionar la válvula Check de la línea de retorno, si estuviera equipada (reemplazar según sea necesario).	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Fuente elaboración propia: (Vilela Cornejo, 2022)¹⁰

¹⁰ Se muestra las diferentes actividades que se realizan durante la parada de los compresores.





Tabla 6
Descripción de Tareas Durante la Parada del Compresor.

DESCRIPCIÓN DE TAREAS		CAT- WAUX			ARIEL-SUPERIOR			AJAX		
		M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3
Check List: Durante la parada		2000	4000	8000	2000	4000	8000	2000	4000	8000
23	Abrir el frame, realizar inspección visual de materiales extraños.					X	X		X	X
24	Inspeccionar la cadena y los piñones en busca de desgaste, ajustar la cadena si fuera necesario.				X	X	X			
25	Verificar que los pernos que de los cilindros compresor con el espaciador estén terqueados según las especificaciones técnicas.					X	X		X	X
26	Verificar que los pernos que de la guía de cruceta estén torqueados según las especificaciones técnicas, verificar la medición de pata coja en cada perno de anclaje y registrar las mediciones en cada punto.					X	X		X	X
27	Verificar que la barra espaciadora del frame este ajustada según las especificaciones técnicas. Se requiere desajuste y de torque.					X	X		X	X
28	Medir pata coja de los pernos de anclaje del frame y realizar la medición según especificación técnica. Vuelve ajustar los pernos de anclaje según especificación técnica.					X	X			
29	Medir y registrar la holgura de la cruceta y su guía y la deflexión del vástago a la temperatura de operación.					X	X		X	X
30	Medir y registrar la holgura de los cojinetes de bancada y de biela					X	X		X	X
31	Medir y registrar la holgura entre el pin de cruceta y la cruceta y entre el pin de cruceta y la biela. Reemplazar si las distancias exceden las especificaciones técnicas.						X			X
32	Seguir el criterio para el reemplazo de aceite de Vicor Gas. Si se reemplaza el aceite, tomar una muestra de aceite nuevo antes de llenar el equipo.	X	X	X	X	X	X	X	X	X
33	Reemplazar los filtros de aceite del motor y el sello de la porta filtro, si corresponde.	X	X	X						
34	Reemplazar los filtros de aceite si están identificados para ser reemplazados a la inspección previa al apagado.				X	X	X			
35	Limpiar los filtros strainer de aceite (filtro en Y o filtro cónico).				X	X	X			
36	Drenar, descargar Cooler de aceite.			X						
37	Retirar, limpiar, inspeccionar la válvula termostática y su sello. Reemplazar según sea necesario.			X						
38	Inspeccionar el controlador de nivel de aceite, inspeccionar y limpiar el visor de nivel.		X	X					X	X
39	Drenar aceite de la cámara de barrido lado motriz (la unidad debe de estar parada).							X	X	X
40	limpiar y probar funcionamiento de bomba de prepublicación. Inspeccionar en busca de fugas, conexiones sueltas y pernos de anclaje flojos. Re-torquear/ reparar/ reemplazar según sea necesario.	X	X	X		X	X			
41	Verificar funcionamiento de block de distribución de aceite.				X	X	X	X	X	X
42	verificar el funcionamiento correcto de las válvulas Check de lubricación.				X	X	X	X	X	X
43	Inspeccionar la condición de todos los tubing de aceite y sus soportes; reparar según sea necesario.				X	X	X	X	X	X
44	Retirar y limpiar el filtro del sistema de lubricación forzada.					X	X		X	X
45	Drenar y limpiar la caja lubricadora, reemplazar el aceite.					X	X		X	X
46	Inspeccionar y limpiar el visor del controlador del nivel de aceite.						X			X
47	Inspeccionar los balancines, calibrar válvulas, registrar.	X	X	X						
48	Medir la recesión de las válvulas de los cabezos y registrar, comparar su registro.	X	X	X						

Fuente elaboración propia: (Vilela Cornejo, 2022)¹¹

¹¹ Se muestra las diferentes actividades que se realizan durante la parada de los compresores.





Tabla 7
Descripción de Tareas Durante la Parada del Compresor.

DESCRIPCIÓN DE TAREAS		CAT- WAUX			ARIEL-SUPERIOR			AJAX		
		M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3
		2000	4000	8000	2000	4000	8000	2000	4000	8000
Check List: Durante la parada										
49	Retirar, limpiar, inspeccionar las válvulas de admisión, reemplazar según sea necesario; realizar si fuera aplicable.	X	X	X						
50	Inspeccionar fugas en válvulas. Watergate y actuador de choke. Enlazar los extremos del varillaje y reemplazar cualquier varillaje desgastado.	X	X							
51	Retirar las válvulas Watergate, inspeccionar en busca de desgaste, piezas rotas y grietas. Limpiar las válvulas y el área de asiento y volver instalar. Reemplazar si el asiento de la válvula o el vástago de la válvula muestran signos de desgaste excesivo o agrietamiento.			X						
52	Reemplazar el sensor 02, si fuera necesario.	X	X	X						
53	Calibrar el sensor de NOX, si corresponde reemplazar según sea necesario.	X	X	X						
54	Inspeccionar y limpiar las válvulas de admisión de aire. (Mixer Valve). Reemplazar si fuera necesario.									X
55	Evaluar el convertidor catalítico si estuviera equipado, voltear o reemplazar según sea necesario.		X	X						
56	limpiar los elementos del filtro de aire, reemplazar por nuevos si es necesario, según se observe en la inspección previa al trabajo. Incluir la limpieza del prefiltros si corresponde.	X	X	X		X	X	X	X	X
57	Inspeccionar turbo cargador, seguir el procedimiento de mantenimiento de turbo cargadores de Vicor gas. Verifique que las líneas de alimentación y drenaje de aceite /refrigerante no tenga obturaciones. Medir holgura de extremo de eje.	X	X	X						
58	Limpiar las ruedas y /o carcasa de turbocargador según sea necesario.	X	X	X						
59	Inspeccionar el varillaje de la válvula throttle, engrasar sus extremos y reemplazar cualquier articulación desgastada	X	X	X		X	X	X	X	X
60	Reemplazar el filtro de gas combustible.		X	X			X		X	X
61	Retirar y limpiar el filtro del regulador piloto de combustible si estuviera equipado, reemplazar según sea necesario.	X	X	X						
62	Inspeccionar los empaques y el diafragma del carburador, limpiar la válvula de gas /aire.		X	X						
63	Inspeccionar, reemplazar las válvulas Check de la precámara y los sellos si estuviera equipado.			X						X
64	Verificar el nivel de aceite del gobernador, añadir aceite o reemplazar según sea necesario.	X	X	X		X	X	X	X	X
65	Retirar la válvula inyectora de combustible, limpiar, inspeccionar el resorte, la válvula, el área del asiento de la válvula y el anillo "D. reemplazar todas las piezas gastadas o reemplazar la válvula con una nueva.						X		X	X
66	Si estuviera equipado con alternador, inspeccionar, limpiar y probar, inspeccionar las faja y ajuste, reemplace según sea necesario.			X						
67	Medir la resistencia e inspeccionar visualmente las bobinas, las conexiones de lado primario y lado secundario de acuerdo con las especificaciones técnicas.	X	X	X		X	X	X	X	X
68	Reemplazar las bujías e instalar nuevas.		X	X			X		X	X
69	limpiar bujías, verificar gap si se reemplaza o limpia. Reemplazar el empaque.	X				X		X		

Fuente elaboración propia: (Vilela Cornejo, 2022)¹²

¹² Se muestra las diferentes actividades que se realizan durante la parada de los compresores.





Tabla 8
Descripción de Tareas Durante la Parada del Compresor.

DESCRIPCIÓN DE TAREAS		CAT- WAUX			ARIEL-SUPERIOR			AJAX		
		M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3
		2000	4000	8000	2000	4000	8000	2000	4000	8000
Check List: Durante la parada										
70	Reemplazar las válvulas termostáticas del sistema de refrigeración.			X						X
71	Inspeccionar la tubería de ventilación del sistema de refrigeración en busca de obstrucciones; limpiar/ reemplazar según sea necesario.		X	X					X	X
72	Inspeccionar y limpiar el filtro strainer o sombrero de bruja en la succión, si estuviera equipado.				X	X	X	X	X	X
73	Engrasar los hilos del vástago del pocket y desplazar ambos sentidos. Volver a ubicar el pocket en la posición adecuada.				X	X	X	X	X	X
74	inspeccionar todas las tapas de válvulas del compresor para ver si hay tuercas sueltas, ajustar según las especificaciones técnicas. Nota no volver a poner el compresor en servicio hasta que se verifique el torque en todas las tapas.				X			X		
75	Retirar e inspeccionar las válvulas del compresor en busca de platos rotos y perno central flojo.					X	X		X	X
76	Verificar el torque de ajuste de las tapas de válvulas, tapas laterales, tapa de frame, etc.					X	X		X	X
77	Inspeccionar el cilindro y pistón del compresor de acuerdo con las especificaciones técnicas, (se debe retirar el pistón), Reemplazar los anillos y riders según lo indiquen las mediciones PDM o mediciones de desgaste.						X			X
78	Inspeccionar los pistones y sus vástagos en busca de daños y/o desgaste excesivo, reemplazar según sea necesario.						X			X
79	Reemplazar los sellos de presión y de aceite, medir las copas de los sellos y verificar que las mediciones estén dentro de las especificaciones técnicas, reemplazar si fuera necesario.				X			X		
80	Llenar el depósito de aceite del sistema de arranque si estuviera equipado.	X	X	X				X	X	X
81	Inspeccionar y ajustar la tensión de las fajas, reemplazar según sea necesario.	X	X	X				X	X	X
82	Inspeccionar los rodamientos del Cooler en busca de desgaste excesivo. Ajustar el perno de fijación del anillo del bloqueo y agregar grasa a los rodamientos.				X	X	X	X	X	X
83	Inspeccionar el montaje de las aspas del ventilador y su ángulo de inclinación reemplazar/ajustar según sea necesario.				X	X	X	X	X	X
84	Verificar el funcionamiento de las persianas, lubricar/ reparar si fuera necesario.				X	X	X	X	X	X
85	Si estuviera equipado, verificar el voltaje y el nivel de agua de las baterías, reemplazar si fuera necesario.	X	X	X				X	X	X
86	Reemplazar el aceite electrohidráulico y el filtro (G3600).									
87	Inspeccionar los sensores y cables de combustión, limpiar/ reemplazar según sea necesario (G3600).									
88	Inspeccionar el embrague de transmisión, si estuviera equipado.									
89	Reemplazar el acoplamiento Mag Drive si corresponde									

Fuente elaboración propia: (Vilela Cornejo, 2022)¹³

¹³ Se muestra las diferentes actividades que se realizan durante la parada de los compresores.





Tabla 9

Descripción de Tareas durante la puesta en marcha.

DESCRIPCIÓN DE TAREAS		CAT- WAUX			ARIEL-SUPERIOR			AJAX		
		M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3
		2000	4000	8000	2000	4000	8000	2000	4000	8000
CHECK LIST: PRE-START & INITIAL RUN										
1	Cerrar permiso de trabajo.	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Retirar bloqueo/ etiquetado.	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Reiniciar todos los dispositivos de paradas en el panel.	X	X	X	X	X	X	X	X	X
4	Poner en marcha la unidad según el procedimiento de puesta en marcha de Vicor Gas.	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Verificar la presión y temperatura del aceite.	X	X	X	X	X	X	X	X	X
6	Caminar alrededor e inspeccionar la unidad para detectar fugas, vibraciones y/o ruidos anormales.	X	X	X	X	X	X	X	X	X
7	Inspeccionar las temperaturas de escape.	X	X	X				X	X	X
8	Ajustar las válvulas de inyección de combustible, según sea necesario.	X						X	X	X
9	Inspeccionar el gobernador, ajustar según sea necesario.	X	X	X				X	X	X
10	Inspeccionar los reguladores de presión de combustible; ajustar según sea necesario.	X	X	X				X	X	X
11	Inspeccionar y registrar el tiempo de encendido; ajustar si es necesario.	X	X	X						
12	Inspeccionar la presión de precámara si estuviera equipada; ajustar según sea necesario.	X	X	X				X	X	X
13	Cargar unidad.	X	X	X	X	X	X	X	X	X
14	Verificar las emisiones de O2/ NOX en el escape por requisitos de emisiones; regular el sistema si fuera necesario.	X	X	X						
15	Inspeccionar si hay fugas de gas usando un equipo de detección de fugas aprobado por Vicor Gas. NOTA: Completar la lista de verificación de detección de fuga de gas de Vicor Gas.				X	X	X	X	X	X
16	Verificar los parámetros de operación y compararlos con los parámetros antes del mantenimiento.	X	X	X	X	X	X	X	X	X
17	limpiar, lavar unidad.	X	X	X	X	X	X	X	X	X
18	Inspeccionar los tiempos de encendido ajuste según sea necesario.									

Fuente elaboración propia: (Vilela Cornejo, 2022)¹⁴

¹⁴ Se muestra las diferentes actividades que se realizan durante la puesta en marcha de los compresores.





A continuación en las **Tabla 10** y **Tabla 11**, presentamos el historial de cronogramas de los mantenimiento de los equipos compresores de los años 2020 y 2021, en la cual nos muestran las fechas programadas de los mantenimientos de los equipos compresores de la empresa Vicor Gas S.A., también se observa que las fechas programadas no se han venido cumpliendo los mantenimientos por distintos motivos, los cuales son identificados en el diagrama de Ishikawa; en la siguiente **Figura 3**, representaremos las posibles causas que han generado el no cumplimiento del cronograma de mantenimiento de los compresores a gas natural los cuales han sido un obstáculo para la producción fructífera en la empresa y para el cliente.

En muchas ocasiones los mantenimientos han sido reprogramado e inclusive no ejecutados en la frecuencia escritas en el plan de mantenimiento como son 2000, 4000 y 8000 horas, en la cual no han sido ejecutadas de acuerdo al cronograma planificado.

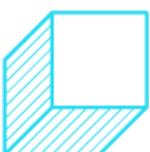




Tabla 10
Cronograma De Mantenimientos 2020

Equipo			C6			C10			C2			C1		
CLIENTE / LOTE			PETROPERÚ LOTE 1			PETROPERÚ LOTE 1			UNNA LOTE III			CNPC LOTE X		
Marca E.			AJAX			AJAX			WAUKESHA / ARIEL			AJAX		
Modelo E.			DPC 140			DPC 2802			L5790GL / JGE/4			DPC 2803		
Componente			MOTOCOMPRESOR			MOTOCOMPRESOR			MOTOR-COMPRESOR			MOTOCOMPRESOR		
CALENDARIO	Frecuencia	FECHA PROGRAMADA	FECHA REALIZADA	HOROMETRO	FECHA PROGRAMADA	FECHA REALIZADA	HOROMETRO	FECHA PROGRAMADA	FECHA REALIZADA	HOROMETRO	FECHA PROGRAMADA	FECHA REALIZADA	HOROMETRO	
ENERO	M1	2000			21/01/2020									
	M2	4000												
	M3	8000												
FEBRERO	M1	2000							1802/2020	53640				
	M2	4000												
	M3	8000												
MARZO	M1	2000						18/03/2020			19/03/2020	11/03/2020	76503	
	M2	4000	15/03/2020											
	M3	8000												
ABRIL	M1	2000							21/04/2020	55117				
	M2	4000			14/04/2020									
	M3	8000												
MAYO	M1	2000												
	M2	4000												
	M3	8000												
JUNIO	M1	2000	7/06/2020				17/06/2020	60638	10/06/2020					
	M2	4000									11/06/2020	30/06/2020	79093	
	M3	8000												
JULIO	M1	2000			8/07/2020									
	M2	4000												
	M3	8000												
AGOSTO	M1	2000												
	M2	4000												
	M3	8000												
SETIEMBRE	M1	2000						02/09/2020	21/09/2020	57289	3/09/2020	17/09/2020	80960	
	M2	4000												
	M3	8000	28/09/2020	15/09/2020	71616	30/09/2020	14/09/2020	62706						
OCTUBRE	M1	2000												
	M2	4000												
	M3	8000												
NOVIEMBRE	M1	2000												
	M2	4000												
	M3	8000						25/11/2020	17/11/2020	58642	26/11/2020			
DICIEMBRE	M1	2000	21/12/2020	9/12/2020	64699	25/12/2020	10/12/2020	56040						
	M2	4000												
	M3	8000												

Fuente elaboración propia: (Vilela Cornejo, 2022)





Tabla 11
Cronograma De Mantenimientos 2021

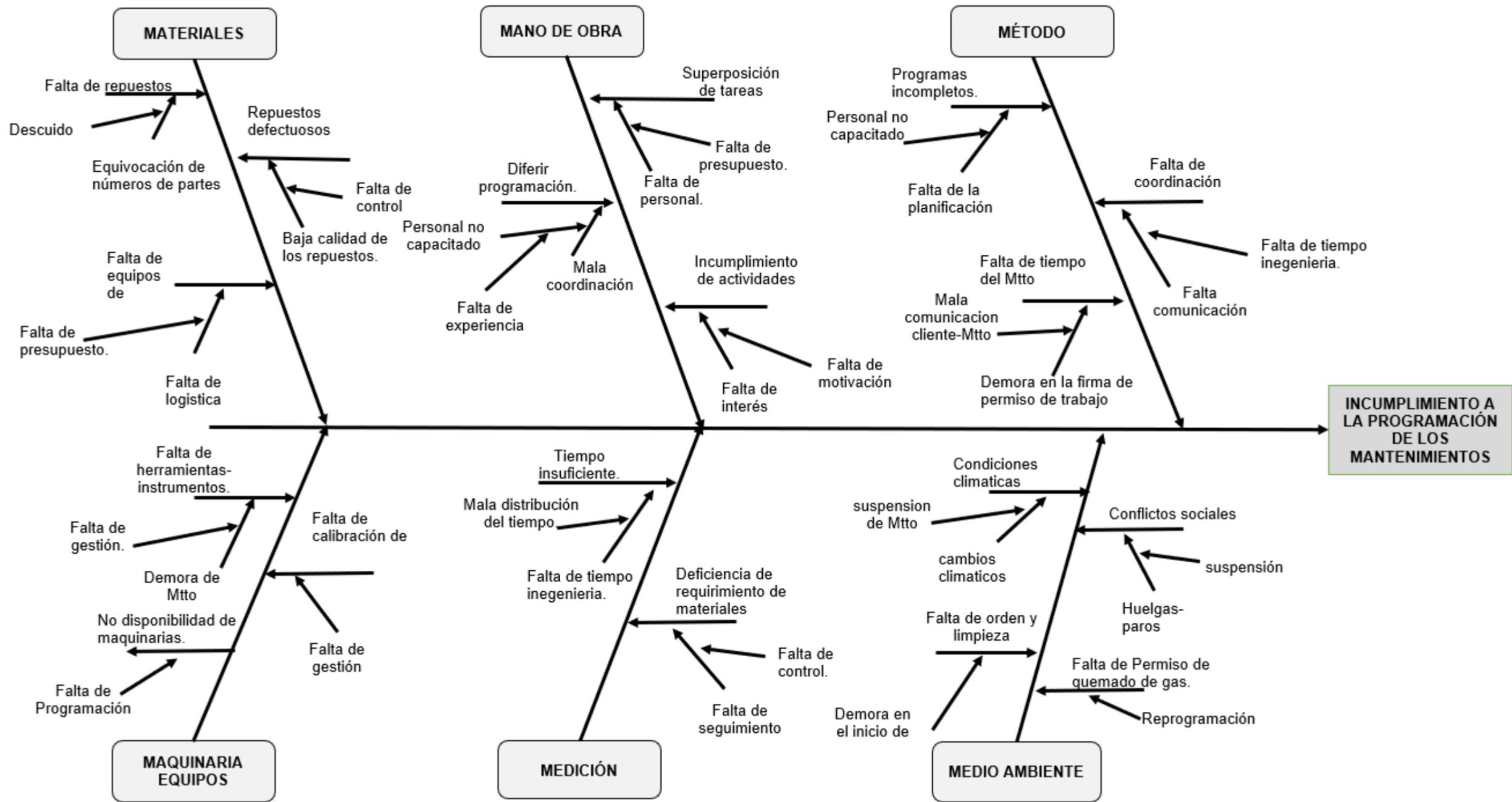
Equipo			C6			C10			C2			C1		
CLIENTE / LOTE			PETROPERÚ LOTE 1			PETROPERÚ LOTE 1			UNNA LOTE III			CNPC LOTE X		
Marca E.			AJAX			AJAX			WAUKESHA / ARIEL			AJAX		
Modelo E.			DPC 140			DPC 2802			L5790GL / JGE/4			DPC 2803		
Componente			MOTOCOMPRESOR			MOTOCOMPRESOR			MOTOR-COMPRESOR			MOTOCOMPRESOR		
CALENDARIO	Frecuencia		FECHA PROGRAMADA	FECHA REALIZADA	HOROMETRO	FECHA PROGRAMADA	FECHA REALIZADA	HOROMETRO	FECHA PROGRAMADA	FECHA REALIZADA	HOROMETRO	FECHA PROGRAMADA	FECHA REALIZADA	HOROMETRO
ENERO	M1	2000											28/01/2021	84095
	M2	4000												
	M3	8000												
FEBRERO	M1	2000							17/02/2021					
	M2	4000												
	M3	8000												
MARZO	M1	2000										23/03/2021	23/03/2021	85370
	M2	4000	15/03/2021	15/03/2021	66941	19/03/2021	19/03/2021	58406						
	M3	8000												
ABRIL	M1	2000												
	M2	4000												
	M3	8000												
MAYO	M1	2000												
	M2	4000							20/05/2021	20/05/2021	62974			
	M3	8000												
JUNIO	M1	2000	10/06/2021			28/06/2021	28/06/2021	60828						
	M2	4000										22/06/2021	22/06/2021	87525
	M3	8000												
JULIO	M1	2000												
	M2	4000												
	M3	8000												
AGOSTO	M1	2000							21/08/2021	25/08/2021	65262			
	M2	4000												
	M3	8000												
SETIEMBRE	M1	2000										22/09/2021		
	M2	4000												
	M3	8000	8/09/2021	8/09/2021	71076	9/09/2021	9/09/2021	62570						
OCTUBRE	M1	2000											5/10/2021	89986
	M2	4000												
	M3	8000												
NOVIEMBRE	M1	2000												
	M2	4000												
	M3	8000							15/11/2021					
DICIEMBRE	M1	2000	7/12/2021	7/12/2021	73201	9/12/2021							9/12/2021	91986
	M2	4000												
	M3	8000										15/12/2021		

Fuente elaboración propia: (Vilela Cornejo, 2022)





Figura 3
Diagrama de Ishikawa



Fuente elaboración propia: (Vilela Cornejo, 2022)¹⁵

¹⁵ En este diagrama de Ishikawa empleamos el método de las 6M.



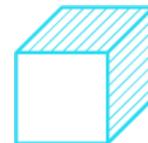
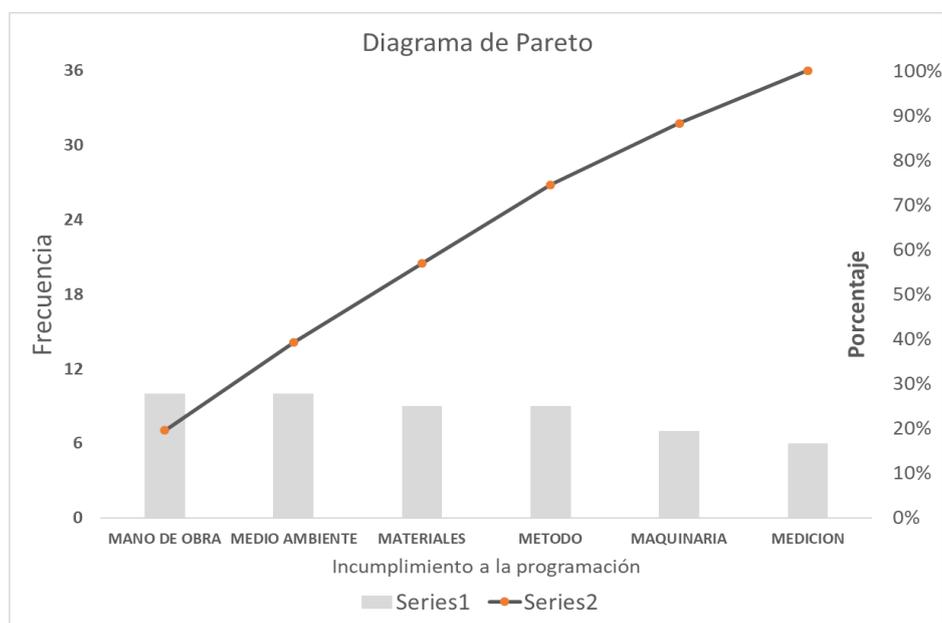


Tabla 12
Clasificación por Origen

NOMBRE	Frecuencia	%	Acumulado	F. ACUMULADA
MANO DE OBRA	10	20%	10	20%
MEDIO AMBIENTE	10	20%	20	39%
MATERIALES	9	18%	29	57%
METODO	9	18%	38	75%
MAQUINARIA	7	14%	45	88%
MEDICION	6	12%	51	100%
	51	100%		

Fuente elaboración propia: (Vilela Cornejo, 2022)¹⁶

Gráfico 1
Diagrama de Pareto

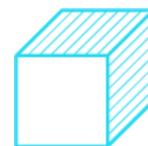


Fuente elaboración propia: (Vilela Cornejo, 2022)¹⁷

¹⁶ En la **Tabla 12**, se visualiza la clasificación por origen de mayor a menor las incidencias que vienen ocurriendo en la empresa Vicor Gas, las cuales se tendrán en cuenta para dar solución de la mejor manera.

¹⁷ En la siguiente **Gráfico 1**, Diagrama de Pareto, se visualiza que la frecuencia acumulada con un gráfico de barras y una gráfica lineal, el 80% de incidencias son atribuibles al método de trabajo.





El diagrama de Pareto ayuda a visualizar de forma clara cuál es la causa principal de la consecuencia, es decir que el 80% de las consecuencias como muestra la gráfica la mano de obra proviene del 20% de las causas como son las mediciones, en lo cual se debe de poner mayor atención y esfuerzo al problema determinado logrando así poder convertir las situaciones difíciles en sencillas.

En los últimos años la empresa Vicor Gas S.A., ha tenido el inconveniente en la realización de los mantenimientos, es por eso que se realizó un análisis en un diagrama de Ishikawa donde se identifican las posibles causas y efectos las cuales han originado el incumplimiento a la programación del mantenimiento.

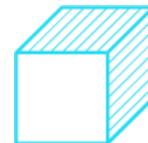
Se detallan todas las causas, las cuales se muestran en la **Figura 3**, se empleó el diagrama de Ishikawa de las 6 M, donde se identifican los 6 factores.

- ✓ **Materiales:** En este factor han sido considerados una serie de causas que han venido originando dificultades para la realización de los mantenimientos de los compresores a gas natural tales como la falta de repuesto que causa la no ejecución de las tareas que han sido planificadas y no son ejecutadas por falta de repuestos, la equivocación de los números de partes de los repuestos es también causa de retrasos o postergaciones de los mantenimientos.

La mala calidad de los repuestos origina deterioros prematuros los cuales afecta en la planificación realizada y ocasionan paradas de los equipos.

- ✓ **Mano de obra:** En este factor se han identificado diferentes causas tales como, superposición de tareas las cuales son originadas por falta de personal de la empresa y presupuesto, muchas ocasiones se difieren los programas de mantenimientos por falta de personal, por una mala coordinación del área encargada entre causas.
- ✓ **Métodos:** En este factor se han considerado las causas tales como, programas incompletos debido al personal no capacitado y la falta de





planificación que ocasionan, actividades no realizadas que posteriormente se convierten en problemas mayores, otra de las causas que originan retrasos en la ejecución de los mantenimientos es la demora de la firma de los permisos de trabajo debido a una mala coordinación y planificación.

- ✓ **Maquinarias y equipos:** En este factor se han considerado las causas tales como, la falta de herramientas, instrumentos los cuales son originadas por una mala gestión por parte del área de mantenimiento, otro factor importante es la falta de calibración de los equipos a usar los cuales no nos permitiría ejecutar las tareas de acuerdo con lo requerido por el fabricante.
- ✓ **Medición:** En este factor se han considerado las causas tales como, tiempo insuficiente para realizar los mantenimientos y para su planificación debido al poco tiempo que dispone el ingeniero de mantenimiento, las deficiencias en el requerimiento de materiales son causante de retrasos en la programación debido a un mal control de gestión.
- ✓ **Medio ambiente:** En este factor se han considerado las causas tales como, condiciones climáticas, conflictos sociales, falta de permisos de quemados que originan la reprogramación de los mantenimientos, también es importante el orden y la limpieza ya que causan retrasos en la realización de los mantenimientos.

A continuación, se muestra la **Tabla 13**, la cual nos indica las veces que ha parado el compresor C1 que se encuentra ubicado en el lote X, en la provincia de Talara departamento Piura, este equipo ha tenido muchas paradas en el año 2021, por lo cual no ha cumplido con lo establecido dentro del contrato que ofreció al cliente una disponibilidad del 98 %, cabe resaltar que dentro de la tabla se encuentra las paradas por mantenimientos preventivos, mantenimientos correctivos y paradas intempestivas de los compresores a gas natural.

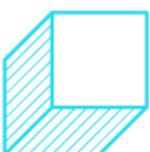




Tabla 13
Lista de Paradas de Equipos

C-1				
13:00	18:00	Reparación de gasoducto.	Dic-2021	5:00
14:00	14:30	Alta presión de descarga.	Dic-2021	0:30
10:00	10:30	calibración de bujías.	Dic-2021	0:30
13:00	16:00	Corregir fuga de gas en Cooler	Dic-2021	3:00
7:15	10:30	Arrancador neumático	Nov-2021	3:15
13:50	15:50	Alta Temperatura de cilindro motriz	Nov-2021	2:00
9:30	9:45	Por baja RPM	Nov-2021	0:15
10:00	12:00	Baja presión de succión	Oct-2021	2:00
11:30	12:00	Alta presión de succión	Oct-2021	0:30
10:45	11:00	Alta presión de succión	Oct-2021	0:15
16:15	16:45	Alta presión en la descarga 2da etapa.	Oct-2021	0:30
10:15	17:00	Mtto preventivo	Oct-2021	6:45
10:30	10:45	corregir fuga de gas en manifold de descarga total.	Set-2021	0:15
1:45	9:00	Corte de fluido eléctrico	Set-2021	7:15
6:30	9:00	Mtto correctivo sistema de lubricación	Set-2021	2:30
9:30	14:30	Mtto correctivo sistema de lubricación	Set-2021	5:00
20:00	21:15	Reparación de gasoducto.	Ago-2021	1:15
6:30	8:00	Reparación de gasoducto.	Ago-2021	1:30
7:30	8:30	Alta temperatura cilindro motriz	Jul-2020	1:00
6:00	17:00	Mtto mayor	Jun-2021	11:00
6:00	6:00	Mtto mayor	Jun-2021	24:00
11:15	6:00	Mtto mayor	Jun-2021	19:00
16:05	16:20	cambio de Bujías	Jun-2021	0:15
10:00	12:30	colocar tapón al Cooler	May-2021	2:30
9:50	11:50	Bajo nivel de agua en el tanque de expansión.	May-2021	2:00
4:30	6:00	Alta temperatura cilindro motriz	May-2021	1:30
10:30	12:00	Alta temperatura cilindro motriz	May-2021	1:30
8:00	18:00	Reemplazo de empaque de culatas	May-2021	10:00
15:15	16:00	calibración de bujías	May-2021	0:45
4:30	5:00	Alta presión en la descarga 3da etapa.	Abr-2021	0:30
1:30	2:00	Alta presión en la descarga 3da etapa.	Abr-2021	0:30
11:15	17:15	Mtto preventivo reparación de válvulas de descarga	Mar-2021	6:00
14:15	18:00	Reemplazo de rodamientos	Feb-2021	3:45
8:45	16:30	Reemplazo de culatas	Feb-2021	7:45
15:00	15:15	Calibración de bujías	Feb-2021	0:15
9:45	16:45	Mtto preventivo	Ene-2021	7:00
10:30	20:30	Reemplazo de bomba de agua	Ene-2021	10:00

Fuente elaboración propia: (Vilela Cornejo, 2022)





Con los datos de la **Tabla 14**, se calculó la disponibilidad en horas del equipo C1, y se verificó que en varios meses no se consiguió el objetivo de una disponibilidad del 98% del equipo.

Tabla 14
Disponibilidad del Equipo

DIAS	HORAS	T HORAS
31	24	744
9.00	98.79%	Diciembre
5.50	99.26%	Noviembre
10.00	98.66%	Octubre
15.00	97.98%	Setiembre
2.75	99.63%	Agosto
1.00	99.87%	Julio
54.25	92.71%	Junio
18.25	97.55%	Mayo
1.00	99.87%	Abril
6.00	99.19%	Marzo
10.75	98.56%	Febrero
17.00	97.72%	Enero

Fuente elaboración propia: (Vilela Cornejo, 2022)¹⁸

¹⁸ En la **Tabla 14**, se puede apreciar la disponibilidad del equipo C1 en todos los meses del año 2021.

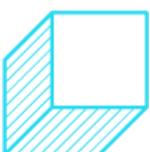


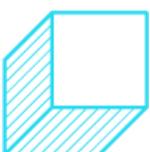


Figura 4
Averías más Comunes



Fuente elaboración propia: (Vilela Cornejo, 2022)

En la **Figura 4**, se muestran algunas de las averías más comunes que afectan la disponibilidad de los compresores a gas natural, las cuales son resultados del incumplimiento de la planificación que fue elaborada por el ingeniero de mantenimiento.





A continuación, presentamos los siguientes gráficos:

- ✓ **Gráfico 2:** Calendario de programación Mtto del compresor C6.
- ✓ **Gráfico 3:** Calendario de programación Mtto del compresor C10.
- ✓ **Gráfico 4:** Calendario de programación Mtto del compresor C2.
- ✓ **Gráfico 5:** Calendario de programación Mtto del compresor C1.

En las cuales nos muestran las fechas de programación de los mantenimientos preventivos de los equipos compresores de la empresa Vicor Gas S.A.

Gráfico 2
Calendario del C6



Fuente elaboración propia: (Vilela Cornejo, 2022)¹⁹

¹⁹ Los compresores C6 y C10, están instalados en el lote I, en la empresa Petroperú, ubicada en Talara.





Gráfico 3
Calendario del C10



Fuente elaboración propia: (Vilela Cornejo, 2022)

Gráfico 4
Calendario del C2



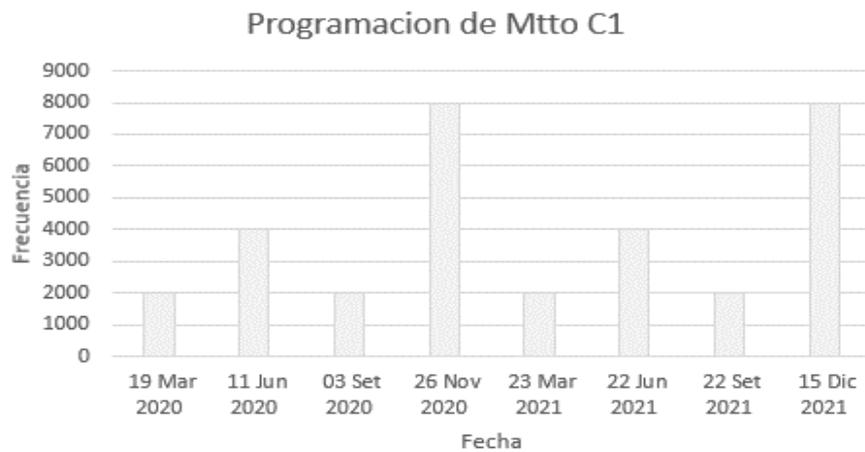
Fuente elaboración propia: (Vilela Cornejo, 2022)²⁰

²⁰ El compresor C2; se encuentra instalado en el lote III, en la empresa UNNA, ubicado en Paita.





Gráfico 5
Calendario del C1



Fuente elaboración propia: (Vilela Cornejo, 2022)²¹

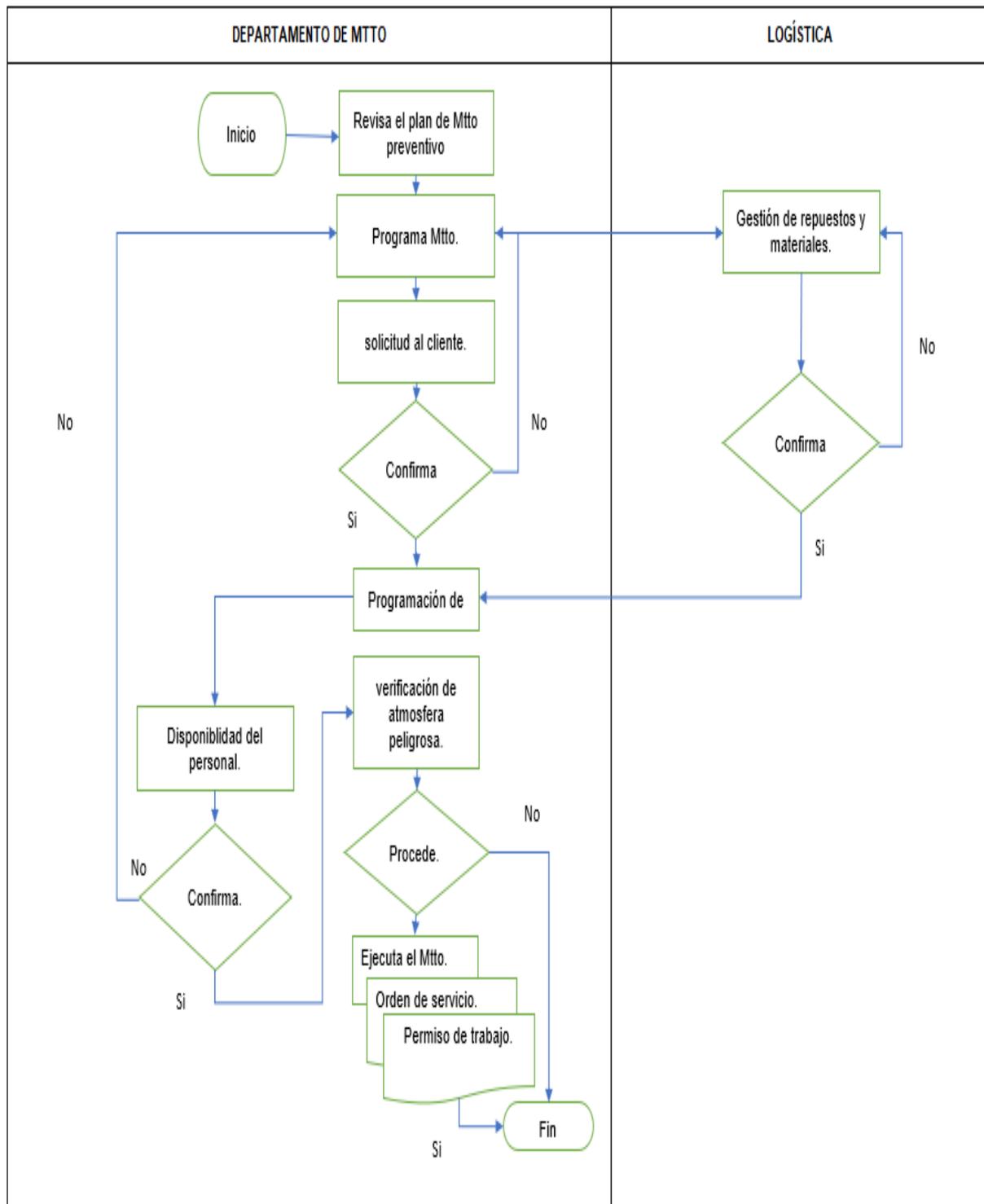
En la **Tabla 15**, se visualiza el diagrama de flujo en la cual nos enseña el proceso del área de mantenimiento la cual es la responsable de la realización de planificación de los mantenimientos de los compresores a gas natural de Vicor Gas S.A., en la cual se esquematiza con un inicio a la proyección de un proceso de mantenimiento que seguidamente se revisa el plan de mantenimiento preventivo realizando una programación que es solicitada al cliente quienes confirma la realización de trabajo, verificando la atmosfera peligrosa para dar procedimiento a la ejecución de dicho mantenimiento con un respectivo orden de servicio y permiso de trabajo logrando así a llegar al fin.

²¹ El compresor C1; se encuentra instalado en el lote X, en la empresa CNPC, ubicado en el distrito del alto-talara.





Tabla 15
Representación de Flujo Departamento de Mtto.



Fuente elaboración propia: (Vilela Cornejo, 2022)

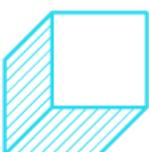




Figura 5
Batería 8008.



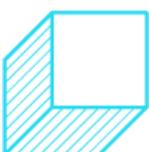
Fuente elaboración propia: (Vilela Cornejo, 2022)

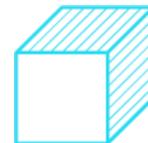
En la **Figura 5**, se muestra la batería 8008 de la empresa UNNA, ubicada en el lote III, en la provincia de Paita, el gas asociado que proviene de la boca de pozo es trasladado a dicha batería para el proceso de separación del crudo, agua, condensado y gas mediante la utilización de separadores, ya que el gas debe de estar libre de líquidos porque no pueden comprimirse y esto causaría problemas para los compresores a gas natural.

Figura 6
Estación Compresora.



Fuente elaboración propia: (Vilela Cornejo, 2022)





En la **Figura 6**, se muestra la estación compresora EBA 35, ubicada en el Lote x, en el distrito de El Alto, provincia Talara, departamento Piura.

Como se aprecia, la estación cuenta con líneas gas de succión, gas de descarga, gas combustible, gas de arranque, gas de instrumentos, líneas de drenaje y líneas de venteo, lo cual se encuentran sometidas a altas y bajas presiones es por ello que antes de empezar los trabajos de mantenimiento se realizan los respectivos controles de atmosfera peligrosa como se muestra la **Figura 7**, y se llena un formulario de mediciones de atmosfera como se muestra en el **Anexo 1**.

Figura 7

Medición de Atmósfera

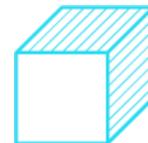


Fuente elaboración propia: (Vilela Cornejo, 2022)²²

Como parte del procedimiento de trabajo para realizar cualquier mantenimiento es de suma importancia el llenado de los formularios del cliente como el de la empresa Vicor Gas S.A., como son el permiso de trabajo (**Anexo 2**); análisis de riesgo (**Anexo 3**) y el permiso de bloqueo - etiquetado del equipo (**Anexo 4**).

²² El detector de gas es utilizado durante la operación y mantenimientos de los equipos compresores, como medida de seguridad, ante cualquier fuga de gas las actividades son suspendidas hasta eliminar la fuga.





2.2. ANÁLISIS DEL PROBLEMA

Para la empresa Vicor Gas S.A., su actividad principal es la operación de compresión de gas natural, por lo tanto, el cumplimiento de la planificación de los mantenimientos es de suma importancia para reducir las paradas intempestivas de los compresores a gas natural; ¿La propuesta de actualización al proceso de mantenimiento de compresores a gas natural establecería una mejora en la operación de sus servicios?

2.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El incumplimiento de la planificación de los mantenimientos en su totalidad minimizaría las paradas imprevistas de los compresores a gas natural de Vicor Gas S.A., La propuesta de actualización al proceso de mantenimiento de compresores a gas natural establecería una mejora en la operación de sus servicios.

2.4. OBJETIVOS DEL PROYECTO

2.4.1. Objetivo general

Actualizar el proceso de mantenimiento de equipos compresores a gas natural en la empresa Vicor Gas S.A.

2.4.2. Objetivos específicos

- a) Analizar el actual proceso de mantenimiento, identificando las posibles causas que conllevan a su incumplimiento.
- b) Incorporar en el proceso de planificación al personal operativo, mecánicos y supervisores, unificando y actualizando el cronograma.
- c) Mantener comunicación frecuente con el cliente, proveedores, operadores y el área de mantenimiento.
- d) Crear una base de registros de los mantenimientos preventivos y correctivos para mejorar la planificación de los mantenimientos.





CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL PROYECTO





3.1. DESCRIPCIÓN Y DESARROLLO DEL PROCESO

La empresa Vicor Gas S.A., tiene como propósito ser una de las entidades pioneras y ampliarse en el mercado de hidrocarburos, dicha empresa tiene que redoblar esfuerzos y asumir con mucho más responsabilidad, para así poder lograr cumplir la disponibilidad ofrecida al cliente y su satisfacción, parte fundamental para obtener la disponibilidad es evitar las paradas imprevistas que con llevan sobre costos por falta de planificación en la realización de los mantenimientos de compresores a gas, lograr a mejorar este punto con llevaría a aumentar la calidad y las expectativas del cliente, con el presente trabajo de suficiencia profesional se pretende a lograr cumplir los objetivo planteados.

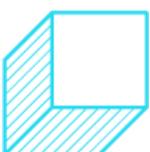
3.1.1. Antecedentes de la investigación

Nivel internacional

Como menciona (De Meio Reggiani, 2018) en su tesis de doctorado en economía “El transporte de gas natural en Argentina: análisis de la ruptura contractual y sus alcances”, donde indica.

Una vez finalizado el tratamiento, el gas es comprimido para cumplir con las características de operación del gasoducto de alta presión. Esta red de gasoductos transporta el gas desde los sitios de producción hasta los centros de consumo. Una vez allí, el sistema de transporte dispone el gas natural a los sistemas de distribución, donde la presión disminuye para el consumo residencial o industrial.

De acuerdo con lo que menciona el autor, el gas después de ser comprimido es enviado mediante una línea de gasoducto a altas presiones mediante un sistema de compresión, luego el sistema de distribución administra el gas natural a baja presión para distribución domiciliaria.





Como menciona (Figüero Romero, 2018), en su de Grado en ingeniería en tecnologías industriales, “Modelización y Análisis de una Microturbina con Gas Natural y Biomasa como Combustible”, donde indica.

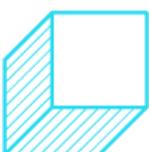
Desde el punto de vista de la industria, la única diferencia entre los hidrocarburos convencionales y no convencionales es la facilidad de extracción. El gas de las reservas convencionales puede ser obtenido simplemente perforando la superficie, mientras que en el caso de depósitos no convencionales el gas debe de ser impulsado utilizando técnicas como fractura hidráulica (Fracking). El gas natural se puede encontrar tanto juntamente con petróleo como solo y está formado principalmente con Metano, pero puede contener una amplia variedad de otros hidrocarburos, principalmente Etano, Propano y Butano.

De acuerdo con lo que menciona el autor, se puede decir que hay una diferencia entre los hidrocarburos convencionales los cuales sus reservas son obtenidas mediante la realización de perforación a la superficie, en cambio en los hidrocarburos no convencionales el gas es impulsado usando la técnica llamada fractura hidráulica.

Nivel nacional

Como menciona (Calderon Mejía, 2020), en su tesis de Grado académico de bachiller en ingeniería industrial, “Análisis de fallas de compresores recíprocante de GNC, en el área de mantenimiento de la empresa Gas Comprimido del Perú S.A”, donde indica.

Este tipo de fallas, son conocidas como síntomas de deficiencia estructural. Este tipo de fallas se encuentran localizadas en la estructura organizacional, debido a diferencias entre





colaboradores o porque no todos tienen claros los objetivos, ambiciones y metas de la organización (Eda, 2013).²³

De acuerdo con lo que menciona el autor, que existen fallas ocasionadas por factores en la estructura organizacional originado por factores internos tales como objetivos y metas de los colaboradores que no están claras, también podemos mencionar que las diferencias entre trabajadores con llevarían a que la empresa no cumpla sus objetivos.

Como menciona (Aparco Cuchula, 2020) "Análisis de fallas funcionales del sistema motocompresor de planta de gas Aguaytía", donde indica.

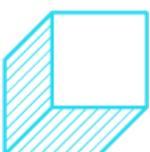
Los compresores son máquinas que tienen por finalidad aportar una energía a los fluidos compresibles, tales como el aire que es el fluido comprimido con mayor frecuencia, pero también se comprimen el gas natural, el oxígeno, el nitrógeno, y otros gases de importancia industrial. Esto se realiza mediante un trabajo ejercido por el compresor que es transferido a la sustancia que pasa por él, convirtiéndose en energía de flujo, aumentando la presión y energía cinética del fluido. La energía necesaria para efectuar este trabajo la proporciona un motor eléctrico o de combustión interna.

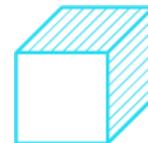
De acuerdo con lo que menciona el autor, existen equipos compresores que son accionados por un motor eléctrico o un motor de combustión interna cuya finalidad es elevar la presión y aumentar la energía cinética del fluido gaseoso ya que ellos se pueden comprimir tales como: gas natural, oxígeno, nitrógeno etc.

Nivel local

Como menciona (Zapata Hidalgo, 2019), en su tesis, "Propuesta de diseño de un sistema de lubricación centralizado a los compresores de propano C-5100 y C-5110, para disminuir los mantenimientos

²³ La fuente citada es considerada válida, dado que el autor cita textualmente la procedencia del texto.





correctivos en la planta de Gas Pariñas de Graña y Montero S.A.”, donde indica.

Los tipos de mantenimiento correctivo según la UNE-EN 13306:2002 (Normalización Española) lo divide en diferido e inmediato, el diferido, es aquel que no se realiza inmediatamente después de detectarse una avería, sino que se retrasa de acuerdo con reglas dadas a diferencia del inmediato, que se realiza sin dilación después de detectarse una avería, a fin de evitar consecuencias inaceptables.

De acuerdo con lo que menciona el autor, cuando se detecta una avería se realiza un análisis de la situación para así poder realizar el mantenimiento correctivo, que puede ser diferido cuando la avería no afecta la cadena productiva y la inmediata se realiza cuando se ve afectada la productividad, dichos mantenimientos son realizados con el propósito evitar consecuencias posteriores por la falla del equipo.

Como menciona (Velasco Melendres , 2014) en su tesis, “Determinantes de la disposición a pagar por consumo de gas natural vía conexión domiciliaria en la ciudad de Talara”, donde indica.

Según el Ministerio de Energía y Minas, el gas natural se usa para la generación eléctrica, como combustible en las industrias, comercio, residencias y transporte. En el cuadro N°1.2, se detalla los principales usos del gas natural por sector productivo; así como se observa combustibles que pueden sustituir y sus diferentes aplicaciones, por ejemplo: en el sector residencial el gas natural sustituye al kerosene y la leña, y es útil para la cocina, calefacción, aire acondicionado y agua caliente.

De acuerdo con lo que menciona el autor, el gas natural es usado en diferentes industrias sustituyendo a otros combustibles en la **Tabla 16** nos muestra los principales usos del gas natural.





Tabla 16
Principales Usos del Gas Natural por Sector Productivo

Cuadro N°1.2
Principales Usos del Gas Natural por Sector Productivo.

SECTOR	COMBUSTIBLE QUE PUEDE SUSTITUIR	APLICACIÓN/PROCESO
INDUSTRIAL	<ul style="list-style-type: none"> • Carbón • Fuel oil • Gas licuado • Kerosene • Leña 	<ul style="list-style-type: none"> • Fundición de metales • Hornos de fusión • Secado • Industria de cemento • Generación de vapor
GENERACIÓN ELÉCTRICA	<ul style="list-style-type: none"> • Carbón • Oil 	<ul style="list-style-type: none"> • Centrales termicas • Cogeneración eléctrica
COMERCIAL	<ul style="list-style-type: none"> • Carbón • Gas ciudad • Gas licuado 	<ul style="list-style-type: none"> • Aire acondicionado • Cocción/preparación de alimentos • Agua caliente
RESIDENCIAL	<ul style="list-style-type: none"> • Gas ciudad • Gas licuado • Kerosene • Leña 	<ul style="list-style-type: none"> • Cocina • Calefacción • Agua caliente • Aire acondicionado
TRANSPORTE	<ul style="list-style-type: none"> • Gasolina • Diesel 	<ul style="list-style-type: none"> • taxis • Buses

Fuente: MINEN (s.f.). "Usos y ventajas del gas natural en el sector residencial comercial".

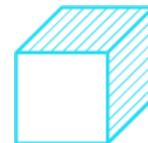
Fuente: (Velasco Melendres , 2014)

3.1.2. Bases Teóricas

Este Trabajo de Suficiencia Profesional esta evocado al proceso de actualización de los mantenimientos de compresores a gas natural, para esto tenemos que saber cuál es la fuente de energía que los equipos compresores desplazan, así como las características de los compresores y los tipos de mantenimientos que son utilizados para la operación del servicio de compresión.

El gas asociado que es extraído de la boca de pozo a una baja presión es trasladado por un gaseoducto a una estación compresora, gracias a su principal característica que se encuentra en estado gaseoso pasa por un proceso de compresión para aumentar la presión y así poder ser enviado a su destino final.





Como refiere (Osinergmin, 2017, pág. 30) en su libro “La industria del gas natural en el Perú. A diez años del Proyecto Camisea”., donde indica que:

El gas natural es una de las fuentes de energía más limpias y respetuosas con el medio ambiente, ya que es la que contiene menos dióxido de carbono (CO²) y lanza menores emisiones a la atmósfera. Es, además, una energía económica y eficaz, una alternativa segura y versátil y capaz de satisfacer la demanda energética.

Desde que apareció el gas en la industria ha venido obteniendo un gran crecimiento en la cual ha favorecido a muchas familias, así como también en la industria energética, que poco a poco está reemplazando al petróleo porque es una fuente de energía que no emite elementos contaminantes al medio ambiente como lo es la industria del petróleo.

Sistema gas natural comprimido (GNC)

Tal como indica el autor del libro, “Esta tecnología permite almacenar el GN a altas presiones, de manera que puede ser transportado en cisternas a las poblaciones que quedan lejos de un gasoducto y cuando no es viable económicamente la construcción de otro ducto”. (Osinergmin, 2017, pág. 35).

Existen lugares donde no es accesible la instalación de gasoducto por la lejanía de las comunidades, distritos, zonas rurales, etc. Por lo cual se creó esta tecnología la cual facilito la distribución del gas a esos sectores.

Sistemas gas natural licuado (GNL)

Como refiere (Osinergmin, 2017, pág. 35) en su libro “La industria del gas natural en el Perú. A diez años del Proyecto Camisea”., donde explica que.





Este procedimiento consiste en el enfriamiento mediante un proceso criogénico a temperaturas cercanas a menos 161°C, hasta el punto en que se condensa en líquido. El volumen obtenido es aproximadamente 600 veces menor que en su forma gaseosa, lo cual hace eficiente su transporte por medio de cisternas.

Este proceso es muy interesante ya que se condensa el gas convirtiéndolo en líquido para así poder ser transportado tal como lo es el GNC, además es de fácil transporte cuyo objetivo es llegar hasta los domicilios de las personas.

Compresores a gas natural

Dentro de Vicor Gas S.A., existen compresores con diferentes características de trabajo, cuya finalidad principal es comprimir el gas que es extraído de la boca de pozo para ser enviado al cliente.

Como refiere (Calderon Mejía, 2020, pág. 16), en su Trabajo de investigación para optar el Grado de Bachiller, realizada en la Universidad Tecnológica del Perú, que lleva por título: “Análisis de fallas de compresores recíprocante de GNC, en el área de mantenimiento de la empresa Gas Comprimido del Perú S.A”, donde indica que.

Los compresores están diseñados para comprimir fluidos cuya característica sea compresible. Fernández (2002)²⁴ afirma como máquinas que tienen por finalidad aportar una energía a los fluidos compresibles (gases y vapores) sobre los que operan, para hacerlos fluir aumentando al mismo tiempo su presión.

Se afirma, los compresores son capaces de comprimir fluidos de baja presión y llevarlos a otro lugar con una alta presión, existen procesos para comprimir el gas, primeramente, el gas entra a un Scrubber donde es colado, es aspirado por unas válvulas de succión para entrar al

²⁴ La fuente citada es considerada válida, dado que el autor cita textualmente la procedencia del texto.





compresor, mediante un pistón que recorre el cilindro el gas es comprimido que pasa por unas válvulas de descarga, como el gas es comprimido se encuentra con una alta temperatura, es por eso que pasa por un sistema de enfriamiento y se repite el ciclo hasta llegar a la presión deseada.

Tipos de compresores

Como refiere (Calderon Mejía, 2020, pág. 16), en su Trabajo de investigación para optar el Grado de Bachiller, realizada en la Universidad Tecnológica del Perú, que lleva por título: “Análisis de fallas de compresores recíprocante de GNC, en el área de mantenimiento de la empresa Gas Comprimido del Perú S.A”, donde dice que.

Todos los compresores fabricados tienen el mismo propósito, sin embargo, existen distintos tipos, esto debido a las diferentes aplicaciones en las industrias. Fernández (2002)²⁵, clasifica los compresores por su principio de funcionamiento básico, en este sentido quedan divididos en dos grandes bloques, el bloque de compresores dinámicos y el bloque compresores de desplazamiento positivo, los cual se encuentra dividido en 2 grupos, compresores recíprocante y rotativos.

La empresa Vicor gas cuenta con motocompresores integrados marca Ajax tales como DPC 2802, DPC 2803, DPC 140, DPC 600 y compresores Ariel modelo JGE/4 que es accionado por un motor de combustión interna, estos compresores son recíprocante de tres y cuatro etapas que son accionados por un motor de combustión interna, todos estos equipos se encuentran distribuidos en los diferentes lotes.

Las características de los compresores se muestran en la **Tabla 2**.

²⁵ La fuente citada es considerada valida, dado que el autor cita textualmente la procedencia del texto.

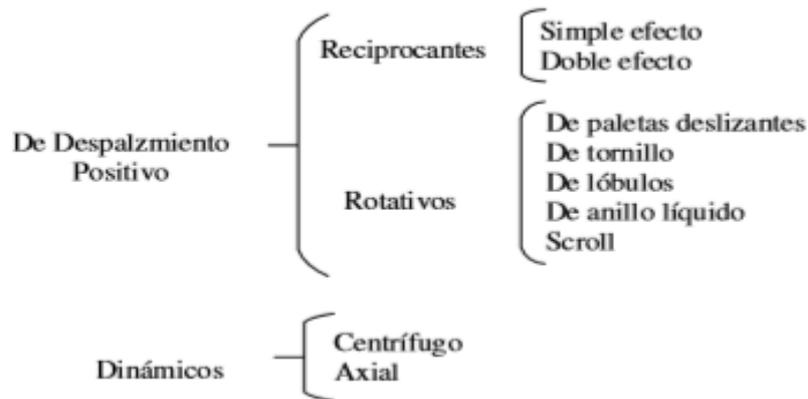




A continuación, se muestra la **Figura 8**, la clasificación de los compresores que pueden ser de desplazamiento positivo o dinámico.

Figura 8

Clasificación de Compresores.



Fuente: (Calderon Mejía, 2020)

Mantenimiento industrial

Como parte primordial de la operación de los compresores está el mantenimiento de los equipos, para así lograr una alta disponibilidad de trabajo evitando paradas intempestivas, es por eso por lo que se debe de dar mucha importancia a la planificación de los mantenimientos.

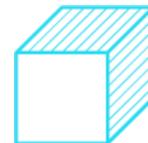
Tipos de mantenimientos

Como menciona (Aparco Cuchula, 2020), en su tesis “Análisis de fallas funcionales del sistema motocompesor de planta de gas Aguaytía”, donde define lo siguiente.

También es definido como un “conjunto de técnicas destinados a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible y con el máximo rendimiento. Lo clasifica de la siguiente forma los tipos de mantenimiento”. (García G., 2003).²⁶

²⁶ La fuente citada es considerada valida, dado que el autor cita textualmente la procedencia del texto.





- ✓ Mantenimiento Correctivo²⁷
- ✓ Mantenimiento Preventivo²⁸
- ✓ Mantenimiento Predictivo²⁹

En Vicor gas se están aplicando estos tipos de mantenimientos, los cuales ayudan a mantener a los equipos compresores en su perfecto estado de operación y servicio al cliente.

3.1.3. Bases normativas

Según el decreto supremo N° 043-2007-EM, Título III, Capítulo I, Artículo 61. (OSINERGMIN, 2007).

La empresa autorizada deberá poseer un sistema de permisos de trabajo que permita evaluar actividades tales como trabajos en frío o caliente, trabajos en altura, trabajos en espacios confinados, trabajos en instalaciones eléctricas y en general para todo tipo de actividades que representen riesgos.

El presente decreto supremo menciona que cualquier actividad que se realice se debe analizar el riesgo a la cual está sometida las tareas a efectuar, es por ello por lo que las empresas deberán de contar con sus respectivos permisos de trabajos.

Según la ley N°29783 del decreto supremo N° 005-2012-TR, Título V, Capítulo II, Artículo 79. (Ley 29783, 2012).

Obligaciones del trabajador En materia de prevención de riesgos laborales, los trabajadores tienen las siguientes obligaciones:

²⁷ Es utilizado para corregir averías de los equipos compresores.

²⁸ Es utilizado para mantener el estado óptimo al equipo previene cualquier falla o avería.

²⁹ Es utilizado para predecir cualquier falla mediante la tecnología o variables físicas





- a) Cumplir con las normas, reglamentos e instrucciones de los programas de seguridad y salud en el trabajo.
- b) Usar adecuadamente los instrumentos y materiales de trabajo, así como los equipos de protección personal y colectiva, siempre y cuando hayan sido previamente informados y capacitados sobre su uso.
- c) No operar o manipular equipos, maquinarias, herramientas u otros elementos para los cuales no hayan sido autorizados.

El presente decreto supremo menciona los trabajadores tiene diferentes obligaciones en las cuales las deben de cumplir con mucha responsabilidad y precaución.

Toda instrucción dada se debe de cumplir de acuerdo con las normas establecidas en un reglamento o instrucción de trabajo, el personal tiene que ser capacitado para la utilización de los equipos o maquinarias a utilizar, además siempre debe de estar usando los equipos de protección personal.

Según la ley N°28611 del decreto supremo N° 008-2005-PCM, Título I, Capítulo II, Artículo 09. (LEY N° 28611, 2005).

La política nacional del ambiente tiene por objetivo mejorar la calidad de vida de las personas, garantizando la existencia de ecosistemas saludables, viables y funcionales en el largo plazo; y el desarrollo sostenible del país, mediante la prevención, protección y recuperación del ambiente y sus componentes, la conservación y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, de una manera responsable y congruente con el respeto de los derechos fundamentales de la persona.

El presente decreto supremo menciona el objetivo de la política nacional de ambiente, la cual protege al ecosistema aprovechando al máximo los





recursos naturales y así garantiza una vida sana para ser humano en armonía con la naturaleza.

3.2. DESARROLLO DEL PROYECTO

Se ha considerado realizar este trabajo de suficiencia profesional mediante la metodología del PHVA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar), porque gracias a este ciclo podremos actualizar el proceso de mantenimiento de compresores a gas natural que detallaremos en cada paso del proceso logrando así la mejora continua.

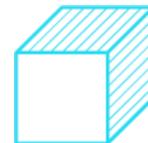
3.2.1. Primera etapa del ciclo - Planear

Se empleará la metodología del PHVA, realizaremos un análisis del proceso de mantenimientos de los compresores a gas natural de la empresa Vicor Gas S.A., para sí poder conocer cuáles son las posibles causas de no cumplimiento de la programación de las actividades planificadas en los mantenimientos.

Delimitar y analizar la magnitud del problema

La compresión de gas natural es una de las actividades de la empresa Vicor gas S.A., en la cual se necesita de compresores y motocompesores recíprocante para poder enviar un flujo constante en Millones de pies cúbicos estándar por día (MMSFCD) , las estaciones compresoras se encuentran ubicadas en diferentes zonas es por ello que necesitan de una presión diferente por la lejanía del lugar, a continuación mostraremos la **Tabla 17**, la cual nos indica los parámetros que están sometidos los compresores a gas, según la zona donde están instalados, Vicor gas S.A., tiene compromiso de cumplir con lo establecido en el contrato con la entrega del volumen y disponibilidad de los equipos, pero muchas veces no se cumple con lo establecido por diferentes circunstancias ya sea por paradas imprevistas, por solitud del cliente, trabajos en gaseoductos, por averías, por problemas en válvulas, por no tener una planificación, por mala comunicación, etc.





Que muchas veces implican horas de paradas que con llevan a no llegar a desplazar el volumen de gas nominal del equipo.

Tabla 17
Indicadores

LOTE	unidad	I	I	III	X
CLIENTE		PETROPERÚ	PETROPERÚ	UNNA	CNPC
EQUIPO		C-6	C-10	C-2	C 1
Horómetro	Hrs.	75384.00	66863.25	69783.00	93766.00
Velocidad	RPM	299	342	1040	380
P° Succión	psi	4	5	11	5
P° Descarga	psi	45	72	800	473
Volumen día anterior	MMSFCD	610	1270	1901	1399
Volumen nominal	MMSFCD	750	1750	3000	1500

Fuente elaboración propia: (Vilela Cornejo, 2022)

Como parte del servicio se tiene que cumplir una mayor disponibilidad de los equipos compresores, el ingeniero de mantenimiento es el responsable de realizar la planificación de tareas que se ejecutaran anualmente con el objetivo de evitar paradas imprevistas de los equipos compresores.

Se observa que en los periodos 2020 - 2021 se han tenido varios problemas que originaron paradas imprevistas porque se está incumpliendo en el proceso de mantenimiento, en este presente trabajo de suficiencia profesional se propone actualizar dichos procesos con el fin de evitar las paradas imprevistas por falta de realización de las tareas programadas en los mantenimientos, o las tareas no han sido consideradas en la planificación anual de los compresores.





A continuación, vamos a representar en la **Tabla 18**, una serie de paradas imprevista, que vendrían a ser causada por incumplimiento al proceso de mantenimiento y por consiguiente un diagrama de Pareto en la **Gráfico 6**.

Tabla 18
Motivos de Paradas de Equipos

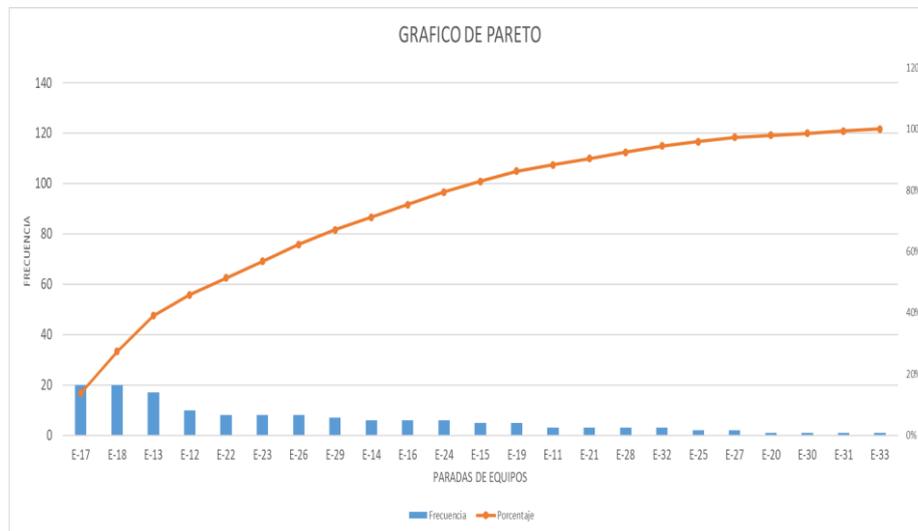
Código	Paradas de Equipos Motor-Compresor	Frecuencia	%	Acumulado	Frecuencia acumulada
E-17	Alta presión de succión.	20	14%	20	14%
E-18	Baja presión de succión.	20	14%	40	27%
E-13	Alta temperatura cilindro motriz.	17	12%	57	39%
E-12	Vibración de equipos	10	7%	67	46%
E-22	Baja velocidad.	8	5%	75	51%
E-23	Problemas en sistema de ignición.	8	5%	83	57%
E-26	Fajas de Cooler.	8	5%	91	62%
E-29	Alta temperatura cilindro compresor.	7	5%	98	67%
E-14	Alto nivel de líquidos.	6	4%	104	71%
E-16	No Flow (lubricación).	6	4%	110	75%
E-24	Alta presión de descarga.	6	4%	116	79%
E-15	Fuga de gas en Cooler.	5	3%	121	83%
E-19	Problemas de bomba de agua.	5	3%	126	86%
E-11	Baja presión de descarga.	3	2%	129	88%
E-21	Sobre velocidad.	3	2%	132	90%
E-28	Corte de energía eléctrica.	3	2%	135	92%
E-32	Gas combustible.	3	2%	138	95%
E-25	Bajo nivel de aceite.	2	1%	140	96%
E-27	Problemas en válvulas de seguridad.	2	1%	142	97%
E-20	Bajo nivel de aceite en la caja lubricadora.	1	1%	143	98%
E-30	Bajo voltaje de baterías.	1	1%	144	99%
E-31	Alta temperatura H2O motor.	1	1%	145	99%
E-33	Bajo nivel de agua.	1	1%	146	100%
		146			

Fuente elaboración propia: (Vilela Cornejo, 2022)





Gráfico 6
Pareto de Motivos de Paradas



Fuente elaboración propia: (Vilela Cornejo, 2022)

Búsqueda de todas las posibles causas

Vicor Gas S.A., cuenta con un programa de mantenimiento de equipos compresores que estos son realizados en campo, en las cuales dichos mantenimientos no se han venido cumpliendo según el plan de mantenimiento anual, que es establecido por la jefatura de mantenimiento.

Mediante un análisis y unas lluvias de ideas que se realizó con el equipo de trabajo y operadores de campo se pudo plasmar las posibles causas que origina el incumplimiento del proceso de mantenimiento de los equipos compresores.





Tabla 19
Causas y Efectos.

RAMAL	CAUSA	EFEECTO	VALOR	TOTAL
MANO DE OBRA	Falta de experiencia	Falta de capacitación.	4	14
	Superposición de tareas	falta de personal	3	
	Poco interés del personal	Falta de motivación.	4	
	Rotación del Personal	Falta de supervisión.	3	
MATERIALES	Falta de repuestos.	Mal inventario	3	8
	Falta de consumibles	Falla logística.	3	
	Repuestos defectuosos	Falla de control.	2	
MÉTODO	Falta de coordinación	Falta de comunicación.	4	10
	Falta de planificación	Tareas incompletas	6	
MAQUINARIA-EQUIPOS	No disponibilidad de maquinarias.	Falta de programación.	4	9
	Falta de instrumentos-calibración.	falta de seguimiento.	2	
	Falta de herramientas.	Falta de gestión.	3	
MEDICIÓN	Mala distribución del tiempo.	Tareas incompletas	4	10
	Deficiencia de requerimiento de materiales	Falla de logística.	4	
	Falta de inspección.	Falta de supervisión.	2	
MEDIO AMBIENTE	Condiciones climáticas	Suspensión de Mtto.	1	8
	Conflictos sociales	Suspensión de Mtto.	2	
	Falta de orden y limpieza	Demora en la ejecución de Mtto.	4	
	Permiso de quemado de gas.	Suspensión de Mtto.	1	

59

Fuente elaboración propia: (Vilela Cornejo, 2022)





Investigación de la causa más importante

De acuerdo a la **Tabla 19**, donde se han registrado las posibles causas y efectos que originarían el no cumplimiento de la ejecución de los mantenimientos según la programación que fue elaborada por el área de mantenimiento para ejecutarse en el presente año, a base de la **Gráfico 7**, se realiza un diagrama de causa y efecto (Ishikawa), en la cual se registra las causas más probables, por consiguiente, se efectuará otro diagrama de causa efecto colocando las de mayores incidencias que originarían el problema, las 19 causas que han sido consideradas en la **Tabla 19**, son resultado de una lluvia de ideas del personal de Mtto, supervisores y operadores de campo de la empresa Vicor Gas S.A., en la cual se puede decir que las causas más importantes serían las siguientes según la **Gráfico 8**, se concluye que, las principales causas recaen en primer lugar en la mano de obra que está ejecutando en la empresa Vicor Gas S.A., la cual es generada por la desmotivación del personal, en segundo lugar recae en la medición la cual generan falta de tiempo de las tareas que se planifican en programa, y en tercer lugar tenemos la métodos y su efecto sería falta de comunicación con el cliente y trabajadores de la empresa.

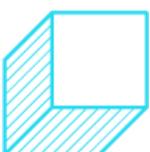
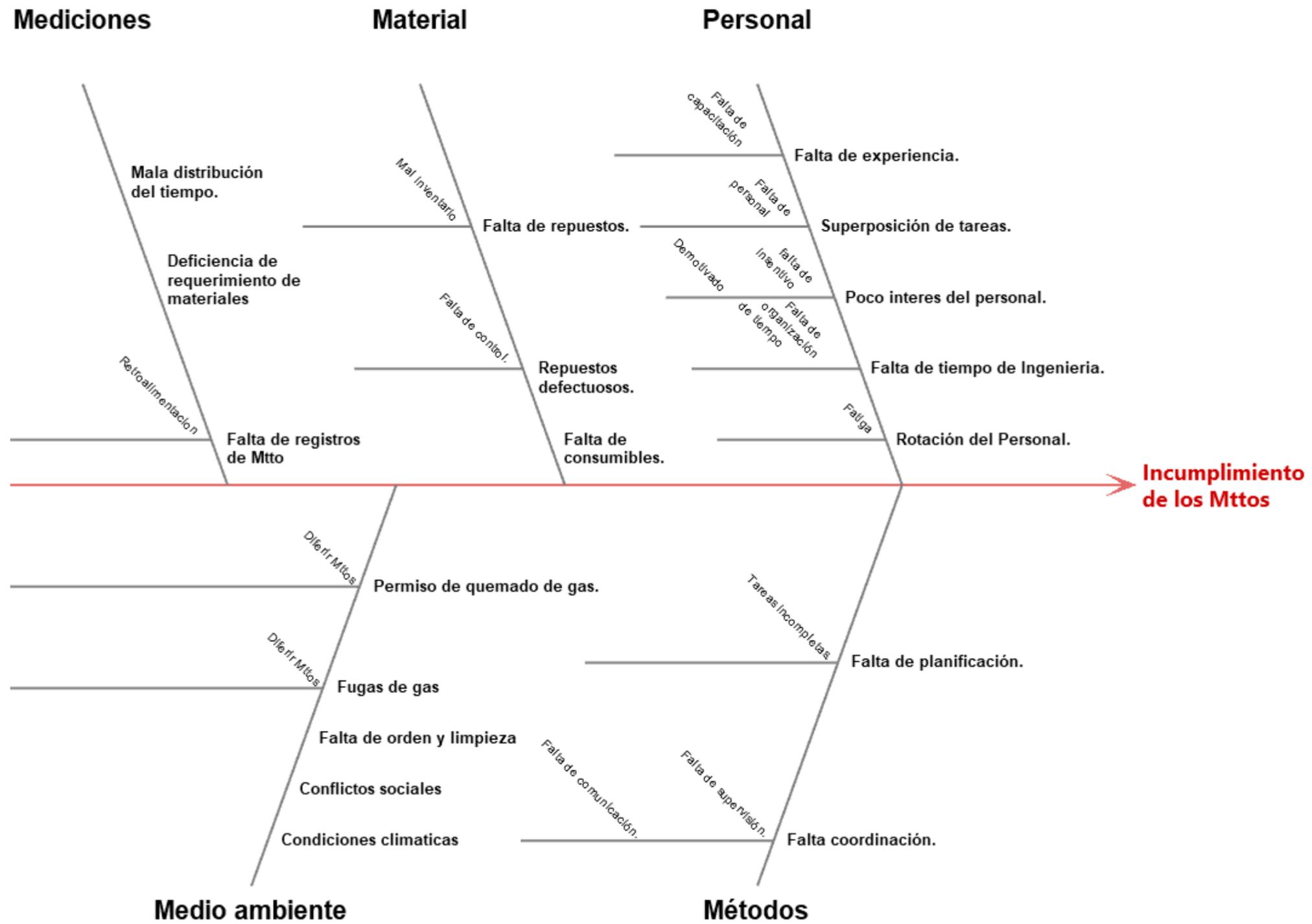




Gráfico 7
Variedad de Posibles Causas.

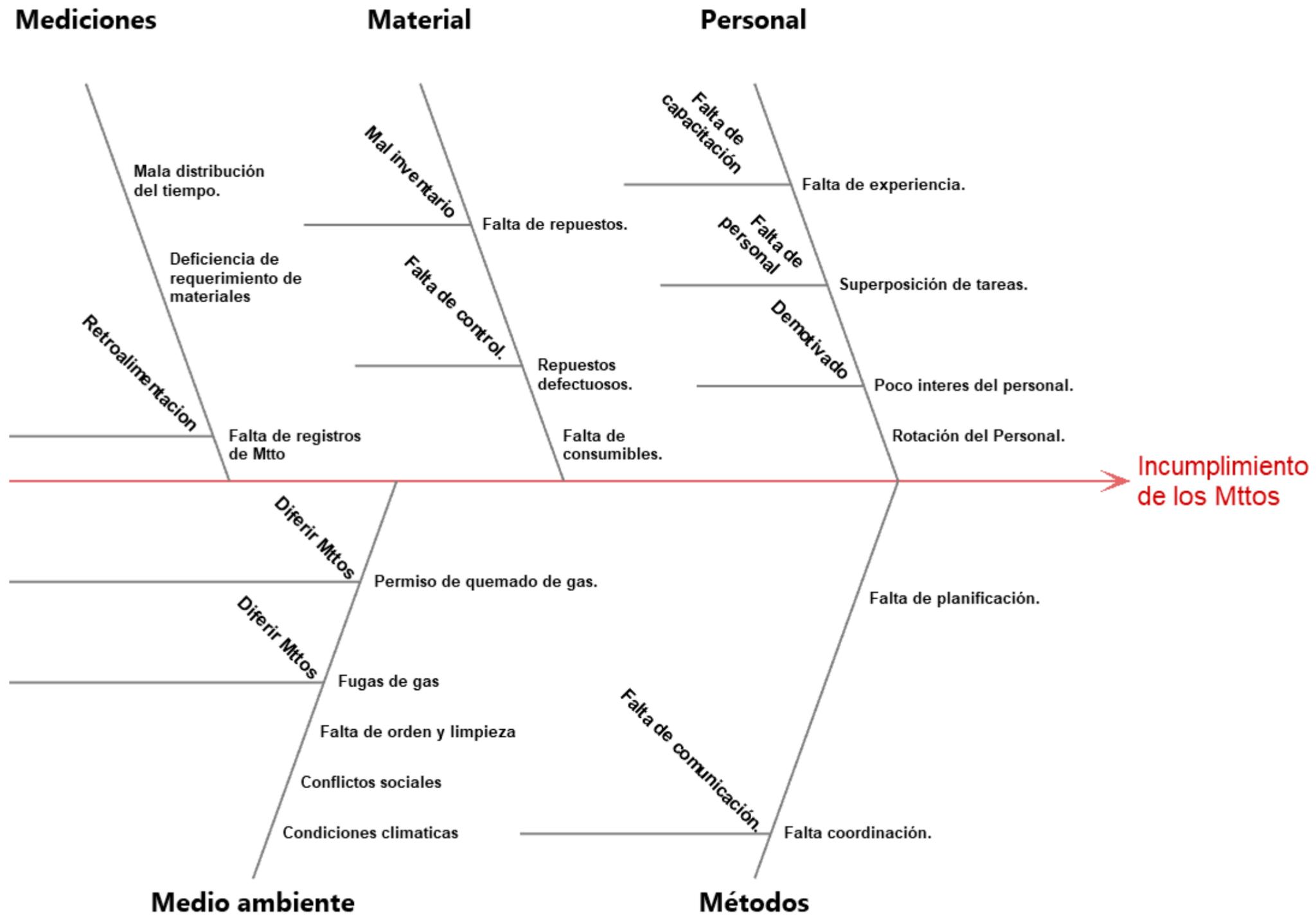


Fuente elaboración propia: (Vilela Cornejo, 2022)





Gráfico 8
Causas Principales



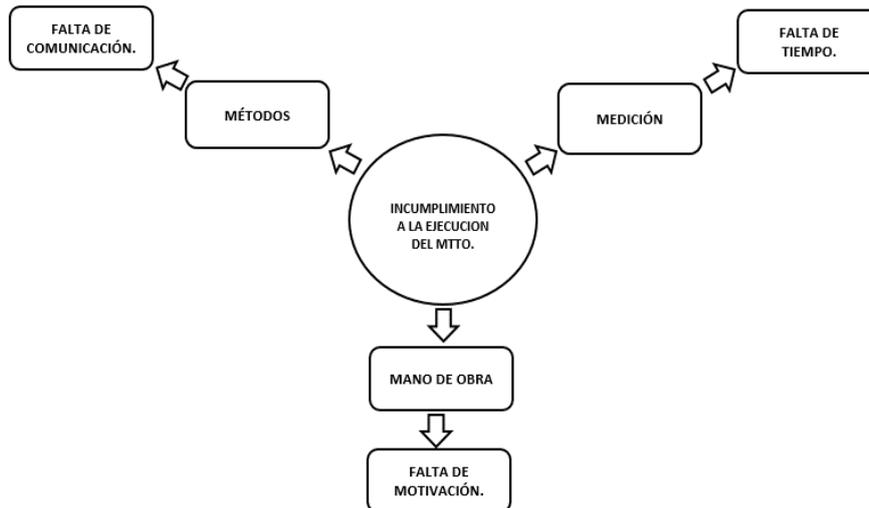
Fuente elaboración propia: (Vilela Cornejo, 2022)





A continuación, se muestra en la **Figura 9**, el resultado de las principales causas y sus efectos.

Figura 9
Principales Causas



Fuente elaboración propia: (Vilela Cornejo, 2022)³⁰

Tabla 20
Principales Causas

NOMBRE	FRECUENCIA	%	ACUMULADO	ACUMULADA
Mano de obra	14	24%	14	24%
medición	10	17%	24	41%
Método	10	17%	34	58%
Maquinaria	9	15%	43	73%
Materiales	8	14%	51	86%
Medio ambiente	8	14%	59	100%
TOTAL:	59			

Fuente elaboración propia: (Vilela Cornejo, 2022)³¹

³⁰ Como resultado de la lluvia de ideas que se efectuó con el personal de Mttto, supervisores y operadores se puede apreciar las principales incidencias que generan el no cumplimiento al proceso de mantenimiento.

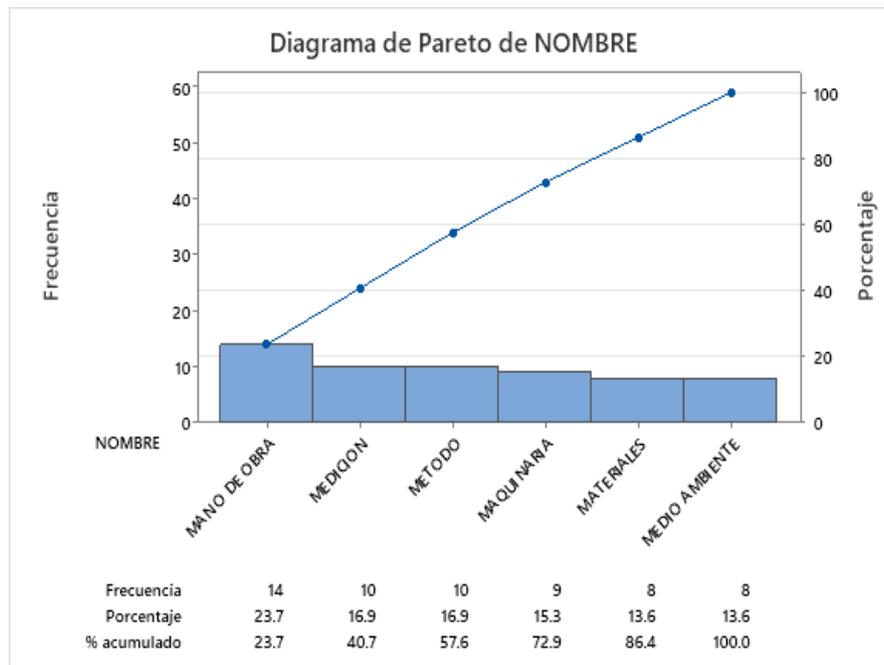
³¹ En la **Tabla 20**, presentamos el resumen de las principales causas que generarían la no ejecución de los mantenimientos de los equipos compresores de la empresa Vicor Gas S.A.





Gráfico 9

Principales Causas Diagrama de Pareto



Fuente elaboración propia: (Vilela Cornejo, 2022)³²

Considerar las medidas remedio

El motivo en cuanto al desarrollo del procedimiento del proceso de mantenimiento de compresores a gas natural nace de la necesidad de minimizar las paradas imprevistas generadas por el no cumplimiento de la programación de los mantenimientos que han sido planificados anteriormente.

En Vicor Gas tiene como principal objetivo cumplir sus actividades con calidad dentro y fuera de la empresa, respetando y cumpliendo las normas peruanas establecidas en el sector de hidrocarburos, respetando las políticas del medio ambiente, seguridad y salud en el trabajo, esto se cumple con estricto cuidado velando por la integridad de los trabajadores de manera responsable.

³² En la **Gráfico 9**, puede visualizar el diagrama de Pareto en lo que resumen las incidencias según su frecuencia acumulada y su porcentaje.





Cabe precisar que los trabajos de los mantenimientos de compresores a gas natural son realizados en sitio, quiere decir en campo, por tal motivo se debe de realizar una buena planificación de las tareas a ejecutar para así evitar demoras como por ejemplo falta de repuesto, falta herramientas, falta de instrumentos, demora en firma de los permisos de trabajos, etc., que deberían estar contemplados en la planificación.

Aplicando la metodología de PHVA se desea lograr mejorar el proceso de mantenimiento de los Compresores a gas natural para ofrecer al cliente una elevada disponibilidad de los equipos, basada en la mejora continua.

3.2.2. Segunda etapa del ciclo - Hacer

Es en esta etapa donde se desarrollará la estructura para la propuesta de actualización al proceso de mantenimiento de compresores a gas natural de la empresa Vicor Gas S.A., basada en la mejora continua.

Poner en práctica las medidas remedio

En la empresa Vicor Gas se aprecia que es el cliente que tiene la necesidad de obtener una mayor producción, es por eso que solicita el menor tiempo de la realización de los mantenimientos de compresores a gas natural, de tal manera que no se vea afectada la producción, por tal motivo se ven perjudicadas las tareas que son planificadas de acuerdo a lo recomendado por el fabricante ocasionando posteriormente paradas imprevistas, es por eso que se propone una actualización al proceso de los mantenimientos.

A continuación, apreciaremos la **Tabla 21**, en la cual está el proceso actual de la planificación de los mantenimientos de los compresores a gas natural que se han venido ejecutando en la empresa Vicor gas, el cual dicho proceso inicia con la petición del cliente que solicita el menor tiempo de ejecución, a base de este pedido se crea el plan anual de





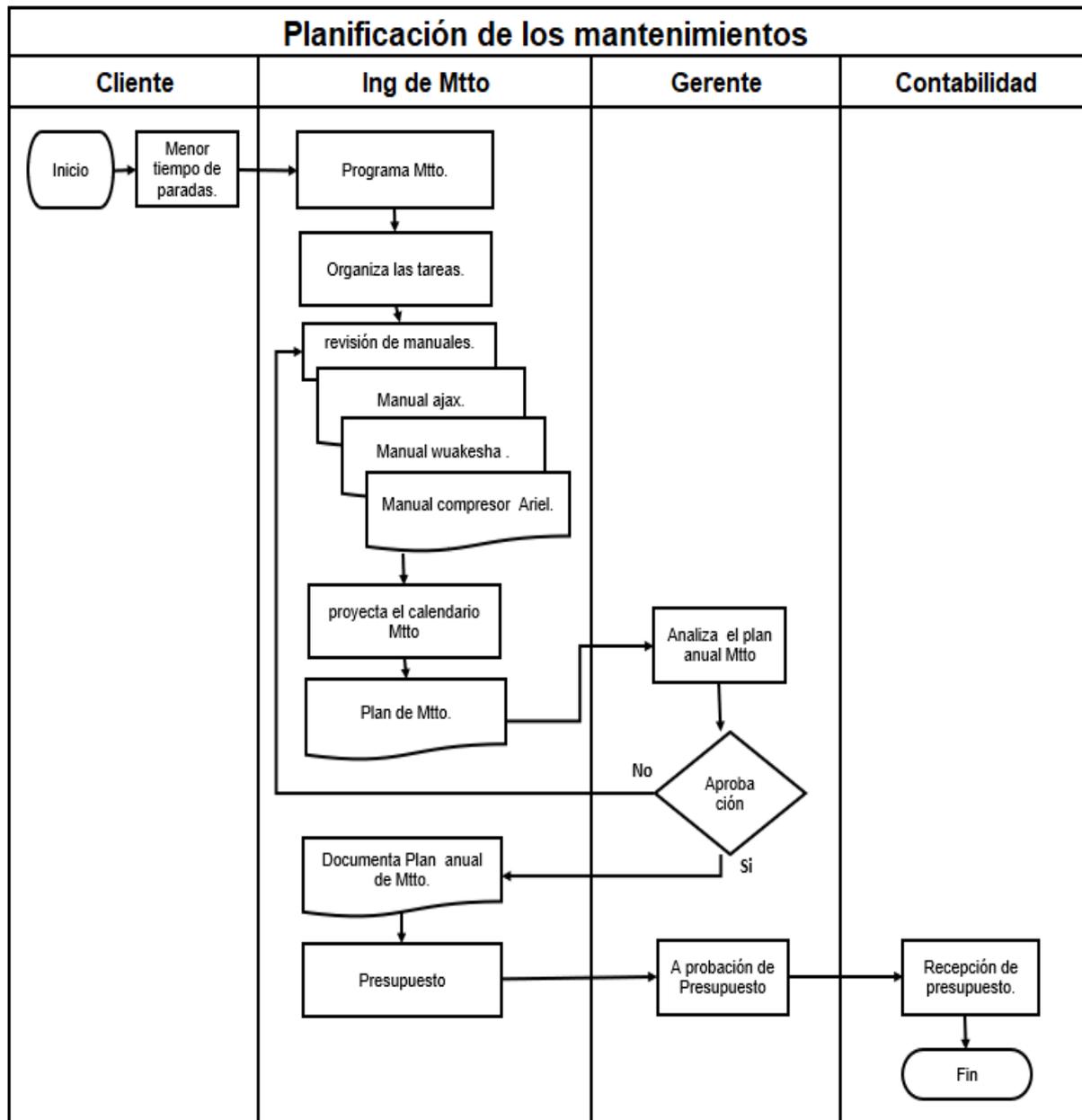
mantenimiento que es elaborado por el ingeniero de mantenimiento, como soporte para la elaboración del plan de mantenimiento utiliza como herramienta los Manuales escritos por los fabricantes, donde recomiendan la frecuencia de ciertas actividades que se deben realizar durante el periodo de funcionamiento de los compresores.

Elaborado el plan de mantenimiento es presentado al gerente para su revisión y de ser aprobado es documentado y enviado a las personas correspondientes para llevar a cabo dicha ejecución, cabe resaltar que se genera un presupuesto que es presentado al área de contabilidad como un presupuesto anual.





Tabla 21
Proceso de Planificación Mtto.



Fuente elaboración propia: (Vilela Cornejo, 2022)

En la **Gráfico 10**, Se puede apreciar un diagrama de Gantt, donde se observa las 4 semanas que fue el tiempo que duro la ejecución de la planificación de las actividades que estarán escritas en el plan anual de mantenimiento para su ejecución.





Gráfico 10
Diagrama de Gantt



Fuente elaboración propia: (Vilela Cornejo, 2022)

Como Observamos anteriormente el proceso de planificación de los mantenimientos se basa en las recomendaciones escritas en los manuales que los fabricantes han elaborado, pero se debe de considerar las referencias que están escritas en los registros de paradas de equipos como por ejemplos las tareas realizadas en los mantenimientos ya sea preventivo o correctivos, además se debe hacer un buen análisis de fallas para así realizar una correcta planificación del mantenimiento, como se está aplicando la mejora continua del PHVA, la planificación no solo va ser revisada cada año por el encargado de la planificación sino que también se incorporara a los supervisores de cada lote, mecánicos y operadores los cuales aportaran recomendaciones para dicha planificación que durará un periodo de un año, también la planificación será revisada cada mes con el propósito de actualizar





dichos procesos de mantenimiento de los compresores a gas natural como mejora continua.

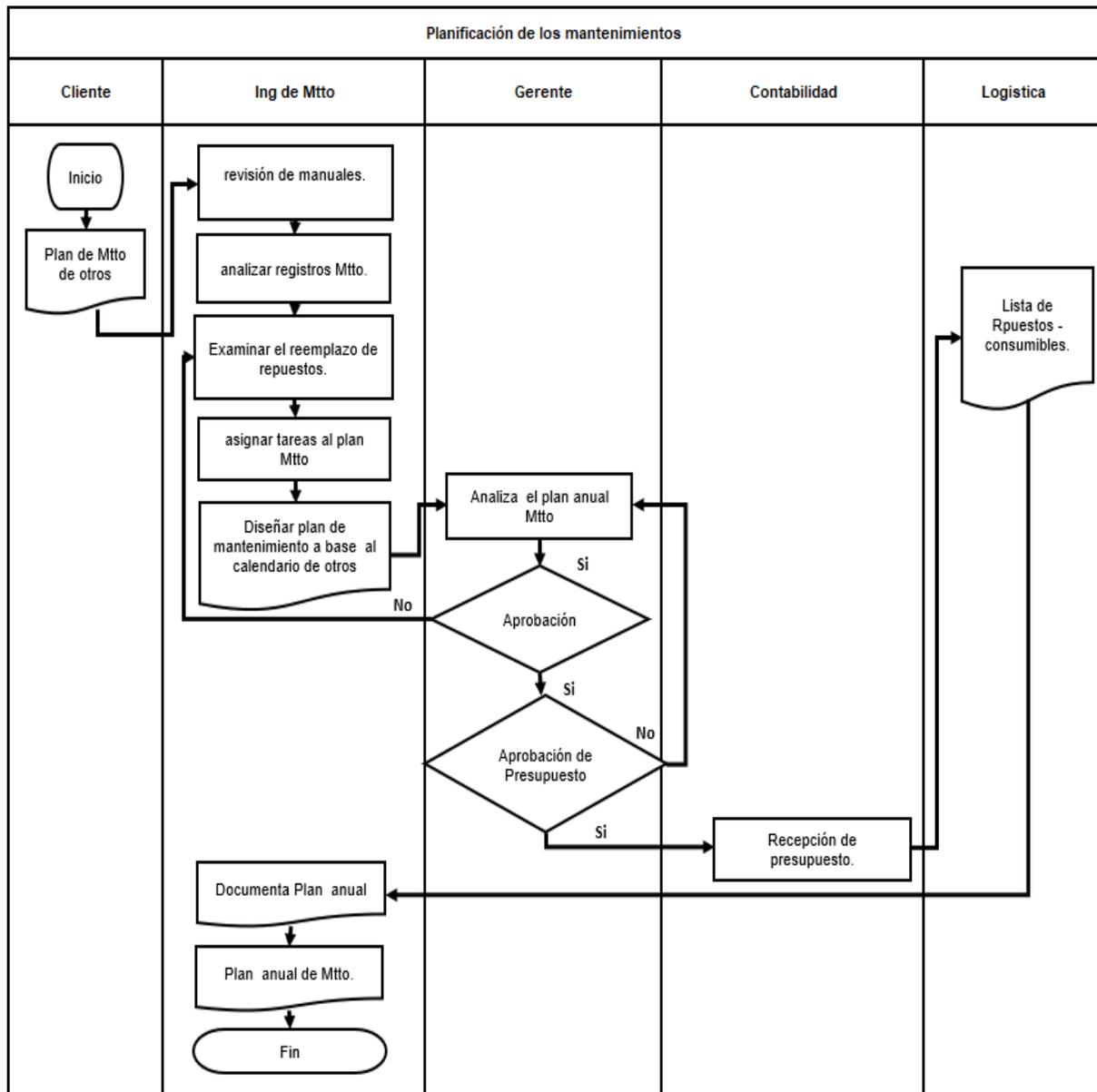
En el proceso actual tampoco se está solicitando las fechas de programación de otros equipos que el cliente tiene funcionando en otras estaciones compresoras las cuales originan reprogramación de los mantenimientos de los compresores a gas natural, y por ende este proceso de planificación se ve afectado, es por eso que se está involucrando al área logística en el proceso de planificación para que no suceda demoras en la entrega de repuestos, materiales, consumibles, maquinarias, etc.

A continuación, presentamos en la siguiente **Tabla 22**, la propuesta de actualización al proceso de mantenimiento de los compresores a gas natural de la empresa Vicor Gas S.A., ya que así lograremos minimizar las paradas imprevistas de los equipos que han sido ocasionadas por una mala programación de las tareas a ejecutar.





Tabla 22
Aporte a la Planificación de los Mantenimientos.



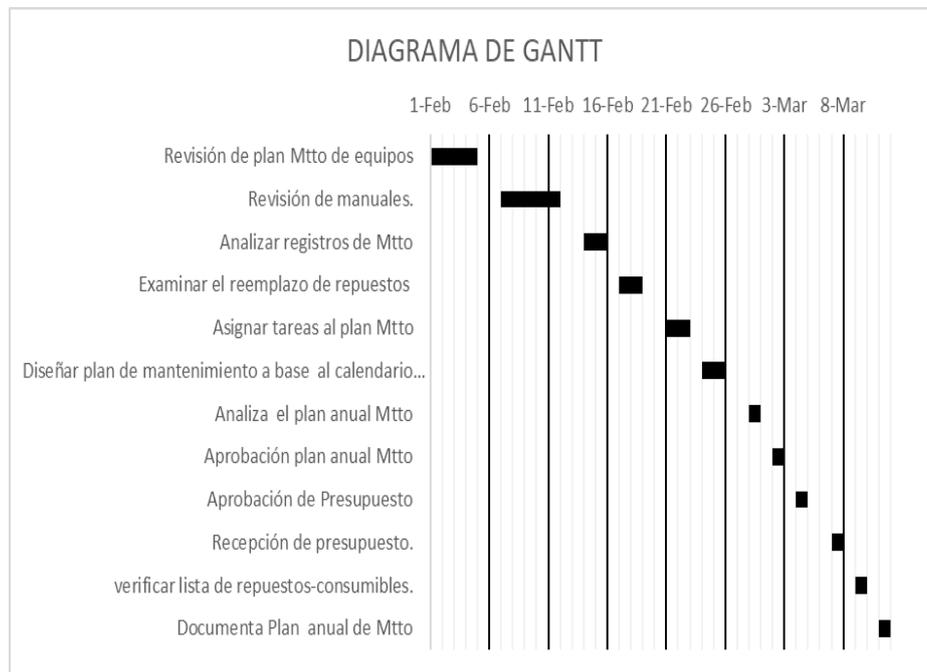
Fuente elaboración propia: (Vilela Cornejo, 2022)

En el **Gráfico 11**, se muestra el Diagrama de Gantt en la cual se aprecia el proceso de actualización de la planificación de los mantenimientos de compresores a gas natural de la empresa Vicor gas S.A.





Gráfico 11
Diagrama de Gantt.



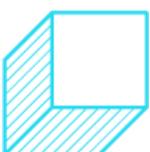
Fuente elaboración propia: (Vilela Cornejo, 2022)

3.2.3. Tercera etapa del ciclo - Verificar

En la tercera etapa de la mejora continua, estableceremos la actualización del proceso de mantenimiento de los compresores a gas natural de la empresa Vicor Gas S.A.

Revisar los resultados obtenidos

En la actualización del proceso de mantenimiento de los compresores a gas natural se está considerando poner énfasis en el análisis de las fallas, para lograr aquello se está incorporando el registro de fallas como el historial para poder ser agregados como punto de inicio en la planificación anual, con esto podremos minimizar las paradas imprevistas que son ocasionadas por la falta de cumplimiento de la programación de los mantenimientos preventivos que inicialmente han sido planificadas no de la mejor manera, porque no ha sido considerado el análisis eficiente de las fallas que ocasionan averías, las cuales





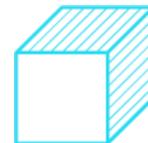
requieren un mayor tiempo para ser solucionadas, otro punto importante sería el cumplimiento de todas las actividades que han sido planificadas, pero muchas veces por pedido del cliente en poner en marcha al equipo perjudica la ejecución de las tareas y por ende causa paradas imprevistas por falta de realización de todas las actividades planeadas, lo que se quiere lograr es reducir el número de mantenimientos correctivos y así poder lograr minimizar las horas de paradas de los equipos compresores.

Con la actualización del proceso de mantenimiento de los compresores se consideró, el historial de fallas considerando las fallas más frecuentes que han ocasionado paradas de los equipos, se realizará un diagrama de Ishikawa para encontrar la causa del problema juntamente con el personal involucrado como operadores, supervisores y el área de mantenimiento, aquello va a ser el punto de partida para una retroalimentación al proceso de planificación de los mantenimientos de compresor a gas natural.

Podremos asegurar que con esta actualización al proceso de planificación evitaremos las improvisaciones y ejecutaremos lo planificado cumpliendo así la programación de las actividades, también se mejoró el canal de comunicación con el cliente a base de la solicitud de los planes de mantenimientos de sus equipos logrando así la satisfacción del cliente como de la empresa Vicor Gas S.A.

Las técnicas que se ha empleado para la verificación de las causas más frecuente que han originado las paradas intempestivas de los equipos, como menciona anterior mente en la **Tabla 18**, (motivo de paradas), con su respectivo diagrama de Pareto que se aprecia en el **Gráfico 6**.





3.2.4. Cuarta etapa del ciclo - Actuar

En esta cuarta y última etapa de la mejora continua, se implementará la actualización del proceso de mantenimiento de los compresores a gas natural de la empresa Vicor Gas S.A.

Prevenir la recurrencia del problema

Contar con un programa actualizado de mantenimiento nos ayudará a cumplir lo establecido en la planificación de los mantenimientos, en dicho programa se detallan todas las tareas a efectuar con el propósito de evitar las paradas intempestivas como han venido sucediendo por una deficiente planificación por parte del área de mantenimiento, es por eso que se implementara mejoras en el proceso de planificación como son, análisis de fallas, registros de mantenimientos, cumplimientos de cambios de repuestos según la recomendación del fabricante, distribución de repuestos y consumibles en el área logística, entre otros.

Como parte de la mejora continua este proceso de la planificación tendrá una actualización con una frecuencia más seguida para así poder considera alguna actividad que no ha sido programa dentro de la planificación, para lograr que el cumplimiento de lo planificado se seguirán las recomendaciones dadas en este trabajo de suficiencia profesional en la cual busca la solución de la causa raíz del no cumplimiento de los mantenimientos como también minimizar los mantenimientos correctivos de los equipos ya que el efecto es el no cumplimiento del programa de mantenimiento.

Después de cada mantenimiento de los equipos se llenará un registro de todas las actividades que se han realizado, como también los comentarios y las tareas pendientes que no ha se han podido solucionar ya sea por el poco tiempo, por falta de repuesto, por demoras en la firma de permisos entre otros, esto servirá como retroalimentación para futuras planificaciones de los mantenimientos.





Tabla 23
Historial de Paradas Intempestivas

Frec	Alta P de succión.	Baja P de succión.	Alta T cilindro motriz.	Vibración de equipos	Baja velocidad.	Sist de ignición.	Fajas de cooler.	Alta T cilindro compresor.	Alto nivel de líquidos.	No flow (lubricación).	Alta P de descarga.	Fuga de gas en cooler.	Bomba de agua.	Baja P de descarga.	sobrevelocidad.	Corte energía eléctrica.	Gas combustible.	Bajo nivel de aceite.	Válvulas de seguridad.	Bajo nivel de aceite en CL.	Bajo V de baterías.	Alta TH2O motor.	Bajo nivel de agua.
1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						
4	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X										
5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X										
6	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X												
7	X	X	X	X	X	X	X	X															
8	X	X	X	X	X	X	X																
9	X	X	X	X																			
10	X	X	X	X																			
11	X	X	X																				
12	X	X	X																				
13	X	X	X																				
14	X	X	X																				
15	X	X	X																				
16	X	X	X																				
17	X	X	X																				
18	X	X																					
19	X	X																					
20	X	X																					

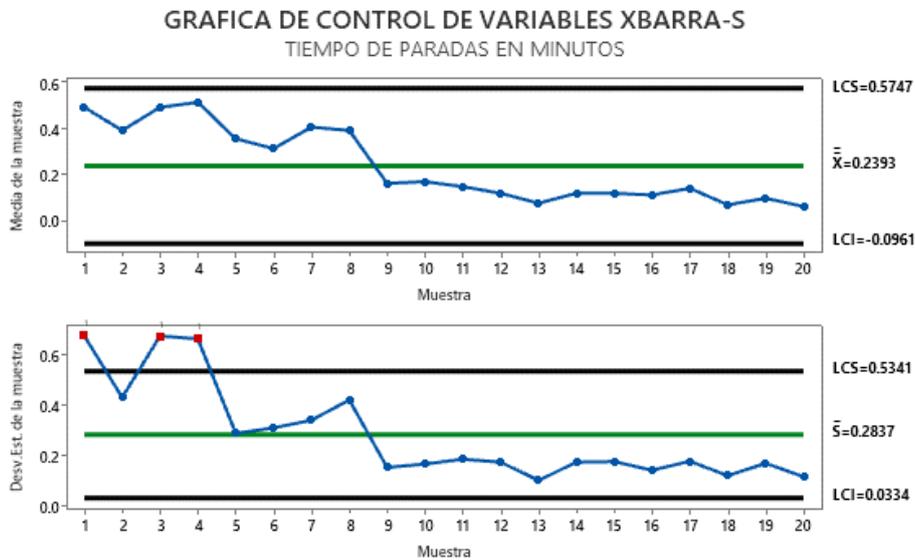
Fuente elaboración propia: (Vilela Cornejo, 2022)³³

³³ En la presente **Tabla 23**, se representa con una X la frecuencia de paradas por los siguientes motivos que se encuentran en la parte superior, y la mayor incidencia de paradas son por alta presión de succión, baja presión de succión y alta temperatura de cilindro motriz.



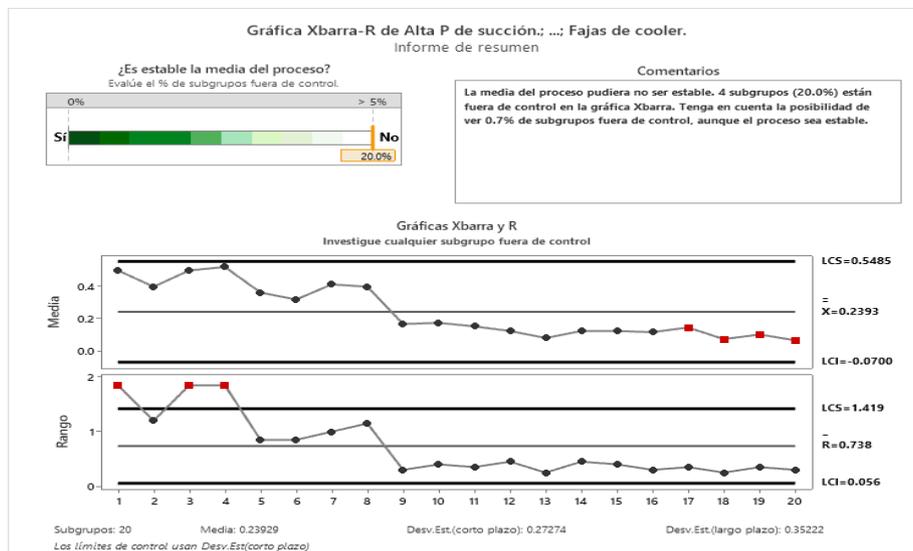


Gráfico 12
Gráfico de Control 1



Fuente elaboración propia: (Vilela Cornejo, 2022)³⁴

Gráfico 13
Gráfico de Control 2



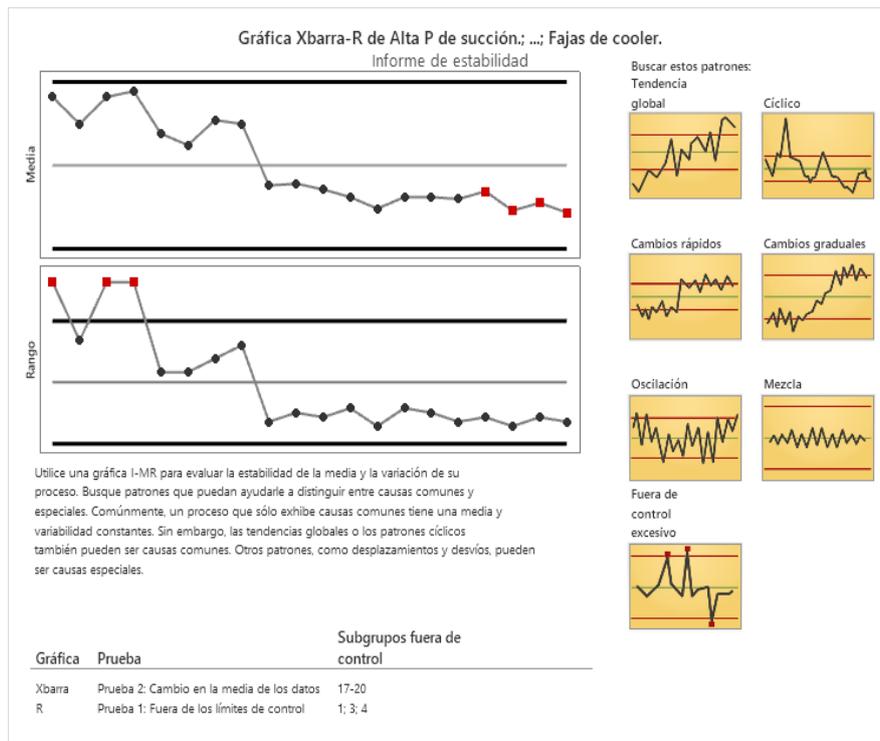
Fuente elaboración propia: (Vilela Cornejo, 2022)

³⁴ En los gráficos de control (**Gráfico 12** y **Gráfico 13**), se aprecia que existe una variación en cuatro subgrupos. La media y la variación del proceso pudieran no ser estables. 4 (20.0%) subgrupos están fuera de control en la gráfica Xbarra.





Gráfico 14
Gráfico de Control 3



Fuente elaboración propia: (Vilela Cornejo, 2022)³⁵

Conclusión de la metodología

Mediante la elaboración de este trabajo de suficiencia profesional se ha venido recaudando información en la cual se describe con documentos y datos específicos e información detallada sobre la problemática que ha venido teniendo la empresa Vicor Gas S.A., en lo que respecta a las paradas intempestivas de los equipos debido a la mala coordinación al realizar los mantenimientos de los compresores en el tiempo establecido dentro de la planificación, la cual dicha elaboración de trabajo de suficiencia profesional tiene como ideal dar la solución ante esta problemática, realizando de inmediato la actualización del proceso de mantenimiento de los compresores a gas natural de la empresa Vicor Gas S.A., se va cumplir con responsabilidad y eficacia la nueva

³⁵ En el **Gráfico 14**, se muestra que existen 4 puntos fuera de control excesivo a causa de un mayor tiempo de paradas de los equipos compresores.



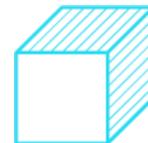


planificación y programación de dichos mantenimientos de motores y compresores a gas natural de la empresa antes mencionada, esta actualización ayudara con el gran desarrollo de la mejora continua, el ejecutar sus actividades será con mucha capacidad profesional y alta calidad de mejora.

Es por tal motivo que se propone de llevar dicho trabajo de suficiencia profesional a la gerencia de la empresa Vicor Gas S.A., con un buen plan de mantenimiento para que así tengan en cuenta su ejecución y difusión de manera interna y externa llevando a cumplirse continuamente dichos mantenimientos de acuerdo con los requerimientos, necesidades y expectativas de las partes interesadas en la empresa Vicor Gas S.A.

Esta actividad de cumplimiento de buena planificación de los mantenimientos de compresores ayudara a minimizar las paradas intempestivas, como también los mantenimientos correctivos de equipos logrando así reducir los costos de mantenimiento y llevando al éxito de la empresa Vicor Gas S.A.





3.3. COSTOS DEL PROYECTO

Para la realización de la actualización del proceso de mantenimiento de los compresores a gas natural, se ha creído conveniente tener en cuenta los costos que se generaran para dicha propuesta de mejora en sus procesos, a continuación, detallaremos en la siguiente **Tabla 24**, los costos generados del personal involucrado en la planificación anual de los mantenimientos de compresores a gas natural, cabe precisar que la planificación anual se realizara en conjunto con el área de mantenimiento, operadores, mecánicos, gerente, y supervisores con el propósito de llevar a cabo una buena planificación.

Tabla 24
Costos Vinculados a la Planificación

Descripción	Cant. personal	Días Empleados	Jornada laboral en H	Total de H	Sueldo Base	Sueldo Diario	Sueldo por Horas	Costo mensual	Costo total mensual
Ing. De Mtto	1	13	8	104	S/ 6,000.00	S/ 200.00	S/ 25.00	S/ 2,600.00	S/ 2,600.00
Mecánicos	2	4	8	32	S/ 4,000.00	S/ 133.33	S/ 16.67	S/ 533.33	S/ 1,066.67
Operadores	3	4	8	32	S/ 3,000.00	S/ 100.00	S/ 12.50	S/ 400.00	S/ 1,200.00
Gerente	1	3	8	24	S/10,000.00	S/ 333.33	S/ 41.67	S/ 1,000.00	S/ 1,000.00
Contador	1	1	8	8	S/ 4,000.00	S/ 133.33	S/ 16.67	S/ 133.33	S/ 133.33
Logística	1	1	8	8	S/ 3,500.00	S/ 116.67	S/ 14.58	S/ 116.67	S/ 116.67
								S/ 4,783.33	S/ 6,116.67

Fuente elaboración propia: (Vilela Cornejo, 2022)

Como parte de la mejora continua se han tenido en cuenta una serie de capacitaciones a raíz de las posibles causas que se han detectado en las distintas reuniones donde se han generado una serie de lluvias de ideas para poder encontrar el origen del no cumplimiento de las planificaciones de los mantenimientos, esto conllevara a fortalecer a todo el personal que participa directa e indirectamente en la planificación y ejecución de dichos mantenimientos.





A continuación, presentamos la **Tabla 25**, en la cual mostramos los costos a realizar para las distintas capacitaciones, estas capacitaciones ayudarán al personal para fortalecer sus conocimientos con los que respecta a los mantenimientos.

Tabla 25
Costo Asociados a las Capacitaciones

Descripción	Días Empleados	Horas de capacitación	Cant. personal a capacitar.	Costo del curso	Costo Total
Capacitación del personal (Proceso de Mtto).	5	8	11	S/ 200.00	S/ 2,200.00
Capacitación del personal en temas de Seguridad.	2	5	11	S/ 200.00	S/ 2,200.00
Capacitación de la metodología PHVA.	2	5	13	S/ 220.00	S/ 2,860.00
Cursos de herramientas de calidad.	1	5	13	S/ 200.00	S/ 2,600.00
Talleres.	5	2	11	S/ 100.00	S/ 1,100.00
S/					10,960.00

Fuente elaboración propia: (Vilela Cornejo, 2022)

En la siguiente **Tabla 26**, se da a conocer los costos que generan todo el personal involucrado en la ejecución de un mantenimiento, en una jornada laboral de 8 horas, en las cuales muchas veces no se ejecutan todas las tareas programadas por falta de tiempo y falta de personal.





Tabla 26

Costos del Personal Involucrado en el Mtto Preventivos y/o Correctivos.

Descripción	Cant personal	Jornada laboral en H	Sueldo Base	Sueldo Diario	Sueldo por Horas	Costo mensual	Costo total mensual
Ing. De Mtto	1	8	S/ 6,000.00	S/ 200.00	S/ 25.00	S/ 200.00	S/ 200.00
Mecánicos.	2	8	S/ 4,000.00	S/ 133.33	S/ 16.67	S/ 133.33	S/ 266.67
Operadores	2	8	S/ 3,000.00	S/ 100.00	S/ 12.50	S/ 100.00	S/ 200.00
						S/ 433.33	S/ 666.67

Fuente elaboración propia: (Vilela Cornejo, 2022)

En la **Tabla 27**, se muestra el costo del personal involucrado por horas de parada, en los Mantenimientos de los compresores a gas natural de la empresa Vicor gas.

Tabla 27

Costo del Personal Mtto

MESES	UNIDAD	EQUIPO	MODELO	OPERACIÓN	COSTO DE ALQUILER	PARADA Hrs/MES	COSTO DE PERSONAL
Enero	C1	Motocompresor	DPC 2803	LOTE X	S/ 72,000.00	9	S/ 1,518.75
Febrero	C1	Motocompresor	DPC 2803	LOTE X	S/ 72,000.00	5.3	S/ 894.38
Marzo	C1	Motocompresor	DPC 2803	LOTE X	S/ 72,000.00	10	S/ 1,687.50
Abril	C1	Motocompresor	DPC 2803	LOTE X	S/ 72,000.00	15	S/ 2,531.25
Mayo	C1	Motocompresor	DPC 2803	LOTE X	S/ 72,000.00	2.45	S/ 413.44
Junio	C1	Motocompresor	DPC 2803	LOTE X	S/ 72,000.00	1	S/ 168.75
Julio	C1	Motocompresor	DPC 2803	LOTE X	S/ 72,000.00	54.15	S/ 9,137.81
Agosto	C1	Motocompresor	DPC 2803	LOTE X	S/ 72,000.00	18.15	S/ 3,062.81
Setiembre	C1	Motocompresor	DPC 2803	LOTE X	S/ 72,000.00	1	S/ 168.75
Octubre	C1	Motocompresor	DPC 2803	LOTE X	S/ 72,000.00	6	S/ 1,012.50
Noviembre	C1	Motocompresor	DPC 2803	LOTE X	S/ 72,000.00	11.45	S/ 1,932.19
Diciembre	C1	Motocompresor	DPC 2803	LOTE X	S/ 72,000.00	17	S/ 2,868.75
					S/864,000.00	150.5	/25,396.88

Fuente elaboración propia: (Vilela Cornejo, 2022)





En la **Tabla 28**, se muestra el costo por parada por horas no trabajadas de los equipos compresores a gas natural de la empresa Vicor gas.

Tabla 28
Costos por Paradas de Equipos

MESES	UNIDAD	EQUIPO	MODELO	OPERACIÓN	COSTO Del SERVICIO	PARADA HRAS/MES	COSTO POR PARADA/HORA	TOTAL /PARADA
ENERO	C1	MOTOCOMPRESOR	DPC 2803	LOTE X	S/ 72,000.00	9	S/ 150.00	S/ 1,350.00
FEBRERO	C1	MOTOCOMPRESOR	DPC 2803	LOTE X	S/ 72,000.00	5.3	S/ 150.00	S/ 795.00
MARZO	C1	MOTOCOMPRESOR	DPC 2803	LOTE X	S/ 72,000.00	10	S/ 150.00	S/ 1,500.00
ABRIL	C1	MOTOCOMPRESOR	DPC 2803	LOTE X	S/ 72,000.00	15	S/ 150.00	S/ 2,250.00
MAYO	C1	MOTOCOMPRESOR	DPC 2803	LOTE X	S/ 72,000.00	2.45	S/ 150.00	S/ 367.50
JUNIO	C1	MOTOCOMPRESOR	DPC 2803	LOTE X	S/ 72,000.00	1	S/ 150.00	S/ 150.00
JULIO	C1	MOTOCOMPRESOR	DPC 2803	LOTE X	S/ 72,000.00	54.15	S/ 150.00	S/ 8,122.50
AGOSTO	C1	MOTOCOMPRESOR	DPC 2803	LOTE X	S/ 72,000.00	18.15	S/ 150.00	S/ 2,722.50
SETIEMBRE	C1	MOTOCOMPRESOR	DPC 2803	LOTE X	S/ 72,000.00	1	S/ 150.00	S/ 150.00
OCTUBRE	C1	MOTOCOMPRESOR	DPC 2803	LOTE X	S/ 72,000.00	6	S/ 150.00	S/ 900.00
NOVIEMBRE	C1	MOTOCOMPRESOR	DPC 2803	LOTE X	S/ 72,000.00	11.45	S/ 150.00	S/ 1,717.50
DICIEMBRE	C1	MOTOCOMPRESOR	DPC 2803	LOTE X	S/ 72,000.00	17	S/ 150.00	S/ 2,550.00
					S/ 864,000.00	150.5		S/ 22,575.00

Fuente elaboración propia: (Vilela Cornejo, 2022)





En la **Tabla 29**, se muestra el costo por repuestos y el consumo de aceite mensual de los compresores a gas natural de la empresa Vicor gas.

Tabla 29
Costos por Repuestos y Aceite

MESES	UNIDAD	EQUIPO	MODELO	OPERACIÓN	COSTO/ RESPUESTOS	COSTO/ ACEITE MOBIL
ENERO	C1	MOTOCOMPRESOR	DPC 2803	LOTE X	S/ 2,160.00	S/ 1,900.00
FEBRERO	C1	MOTOCOMPRESOR	DPC 2803	LOTE X	S/ 2,160.00	S/ 1,900.00
MARZO	C1	MOTOCOMPRESOR	DPC 2803	LOTE X	S/ 2,160.00	S/ 1,900.00
ABRIL	C1	MOTOCOMPRESOR	DPC 2803	LOTE X	S/ 2,160.00	S/ 1,900.00
MAYO	C1	MOTOCOMPRESOR	DPC 2803	LOTE X	S/ 2,160.00	S/ 1,900.00
JUNIO	C1	MOTOCOMPRESOR	DPC 2803	LOTE X	S/ 2,160.00	S/ 1,900.00
JULIO	C1	MOTOCOMPRESOR	DPC 2803	LOTE X	S/ 2,160.00	S/ 1,900.00
AGOSTO	C1	MOTOCOMPRESOR	DPC 2803	LOTE X	S/ 2,160.00	S/ 1,900.00
SETIEMBRE	C1	MOTOCOMPRESOR	DPC 2803	LOTE X	S/ 2,160.00	S/ 1,900.00
OCTUBRE	C1	MOTOCOMPRESOR	DPC 2803	LOTE X	S/ 2,160.00	S/ 1,900.00
NOVIEMBRE	C1	MOTOCOMPRESOR	DPC 2803	LOTE X	S/ 2,160.00	S/ 1,900.00
DICIEMBRE	C1	MOTOCOMPRESOR	DPC 2803	LOTE X	S/ 2,160.00	S/ 1,900.00
					S/ 25,920.00	S/ 22,800.00

Fuente elaboración propia: (Vilela Cornejo, 2022)





En la **Tabla 30**, se muestra el flujo de caja mensual de los compresores a gas natural de la empresa Vicor gas, cabe resaltar que el alquiler de los compresores es de acuerdo con la capacidad de desplazamiento del gas en MMSFCD.

Tabla 30
Flujo de Caja

MESES	0	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Flujo en MMSFCD		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Cantidad en soles		S/ 162,000	S/ 162,000	S/ 162,000									
Ingresos		S/ 162,000	S/ 162,000	S/ 162,000									
											SUMA TOTAL:	S/. 1,944,000	

Fuente elaboración propia: (Vilela Cornejo, 2022)

En la **Tabla 31**, se muestra el costo de depreciación de los compresores a gas natural de la empresa Vicor gas, con su valor por repotenciación.





Tabla 31
Depreciación del Equipo

DEPRECIACIÓN	0	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Maquina usada	S/.864,000												
inversión reparación repotenciación	S/.100,000												
Valor de recupero													
Gastos de depreciación		S/. 86,400											
Vida de la maquinas /equipos (años)	10												
Edificaciones													
Alquiler de oficinas	S/. 8,000												

Fuente elaboración propia: (Vilela Cornejo, 2022)

En la **Tabla 32**, se muestra el costo fijo que se generan en la empresa Vicor gas.





Tabla 32
Costos Fijos

MESES	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	CANTIDAD
Maquina usada				S/ 960,000									S/ 960,000
Inversión reparación repotenciación													S/. 0
Compra de terreno													S/. 0
Oficinas	S/. 8,000	S/. 8,000	S/. 8,000	S/. 8,000	S/. 8,000	S/. 8,000	S/. 8,000	S/. 8,000	S/. 8,000	S/. 8,000	S/. 8,000	S/. 8,000	S/. 65,000
Luz-agua	S/ 1,000	S/ 1,000	S/ 1,000	S/ 1,000	S/ 1,000	S/ 1,000	S/ 1,000	S/ 1,000	S/ 1,000	S/ 1,000	S/ 1,000	S/ 1,000	12

Fuente elaboración propia: (Vilela Cornejo, 2022)

En la **Tabla 33**, se muestra el costo por mano de obra del personal que labora en la empresa Vicor gas.





Tabla 33
Mano de Obra

Mano de obra		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Número de personas	Precio x hora	Total, a pagar											
9	4.5	S/. 29,160	S/. 29,160										

Fuente elaboración propia: (Vilela Cornejo, 2022)

En la **Tabla 33**, se muestra el costo fijo del personal administrativo que labora en la empresa Vicor gas.





Tabla 34
Costos Fijos

COSTOS DE MANTENIMIENTO MENSUAL	TOTAL, AÑO
S/. 6,000	S/. 72,000
Sueldo para el gerente mensual	Total, año
S/. 10,000	S/. 120,000
Gastos administrativos mensual	Total, año
S/. 18,000	S/. 216,000
Inversiones	Total, año

Fuente elaboración propia: (Vilela Cornejo, 2022)

En la **Tabla 35** y **Tabla 36**, se muestra el flujo económico de la empresa Vicorgas, con su respectivo VAN y TIR.





Tabla 35
Flujo Económico

MESES	0	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Flujo en MMSFCD cantidad en soles		S/ 162,000											
ingresos		S/ 162,000											
MMSFCD													
\$ 15,000.00													
3.6													
S/ 54,000.00													
\$ 240,000.00	\$ 864,000												
Depreciación	0	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Maquina usada	S/ 864,000												
Inversion reparacion repotencion	S/ 100,000												
Valor de recupero													
Gastos de depreciación		S/ 86,400											
Vida de la maquinas /equipos (años)	10												
Edificaciones													
Alquiler de oficinas	S/ 8,000												
MESES	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	CANTIDAD
Maquina usada				S/ 960,000									S/ 960,000
Inversion reparacion repotencion													S/ 0
Compra de terreno													S/ 0
Oficinas	S/ 8,000	S/ 65,000											
Luz-agua	S/ 1,000	12											
Mano de obra		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Numero de personas	Precio x hora	Total a pagar											
9	4.5	S/ 29,160											
Costos de mantenimiento mensual	Total año												
S/ 6,000	S/ 72,000												
Sueldo para el gerente mensual	Total año												
S/ 10,000	S/ 120,000												
Gastos administrativos mensual	Total año												
S/ 18,000	S/ 216,000												
Inversiones	Total año												

Fuente elaboración propia: (Vilela Cornejo, 2022)





Tabla 36
Flujo Económico

FLUJO ECONOMICO	0	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
INGRESOS AFECTOS A IMPUESTO													
Ventas mensuales		S/. 162,000											
Valor de recuperación de la máquina													
Valor de recuperación del terreno													
Valor de recuperación de edificaciones													
- EGRESOS AFECTOS A IMPUESTOS													
Costo Fijos		-S/. 22,160											
Costo variable		-S/. 4,769	-S/. 3,589	-S/. 5,088	-S/. 6,681	-S/. 2,681	-S/. 2,219	-S/. 19,160	-S/. 7,685	-S/. 2,219	-S/. 3,813	-S/. 5,550	-S/. 7,319
Costos de mantenimiento		-S/. 2,160											
Pago gerente		-S/. 10,000											
gastos administrativos		-S/. 18,000											
- GASTOS NO DESEMBOLSABLES													
-Depreciación máquina													
-Depreciación galpón oficinas													
-Depreciación del cerco													
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTO		S/. 104,911	S/. 106,091	S/. 104,593	S/. 102,999	S/. 106,999	S/. 107,461	S/. 90,520	S/. 101,995	S/. 107,461	S/. 105,868	S/. 104,130	S/. 102,361
- Impuesto a la renta (18%)		-S/. 18,884	-S/. 19,096	-S/. 18,827	-S/. 18,540	-S/. 19,260	-S/. 19,343	-S/. 16,294	-S/. 18,359	-S/. 19,343	-S/. 19,056	-S/. 18,743	-S/. 18,425
UTILIDAD DESPUES DEL IMPUESTO		S/. 86,027	S/. 86,994	S/. 85,766	S/. 84,459	S/. 87,739	S/. 88,118	S/. 74,226	S/. 83,636	S/. 88,118	S/. 86,811	S/. 85,387	S/. 83,936
+ AJUSTE POR GASTOS NO DESEMBOLSABLES													
+Depreciación		S/. 86,400											
+Depreciación galpón oficinas													
+Depreciación del cerco													
- EGRESOS NO AFECTOS A IMPUESTOS													
+ BENEFICIOS NO AFECTO A IMPUESTO													
INVERSION INICIAL													
Maquinaria y Equipo		-864000											
Repotenciación		-100000											
Capital de Trabajo recuperación del capital de trabajo													
FLUJO ECONOMICO NETO	-S/	S/											
	964,000	172,427	173,394	172,166	170,859	174,139	174,518	160,626	170,036	174,518	173,211	171,787	170,336
VAN	S/. 205,768												
TIR	14%												

Fuente elaboración propia: (Vilela Cornejo, 2022)





Tabla 37
Flujo Económico con la Mejora

FLUJO ECONÓMICO	0	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
INGRESOS AFECTOS A IMPUESTO													
Venta mensuales		S/. 162,000	S/. 162,000	S/. 162,000	S/. 162,000	S/. 162,000	S/. 162,000	S/. 162,000	S/. 162,000	S/. 162,000	S/. 162,000	S/. 162,000	S/. 162,000
Valor de recuperación de la maquina													
Valor de recuperación del terreno													
Valor de recuperación de edificaciones													
- EGRESOS AFECTOS A IMPUESTOS													
Costo Fijos		-S/. 22,160											
Costo variable		S/. 1,900	S/. 1,900	-S/. 5,088	S/. 1,900	S/. 1,900	-S/. 2,219	S/. 1,900	S/. 1,900	-S/. 2,219	S/. 1,900	S/. 1,900	-S/. 7,319
Costos de mantenimiento				-S/. 2,160			-S/. 2,160			-S/. 2,160			-S/. 2,160
Pago gerente		-S/. 10,000	-S/. 10,000	-S/. 10,000	-S/. 10,000	-S/. 10,000	-S/. 10,000	-S/. 10,000	-S/. 10,000	-S/. 10,000	-S/. 10,000	-S/. 10,000	-S/. 10,000
Gastos administrativos		-S/. 18,000	-S/. 18,000	-S/. 18,000	-S/. 18,000	-S/. 18,000	-S/. 18,000	-S/. 18,000	-S/. 18,000	-S/. 18,000	-S/. 18,000	-S/. 18,000	-S/. 18,000
- GASTOS NO DESEMBOLSABLES													
-Depreciación maquina													
-Depreciación galpón oficinas													
-Depreciación del cerco													
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTO		S/. 113,740	S/. 113,740	S/. 104,593	S/. 113,740	S/. 113,740	S/. 107,461	S/. 113,740	S/. 113,740	S/. 107,461	S/. 113,740	S/. 113,740	S/. 102,361
- Impuesto a la renta (18%)		-S/. 20,473	-S/. 20,473	-S/. 18,827	-S/. 20,473	-S/. 20,473	-S/. 19,343	-S/. 20,473	-S/. 20,473	-S/. 19,343	-S/. 20,473	-S/. 20,473	-S/. 18,425
UTILIDAD DESPUES DEL IMPUESTO		S/. 93,267	S/. 93,267	S/. 85,766	S/. 93,267	S/. 93,267	S/. 88,118	S/. 93,267	S/. 93,267	S/. 88,118	S/. 93,267	S/. 93,267	S/. 83,936
+ AJUSTE POR GASTOS NO DESEMBOLSABLES													
+Depreciación		S/. 86,400	S/. 86,400	S/. 86,400	S/. 86,400	S/. 86,400	S/. 86,400	S/. 86,400	S/. 86,400	S/. 86,400	S/. 86,400	S/. 86,400	S/. 86,400
+Depreciación galpón oficinas													
+Depreciación del cerco													
- EGRESOS NO AFECTOS A IMPUESTOS													
+ BENEFICIOS NO AFECTO A IMPUESTO													
INVERSION INICIAL													
Maquinaria y Equipo		-864000											
repotenciacion		-100000											
Capital de Trabajo recuperacion del capital de trabajo													
FLUJO ECONOMICO NETO	-S/	964,000	S/ 179,667	S/ 179,667	S/ 172,166	S/ 179,667	S/ 179,667	S/ 174,518	S/ 179,667	S/ 179,667	S/ 174,518	S/ 179,667	S/ 170,336
VAN		S/. 246,496											
		S/. 224,087											
TIR		15%											

Fuente elaboración propia: (Vilela Cornejo, 2022)³⁶

³⁶ En la **Tabla 37**, se muestra el flujo económico con la mejora reduciendo las horas de paradas por Mtto correctivos.





3.4. CRONOGRAMA DEL PROYECTO

En el presente trabajo de suficiencia profesional se utilizó la metodología del ciclo PHVA, a continuación, se muestra en la **Tabla 38**, el cronograma de las actividades que se han realizado durante los meses de febrero a abril del presente año, lo cual nos indican las fechas del calendario que se utilizó para su respectivo desarrollo.





Se detallan las actividades que se han considerado en la **Tabla 38**:

ANÁLISIS

- ✓ Inicio
- ✓ Análisis del presente proceso de Mtto.
- ✓ Revisar los indicadores de los equipos
- ✓ Revisar la lista de paradas de los equipos
- ✓ Identificar las posibles causas mediante lluvias de ideas
- ✓ Elaboración de diagrama de Ishikawa
- ✓ Identificación y selección de problemas principales.

ELABORACIÓN

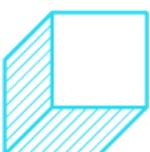
- ✓ Elaboración de flujogramas.
- ✓ Elaboración una base de datos de las paradas de los equipos.

VERIFICACIÓN

- ✓ Revisar el programa de Mtto de los equipos del cliente.

DESARROLLO

- ✓ Desarrollo del ciclo PHVA
- ✓ Elaboración del actual proceso Mtto.
- ✓ Elaboración del cronograma de Mtto.
- ✓ Compartir el plan de Mtto de los equipos compresores.
- ✓ Fin.





3.5. CONCLUSIONES

- ✓ Debido al análisis de la problemática que se presenta en la empresa, se llegó a la conclusión de elaborar un proceso de actualización de mantenimiento de compresores para lograr la mejora continua.
- ✓ La actualización del proceso de mantenimiento de los compresores a gas se fundamentará con la metodología del ciclo PHVA, desarrollando los objetivos específicos presentes en el trabajo.
- ✓ Mediante un análisis del proceso actual del mantenimiento se pudo identificar las posibles causas que originan su incumplimiento.
- ✓ Mediante diferentes herramientas de calidad tales como un Ishikawa, diagramas de flujo, tablas y graficas se logró a cumplir con el segundo objetivo específico.
- ✓ Debido a la falta de personal no capacitado se propone realizar capacitaciones con profesionales en el tema de mantenimiento, con el personal involucrarse.
- ✓ Mediante un buen análisis económico y control nos permitirá tener repuestos de calidad en lo cual existirá alternativas de utilización en los compresores a gas.
- ✓ La incorporación de registros de mantenimiento nos ayudara a realizar una eficiente planificación de mantenimientos.
- ✓ El presente TSP servirá de aporte a la gerencia para ayudar a verificar los proyectos de actualización y llevar así a la empresa Vicor gas S.A., a la mejora continua.
- ✓ El involucramiento de toda la organización para la elaboración de la planificación llevara a lograr el éxito de la mejora continua.





3.6. RECOMENDACIONES

Debido a las conclusiones antes establecidas se realizan las siguientes recomendaciones:

- ✓ se recomienda tener una constante comunicación con el cliente para llevar a cabo el mantenimiento preventivo en la fecha establecida con responsabilidad.
- ✓ Se recomienda realizar revisiones periódicas al plan de mantenimiento anual para mantenerlo actualizado.
- ✓ Se recomienda que las capacitaciones sean continuas para fortalecer los conocimientos del personal involucrado en la planificación como su elaboración para evitar retrasos.
- ✓ Se recomienda al área de Mtto compartir el análisis de falla de los equipos.
- ✓ Se recomienda utilizar herramientas de calidad para el diagnóstico de fallas en los equipos compresores.
- ✓ Se recomienda mejorar los tiempos de mantenimientos con la ayuda de un DOP
- ✓ Se recomienda difundir a todo el personal involucrado el proceso actual de mantenimiento para su mejora continua.
- ✓ Se recomiendo tener una estrecha comunicación entre el área de mantenimiento y el área de operación para conocer las observaciones que se dan en el día a día.

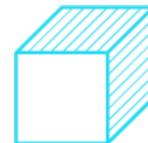




CAPÍTULO IV

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS





REFERENCIAS

De Meio Reggiani, M. C. (2018). *Tesis*. Obtenido de [www./repositoriodigital.uns.edu.:](http://www.repositoriodigital.uns.edu.ar/bitstream/handle/123456789/4556/Tesis%20-%20De%20Meio.pdf)
<https://repositoriodigital.uns.edu.ar/bitstream/handle/123456789/4556/Tesis%20-%20De%20Meio.pdf>

Velasco Melendres , J. H. (2014). *Tesis*. Obtenido de [www.repositorio.unp.edu.pe:](http://www.repositorio.unp.edu.pe)
<https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/493/ECO-VEL-MEL-14.pdf>

Aparco Cuchula, H. (2020). *Tesis*. Obtenido de [www.repositorio.uncp.edu.pe:](http://www.repositorio.uncp.edu.pe)
https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/6678/T010_70916628_T.pdf

Calderon Mejía, N. E. (diciembre de 2020). *Tesis*. Obtenido de [www.repositorio.utp.edu.pe:](http://www.repositorio.utp.edu.pe)
https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/4097/Nil%20Calderon_Max%20Requejo_Trabajo%20de%20Investigacion_Bachiller_2020.pdf

Figuro Romero, Y. (febrero de 2018). *Tesis*. Obtenido de [www.oa.upm.es:](http://www.oa.upm.es)
https://oa.upm.es/50448/1/TFG_YAIZA_FIGUEROA_ROMERO.pdf

GMP. (s.f.). *Permiso de trabajo*. Obtenido de [www.energia.unna.com.pe:](http://www.energia.unna.com.pe)
<https://energia.unna.com.pe/unidades-de-negocio/nuestra-experiencia>

Ley 29783. (2012). *Ley de seguridad y salud en el trabajo*. Obtenido de [www.diariooficial.elperuano.pe:](http://www.diariooficial.elperuano.pe) <https://diariooficial.elperuano.pe/pdf/0052/ley-seguridad-salud-en-el-trabajo.pdf>

LEY N° 28611. (2005). *Ley general del ambiente*. Obtenido de [www.minam.gob.pe:](http://www.minam.gob.pe)
<https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/06/ley-general-del-ambiente.pdf>

OSINERGMIN. (2007). *Reglamento de Seguridad* . Obtenido de [www.osinergmin.gob.pe:](http://www.osinergmin.gob.pe)
https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/PlantillaMarcoLegalBusqueda/Reglamento%20de%20Seguridad%20para%20las%20Actividade



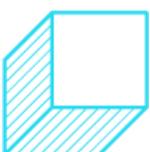


s%20de%20Hidrocarburos%20y%20modificaci%C3%B3n%20de%20diversas
%20disposiciones.pdf

Osinergmin. (2017). *Libro*. Obtenido de www.osinergmin.gob.pe:
https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/Libros/Libro-Industria-Gas-Natural-Peru-10anios-Camisea.pdf

Vilela Cornejo, W. (Febrero de 2022). Trabajo de Suficiencia Profesional de la EPII/UAP para obtener el título de Ingeniero Industrial. Piura, Talara, Perú: Electronico & Digital.

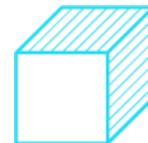
Zapata Hidalgo, V. H. (2019). *Tesis*. Obtenido de www.repositorio.ucv.edu.pe:
https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/40469/Zapata_HVH.pdf





CAPÍTULO V
GLOSARIO DE TÉRMINOS





Gas asociado: es un gas que se encuentra mezclado con el crudo.

Crudo de petróleo: son mezclas de hidrocarburos que se encuentra en la formación de la tierra.

Baterías de producción: lugar donde llega el crudo de petróleo para su distribución a la venta.

Estación compresora: lugar donde llega el gas natural para ser comprimido.

Scrubber: es un colador de gas donde retiene las impurezas y los líquidos que se forman en el proceso de compresión.

Compresor recíprocante: es un equipo que comprime gas dentro de una cámara elevando la presión del gas.

EPPS: equipos de protección personal.

Calibración: es la comparación de valores de medida.

Actividad: es la realización de tareas.

Cronograma: es la organización detallada de una actividad.

Planificación: proceso estratégico que se emplea para realizar lo identificado.

Proceso: es una secuencia de acciones con el fin de obtener resultados.

Parámetros: son datos que sirven para verificar un buen funcionamiento del equipo.

Paradas intempestivas: es la detención de una maquina por alguna anomalía del equipo.

PHVA: es una metodología empleada para la mejora continua.





CAPÍTULO VI

ANEXOS





Anexo 1

Registro de mediciones de Atmósfera

VICOR GAS S.A. 7.13.LM.S-F03 Registro de Mediciones de Atmósfera	Registro de Mediciones de Atmósfera	N° de Permiso Trabajo Asociado ATS Asociado N°: Fecha de Emisión:					
1 Detalle del trabajo (Este documento no reemplaza ningún Permiso de Trabajo para esta actividad)							
2 Medición de Gases (En caso de diferir los parámetros detallados a continuación, se deberán suspender las actividades inmediatamente)							
Valores de referencia							
Oxígeno (Valores entre: 19,5% - 23,5%)	Mezcla Explosiva LEL (Máximo permitido: 0%)						
H2S (Máximo Permitido: 10 ppm)	CO (Máximo Permitido: 25 ppm)						
Hg Mercurio (Máximo permitido 25 mg/m ³)							
Marca detector	N° de Serie	Fecha última Calibración	# Certificado de Calibración				
Página 1							
Fecha	Hora	Oxígeno	LEL	H2S	CO	Hg	Responsable de Medición
Observaciones:							
3 Cierre del Permiso del Formulario							
¿El personal involucrado se ha retirado y se encuentran en un lugar con atmósfera segura? <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/>							
						Hora de finalización: <input style="width: 100px;" type="text"/>	
Autoridad Ejecutante responsable de Medición Fecha de Finalización							
Firma y Aclaración							
Rev.1 / 11-Nov-2021							

Fuente Elaboración Propia: (Vilela Cornejo, 2022)





Anexo 3

Permiso de Trabajo de la Empresa UNNA.

GMP		PERMISO DE TRABAJO										GMP-HE-F-002			
		ESTE PERMISO TIENE VALIDEZ PARA EL DIA Y HORAS, UNIDAD, EQUIPO O AREA ESPECIFICA ESTABLECIDAS EN ESTE DOCUMENTO. EL PERMISO PODRA SER CANCELADO POR INCUMPLIMIENTO DE LAS NORMAS DE SEGURIDAD DEL ESTANDAR O PROCEDIMIENTO DE TRABAJO APROBADO.										Número Fecha 04 / 11-27-17			
REGLA PARA MARCAR LOS CUADROS:		<input checked="" type="checkbox"/> SI		<input checked="" type="checkbox"/> NO		<input type="checkbox"/> NO APLICA									
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO:												Permiso N°:		N° 079579	
EMPRESA A CARGO DEL TRABAJO:												N° PERSONAS QUE EJECUTAN EL TRABAJO:			
LUGAR:				AREA CLASIFICADA:		CLASE 1 <input type="checkbox"/>		DIVISIÓN 1 <input type="checkbox"/>		DIVISIÓN 2 <input type="checkbox"/>		NO CLASIFICADA <input type="checkbox"/>			
PROCEDIMIENTO DE TRABAJO ASOCIADO:															
VERIFICACIÓN DE SEGURIDAD															
<input type="checkbox"/> PERSONAL CON AUTORIZACIÓN DE INGRESO VIGENTE?				<input type="checkbox"/> VERIFICO LOS EQUIPOS Y HERRAMIENTAS A USAR?				<input type="checkbox"/> SE CUENTA CON RECIPIENTES PARA DISPONER RESIDUOS?							
<input type="checkbox"/> PERSONAL CONOCE QUE HACER EN CASO DE EMERGENCIAS?				<input type="checkbox"/> VERIFICO EL USO DE LOS EPP PARA EL TRABAJO?				<input type="checkbox"/> EL AREA DE TRABAJO HA SIDO SEÑALIZADA							
<input type="checkbox"/> PERSONAL CONOCE EL PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS?				<input type="checkbox"/> PERSONAL CONOCE MBDS DEL PRODUCTO JOUMICO A USAR?				<input type="checkbox"/> CLIMA (LLUVIA, VIENTO) PERMITE EJECUCION DE TRABAJO?							
<input type="checkbox"/> AUTORIZACIÓN VIGENTE TRANSPORTE DE MATPEL O HC				<input type="checkbox"/> REVISO PROCEDIMIENTO DE TRABAJO?				<input type="checkbox"/> CUENTA CON MEDIOS DE COMUNICACIÓN CON SUPERVISIÓN?							
TRABAJO EN FRIO															
EL TRABAJO SE REALIZARA EN UN AREA CLASIFICADA				SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		SI todas las respuestas se encuentran en el área sombreada, se autoriza el permiso de trabajo en frío.							
EL TRABAJO GENERA CALOR, FUEGO O CHISPAS?				SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>									
MAQUINAS/HERRAMIENTAS GENERAN CHISPAS/FUEGO?				SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>									
HERRAMIENTAS/EQUIPOS ELECTRICOS				SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>									
CERTIFICADO LIBRE DE GASES															
EQUIPO:												MODELO:		N° DE SERIE:	
ATMOSFERA		CRITERIO ACEPTACION		VALOR		FIRMA		VALOR		FIRMA		VALOR		FIRMA	
% LEL		0%													
O2 (%)		19.5 - 23.5 %													
H2S (ppm)		< 10 ppm													
CO (ppm)		< 25 ppm													
HORA DE MEDICIÓN: (hh:mm)															
EN EL AREA DE TRABAJO SE HA MEDIDO GASES Y/O VAPORES POR PERSONA CAPACITADA Y SE ENCUENTRA LIBRE DE GASES															
NOMBRES Y APELLIDOS:						FECHA:		HORA:		FIRMA:					
TRABAJO EN CALIENTE															
<input type="checkbox"/> CERTIFICADO LIBRES GAS?				<input type="checkbox"/> HERRAMIENTAS Y EQUIPOS VERIFICADOS ANTES DE USO?											
<input type="checkbox"/> PERSONAL USA EPP DE ACUERDO AL TRABAJO Y ART?				<input type="checkbox"/> RETIRO DE MATERIALES COMBUSTIBLES E INFLAMABLES?				<input type="checkbox"/> EQUIPOS ELECTRICOS NORMADOS?							
<input type="checkbox"/> PROTECCION CON MATERIAL IGNIFUGO?				<input type="checkbox"/> EQUIPOS A PRUEBA DE EXPLOSION				<input type="checkbox"/> SE APLICA ALGUNO DE LOS SIGUIENTES METODOS?							
<input type="checkbox"/> EQUIPOS PUESTOS A TIERRA?				<input type="checkbox"/> DESPRESURIZADO											
<input type="checkbox"/> SE DISIPO ELECTRICIDAD ESTATICA?				<input type="checkbox"/> DRENADO											
<input type="checkbox"/> VENTOS Y DRENAJES PROTEGIDOS				<input type="checkbox"/> LAVADO											
<input type="checkbox"/> EXTINTOR DIPONIBLE EN EL AREA				<input type="checkbox"/> OTROS:											
INGRESO A ESPACIOS CONFINADOS															
EL CONTENIDO DEL ESPACIO CONFINADO ES:				REQUIERE VENTILACION FORZADA											
<input type="checkbox"/> SE ANALIZO LA MSDS DE ESTE PRODUCTO?				<input type="checkbox"/> CERTIFICADO LIBRES GAS?				<input type="checkbox"/> EXTRACTOR DE AIRE?							
<input type="checkbox"/> SE APLICA ALGUNO DE LOS SIGUIENTES METODOS?				<input type="checkbox"/> DESPRESURIZADO				<input type="checkbox"/> VENTILADOR?				<input type="checkbox"/> REQUIERE VENTILACION NATURAL?			
<input type="checkbox"/> PURGADO				<input type="checkbox"/> VAPORIZADO		<input type="checkbox"/> LAVADO		<input type="checkbox"/> BLOQUEADO		<input type="checkbox"/> RESPIRACION CON LINEA DE AIRE?					
<input type="checkbox"/> DRENADO				<input type="checkbox"/> INERTIZADO		<input type="checkbox"/> ENFRIADO		<input type="checkbox"/> VENTILADO		<input type="checkbox"/> OTRO:		<input type="checkbox"/> PIZARRA DE CONTROL DE PERSONAL INGRESO/SALIDA			
<input type="checkbox"/> PLAN DE RESCATE APROBADO				<input type="checkbox"/> DISPONIBLE COMUNICACIÓN CON SUPERVISION				<input type="checkbox"/> VIGIA CON EQUIPO DE COMUNICACIÓN / Nombre: _____							
TRABAJOS ELECTRICOS															
<input type="checkbox"/> PERSONAL ELECTRICISTA AUTORIZADO?				<input type="checkbox"/> APLICO ESTANDAR DE BLOQUEO/ETIQUETADO				<input type="checkbox"/> EQUIPO COLOCADO A TIERRA Y ETIQUETADO							
<input type="checkbox"/> GUANTES DIELECTRICOS Y SOBREGUANTES?				<input type="checkbox"/> INTERRUPTORES SEÑALIZADOS, BLOQUEADOS				<input type="checkbox"/> PLAN DE MANIOBRAS APROBADO (ALTA TENSION)?							
<input type="checkbox"/> PROTECTOR FACIAL PARA ARCO ELECTRICO?				<input type="checkbox"/> EQUIPO DESENERGIZADO											
TRABAJO EN ALTURA															
<input type="checkbox"/> ARNES Y LINEA DE VIDA INSPECCIONADOS ANTES DE USO				<input type="checkbox"/> ANDAMIOS:				<input type="checkbox"/> BALSOS /CANASTILLO:							
<input type="checkbox"/> PERSONAL SE COLOCO CORRECTAMENTE EL ARNES				<input type="checkbox"/> CUMPLEN ESTANDAR				<input type="checkbox"/> CUMPLEN ESTANDAR							
<input type="checkbox"/> CUENTAN CON PUNTO DE ANCLAJE DE ACUERDO A NORMA				<input type="checkbox"/> CUENTAN CON BARANDAS Y RODAPIES				<input type="checkbox"/> CUENTAN CON BARANDAS Y RODAPIES							
<input type="checkbox"/> AREA DE TRABAJO DELIMITADA Y SEÑALIZADA				<input type="checkbox"/> LINEAS DE VIDA PARA CADA TRABAJADOR				<input type="checkbox"/> LINEAS DE VIDA PARA CADA TRABAJADOR							
<input type="checkbox"/> USO DE PORTAHERRAMIENTAS				<input type="checkbox"/> USO DE FRENO DE SOGA				<input type="checkbox"/> USO DE FRENO DE SOGA							
<input type="checkbox"/> PERSONAL CAPACITADO PARA TRABAJO EN ALTURA				<input type="checkbox"/> SUJETOS CONTRA VOLTEO				<input type="checkbox"/> MEDIO DE IZAJE							
<input type="checkbox"/> VERIFICAR ALTURA PARA USO ABSORBEDOR DE IMPACTO				<input type="checkbox"/> USO DE PLATAFORMAS EN BUEN ESTADO											
APROBACION DEL PERMISO DE TRABAJO															
RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN DEL TRABAJO				RESPONSABLE DE LA SUPERVISION DEL TRABAJO				RESPONSABLE DEL LUGAR DE TRABAJO							
Declaro que las medidas de control aplicables al trabajo han sido implementadas previamente al inicio de trabajo				He revisado la implementación de las medidas de control para la ejecución del trabajo en la fecha y horas definidas, encontrándolas conformes, por lo cual autorizo su ejecución				En base a la reunión de planificación, a las medidas de control implementadas y verificadas por los responsables correspondientes, autorizo su ejecución.							
Nombres y Apellido:				Nombres y Apellido:				Nombres y Apellido:							
Firma:				Firma:				Firma:							
Fecha del trabajo:				Hora de Inicio:				Hora de Fin:							
EXTENSION DEL PERMISO DE TRABAJO (Según aplique)															
RESPONSABLE DE LA SUPERVISION DEL TRABAJO				He revisado la ejecución del trabajo, no encontrando condiciones que requieran la emisión de un nuevo permiso, por lo cual se extiende hasta:				Nombres y Apellido:				Firma:			
								Fecha del trabajo:				Hora de Fin:			
INSPECCIONES DE SEGURIDAD (Durante el trabajo)															
Observaciones y Comentarios						Apellidos y Nombres				Firma		Hora			
CIERRE DEL PERMISO DE TRABAJO															
RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN DEL TRABAJO				RESPONSABLE DE LA SUPERVISION DEL TRABAJO				RESPONSABLE DEL LUGAR DE TRABAJO							
Nombres y Apellido:				Nombres y Apellido:				Nombres y Apellido:							
Firma:				Firma:				Firma:							
Hora:				Hora:				Hora:							
EN CASO DE EMERGENCIA SUSPENDER EL TRABAJO Y COMUNICAR AL RESPONSABLE DEL LUGAR DE TRABAJO															

Fuente: (GMP)



