REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
"ANTONIO JOSÉ DE SUCRE"
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
TRABAJO DE GRADO

OPTIMIZACIÓN DE LA FUERZA LABORAL Y COSTOS ASOCIADOS PARA EL MANTENIMIENTO DEL DEPARTAMENTO DE AGUAS DE LAS PLANTAS PR2 Y PR3 DE SIDOR.

AUTORA: Erika Viamonte

C.I. 18.452.631

MSc. Ing. Iván Turmero

TUTOR ACADÉMICO

Ing. María Urpin

TUTOR INDUSTRÍAL

CIUDAD GUAYANA, JUNIO DE 2015

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
"ANTONIO JOSÉ DE SUCRE"
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
TRABAJO DE GRADO

OPTIMIZACIÓN DE LA FUERZA LABORAL Y COSTOS ASOCIADOS PARA EL MANTENIMIENTO DEL DEPARTAMENTO DE AGUAS DE LAS PLANTAS PR2 Y PR3 DE SIDOR.

Trabajo de Grado que se presenta al Departamento de Ingeniería Industrial de la Unexpo Vice- Rectorado Puerto Ordaz como requisito para optar al título de Ingeniero Industrial.

AUTORA: Erika Viamonte

C.I. 18.452.631

MSc. Ing. Iván Turmero

TUTOR ACADÉMICO

Ing. María Urpin

TUTOR INDUSTRÍAL

CIUDAD GUAYANA, JUNIO DE 2015

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
"ANTONIO JOSÉ DE SUCRE"
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
TRABAJO DE GRADO

ACTA DE APROBACIÓN

Quienes suscriben, miembros del Jurado Evaluador designados por la Comisión de Trabajo de Grado del Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonio José de Sucre" Vice-Rectorado Puerto Ordaz, para examinar el Trabajo de Grado presentado por la Br. **Erika Carolina Viamonte Urbaez**, portadora de la Cédula de Identidad número: **Nº18.452.631,** titulado: **OPTIMIZACIÓN DE LA FUERZA LABORAL Y COSTOS ASOCIADOS PARA EL MANTENIMIENTO DEL DEPARTAMENTO DE AGUAS DE LAS PLANTAS PR2 Y PR3 DE SIDOR,** para optar por el Título de Ingeniero Industrial, consideramos que dicho trabajo cumple con los requisitos exigidos para tal efecto, y por lo tanto lo declaramos: **APROBADO.**

En Ciudad Guayana, a los 5 días del mes de junio del año dos mil quince.

MSc. Ing. Iván Turmero
TUTOR ACADÉMICO

Ing. María Urpin
TUTOR INDUSTRIAL

MSc. Ing. Leonardo Ortuño
JURADO

Ing. Marinel Bastidas
JURADO

DEDICATORIA

A mi Amado Rey y Salvador Jesucristo, quien un día dio su vida por mí, me aceptó y me hizo hija de Dios, a quien debo todo cuanto tengo y soy a ti sea toda la GLORIA Y LA HONRA por tan valioso logro en mi vida. TE AMO.

A mis Padres quien con esfuerzo y dedicación me supieron guiar por el camino de Dios y ser lo que hoy soy. PAPI Y MAMI GRACIAS LOS AMO.

A mis hermanos Hernán, Patricia, Maribel quienes han sido inspiración fundamental para lograr el alcance de esta meta, podemos alcanzar con la ayuda de Dios todas las metas que nos tracemos. A mis sobrinos a los que amo, Benjamín y mi preciosa Ana Patricia.

¡Esto es para Ustedes!

Erika.....

AGRADECIMIENTOS

Este Trabajo de Grado constituye para mí el cumplimiento de una meta más en mi vida y el comienzo de un largo camino que conduce a la superación, cambio de vida, mayores responsabilidades, entre otros. Dicho logro tiene lugar por la constancia, dedicación, ganas de formarme como Ingeniero de la República, esfuerzo de mis padres, motivación de familiares, amigos, y por la existencia de la Universidad.

Por lo tanto mi gratitud: **a DIOS TODOPODEROSO**, por estar siempre junto a mí, mis Padres que se han esforzado para que mis hermanos y yo seamos lo que somos. Al Ing. María Eloísa Urpin por su guía, apoyo y recomendaciones para realizar este trabajo. A los profesores de la UNEXPO en especial al Ing. Iván Turmero por su paciencia, apoyo y efectiva colaboración. Al Ing. Dalila Martínez quien fue una persona que ayudó mucho en la asesoría profesional de este proyecto, gracias a sus conocimientos y amplia experiencia y paciencia, juntas logramos culminarlo.

Erika C. Viamonte.

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
"ANTONIO JOSÉ DE SUCRE"
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRÍAL
TRABAJO DE GRADO

OPTIMIZACIÓN DE LA FUERZA LABORAL Y COSTOS ASOCIADOS PARA EL MANTENIMIENTO DEL DEPARTAMENTO DE AGUAS DE LAS PLANTAS PR2 Y PR3 DE SIDOR.

Autora: Viamonte, Erika
Tutor Académico: MSc. Ing. Turmero, Iván.
Tutor Industrial: Ing. Urpin, María.
Fecha: Junio, 2015

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo general la optimización de la fuerza laboral y costos asociados para el mantenimiento del Departamento de Aguas de las plantas PR2 y PR3 de SIDOR. Se enmarcó dentro del área académica en la especialidad de ingeniería de métodos y costos, cuyos fundamentos teóricos utilizados fueron los contenidos del método General Electric para seleccionar las muestras, el Sistema Westinghouse para calificación de la velocidad y el método sistemático para el cálculo de las tolerancias, datos que posteriormente sirvieron para calcular los tiempos estándares y la fuerza laboral necesaria. La modalidad de proyecto es factible con tipo de investigación descriptiva y evaluativa. Se realizó un seguimiento al personal de las cuadrillas de mantenimiento mecánico, eléctrico e instrumentista, pertenecientes a las plantas mencionadas, con el cual fue posible recopilar toda la información concerniente a las tareas ejecutadas y hacer los estudios de tiempo. Para la rápida y precisa obtención de resultados, todos los datos recabados se introdujeron en hojas de cálculo de Microsoft Excel, permitiendo realizar los cómputos pertinentes a la carga de trabajo y así determinar los requerimientos de fuerza laboral. Posteriormente, se calcularon los costos asociados al gasto administrativo equivalente a la nómina de un trabajador, considerando los aspectos de contratación colectiva y rubros exigidos por la LOCYMAT, y la Ley Orgánica del Trabajo. Se concluye, que la fuerza laboral necesaria para las cuadrillas aumentará de 13 trabajadores a 14, es decir, en un trabajador más, que se incluiría a la cuadrilla de mantenimiento mecánico. En cuanto a los costos, la nómina incrementará en Bs. 306.072,77 equivalente al valor anual de un trabajador. Para el Departamento de Aguas, este contenido permitió saber de manera científica que cantidad de trabajadores se requiere y a que costo para la ejecución de las labores de mantenimiento.

Palabras claves: Optimización - Fuerza Laboral - Carga de Trabajo - Costos.

ÍNDICE GENERAL

PÁG.

PRESENTACIÓN..... *i*

ACTA DE APROBACIÓN..... *iii*

DEDICATORIA..... *iv*

AGRADECIMIENTOS..... *v*

RESUMEN..... *vi*

ÍNDICE GENERAL..... *vii*

ÍNDICE DE TABLAS..... *xiii*

ÍNDICE DE GRÁFICAS..... *xv*

ÍNDICE DE FIGURAS..... *xvi*

ÍNDICE DE ANEXOS..... *xvii*

INTRODUCCIÓN..... 1

CAPÍTULO I . EL PROBLEMA..... 4

Planteamiento del Problema..... 4

Objetivo General..... 8

Objetivos Específicos..... 8

Justificación..... 9

Delimitación..... 10

Alcance..... 10

PÁG.

CAPÍTULO II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA..... 11

Nombre Comercial y Ubicación Geográfica..... 11

Nacionalización..... 12

Productos Semielaborados..... 12

Productos Terminados..... 13

Misión..... 15

Visión..... 15

Objetivos de la Empresa..... 16

Estructura Organizativa..... 16

Razón Social..... 19

Política de Calidad..... 20

Descripción de las Instalaciones..... 21

Instalaciones de la Planta Vieja..... 21

Instalaciones del Plan IV..... 22

Procesos Productivos..... 23

Departamento de Aguas..... 26

Plantas de Producción y o Tratamiento de Aguas (SIDOR)..... 27

Descripción del Área de Trabajo..... 29

CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO..... 30

Antecedentes de la Investigación..... 30

PÁG.

Bases Teóricas..... 31

Estudio de Métodos..... 31

Importancia de la Ingeniería de Métodos 32

Estudio de Tiempo 33

Estudio de Tiempo con Cronómetro 34

Técnicas de Cronometrado 35

División de las Operaciones en Actividades o Elementos……. 36

Registro para el Estudio de Tiempos 37

Procedimiento del Estudio de Tiempo 37

Características que Debe Tener un Analista de Tiempo Para Lograr un Buen Estudio 40

Tiempo Estándar 41

Tiempo Normal 41

Tiempo Promedio Seleccionado 42

Calificación de Velocidad 42

Sistema Westinghouse 43

Seguimiento de Trabajo 43

Muestreo del Trabajo 44

Pasos para realizar el Muestreo del Trabajo 45

Carga de Trabajo 46

PÁG.

Personal Requerido 46

Tolerancias 46

Análisis de Precios Unitarios (APU)..... 48

Componentes de un APU..... 48

Planeación y Programación de Operaciones Estratégicas de Producción..... 49

Diagrama Causa – Efecto..... 50

Pasos para la Elaboración del Diagrama Causa – Efecto..... 51

Análisis FODA..... 52

Glosario de Términos Básicos..... 54

CAPITULO IV: DISEÑO METODOLÓGICO..... 57

Modalidad de la Investigación..... 57

Tipos de Investigación..... 58

Población y Muestra..... 59

Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos..... 60

Técnicas de Análisis..... 62

Procedimiento Metodológico..... 63

CAPITULO V: SITUACIÓN ACTUAL..... 65

Situación Actual del Mantenimiento de las Plantas PR2 y PR3.. 65

PÁG.

Descripción de la Fuerza Laboral de las Cuadrillas de Mantenimiento..... 67

Descripción de las Actividades de Mantenimiento. 69

Análisis Causa – Efecto de la Situación Actual del Mantenimiento..... 73

Causas Ocasionadas por Mano de Obra..... 73

Causas Ocasionadas por Métodos..... 75

Causas Ocasionadas por Condiciones Ambientales..... 75

Causas Ocasionadas por Equipos, Herramientas y Repuestos..... 76

Análisis FODA de las Actividades de Mantenimiento..... 77

Descripción de las Variables del Análisis FODA..... 78

CAPÍTULO VI: ANÁLISIS DE RESULTADOS..... 85

Estandarización de los Tiempos de Ejecución de las Actividades de Mantenimiento Mecánico, Eléctrico e Instrumentista en las Plantas PR2 y PR3..... 82

Análisis de las Actividades por las Cuadrillas..... 83

Cuadrilla de Mantenimiento Mecánico..... 83

Cuadrilla de Mantenimiento Eléctrico..... 87

Cuadrilla de Mantenimiento Instrumentista..... 90

Determinación del Tiempo Estándar, Carga de Trabajo y el Requerimiento del Personal para cada Cuadrilla..... 93

Análisis de Costos para la Optimización de La Fuerza Laboral..... 101

PÁG.

Propuesta de Estrategias de Mejora para el Departamento de Aguas de las Plantas PR2 PR3..... 105

CONCLUSIONES..... 113

RECOMENDACIONES..... 114

BIBLIOGRAFÍAS..... 116

ANEXOS..... 120

ÍNDICE DE TABLAS

N°	CONTENIDO	PÁG.
1	Descripción General de Productos Semielaborados.....	13
2	Descripción General de Productos Terminados.....	14
3	Plantas y Tipos de Aguas de SIDOR, C.A.....	27
4	Tamaño de la Muestra.....	40
5	Distribución de La Fuerza Laboral por Cuadrillas.....	72
6	Actividades de Mantenimiento Realizadas por los Técnicos.....	73
7	Análisis FODA de las Actividades de Mantenimiento.....	79
8	Tamaño de la Muestra Cuadrilla de Mantenimiento Mecánico.....	85
9	Muestras de Tiempos (min.) Tomados Durante las Actividades de la Cuadrilla de Mantenimiento Mecánico.....	85
10	Factores de Calificación de la Velocidad (Cv) Considerados para la Cuadrilla de Mantenimiento Mecánico.....	86
11	Concesiones por Fatiga de la Cuadrilla de Mantenimiento Mecánico.....	87
12	Tamaño de la Muestra Cuadrilla de Mantenimiento Eléctrico.....	88
13	Muestras de Tiempos (min.) Tomadas Durante las Actividades de la Cuadrilla de Mantenimiento Eléctrico.....	88
14	Factores de Calificación de la Velocidad (Cv) considerados para la Cuadrilla de Mantenimiento Eléctrico.....	89

PAG,

15 Concesiones por Fatiga Cuadrilla de Mantenimiento Eléctrico..... 90

16 Tamaño de la Muestra Cuadrilla de Mantenimiento Instrumentista..... 91

17 Muestras de Tiempos (min.) Tomados Durante las Actividades Realizadas por la Cuadrilla de Mantenimiento Instrumentista..... 91

18 Factores de Calificación de la Velocidad (Cv) Considerados para la Cuadrilla de Mantenimiento Instrumentista..... 92

19 Concesiones por Fatiga Cuadrilla de Mantenimiento Instrumentista..... 93

20 Cálculo de la Carga de Trabajo Cuadrilla de Mantenimiento Mecánico..... 98

21 Cálculo de la Carga de Trabajo Cuadrilla de Mantenimiento Eléctrico..... 99

22 Cálculo de la Carga de Trabajo Cuadrilla de Mantenimiento Instrumentista 100

23 Requerimientos de la Fuerza Laboral para las Cuadrillas de las Plantas PR2 y PR3 del Departamento de Aguas.... 101

24 Cálculo de Nómina por Trabajador..... 103

25 Resumen de Gastos Administrativos de Personal (Anual)..... 104

26 Estrategias de Mejoras para el Departamento de Aguas..... 108

27 Consolidado de la Matriz FODA de las Cuadrillas de Mantenimiento..... 112

ÍNDICE DE GRÁFICAS

N°	CONTENIDO	PÁG.
1	Disponibilidad de la Fuerza Laboral por Cuadrillas.....	69

ÍNDICE DE FIGURAS

N°	CONTENIDO	PÁG.
1	Planta SIDOR, C.A. Nombre Comercial y Ubicación Geográfica……..	12
2	Estructura Organizativa de SIDOR……..	18
3	Organigrama de la Dirección Industrial……	19
4	Preparación y Molienda. Planta de Pellas…….	23
5	Cuarto Reversible-Laminador en Caliente…….	24
6	Tándem Laminador en Frio……..	25
7	Formador de Espiras-Planta de Alambrón ……	25
8	Elaboración de Diagrama Causa Efecto…….	51
9	Matriz FODA……..	53
10	Diagrama Causa Efecto de la Situación Actual del Mantenimiento.....	73
11	Captura de Pantalla Hoja de Cálculo de Carga de Trabajo Programada bajo Microsoft Excel……..	104

ÍNDICE DE ANEXOS

N°	CONTENIDO	PÁG.
1	Sistema de Calificación (Westinghouse)……..	120
2	Método Sistemático para Asignar Tolerancias por Fatiga.....	121
3	Hoja de Seguimiento para la Toma de Tiempo.....	125

INTRODUCCIÓN

Las empresas y organizaciones de todo tipo cada vez hacen más uso de todos sus recursos, tanto externos como internos, para poder ser mejor que la competencia. La función de la fuerza laboral además de cubrir objetivos de carácter social, funcional y personal, contribuye efectivamente en alcanzar una ventaja competitiva. El personal es un recurso interno que cada vez se hace más importante para poder diferenciar una compañía de otra y le agrega valor. Los directivos de las empresas esperan que sus departamentos de personal apoyen en la mejora de la productividad, la planeación de la sucesión y el cambio en la cultura corporativa.

Una de las características principales de la industria moderna es el continuo crecimiento, donde permite diseñar, fabricar instalaciones y equipos de mayor potencial, cuyo objetivo es alcanzar mejores rendimientos, lograr las economías de operación y se satisfagan lo mejor posible las demandas del mercado; con el uso adecuado del talento humano y la plataforma tecnología disponible.

Desde esta perspectiva, la empresa venezolana orienta todos los aspectos implicados en los estándares de productividad, a partir de estudios de la carga de trabajo de su fuerza laboral, así como la implementación de tácticas que integren los tiempos normales en la ejecución de tareas, como un parámetro definido al realizar una actividad establecida, basándose en la medición del contenido de trabajo, teniendo en cuenta las tolerancias debido a la fatiga, a las necesidades personales y las demoras inevitables.

Para ello, se trazan objetivos específicos de estudios que permitan fijar políticas confiables y regulen todo el trabajo que se realiza en la empresa, logrando todos los factores que integran el proceso de manera eficiente.

Partiendo de allí, la empresa Siderúrgica del Orinoco “Alfredo Maneiro” SIDOR, ubicada en la región Guayana del Estado Bolívar, comprende actividades que abarcan desde la fabricación de acero, producción y comercialización de productos semielaborados (planchones, lingotes, palanquillas), planos (laminados en caliente, frío, hojalata, hoja cromada, largos), largos (barras y alambrón), aplicando procedimientos estándares a las actividades inmersas en sus procesos operativos, contando con un personal calificado para la ejecución de las mismas..

El Departamento de Aguas está constituido por diversas plantas. Entre ellas, se encuentran tres Plantas de Recirculación de Agua (PR1,PR2 y PR3). El lugar donde se realizó el Trabajo de Grado, son las plantas PR2 Y PR3, específicamente, debido a que requieren de la optimización de la fuerza laboral y costos asociados para el mantenimiento de las mismas, con el fin de canalizar los agentes del entorno que afectan el proceso productivo, y así precisar la cantidad de personal que es necesario para llevar a cabo sus operaciones, en tiempo, costo y oportunidad.

El presente informe está estructurado en seis capítulos, como se especifican a continuación:

Capítulo I. El Problema: Este contiene planteamiento del problema, objetivo de la investigación: general y específicos, la justificación, delimitación y alcance.

Capítulo II. Generalidades de la Empresa: Este incluye reseña histórica, misión, visión, valores, ubicación geográfica, proceso productivo y las funciones donde se desarrolla la investigación.

Capítulo III. Marco Teórico: Contiene los antecedentes de la investigación, así como también aspectos teóricos utilizados como herramienta y sustento del estudio realizado.

Capítulo IV. Diseño Metodológico: Describe el tipo y diseño del estudio de investigación, la población y muestra, así como las técnicas e instrumentos usados. Finalmente se presenta el cronograma de actividades donde se visualiza las acciones a seguir para desarrollar la investigación.

Capítulo V. Análisis de la Situación Actual: Se define de forma precisa la situación actual de la fuerza laboral que se encuentra en las cuadrillas mecánica, eléctrica e instrumentista de las plantas PR2 y PR3.

Capítulo VI. Análisis y Resultados: Se encuentra la optimización de la fuerza laboral y costos asociados al mantenimiento de las plantas PR2 y PR3 resumidas en tablas que permiten la fácil comprensión y análisis de las mismas.

Luego se presentan las Conclusiones, Recomendaciones, Bibliografías y Anexos.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

En el presente capítulo se realizará una descripción del problema objeto del estudio, su justificación, alcance, limitación y objetivos del problema para darle solución al mismo.

Planteamiento del Problema

El valor de una empresa puede medirse de acuerdo a diferentes variables; una muy importante es el valor de su personal. La fuerza laboral, es parte de los activos fijos de las empresas, se puede decir que es el factor que marca la diferencia dentro de las organizaciones. Con el tiempo se está despertando el interés de medir este activo que contribuye a crear una brecha más grande entre el valor contable y el valor de mercado.

El recurso humano de una empresa además de ser la parte intangible, es donde se concentran todas las capacidades individuales, los conocimientos, las destrezas y la experiencia de los empleados y gerentes de las compañías. Se puede decir, que es el factor que marca la diferencia dentro de las organizaciones.

Por tal motivo, las organizaciones empresariales enfocan sus esfuerzos en brindar a su personal las condiciones adecuadas para el desempeño de sus funciones, específicamente en aquellas relacionadas a los procesos industriales, en cuanto a las tecnologías, asignación de recursos, el desarrollo de sus competencias, entre otros. A su vez, incluyen mecanismos de medición de su fuerza laboral como estrategia para incrementar el potencial de trabajo, y por ende, aumentar la competitividad de la empresa.

En este orden de ideas, las empresas del estado venezolano tienen como principio, hacer más uso de todos sus recursos, tanto externos como internos, para poder ser mejor que la competencia. Dentro de lo cual, consideran que la fuerza laboral además de cubrir objetivos de carácter social, funcional y personal, contribuye efectivamente en alcanzar una ventaja competitiva. El personal es un recurso interno que cada vez se hace más importante para poder diferenciar una compañía de otra y le agrega valor.

Venezuela, con un alto potencial empresarial cuenta con el grupo de empresas básicas en la región Guayana. Actualmente, los directivos que manejan sus recursos, enfocan sus esfuerzos a la mejora de la productividad. Para ello, ha requerido del uso de métodos operativos y planeación que estén cónsonos y adecuados a los objetivos, con la finalidad de elevar el nivel de operatividad y de producción, bajo una política adecuada de costos y gastos. Es decir, optimizando el buen uso de sus activos empresariales.

De esta situación, no pasa desapercibida la Siderúrgica del Orinoco “Alfredo Maneiro”, empresa del estado venezolano, establecida en la región Guayana, dedicada a la fabricación de acero, producción y comercialización de productos semielaborados planos y largos para satisfacer la demanda del mercado nacional e internacional.

Operativamente SIDOR, cuenta con diversas áreas de producción, donde se resalta la importancia de realizar proyectos para optimizar sus recursos operativos, fundamenta los esfuerzos en la mejora de su capacidad tecnológica e industrial, asignando los recursos necesarios para el mantenimiento de sus plantas, y una mejor distribución de los requerimientos de personal, a fin de alcanzar las metas planificadas, altos los niveles de productividad y calidad, asegurando la continuidad de sus procesos.

Su capacidad instalada de producción es de 600.000 toneladas métricas de acero crudo al año. La fuerza laboral está integrada por más de 6000 trabajadores; entre supervisores, técnicos, artesanos y obreros, quienes cumplen turnos de trabajo las 24 horas del día, todos los días del año. El desarrollo de esta empresa permite el aprovechamiento de los recursos naturales y da inicio a la cadena de transformaciones de la materia prima como mineral principal (el hierro) en productos terminados y semi-terminados, al mismo tiempo que proporciona el desarrollo económico del país.

Las instalaciones de esta empresa cuentan con procesos automatizados en cada una de las plantas, donde se lleva a cabo los procedimientos necesarios para la fabricación del producto solicitado. Entre ellas, se encuentran tres plantas de recirculación de agua PR1, PR2 y PR3, dirigidas por el Departamento de Aguas de SIDOR, adscrito a la Superintendencia de Fluidos Industriales, encargada del tratamiento, distribución y control de todas las aguas industriales de las diferentes plantas de producción pertenecientes a la empresa.

En la planta PR2, se recircula el agua para enfriamiento directo e indirecto en cantidad y calidad a los usuarios de la plantas de laminación en caliente y laminación en frío, en forma ininterrumpida. Para la recirculación de agua de enfriamiento de las acerías se cuenta con la planta de recirculación III (PR3), la cual está dividida en tres sistemas: Sistema Uno (S1), Sistema Dos (S2) y Sistema Tres (S3). Adicionalmente cuenta con un sistema para la separación de aceite y escoria permitiendo así mantener la eficiencia de la planta. Por tanto, el funcionamiento de estas plantas es vital para el logro de las metas de producción.

Actualmente, existe una incertidumbre por parte de la Superintendencia de Fluidos Industriales, fundamentada en la caída de la producción dentro de

las plantas, específicamente en la PR(2) y PR(3), dentro de la cual, se ve afectada la gestión del Departamento de Aguas, dado al incumplimiento de metas que se viene reflejando en los últimos meses. Se ha observado una baja en operatividad de los equipos originadas por fallas que ocasionan paradas inesperadas de la producción y por ende, retardan los procesos productivos y aumentan los mantenimientos en el área de la planta.

Cabe destacar, que dado el escenario anterior, las cargas de trabajo del personal de mantenimiento aumentan. Sin embargo, se enfatizan algunas dificultades debido a la disponibilidad del personal de las cuadrillas de mantenimiento, ya que cuentan tan solo con tres cuadrillas de trabajadores distribuidas entre cinco (5) técnicos mecánicos, cuatro (4) electricistas y cuatro (4) instrumentistas, quienes se encargan de realizar las actividades de mantenimiento de las dos plantas.

Otro punto a resaltar, es que dentro del grupo de técnicos, cuatro (4) de ellos, sufren enfermedades ocupacionales y son considerados condicionados médicos, y dos (2) son enviados en comisión de servicio, lo cual, afecta el cumplimiento de sus funciones, retrasando los tiempos de operatividad, por ausentismo laboral.

Otras dificultades, se reflejaron en la carencia de las herramientas, materiales y equipos necesarios para realizar los trabajos de mantenimiento; inclusive, los vehículos para trasladarse de una planta a la otra se encuentran inoperativos.

Bajo estas circunstancias, la programación de los mantenimientos se ve afectada, trayendo como consecuencia el incumplimiento de las metas de producción de las plantas. Por lo que, el Departamento de Aguas para cumplir con su programa de producción anual ha decidido realizar una optimización de su fuerza laboral y costos asociados para el mantenimiento

del mismo, a partir del estudio de todas las operaciones que se llevan a cabo en dichas actividades, esto con la finalidad de obtener parámetros de productividad acordes con las necesidades reales de la empresa lográndose el cual a su vez, sirva de indicador que permita el ajuste de las mejoras al proceso.

Por medio de la investigación que se realiza se procura responder las siguientes interrogantes:

1. ¿Cuál es la situación actual de la las plantas PR2 y PR3, en cuanto a su fuerza laboral?

2. ¿Cuáles son las actividades que realizan las cuadrillas mecánica, eléctrica e instrumentista durante el proceso productivo de las plantas PR2 y PR3?

3. ¿Cuál es el tiempo de ejecución de las actividades y carga de trabajo por el personal de las cuadrillas mecánica, eléctrica e instrumentista?

4. ¿Cuáles son los agentes que influyen en la eficiencia de ejecución de las actividades del personal?

5. ¿Qué alternativas estratégicas se deben considerar para menguar los agentes encontrados, y que causan impacto en el rendimiento productivo del Departamento de Aguas?

Objetivos de la Investigación

Objetivo General

Optimizar la fuerza laboral y costos asociados para el mantenimiento del Departamento de Aguas de las plantas PR2 y PR3 de SIDOR.

Objetivos Específicos

1. Diagnosticar la situación actual del Departamento de Aguas, en cuanto a la fuerza laboral y costos asociados para el mantenimiento de las plantas PR2 y PR3.

2. Describir las actividades que realizan las cuadrillas mecánica, eléctrica e instrumentista en el proceso productivo de las plantas de agua PR2 y PR3.

3. Estandarizar el tiempo de ejecución de las actividades por el personal de las cuadrillas mecánica, eléctrica e instrumentista de las plantas.

4. Determinar la fuerza laboral requerida en las plantas PR2 y PR3.

5. Realizar un análisis de costos para la optimización de la fuerza laboral propuesta.

6. Proponer estrategias de mejoras a través del análisis FODA para el Departamento de Aguas de las plantas PR2 Y PR3.

Justificación

En SIDOR, como en toda empresa, es esencial la realización de trabajos de investigación que insten a generar mejoras de sus sistemas productivos a través de la optimización de sus recursos, garantizando la continuidad operativa de sus respectivas instalaciones y la competitividad de sus productos a nivel nacional e internacional. Entre estos, se enfocan en aumentar la productividad a través de la mejora de las condiciones laborales, la optimización de la fuerza laboral, y los costos asociados a sus funciones; y las mejoras en los procesos industriales.

Por tanto, en función de estos lineamientos este trabajo surge por la necesidad de optimizar la fuerza laboral y los costos asociados para el

mantenimiento del Departamento de Aguas de las Plantas PR2 y PR3, a fin de obtener parámetros de productividad acordes con sus necesidades reales y por tanto, que puedan servir como indicador o guía para realizar las mejoras en el proceso, y a su vez, una adecuada asignación de los recursos económicos que se correspondan.

Cabe destacar, que con los resultados de la investigación, se le suministrará a la empresa SIDOR la información necesaria para adecuar el número de personas necesarias para el mantenimiento de las plantas, en cuestión en las diferentes sitios de trabajo y optimizar los costos asociados que están implícitos los tres tipos de mantenimiento: mecánico, eléctrico e instrumentista.

El trabajo será beneficioso para los empleados, ya que garantizará su disponibilidad y aprovechamiento, a partir de mejoras de su tiempo y entorno de trabajo, evitando ausencias laborales, e incentivarlos a maximizar su productividad, y de esta manera disminuir las demoras en el proceso operativo donde intervienen, así como la distribución de carga de trabajo requerida para su ejecución.

Delimitación

La investigación se realizó en el Departamento de Aguas adscrito a la Superintendencia de Fluidos Industriales de la empresa SIDOR, ubicada en Venezuela, Estado Bolívar, Ciudad de Puerto Ordaz, Zona Industrial Matanzas. Para ello, se estipuló un lapso de 16 semanas en el turno diurno, que está comprendido desde 7:00 a.m. hasta las 3:00 p.m.

Alcance

El tema se desarrolló bajo la modalidad de Trabajo Especial de Grado, con el objetivo general de optimizar la fuerza laboral y costos asociados para el mantenimiento de las plantas PR2 y PR3 de SIDOR.

CAPÍTULO II

GENERALIDADES DE LA EMPRESA

El presente capítulo muestra una descripción de diversos aspectos de la empresa SIDOR, con el fin de conocer el lugar donde se realizó el estudio, facilitando así la comprensión del mismo.

Nombre Comercial y Ubicación Geográfica

SIDOR, “Alfredo Maneiro”, es un complejo siderúrgico integrado en Venezuela. Hoy en día es el principal productor de acero del país y de la Comunidad Andina. Esta planta es uno de los complejos más grandes de este tipo en el mundo y se puede decir que produce el mejor acero de Latinoamérica.

Sus actividades abarcan desde la fabricación de acero hasta la producción y comercialización de productos semielaborados (planchones, lingotes y palanquillas), planos (laminados en caliente, frío, hojalata y hoja cromada) y largos (barras y alambrón). Utiliza para la producción de acero tecnologías de reducción directa (HyL y Midrex) y hornos eléctricos de arco.

Desarrolla sus actividades industriales en una zona privilegiada y estratégica, ya que se encuentra ubicada en la zona industrial de Matanzas, Estado Bolívar, sobre la margen derecha del Río Orinoco a unos 300 Km, de su desembocadura en el Océano Atlántico.

A partir del año 2008, SIDOR CA comienza a llamarse Siderúrgica del Orinoco “Alfredo Maneiro” C.A., cuando el Presidente de la República la nacionalizó además de pasar un 80% del capital accionario al estado venezolano, el cual tenía el Consorcio Amazonía, el otro 20% restante se

encuentra en manos de trabajadores y ex trabajadores de la empresa (15.632 accionistas). (Ver figura Nº1).

Figura N°1. Planta SIDOR C.A.
Nombre Comercial y Ubicación Geográfica.
Fuente: *Intranet SIDOR "Alfredo Maneiro" C.A.*

Nacionalización

El 12 de marzo de 2008 se firma el decreto de nacionalización y el contrato colectivo de los trabajadores de SIDOR, y se empieza a trabajar por lo que sería el paso de la acería de manos del capital privado al estado Venezolano. Luego, el 16 de abril del mismo año dió paso a las conversaciones entre los representantes de Ternium y el Gobierno Venezolano, en relación con los términos y condiciones bajo las cuales la totalidad o una parte significativa de la participación de Ternium en SIDOR deberían ser transferidas al gobierno. El 13 de mayo del año 2008 entró en vigencia el Decreto de Ley 6058 que regula la actividad de producción de acero en la región de Guayana.

Productos Semielaborados

SIDOR provee planchones y palanquillas obtenidos mediante la solidificación de acero líquido en colada continua y lingotes por medio de la

solidificación de acero líquido de vaciado por el fondo, aptos para ser laminados y destinados a satisfacer una amplia gama de productos planos y largos. (Ver tabla Nº1).

Tabla Nº1. Descripción General de Productos Semielaborados.

Productos	**Planchones**
	Utilizados en procesos de transformación mecánica en caliente; siendo su uso más común la laminación de productos planos en caliente. Su manejo está regido por características dimensionales, químicas y metalúrgicas.
	Palanquillas
	Destinadas para ser laminadas, y satisfacer a una amplia gama de productos largos para la construcción, trefilación y soldadura principalmente.
	Lingotes
	Empleados para ser laminados como tubos sin costura en la industria petrolera.

Fuente: *Intranet SIDOR "Alfredo Maneiro" C.A.*

Productos Terminados

SIDOR elabora productos planos, laminados en caliente, laminados en frío y recubiertos. En la siguiente tabla se muestra la descripción general de productos terminados. (Ver tabla Nº2).

Tabla Nº2. Descripción General de Productos Terminados.

Productos	Utilidad
Laminados en Caliente	Sirven de base a la industria metalmecánica para la elaboración de productos generales como tubos soldados bajo la norma API, en las industrias de construcción, automotriz y agropecuaria.
Laminados en Frío	Son utilizados en las industrias metalmecánica para la elaboración de diversos productos en las empresas automotriz, artículos de hogar, usos eléctricos, entre otros.
Recubiertos	Por sus características mecánicas y de resistencia a la corrosión, así como la condición de ser no tóxicos su uso final, es la fabricación de envases para distintos productos alimenticios, aerosoles, tapas y pinturas.
Barras	Se destacan por satisfacer los requerimientos de resistencias en zonas sísmicas, no sísmicas y de adherencia entre otras.
Alambrón	Son destinados a la fabricación de mallas soldadas y de electrodos para soldaduras.

Fuente: *Intranet SIDOR "Alfredo Maneiro" C.A.*

En la actualidad SIDOR es una empresa del estado venezolano que tiene como objetivo mejorar la tecnología y crear nuevas fuentes de trabajo, aumentando así la producción mediante el desarrollo de programas de adiestramiento y capacitación para cada uno de sus trabajadores.

Misión

La Siderúrgica del Orinoco, tiene como fundamento elaborar productos de acero largos y planos, aprovechando e incorporando al máximo los recursos humanos, financieros y tecnológicos a los procesos de fabricación oportunos y de calidad, para destinar sus productos al mercado venezolano y a la exportación, incrementando el nivel de rentabilidad y competitividad.

Visión

SIDOR C.A. tendrá estándares de competitividad a los productos de acero más eficientes, y estará ubicada entre las mejores siderúrgicas del mundo.

Lo anterior se logra a través de un programa de competitividad e inversión de capital enmarcado en ese fin, a través de las siguientes acciones:

- Rápido aumento de la producción
- Ejecución de inversiones
- Mejora de la calidad de servicio
- Énfasis en la capacidad del personal
- Reducción de costos
- Mejora de la eficiencia
- Fuerte perfil explorador
- Énfasis en la logística

Lo anterior permitirá potenciar la capacidad productiva de la planta al menor costo, con mayor rentabilidad y con mayor eficiencia; así mismo apoyara significativamente el desarrollo de la industria siderúrgica y metalmecánica venezolana, impulsando el desarrollo de la región.

Objetivos de la Empresa

Contribuir al desarrollo integral del país, mediante la fabricación eficiente de productos siderúrgicos. Para lo cual se trazan los siguientes objetivos:

- **Producción:** Mejorar la producción en función de las exigencias del mercado en cuanto a volumen, calidad y oportunidad.

- **Ventas:** Optimizar los beneficios de la empresa mediante la venta de productos siderúrgicos, cumpliendo oportunamente con los requisitos y necesidades del mercado, nacional e internacional y prestando a los clientes un servicio confiable de una buena calidad y a precios competitivos.

- **Tecnología:** Lograr la independencia, dominio y desarrollo de la tecnología siderúrgica.

- **Finanzas:** Alcanzar y mantener una estructura financiera sana para la empresa, teniendo en cuenta los requerimientos propios y la política financiera nacional.

- **Administración/generación:** Conformar una estructura y sistema administrativo adecuado a lo largo de la misión de la empresa.

- **Integración Social:** Promover la identificación de la empresa con todas las necesidades y aspiraciones de la comunidad, donde ejerce sus funciones y proyecta convenientemente sus ejecutorias en ese campo.

Estructura Organizativa

SIDOR posee una estructura organizativa acorde con su magnitud de empresa siderúrgica de primer orden. La misma ha sido planteada por el grupo Amazonia y está conformada por nueve (9) direcciones entre estas:

- Dirección de Finanzas
- Dirección de Recursos Humanos
- Dirección de Planificación
- Dirección de Asuntos Legales
- Dirección de Asuntos Institucionales
- Dirección Comercial
- Dirección Industrial
- Dirección de Calidad
- Dirección de Abastecimiento

Están constituidas por unidades de negocio descentralizadas, autónomas, controlables a nivel corporativo, responsable por resultados integrales de calidad, flexibles, primordiales y orientadas al cliente; con capacidad para: fabricar y comercializar sus productos en los mercados mundiales; asegurar los resultados junto a su competitividad; administrar y mejorar permanentemente sus recursos y procesos.

Mantener unidades centralizadas para:

- Formular políticas y estrategias corporativas.
- Planificar y controlar el negocio corporativo.
- Velar por el desarrollo corporativo futuro.

A continuación se presenta la figura Nº2, Estructura Organizativa de la empresa SIDOR.

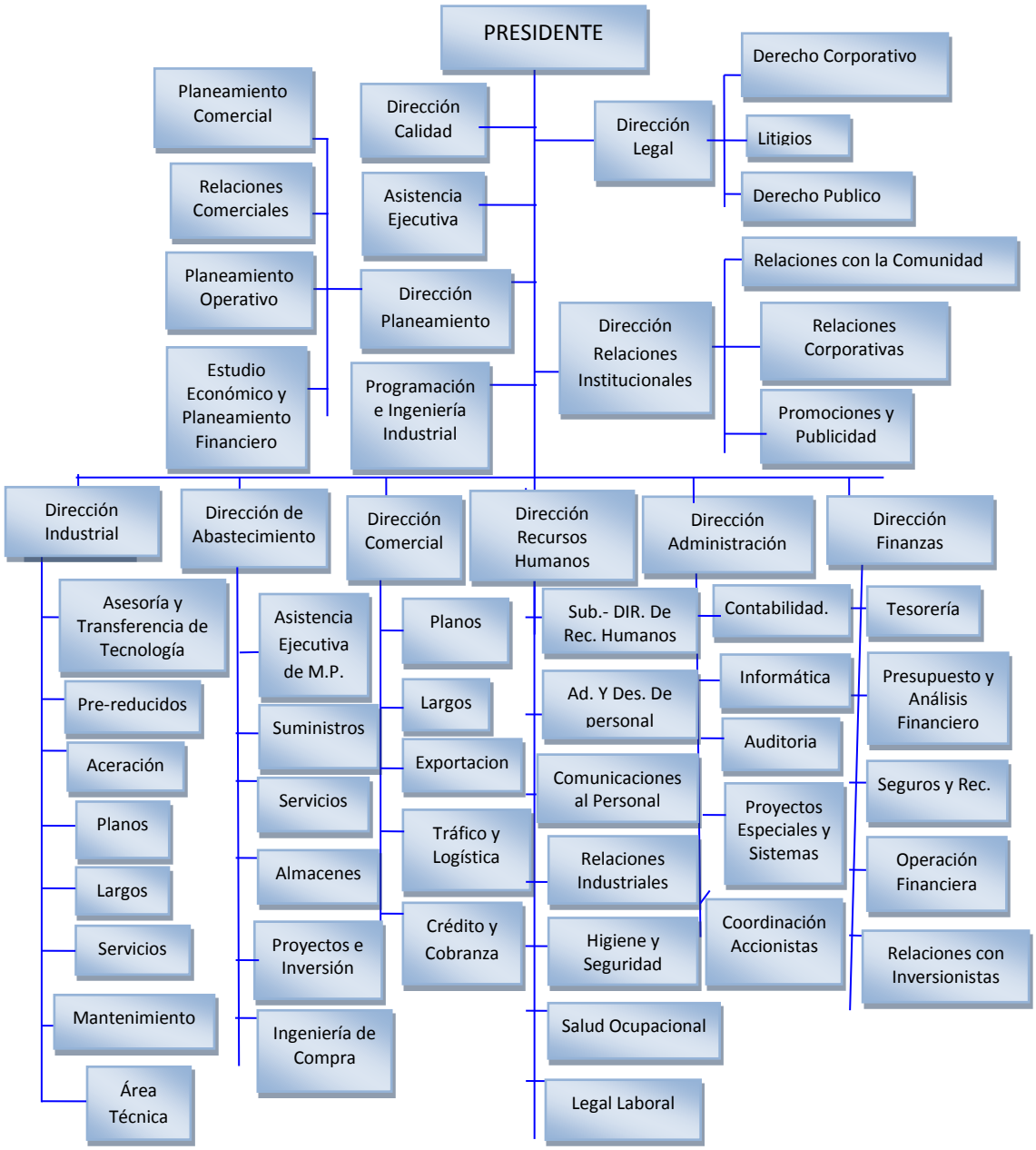


Figura N°2. Estructura Organizativa de SIDOR.
Fuente: *Intranet, SIDOR "Alfredo Maneiro" C.A.*

Se observa el organigrama de la Dirección Industrial a la cual se encuentra adscrito el Departamento de Aguas. (Ver figura Nº3).

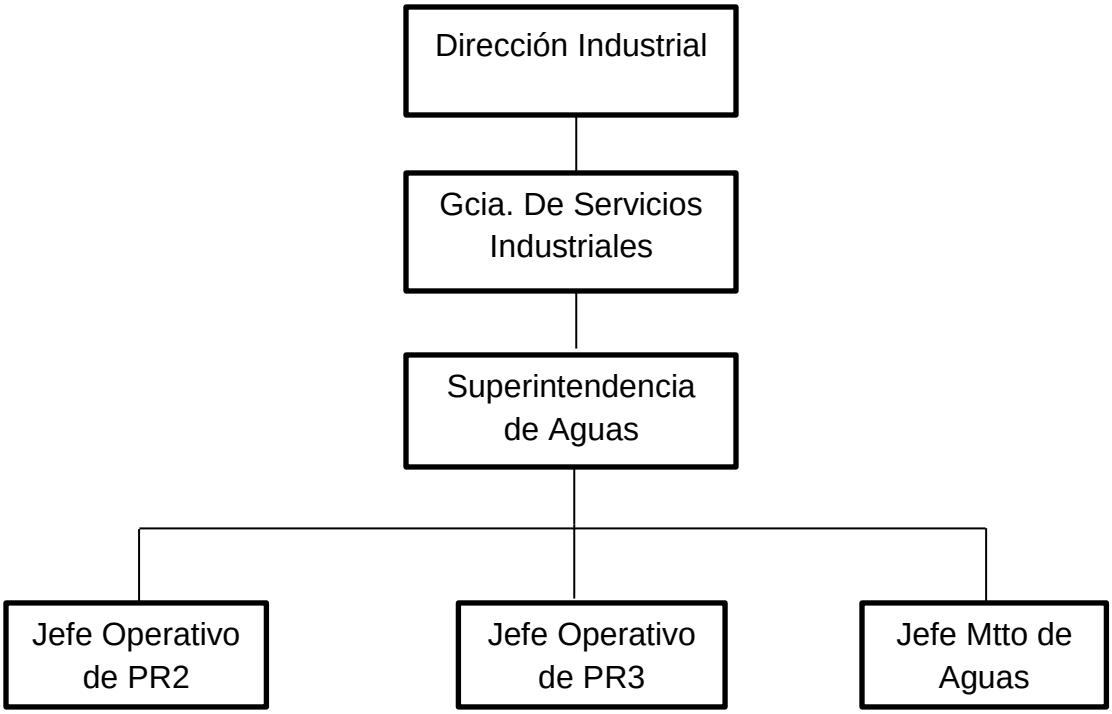


Figura N°3. Organigrama de la Dirección Industrial
Fuente: *Intranet, SIDOR "Alfredo Maneiro" C.A.*

Razón Social

La Siderúrgica del Orinoco C.A. tiene efecto multiplicador sobre la economía venezolana, al estimular la creación de una serie de industrias metálicas y de servicios que dan oportunidad para empleos adicionales y suman sus esfuerzos a la acción productiva global del país.

Por otro lado, promueve una externa actividad social a través de sus centros comerciales de interés para la comunidad. Su acción abarca lo cultural y lo deportivo; programando espectáculos, conferencias y exposiciones plásticas para que el trabajador con sus familiares participen activamente. Para Venezuela, SIDOR no significa dominio de tecnología

siderúrgica, sino que es el factor estratégico en la independencia económica, al producir más del 80% del acero que el país requiere para su desarrollo.

Políticas de Calidad

SIDOR tiene como compromiso la búsqueda de la excelencia con un enfoque dinámico que considera sus relaciones con los clientes, accionistas, empleados, proveedores y la comunidad, promoviendo la calidad en todas sus manifestaciones, como una manera de asignar la confiabilidad de sus servicios y la preservación del medio ambiente. Para ello requiere especial atención en:

- Definir anualmente los objetivos y planes de calidad, a fin de satisfacer los requerimientos y expectativas de los clientes.
- Implementar un sistema de calidad acorde a las normas internacionales más exigentes.
- Seleccionar los proveedores en base a sus sistemas de aseguramiento, calidad de sus productos y prestaciones de servicios, desarrollando relaciones duramente confiables.
- Asumir cada área de la empresa el doble papel del cliente y proveedor, desarrollando la gestión con criterios preventivos.
- Evaluar y motivar al personal en la mejora continua de la calidad en el trabajo y en todas sus manifestaciones.
- Verificar la efectividad del sistema a través de las auditorias de calidad.
- Mejorar constantemente los procesos y servicios incorporando nuevas tecnologías.
- Desarrollar nuevos productos y mejorar los existentes previendo las necesidades de los clientes.
- Asegurar el liderazgo competitivo de la empresa, entendiendo que la calidad, productividad y seguridad son factores esenciales que actúan conjuntamente.

Descripción de las Instalaciones

SIDOR como complejo siderúrgico está constituido por diversas plantas, las cuales están divididas en dos grandes grupos: Planta vieja y Plan IV.

Instalaciones de la Planta Vieja

La gerencia de SIDOR optó por cerrar diversas plantas pertenecientes a planta vieja que por su grado de obsolescencia tecnológica no eran competitivos, y cuya continuidad en operaciones generaban cuantiosas pérdidas. Estas plantas son las siguientes:

- Tren laminador 1100, 800 y 500 respectivamente.
- Planta de arrabio.
- Acería Siemens Martín.
- Planta de fundición.
- Los Trenes medios y pequeños de la fábrica de tubos.

Las plantas que se encuentran funcionando son:

- **Planta de Cal:** Tiene una capacidad de producción anual de 600.000 toneladas de cal viva y 220.000 toneladas de cal hidratada. Este producto es utilizado como aglutinante en la planta de pellas y como fúndete en la acería eléctrica.

- **Planta de Productos Planos:** Esta planta consta de un (1) tren de laminación en caliente y dos (2) trenes de laminación en frío, en los cuales se producen bobinas y láminas, a partir de planchones. Su capacidad es de 2.000.000 toneladas al año.

- **Fábrica de Tubos:** Actualmente sólo está operando el tren grande, el cual transforma tochos o palanquillas en tubos sin costuras de diferentes

longitudes y diámetros. La capacidad instalada es de 120.000 toneladas acabado por año.

- **Terminal Portuario:** Está destinado a recibir materiales y equipos para la industria siderúrgica, despachar productos elaborados y prestar servicio a otras industrias de la zona. Moviliza un promedio 6.000.000 toneladas anuales. Su longitud es de 1.195m.

Instalaciones del Plan IV

Las plantas que comprende el Plan IV son:

- **Planta de Pella:** Utiliza agua, cal hidratada, hierro fino y otros materiales para la fabricación de pellas. Su capacidad es de 6.600.000 toneladas al año.

- **Planta de Reducción Directa:** La conforman dos plantas: Midrex y HyL. Utiliza como materia prima las pellas y gas natural, produciendo hierro esponja, el cual constituye la materia prima fundamental de las Acerías Eléctricas. Su capacidad de producción es de 4.200.000 toneladas al año.

- **Planta de Acería Eléctrica de Planchones:** Está destinada a producir acero líquido con capacidad de 1.200.000 toneladas al año y palanquillas con un ritmo de 1.020.000 toneladas al año.

- **Planta de Acería Eléctrica y Colada de Planchones:** Consta de seis hornos de 200 toneladas y capacidad total de 2.400.000 toneladas de acero líquido por año a partir de hierro esponja y chatarra. Está acoplada a dos máquinas de colada continua con capacidad de 250.000 toneladas por año de planchones.

- **Planta de Acería Eléctrica y Colada Continua de Palanquillas:** Este conjunto consta de cuatro hornos eléctricos de 150 toneladas de acero

líquido por año a partir de hierro esponja. Está acoplada a tres máquinas de colada continua a una capacidad de 1.050.000 toneladas al año.

- **Instalaciones Auxiliares:** Comprende las plantas que proveen de servicios industriales necesarios para la producción, las principales son: sistema de vapor de agua saturada, procesamiento de chatarra, sistema de gas natural y planta de oxígeno.

Procesos Productivos SIDOR

El proceso de SIDOR comienza cuando el mineral de hierro fino proveniente de CVG Ferrominera del Orinoco es procesado inicialmente en la planta de pellas junto con cal hidratada, para obtener por centrifugación, pequeños aglomerados esféricos denominados pellas (Ver figura Nº4).

La cal hidratada por su parte proviene de la planta de cal hidratada que se transforma en este producto luego del procesamiento de la piedra caliza.

Figura N°4. Preparación y Molienda. Planta de Pellas
Fuente: *Intranet, SIDOR "Alfredo Maneiro" C.A.*

Las pellas junto al mineral de hierro bruto son procesadas en las plantas de reducción directa Midrex I y II y HyL I y II, para obtener el hierro de reducción directa (HRD) o hierro esponja. En el proceso de reducción existen

recolectores de polvo o pellas que no cumplen con el tamaño especificado que son trasladados a planta de briquetas, para ser procesada en la obtención de briquetas para la venta y el uso interno. La carga generada por las plantas de reducción pasa a los hornos eléctricos de la acería de planchones y para los hornos eléctricos de la acería de palanquillas.

Los planchones obtenidos en la acería son pasados a las plantas procesamiento de productos planos. La laminación de productos planos comienza con el proceso de laminación en caliente (Ver figura Nº5) a partir del cual se obtienen chapas gruesas y bobinas laminadas en caliente. Después de ser laminadas en caliente, estas se pueden proveer como bandas o bobinas; bobinas decapadas, bobinas con Skin Pass o láminas cortadas a una longitud específica. Las líneas encargadas de realizar estos procesos son conocidas como decapado I y II, skin pass, líneas de corte I y II, respectivamente.

Figura N°5. Cuarto Reversible – Laminador en Caliente
Fuente: *Intranet, SIDOR "Alfredo Maneiro" C.A.*

La obtención de bobinas laminadas en frío (Ver figura Nº6) exige el paso inicial por la línea de decapado. Si se continúa procesando, ésta través de las líneas de recocido y de temple se pueden obtener, bobinas tajadas y láminas. El proceso de la bobina laminada en frío puede continuar a través

de la línea de cromado y estañado para producir bobinas, láminas de hojalata y hoja cromada.

Figura N°6. Tándem Laminación en Frio
Fuente: *Intranet, SIDOR "Alfredo Maneiro" C.A.*

Las palanquillas obtenidas de la respectiva acería eléctrica pasan a los laminadores de barras y alambrones (Ver figura Nº7) de forma directa.

Figura N°7. Formador de Espiras – Planta de Alambrón
Fuente: *Intranet, SIDOR "Alfredo Maneiro" C.A.*

Este producto está destinado a aplicarse en los sectores industriales, construcción, tubería, envases, automotriz, transporte, recipientes a presión y distribuidores. Son utilizados por una variedad de consumidores industriales, en usos tales como la fabricación de ruedas, piezas automotrices, tubos,

cilindros de gas, construcción de edificios, puentes, ferrocarriles y para chasis de automóviles o camiones.

Departamento de Aguas

Todo el complejo de producción, distribución y control de aguas consumidas en SIDOR C.A. está bajo la responsabilidad del Departamento de Aguas, que está adscrito a la Superintendencia de Fluidos Industriales, quien además tiene a su cargo generación y distribución de vapor y ácido clorhídrico para la planta de productos planos.

Las instalaciones principales que se encuentran bajo la supervisión de esta Superintendencia son las siguientes:

- Dos estaciones de bombeo de agua industrial 20.700 m^3/h.
- Tres plantas de recuperación y tratamiento de aguas de enfriamiento 107.000 m^3/h.
- Tres plantas de agua potable 700 m^3/h.
- Una planta de agua ablandada 380 m^3/h.
- Dos estaciones de bombeo de agua para sistema anti-incendio 1250 m^3/h.
- Redes matrices de distribución de agua 73 km.
- Una planta de tratamiento de aguas negras 88 m^3/h.
- Dos reservorios de agua de emergencia 180.000 m^3/h.
- Una laguna de sedimentación 240.000 m^3.
- Una planta de ácido clorhídrico 10.5 m^3/h.

El suministro de agua a SIDOR, se obtiene a partir de dos tomas principales la del rio Caroní y la del rio Orinoco. El rio Caroní aporta el 85% del total del agua, mientras que el rio Orinoco aporta el otro 15%.

Plantas de Producción y/o Tratamiento de Aguas (SIDOR)

A continuación, se muestran las diferentes plantas de SIDOR destinadas a la producción o tratamiento de aguas (Ver tabla Nº3), señalando los tipos o servicios de agua que se obtienen de cada una de ellas.

Tabla N°3. Plantas y Tipos de Aguas de SIDOR C.A.

Planta o Instalación	Servicios o tipo de agua
Octágono	✓ Agua de Enfriamiento Indirecto. ✓ Agua Anti incendio.
Graver	✓ Agua Filtrada. ✓ Agua Ablandada. ✓ Agua Potable.
Planta de Recirculación Nº1 (PR1) o Planta Marley	✓ Agua Recirculada Indirecta.
Estación Bombeo Caroní	✓ Agua Industrial Caroní ✓ Agua de Emergencia ✓ Agua Anti incendio
Planta de Tratamiento de Aguas Negras	✓ Aguas Residuales Domesticas
Estación Bombeo Orinoco	✓ Agua Industrial Orinoco ✓ Agua de Emergencia ✓ Agua Anti incendio

Fuente: *Intranet, SIDOR "Alfredo Maneiro" C.A.*

Descripción del Área de Trabajo

El área asignada para el desarrollo de esta investigación son las plantas pertenecientes al Departamento de Aguas las cuales son: Planta de

Recirculación de Agua N°2 (PR2), y Planta de Recirculación de Agua Nº3 (PR3), encargadas del tratamiento, distribución y control de todas las aguas industriales de las diferentes plantas de producción pertenecientes a SIDOR. El objetivo de la planta de recirculación de agua II (PR2) es recircular agua para enfriamiento directo e indirecto en cantidad y calidad a los usuarios de la plantas de laminación en caliente y laminación en frío, en forma ininterrumpida.

La planta tiene dos sistemas de enfriamientos principales: El sistema de enfriamiento directo conformado a su vez por dos subsistemas, el sistema sin filtración y el sistema con filtración, este sistema es exclusivo de los equipos de la planta de laminación en caliente. El otro sistema es el de enfriamiento indirecto, enfriamiento sin contacto con el producto de laminación, para enfriamiento de los equipos de la plantas de laminación en caliente, laminación en frío y recubierto.

Para la recirculación de agua de enfriamiento de las acerías se cuenta con la planta de recirculación III (PR3), la cual está dividida en tres sistemas: Sistema Uno (S1), Sistema Dos (S2) y Sistema Tres (S3). Adicionalmente cuenta con un sistema para la separación de aceite y escoria permitiendo así mantener la eficiencia de la planta.

En el sistema uno (S1) se recircula agua de enfriamiento directo de las acerías, trenes de barras y alambrón, la cual se recibe en un sedimentador donde se le separa la escoria. Luego se bombea hacia unos filtros de arena con la misma presión a una torre de enfriamiento de tiro inducido y de tipo contraflujo, donde se produce un intercambio de calor y se le agregan productos químicos, para luego ser bombeada a los usuarios.

En el sistema dos (S2) se recircula agua de enfriamiento indirecto de las acerías, trenes de barras y alambrón. Para ello se recibe el agua en una torre

de enfriamiento donde ocurre un intercambio de calor, se le agregan productos químicos y se reponen las pérdidas por evaporación con agua industrial Caroní antes de bombearse a los usuarios. Aproximadamente 5% del agua es bombeada a unos filtros colaterales y retornada a la torre.

Finalmente, el sistema tres (S3) presenta el mismo funcionamiento que el sistema dos (S2), con la única diferencia que se recircula agua para el proceso Midrex II.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

A continuación se presenta el marco teórico mediante el cual se sustentaron las consideraciones y conceptos que sirvieron de guía para llevar a cabo el presente estudio.

Antecedentes de la Investigación

La realización de una investigación de estas características, requiere la revisión de material bibliográfico relacionado con el estudio. Por lo tanto, para cumplir con este fin se hizo una revisión de diversos trabajos de grado, y entre ellos, se tomaron las referencias de los siguientes autores mencionados a continuación:

Viña, Gabieliz (2009), realizó un estudio que consistió en **"Optimizar la fuerza laboral y los costos asociados a los cargos de las unidades adscritas a la gerencia de proyectos e ingeniería de CVG BAUXILUM."** A fin de seleccionar la alternativa más conveniente para la empresa desde el punto de vista económico, tomando en consideración la nueva convención colectiva de trabajo. Los resultados obtenidos con dicho estudio concluyen en que los "tiempos de ejecución y actividades para cada cargo de la gerencia de proyectos e ingeniería son muy variantes, ya que dependen de la magnitud del proyecto que se asigne". (p.69).

López, B. (2013), realizó una investigación basada en la "**Determinación del requerimiento de fuerza laboral necesaria de los cargos aprobados en la estructura organizativa de la gerencia de proyectos e ingeniería de la empresa CVG BAUXILUM**" El autor concluyó lo siguiente: "La fuerza laboral requerida para cumplir con las actividades inherentes a los cargos

bajo estudio, arrojó un incremento de quince (15) posiciones". El citado trabajo, expone la metodología para estimar la fuerza laboral, y la información fue de gran ayuda para la esquematización de datos del presente proyecto.

Farías (2013), realizó una "**Estandarización de la fuerza laboral de la superintendencia muelle y manejo de materiales en las secciones siguientes: muelle, alimentación a planta, PA3 y Silo de alúmina de CVG BAUXILUM, en Puerto Ordaz, Estado Bolívar.** En este proyecto de investigación se concluyó que:

> La fuerza laboral determinada se ajusta perfectamente a la última modificación realizada a la estructura de la Superintendencia de Muelle y Manejo de Materiales, en el mes de septiembre del 2000. Las condiciones ergonómicas en el puesto de trabajo de los operadores de equipos (principalmente en las grúas), no son las más adecuadas ya que las posturas asumidas por el trabajador y la duración de las actividades acarrean enfermedades profesionales, principalmente trastornos musculo esqueléticos en la zona cervical. (p.75).

Por lo tanto, sirvió como referencia en la investigación debido a la forma como el autor manejó la información del estudio de tiempo de cada actividad, el análisis de las alternativas para la disposición del recurso humano, así como los resultados obtenidos en la elaboración de la propuesta para mejorar la fuerza laboral.

Bases Teóricas

Estudio de Métodos

El estudio de métodos se define como el registro, examen crítico y sistemático de los métodos existentes y proyectados de llevar a cabo un trabajo como medio de idear y planificar métodos más sencillos y eficientes de reducir costos. El campo de las actividades comprende: el diseño,

formulación y selección de los mejores métodos, procesos, herramientas, equipos diversos y especialidades necesarias para fabrica un producto o ejecutar actividades que involucren mantenimiento de sistemas o equipos, después que haya sido proyectado.

La importancia de la medición del trabajo, radica en la información que se puede obtener de ella, con el fin de mejorar la productividad a través de:

- Comprobar la eficiencia de varios métodos, en igualdad de condiciones; el mejor método será, el que requiera menos tiempo.
- Igualar el trabajo y tratar de distribuirlo lo mejor posible, a través del diagrama de operaciones múltiples.

Una vez que haya sido fijado los tiempos estándar, se puede utilizar para: Facilitar la información que permite regular el costo de la mano de obra y mantener los costos normales, fijar normas para el rendimiento de la mano de obra a ser utilizados para cualquiera de los fines de primas de producción, facilitar la información sobre la que se ha de basar e programa de producción, incluyendo las necesidades del equipo y mano de obra para llevar a cabo el plan de trabajo.

Importancia de la Ingeniería de Métodos

- Mejora la eficiencia al eliminar el trabajo innecesario, las demoras evitables y otras formas de desperdicio: tiempo, traslado, sobreproducción, demoras, retrasos, almacenamientos, productos defectuosos, re-procesos, entre otros.

- Es la técnica más recomendable para incrementar la productividad del trabajo. Sus aplicaciones incluyen tanto el diseño, como la creación y selección de los mejores métodos, procedimientos, herramientas, equipos y habilidades para fabricar el producto.

- Permite la determinación del tiempo estándar que se requiere para fabricar el producto.

- Ayuda en el cumplimiento de normas y estándares establecidos, permitiendo dar al trabajador retribuciones por su rendimiento.

Estudio de Tiempo

Fonseca (2007), comenta que la palabra tiempo proviene del latín tempus, se utiliza para nombrar a una magnitud de carácter físico que se emplea para realizar la medición de lo que dura algo que es susceptible de cambio. Cuando una cosa pasa de un estado a otro, y dicho cambio es advertido por un observador, ese periodo puede cuantificarse y medirse como tiempo. Según Fonseca (2007), el estudio de tiempo es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, partiendo de un número de observaciones, el tiempo para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido.

Según Mejías (2009), esta actividad implica la técnica de establecer un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada, con base en la medición del contenido de trabajo del método prescrito, con la debida consideración de la fatiga, las demoras personales y los retrasos inevitables.

Existen varios tipos de técnicas que se utilizan para establecer un estándar, cada una recomendada para diferentes usos y con diferentes exactitudes y costos. Algunos de los métodos de medición de trabajo son:

- Estudio de tiempo.
- Datos predeterminados del tiempo.
- Datos estándar.
- Datos históricos.
- Muestreo de trabajo.

El enfoque del estudio de tiempos para la medición del trabajo utiliza un cronometro o algún otro dispositivo de tiempo, para determinar el tiempo requerido para finalizar tareas determinadas. Suponiendo que se establece un estándar, el trabajador debe ser capacitado y debe utilizar el método prescrito mientras el estudio se está llevando a cabo.

Estudio de Tiempo con Cronómetro

Niebel (2010), dice que el equipo mínimo requerido para llevar a cabo un estudio de tiempos comprende básicamente un cronómetro, un tablero o paleta y una calculadora. Sin embargo, la utilización de herramientas más sofisticadas como las máquinas registradoras de tiempo, las cámaras de video y cinematográficas en combinación con equipo y programas computacionales, se emplean con éxito manteniendo algunas ventajas con respecto al cronómetro.

Un estudio de tiempos con cronómetro se lleva a cabo cuando:

- Se va a ejecutar una nueva operación, actividad o tarea.
- Se presentan quejas de los trabajadores o de sus representantes sobre el tiempo de una operación.
- Se encuentran demoras causadas por una operación lenta, que ocasiona retrasos en las demás operaciones.
- Se pretenden fijar los tiempos estándar de un sistema de incentivos.
- Se encuentran bajos rendimientos o excesivos tiempos muertos de alguna máquina o grupo de máquinas.

La fórmula de tiempo es una expresión algebraica de los factores que determinan el tiempo de una operación la cual permite establecer un estándar de tiempo antes de iniciarse la producción, permitiendo sustituir los elementos variables por valores conocidos propios del trabajo. Esta actividad que tiene como finalidad establecer mediante técnicas aplicadas estándares

de tiempo permisible para realizar una tarea determinada, con la debida consideración de la fatiga, las demoras personales y los retrasos inevitables.

Técnicas de Cronometrado

De acuerdo a Burgos (2011), existen dos técnicas para realizar el cronometraje de una operación: Observación Continua; y el Vuelta a Cero:

Método de Observación Continúa: Consiste en dejar en marcha el cronómetro durante el estudio completo. El reloj se lee en los puntos terminales de cada elemento, mientras la aguja se mueve. Tienes como ventajas: (a) Presenta un registro completo de la observación realizada; (b) Se registran todas las demoras y elementos extraños; (c) Es adecuado para registrar elementos de corta duración. Sin embargo, lo limita en desventaja, que se necesita disponer de tiempo adicional para procesar los datos.

Método de Observación Vuelta a Cero: Consiste en leer el cronómetro a la terminación de cada elemento y luego las manecillas se regresan a cero de inmediato; así al iniciar el siguiente elemento las manecillas parten de cero.

Entre sus principales ventajas: (a) Los valores se leen directamente, por lo tanto, no hay que perder tiempo posteriormente haciendo sustracciones; (b) Los elementos se pueden cronometrar sin seguir el orden establecido y registrarse fácilmente. No requiere anotación especial, ni es necesario registrar las demoras.

Sin embargo, tiene las desventajas de: (a) Caer en un error acumulativo de la data y los elementos muy cortos son difíciles de medir; (c) No se tiene un registro del método completo por cuanto las demoras y elementos extraños pueden bien no ser registrado y por último, (d) El observador puede anticipar los valores de los elementos.

División de las Operaciones o Actividades en Elemento

La medición de las operaciones se divide en grupos de Therbligs llamados elementos. Los elementos deben ser de tan corta duración como sea posible, pero no tanto como para que se pierda la precisión del estudio.

Para identificar completamente los puntos terminales y desarrollar consistencia al leer el cronómetro de uno a otro ciclo, la división en elementos debe considerar los sonidos y las señales luminosas. Esta división permite la posibilidad de agrupar tareas, actividades en dependencia de su tiempo de duración, los elementos son medibles con mayor facilidad.

Tipos de Elementos

- **Repetitivos:** Son aquellos que están presente en todos los ciclos de trabajo.
- **Casuales:** Son aquellos que aparecen en forma esporádica en el ciclo, a intervalos regulares e irregulares pero que no forman parte del ciclo.
- **Constantes:** Son aquellos donde el tiempo de ejecución es fijo en todos los ciclos.
- **Variables:** Son aquellos donde el tiempo de ejecución no es fijo en todos los ciclos, depende de ciertas características del producto, del equipo o del proceso.
- **Manuales:** Son aquellos referidos a operadores, tiempo de ejecución.
- **Mecánicos:** Son aquellos relacionados a la máquina o al equipo.
- **Dominantes:** Son aquellos cuyo tiempo de duración es el más largo que cualquier tiempo del resto de los elementos realizados simultáneamente.

- **Extraños**: Son aquellos que no forman parte del ciclo de trabajo.

Registro para el Estudio de Tiempo

Se debe seleccionar o diseñar un registro que se ajuste a las necesidades del analista. La misma debe proveer espacio para la información descriptiva que deba registrarse a la hora de hacer el estudio si se espera que tenga valor en el futuro.

Procedimiento del Estudio de Tiempo

Una vez que se ha establecido el método, estandarizado las condiciones y los operarios se han capacitado para seguir el método aprobado, el trabajo está listo para un estudio de tiempos con cronómetro.

1. **Selección del operario:** El operario estudiado es muy importante. Por ésta razón, hacer un estudio de tiempos sobre el operario equivocado puede duplicar la dificultad para hacer el estudio y/o disminuir la exactitud del estándar. El operario debe ser alguien que trabaje con buena habilidad y esfuerzo, y que use el método aprobado.

2. **Exponer los métodos de trabajo y las lecturas del estudio de tiempo:** El estudio de tiempo no debe ser considerado como un documento secreto confinado al uso del analista. Debe ser un registro exacto de datos informativos que cubren la mejor y más eficiente manera de hacer el trabajo bajo las condiciones esperadas cuando el trabajo se esté efectuando. Debe ser un conjunto de instrucciones que la puedan utilizar los supervisores, trabajadores y el personal encargado de preparar la realización del trabajo.

3. **Selección de los elementos:** los elementos deben definirse con claridad, preferiblemente, debe indicar el punto de inicio, el trabajo específico incluido y el punto final, para cada elemento. Se deben considerar las

duraciones máximas o mínimas, la más importante, una consideración importante es que las unidades de tiempo de 0.03 a 0.04 minutos se consideran por lo general como el tiempo mínimo para lecturas con cronómetro manual mecánico.

Las pantallas digitales son más sencillas de leer y los tiempos mínimos de 0.01 a 0.03 minutos se ajustan a la realidad. También es necesario considerar la habilidad y reflejos del analista al seleccionar el tiempo mínimo que se utilizará.

4. Observación de las operaciones: los principios de observación, consideran que los elementos regulares y no regulares deben registrarse por separado: de haber variaciones, éstas deben ser pocas, si las hay, en la secuencia de elementos regulares. Por su naturaleza, los elementos irregulares varían frecuentemente en secuencia y ocurrencia. Para ello, se deben realizar los siguientes pasos:

- **Descripción del elemento**: el primer paso al hacer observaciones consiste en subdividir la operación en un número de operaciones más pequeñas (elementos), las cuales se estudiarán y medirán por separado.

- **Número de observaciones (muestreo):** La longitud del estudio de tiempos dependerá en gran parte de la naturaleza de la operación individual. El número de ciclos que deberá observarse para obtener un tiempo medio representativo de una operación determinada depende de ciertos procedimientos.

- **Número de Ciclos a Registrarse**: El número de ciclos que deben observarse para obtener un tiempo promedio representativo de una operación determinada depende de las normas siguientes:

a) El número de ciclos varía en función de las variaciones de los tiempos de los elementos de la tarea, y dependerá del grado de exactitud que se desee.

b) En un trabajo que dure varios años y en el que intervengan varios operarios, es conveniente obtener tiempos exactos.

c) Si el trabajo se efectúa solo esporádicamente con la intervención de un solo operario, no será necesario una exactitud muy rigurosa.

d) El estudio debe hacerse por un número de ciclos que permita observar varias veces los elementos poco frecuentes.

e) Cuando trabaje más de un operario en la misma tarea será mejor hacer un estudio breve (algunos 10 ciclos) de varios operarios separadamente, con preferencia a hacer un estudio largo a un solo operario.

f) El estudio deberá continuar durante el número de ciclos que el analista considere necesarios para obtener una visión representativa del proceso.

Existen varios métodos que permiten determinar el número de observaciones a realizar para obtener una muestra representativa en el cálculo del tiempo estándar.

El método utilizado en este trabajo, es el que aplica la Compañía General Electric, el cual determina el número de observaciones necesarias, dependiendo de la duración del ciclo. (Ver tabla Nº4), se refleja el tamaño de la muestra en función del tiempo de duración de cada actividad.

Tabla N°4. Tamaño de la Muestra

Tiempo De Ciclo (min) tt	Observaciones a Realizar (n)
0,10	**200**
0,25	**100**
0,50	**60**
0,75	**40**
1,00	**30**
2,00 – 4,00	**20**
4,00 – 5,00	**15**
5,00 – 10,00	**10**
10,00 – 20,00	**8**
20,00 – 40,00	**3**

Fuente: ***Tomado de Niebel (2010).***

Características que Debe Tener un Analista de Tiempos para Lograr un Buen Estudio

Las cualidades necesarias para el analista de tiempos son similares a aquellas requeridas para lograr el éxito en cualquier campo en que los esfuerzos estén dirigidos a lograr buenas relaciones humanas.

El analista de tiempos debe tener la habilidad mental para analizar distintas situaciones y tomar decisiones correctas y en poco tiempo, debe poseer una mente abierta, inquisitiva que busque siempre mejoras, el origen y desarrollo de lo que suceda.

Dado que el trabajo de esta persona afecta directamente al trabajador y a la compañía, es esencial que el mismo sea lo más preciso posible.

Tiempo Estándar

Es el valor de una unidad de tiempo para la realización de una tarea, como lo determina la aplicación apropiada de las técnicas de medición de trabajo efectuada por el personal calificado. Por lo general se establece aplicando las tolerancias apropiadas al tiempo normal.

También se define como una función del tiempo requerido para realizar una tarea usando un método y equipos dados, bajo condiciones de trabajo determinadas, por un trabajador que posea habilidad y aptitudes específicas para ejecutar la actividad, trabajando a un ritmo promedio sin que se produzcan efectos perjudiciales.

El tiempo estándar está representado por la siguiente fórmula:

$$\boldsymbol{TE} = (\boldsymbol{TN} + \boldsymbol{\Sigma\ Tol})$$

Dónde*:*

TE = *Tiempo Estándar*

TN = *Tiempo Normal*

Tol =*Tolerancias*

Tiempo Normal

Es el tiempo requerido por el operario normal para realizar la operación cuando trabaja con una velocidad estándar, sin ninguna demora por razones personales o circunstancias inevitables. El tiempo normal está dado por la siguiente expresión:

$$\boldsymbol{TN} = \boldsymbol{TPS} * \boldsymbol{CV}$$

Dónde:

TPS= *Tiempo Promedio Seleccionado*

Cv = *Calificación de Velocidad*

Tiempo Promedio Seleccionado

Es la media aritmética de los tiempos de ciclo de cada elemento.

$$\boldsymbol{TPS} = \boldsymbol{\Sigma}\, \boldsymbol{\chi}\text{i /n}$$

Dónde:

χi = *Tiempos Obtenidos.*

N: *= Número de lecturas.*

Calificación de Velocidad

Es un método de evaluación de desempeño que solo considera la tasa de trabajo logrado por unidad de tiempo. Con este método, el observador mide la efectividad del operario contra el concepto de un operario calificado que realiza el mismo trabajo, y después asigna un porcentaje para indicar la razón del desempeño observado entre el normal y el estándar. (Niebel y Freivalds, 2004).

$$\boldsymbol{Cv} = \mathbf{1} \pm \boldsymbol{C}$$

Dónde:

C= es el factor de calificación.

No existe un método universal para determinar la calificación de velocidad, el analista debe ser lo más objetivo posible al momento de definir el ***factor de calificación*** (C), ya que es el paso más importante del procedimiento de medición de trabajo.

Existen diversos métodos que permiten calcular el factor de calificación entre ellos tenemos el Sistema Westinghouse y Calificación Objetiva.

Sistema Westinghouse

Este procedimiento consiste en evaluar a través de la observación directa el desempeño del operario de forma cualitativa y cuantitativa, donde se determina el valor de cuatro (4) factores (habilidad, esfuerzo, consistencia y condiciones). Realizando una suma algebraica y se obtenga el valor de (C).

Esto permitirá calcular la calificación de velocidad (C$\boldsymbol{v}$).

- **Habilidad:** Pericia en seguir un método, se determina por su experiencia y aptitudes inherentes como coordinación natural y ritmo de trabajo el cual aumenta con el tiempo.

- **Esfuerzo:** Demostración de voluntad para trabajar con efectividad. El esfuerzo es representativo de la velocidad con la que se aplica la habilidad, y el operario puede controlarla a un grado alto.

- **Condición:** Son aquellas que afectan al operario y no a la operación. Los elementos que influyen son: ruido, temperatura, ventilación e iluminación.

- **Consistencia:** Es aquella que debe evaluarse mientras el operario está trabajando. Los valores de tiempos elementales que se repiten constantemente tendrán una consistencia perfecta.

Seguimiento de Trabajo

Es un procedimiento que consiste en la observación continua que permite obtener información de las actividades realizadas por un hombre o equipos. Su utilización está basada en el conocimiento que se adquiere, por medio de las observaciones realizadas de forma continua, sobre la relación existente entre las demoras, los elementos de trabajo y el tiempo total de proceso.

Entre las ventajas de la técnica del seguimiento del trabajo se pueden mencionar que proporciona información detallada de cada una de las actividades que realiza el ente estudiado. Además esta técnica puede ser aplicada en aquellos estudios que en teoría puedan parecer impracticables.

De igual manera también presenta desventajas pues es una técnica de las más costosas debido a la amplitud que posee. El estudio no puede ser interrumpido una vez que comience, ya que se verán afectados los resultados.

Muestreo del Trabajo

Para Niebel y Freivalds (2004), “es una técnica usada para investigar las proporciones del tiempo total dedicadas a diversas actividades que constituyen una tarea o una situación de trabajo”. Dicha técnica permite realizar un gran número de observaciones a máquinas, operarios y procesos durante un periodo de tiempo.

Ventajas

- No requiere de observación continua del analista durante largos períodos.
- Los tiempos de trabajo de oficina disminuyen.
- El total de horas-trabajo dedicadas por el analista, en general, son menos.
- El operario no está sujeto a largos períodos de cronometrados.
- Un solo analista puede estudiar con facilidad las operaciones por brigadas.

Desventajas

- El operario puede cambiar su rutina en el trabajo al ser observado.
- No muestra información detallada.

- No es económico para máquinas y operarios que están esparcidos en grandes zonas.
- No permite hacer cálculos, proyecciones o tabulaciones con respecto a áreas, grupos o sectores pequeños de una población.
- Efecto multiplicador del error y complicaciones que surge del propio procedimiento.
- Preparación estadística y matemática del que realiza el muestreo.

Pasos para realizar el Muestreo del Trabajo

- Definir el problema.
- Obtener la aprobación del supervisor y el total conocimiento por parte de todos del objetivo.
- Establecer el nivel de confianza deseado y la precisión que deben tener los resultados finales.
- Realizar estimación preliminar del porcentaje de ocurrencia del evento que se va a medir.
- Diseñar el estudio, los pasos son los siguientes:

a) Determinar el número de observaciones a realizar.
b) Fijar el número de días disponibles para completar la fase de recolección de datos del estudio.
c) Determinar la frecuencia de realización de las observaciones.
d) Determinar el número de observaciones requeridas.
e) Fijar una ruta por el analista.
f) Realizar un programa de observaciones para cada día.
g) Diseñar la hoja de observaciones.
h) Hacer las observaciones de acuerdo al plan y el programa para resumir los datos.

Carga de Trabajo

Es el tiempo total en que una máquina o persona se encuentra operativa durante una jornada de trabajo, esta viene expresada por la siguiente ecuación:

$$\boldsymbol{CT = TE \times Fr}$$

Dónde:

***CT**: Carga de Trabajo.*

***TE**: Tiempo Estándar.*

***Fr**: Frecuencia Real (veces por año).*

Personal Requerido

Es la cantidad de personas necesarias para realizar eficientemente las labores inherentes a sus funciones en el área de trabajo.

$$\boldsymbol{PR = CT/TD + vacaciones}$$

Dónde:

***CT**: Carga de Trabajo (Hr-Hombre/año)*

***TD**: Tiempo Disponible (Hr/año)*

***Vacaciones**: CT * 0.0909*

Tolerancias (Tols)

De acuerdo a Niebel (2010), las tolerancias son la adición de suplementos o márgenes al tiempo normal en que un operario realiza una actividad, teniendo en cuenta interrupciones, retrasos y movimientos lentos producidos por la fatiga inherente a otro trabajo.

Se debe asignar una tolerancia al trabajador para que el estándar resultante sea justo y fácilmente se pueda mantener por la actuación del trabajador medio a un ritmo normal continuo. Se debe tener cuidado cuando se incluye la tolerancia en el estándar del estudio de tiempos. Se debe

recordar que el margen se basa en un porcentaje del tiempo de producción diaria y no en el día de trabajo global. Se consideran los siguientes aspectos:

- **Retrasos personales**: en este renglón deberán situarse todas aquellas interrupciones en el trabajo necesarias para la comodidad o bienestar del empleado. Esto comprenderá las idas a tomar agua y a los sanitarios. El tiempo por retrasos personales dependerá naturalmente de la clase de persona y de la clase de trabajo, generalmente se emplea un 5% tanto para hombres y mujeres.

- **Retrasos inevitables**: *e*sta clase de demora se aplica a elementos de esfuerzos y comprende conceptos como interrupciones por el supervisor, el despachador, el analista de tiempos y de otras personas, irregularidades en los materiales, dificultad en mantener tolerancias y especificaciones y demoras por interferencias, en donde se realizan asignaciones en múltiples máquinas. Generalmente no se consideran debido a que pueden ser corregidas.

- **Fatiga**: se aplica a las partes del estudio relativas a esfuerzos. La fatiga no es homogénea en ningún aspecto; va desde el cansancio puramente físico hasta la fatiga puramente psicológica, e incluye una combinación de ambas. Tiene marcada influencia en ciertas personas, y aparentemente poco a ningún efecto en otras. Ya sea que la fatiga sea física o mental, los resultados son similares: existe una disminución en la voluntad para trabajar.

Los factores más importantes que afectan la fatiga son bien conocidos y se han establecido claramente, algunos de ellos son: condiciones de trabajo, naturaleza del trabajo, estado general de salud del trabajador físico y mental. Es evidente que la fatiga puede reducirse pero nunca eliminarse.

El método sistemático utilizado tradicionalmente para valorar la fatiga asigna puntos de 5 a 80 a factores involucrados en la ejecución de la actividad, su finalidad es hacer más objetiva la asignación de tolerancias por fatiga. Los puntos asignados para factores de fatiga se evalúan en cuatro niveles.

Análisis de Precios Unitarios (A.P.U)

Son herramientas de trabajo que permiten determinar la estructura de un precio o costo en función de sus componentes. Los A.P.U. se utilizan como elementos probatorios de las estructuras de costos de cada una de las actividades relacionadas en la ejecución de un proyecto, porque permiten justificar costos y sobrecostos, evaluar rendimientos contra costos, analizar flujos de cada uno de los componentes y ajustar posibles costos finales del proyecto.

Componentes de un A.P.U.

- **Materiales:** Son los insumos que deben utilizarse para ejecutar una actividad.

- **Equipos:** Son las herramientas, maquinarias y artilugios que deben emplearse para ejecutar una actividad.

- **Mano de Obra:** Es el personal humano no profesional que efectuará la actividad que se estudia y estará clasificado según el tabulador del contrato colectivo en vigencia.

- **Costos Asociados al Salario (C.A.S):** Son aquellas erogaciones que la empresa debe efectuar al trabajador, a entes gubernamentales o a terceros según lo establecido en las cláusulas de los contratos colectivos.

El porcentaje de costo asociado al salario (CAS) se determina por medio de la siguiente expresión:

$$CAS = (DEP / DET - 1) \times 100$$

Dónde:

***DEP**: Días efectivamente pagados. (Días de duración de la obra + Días adicionales según leyes y decretos + Días adicionales según convención colectiva + Días adicionales por seguridad e higiene + Días adicionales por contribuciones sindicales).*

***DET**: Días efectivamente trabajados. (Días de duración de la obra: Días no trabajados según leyes y decretos + días de permiso remunerados).*

Planeación y Programación de Operaciones Estratégicas de Producción

Según Madrid (2010), la planeación y programación de operaciones se centra:

> En el volumen y en el tiempo de producción de los productos, la utilización de la capacidad de las operaciones, y establecimiento de un equilibrio entre los productos y la capacidad entre los distintos niveles para lograr competir adecuadamente. Los sistemas de administración para hacer todas estas cosas implican la existencia de diversos niveles jerárquicos de actividades, que se enlazan de arriba hacia abajo para apoyarse las unas a las otras. (p.37).

La orientación del tiempo va de largo hasta corto plazo, a medida que se avanza de arriba hacia abajo en la jerarquía. En la misma manera el nivel de detalle en el proceso de planeación oscila de lo general en la parte superior a lo particular en la parte inferior.

Diagrama Causa-Efecto

El diagrama causa-efecto o diagrama Ishikawa es un método gráfico que refleja la relación entre una característica de calidad (muchas veces un área problemática) y los factores que posiblemente constituyen a que exista. En otras palabras, es una figura que relaciona el efecto (problema) con sus causas potenciales. (Ver figura Nº8).

El diagrama causa-efecto es una herramienta muy útil para detectar las causas de los problemas y así será de mayor efectividad en la medida en que dichos problemas estén mejor localizados y delimitados.

El diagrama Ishikawa es una manera de identificar las fuentes de variabilidad.

Para confirmar si una posible causa es una causa real se recurre a la obtención de datos o al conocimiento que se tiene sobre el proceso. Este diagrama es usado para:

- Visualizar, en equipo, las causas principales y secundarias de un problema.
- Ampliar la visión de las posibles causas de un problema, enriqueciendo su análisis y la identificación de soluciones.
- Analizar procesos en búsqueda de mejoras.
- Conduce a mejorar procesamientos, métodos, costumbres, actitudes o hábitos, con soluciones-muchas veces-sencillas y baratas.
- Educa sobre la comprensión de un problema.
- Sirve de guía objetiva para la discusión y la motiva.
- Muestra el nivel de conocimientos técnicos que existe en la empresa sobre un determinado problema.
- Prevé los problemas y ayuda a controlarlos, no solo al final, sino durante cada etapa del proceso.

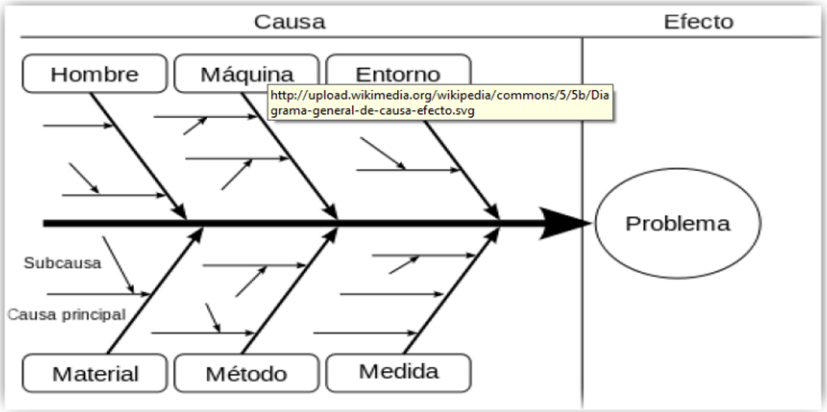


Figura N°8. Elaboración de Diagrama Causa-Efecto.
Fuente: *http://es.wikipedia.org/wiki/diagrama_de_Ishikawa.*

Pasos para la elaboración del Diagrama Causa-Efecto

a) Identificar el problema: Definir con exactitud el problema, fenómeno, evento o situación que se requiere analizar. Este debe plantearse de manera específica y concreta para que el análisis de las causas se orienten correctamente evitando así confusiones.

b) Identificar las principales categorías dentro de las cuales pueden clasificarse las causas del problema: Para conocer las categorías de un diagrama causa-efecto, es necesario definir los factores o agentes generales que dan origen a la situación, evento, fenómeno o problema que se quiere análisis y que hacen que se presente de una manera determinada. Se asume que todas las causas del problema que se identifiquen, pueden clasificarse dentro de otra categoría.

c) Definir las causas: mediante una lluvia de ideas y teniendo en cuenta las categorías encontradas, se identifican las causas del problema. Éstas son por lo regular, aspectos específicos de cada una de las categorías que, al estar presente de una u otra manera, generan el problema. También

puede ocurrir que al realizar la lluvia de ideas resulte una de las causas del problema que no pueda clasificarse en ninguna de las categorías previamente identificadas. En este caso, es necesario generar una nueva categoría e identificar otras posibles causas del problema relacionadas con ésta.

d) Asignar la importancia de cada factor y marque los factores realmente importantes que parece tener un efecto significativo sobre las características de calidad o influyan en el problema.

e) Registre cualquier información que pueda ser de utilidad.

Análisis FODA

El Análisis DAFO, también conocido como Matriz o Análisis DOFA, FODA, o en inglés SWOT, es una metodología de estudio de la situación de una empresa o un proyecto, analizando sus características internas (Debilidades y Fortalezas) y su situación externa (Amenazas y Oportunidades) en una matriz cuadrada (Ver figura Nº9).

Es una herramienta para conocer la situación real en que se encuentra una organización, empresa o proyecto, y planificar una estrategia de futuro. Durante la etapa de planificación estratégica y a partir del análisis FODA se debe poder contestar cada una de las siguientes preguntas:

- ¿Cómo se puede explotar cada fortaleza?
- ¿Cómo se puede aprovechar cada oportunidad?
- ¿Cómo se puede detener cada debilidad?
- ¿Cómo se puede defender de cada amenaza?

- **FO (Fortalezas-Oportunidades):** Se basan en el uso de las fortalezas internas de una empresa con el objeto de aprovechar las oportunidades externas.

- **DO (Debilidades-Oportunidades)**: Tienen como objetivo la mejora de las debilidades internas, valiéndose de las oportunidades externas

- **FA (Fortalezas-Amenazas):** Se basan en la utilización de las fortalezas de una empresa para evitar o reducir al mínimo el impacto de las amenazas externas.

- **DA (Debilidades-Amenazas):** Tiene como objetivo derrotar las debilidades internas y eludir las amenazas externas intentando minimizarlas, mediante estrategias de carácter defensivo, pues un gran número de estas pueden llevar a una empresa a una posición muy inestable.

MATRIZ FODA	FORTALEZAS (F)	DEBILIDADES (D)
	Realizar un listado de las fortalezas	Realizar un listado de las debilidades
OPORTUNIDADES (O)	**ESTRATEGIAS FO**	**ESTRATEGIAS DO**
Realizar un listado de las oportunidades	Usar fortalezas para formar ventajas de las oportunidades	Superar debilidades tomando ventaja de las oportunidades
AMENAZAS (A)	**ESTRATEGIAS FA**	**ESTRATEGIAS DA**
Realizar un listado de las amenazas	Usar fortalezas para evadir amenazas	Minimizar debilidades para evitar amenazas

Figura N°9. Matriz F.O.D.A
Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/matrizfoda

Glosario de Términos Básicos

- **Actividades:** Son aquellos pasos que se llevarán a cabo en la ejecución del mantenimiento, conformada por una serie de tareas de forma secuencial. Algunas de estas actividades se podrán hacer simultáneamente (en paralelo), dado el caso que entre ellas no exista precedencia relativa, es decir, la realización de una no depende obligatoriamente que se haya ejecutada con anterioridad la otra actividad.

- **Carga de Trabajo**: es el conjunto de requerimientos psicofísicos a los que se ve sometido el trabajador a lo largo de su jornada laboral.

- **Estudio de Métodos:** Se encarga de reducir o eliminar los tiempos suplementarios realizando un examen crítico de los procedimientos utilizados, tratando de mejorar esos procedimientos para reducir el esfuerzo humano, mejorar la utilización de materiales, de máquinas y de mano de obra, y eliminar los movimientos innecesarios tanto de materiales como del personal

- **Estudio del Trabajo:** Son técnicas que permiten mejorar los diferentes aspectos organizativos del trabajo, y con ello, la productividad y la rentabilidad de la empresa u organización.

- **Fuerza Laboral**: Todo aquel recurso humano que mediante el desempeño de su función o labor específica, contribuyen en conjunto a transformar la materia prima (sea cual sea esta) en el producto terminado que la empresa tiene como meta final.

- **Horas-Hombres:** Horas efectivas de trabajo, contra proyecto terminado (o fase), divididas entre la cantidad de hombres que se requirieron para hacerlo.

- **Mano de Obra:** Es la labor empleada por las personas que contribuyen de manera directa o indirecta en la transformación de la materia prima, es la contribución física o mental para la elaboración de un bien o producto, puede ser directa o indirecta.

- **Medición del Trabajo:** Consiste en la aplicación de diferentes técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida, efectuada según una norma de ejecución previamente establecida (que se habrá establecido en el estudio de métodos).

- **Muestreo del Trabajo:** Es una técnica que se utiliza para investigar las proporciones del tiempo total dedicada a las diversas actividades que componen una tarea, actividades o trabajo.

- **Optimización:** Proceso de modificar un sistema para mejorar su eficiencia o también el uso de los recursos disponibles.

- **Proceso:** Es un conjunto de actividades o eventos que se realizan o suceden con un determinado fin.

- **Producción:** Cualquier tipo de actividad destinada a la fabricación, elaboración u obtención de bienes y servicios.

- **Productividad Efectiva**: Capacidad de producción por unidad de tiempo.

- **Tiempo Estándar:** Es el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente calificado y adiestrado, y trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo la operación.

- **Tiempo Improductivo:** Tiempo en el que no se realiza trabajo productivo alguno, sea cual sea la causa.

- **Tiempo Normal:** Es el tiempo requerido por el operario normal o estándar para realizar la operación cuando trabajo con velocidad estándar, sin ninguna demora por razones personales o circunstancias inevitable.

CAPÍTULO IV

DISEÑO METODOLÓGICO

El siguiente capítulo muestra la metodología utilizada para el desarrollo de la investigación, señalándose de manera ordenada los pasos y las habilidades metodológicas que se emplearon para recaudar la información. A su vez, se describen diversos aspectos, tales como el tipo de estudio y diseño que será utilizado, así como también el procedimiento para la recolección de datos.

Modalidad de la Investigación

En atención a la modalidad de investigación, este trabajo se enmarca en la peculiaridad de proyecto factible y según el criterio de Ballestrini (2006), “los proyectos factibles están sustentados en el modelo operativo de una unidad de acción, y orientados a proporcionar respuestas o soluciones de problemas planteados en determinada realidad organizacional, social, económica, educativa, entre otros” (p.9).

A partir de la definición expuesta, la propuesta está basada en un conjunto de actividades vinculadas entre sí, cuya ejecución permitirá el logro de objetivos previamente definidos, atendiendo a las necesidades planteadas por el Departamento de Aguas de la empresa, dando cabida a la mejora y eficiencia de las actividades que allí se manejan.

Particularmente, el trabajo se centra en optimizar la fuerza laboral y costos asociados para el mantenimiento del Departamento de Aguas de las plantas PR2 y PR3 de SIDOR, por tanto, los datos de interés serán recogidos de forma directa durante las actividades de mantenimiento de las plantas PR2 Y PR3 realizadas por las cuadrillas de cada planta, con la finalidad de

evaluar la carga de trabajo que tienen actualmente, y así cumplir con el objetivo general de investigación propuesto.

La sustentación teórica práctica, tendrá a su vez, una revisión documental de textos relacionados con la ingeniería de métodos, y el uso de metodologías prácticas para la optimización.

Tipo de Investigación

El Diseño para la recolección de información, se corresponde a la selección de los tipos de investigación, por lo tanto, a los fines de la presente proyecto, se tomó el tipo de investigación descriptiva y evaluativa. Tamayo y Tamayo (2003) las define a continuación:

"La investigación descriptiva comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual, y la composición o procesos de los fenómenos. El enfoque se hace sobre conclusiones dominantes o sobre cómo una persona, grupo o cosa se conduce o funciona en el presente" (p.46). Con relación a la investigación evaluativa, Rincón y Latorre (1992) dicen que:

"La investigación evaluativa constituye una síntesis al mismo tiempo que una extensión de una amplia gama de métodos de investigación que aportan información sobre cuestiones planteadas en torno a los programas educativos, con el fin de facilitar la toma de decisiones sobre los mismos" (p.216).

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, para la solución del problema planteado, se deben identificar y describir las actividades realizadas por las cuadrillas mecánica, eléctrica e instrumentista del Departamento. A su vez, se medirán los tiempos de ejecución y frecuencia con la cual se realizan dichas actividades, para posteriormente evaluar las cargas de trabajo en

horas-hombre y los costos asociados. De esta manera poder optimizar la fuerza laboral. Al evaluar el desempeño de las cuadrillas y las cargas de trabajo se podrán determinar las posibles vacantes existentes en cada planta.

Población y Muestra

Población

Se entiende por población “cualquier conjunto de elementos a los que se quiera conocer o investigar alguna o algunas de sus características” (Ballestrini, 2001, p.140), En el presente trabajo de investigación, la población está constituida por las actividades de mantenimiento realizadas por las cuadrillas de operadores del Departamento de Aguas, específicamente de las plantas PR2 Y PR3. Considerándose, las actividades de mantenimiento mecánico, eléctrico e instrumentista. Las cuadrillas están conformadas por 13 trabajadores en general.

Muestra

Arias (2003), sostiene que la muestra es una parte de la población, donde se toma un número representativo de individuos u objetos...es “probabilística cuando amerita criterios muéstrales; y no probabilística cuando no son necesarios los mismos, sino que se escogen los individuos a juicio del experto o investigado” (p.52).

Para la presente investigación, se consideró que la muestra es igual a la población, debido a que se evaluaran las actividades de mantenimiento ejecutadas por 13 trabajadores, lo que indica que es una población menor a 50 personas, por tanto, según cita Castro (2003), expresa que "si la población es menor a cincuenta (50) individuos, la población es igual a la muestra" (p.69). Particularmente, las cuadrillas están conformadas por 5 mecánicos, 4 electricistas y 4 instrumentistas.

Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Técnicas

Para la recolección de los datos se utilizaron fuentes primarias y secundarias. La información recogida de las fuentes primarias**,** se considera material de primera mano relativo a lo que se desea investigar o relatar. Para ello se aplicaron en este trabajo, la observación directa y las entrevistas "no estructuradas". En cuanto a las fuentes secundarias, se consideraron aquellos documentos que contienen información importante del proceso, así como la aplicación de consultas bibliográficas sobre el tema.

1. **Observación Directa:** Casal (2006) establece que: "La observación permite captar la realidad sin distorsionar información, pues lleva a establecer la verdadera realidad del fenómeno" (p.45). La observación, es un elemento fundamental de todo proceso investigativo, entre los tipos de investigación existentes se hizo énfasis en la observación estructurada; ya que, esta se ejecuta en función de los objetivos específicos.

A este respecto, se empleó en la investigación para corroborar en forma visual la información que se tiene sobre las actividades de mantenimiento, y poder estudiar sus cualidades y debilidades. Por lo tanto, se realizaron las observaciones directamente en el sitio de trabajo de las cuadrillas de cada planta del Departamento de Aguas durante el desarrollo de sus actividades. Para las anotaciones se contó con un formato previamente diseñado que permitió almacenar la información.

2. **Entrevista no Estructurada:** Narváez (1997) "las entrevistas buscan opiniones por medio de una guía de preguntas, previamente elaboradas, para aclarar un determinado asunto" (p.30). "consisten en la recolección de testimonios orales y escritos de personas vivas. Es una técnica que permite conocer las opiniones sobre las necesidades del sistema.

Para ello, se entrevistó al personal de las cuadrillas y a sus Supervisores para conocer el proceso realizado en el desarrollo de cada tipo de mantenimiento de las plantas PR2 y PR3.

3. **Consultas Bibliográficas:** se realiza con la finalidad de sustentar de manera científica la investigación. Se le llama también revisión de fuentes documentales.

Se hizo necesaria la revisión y consulta de fuentes bibliográficas concernientes a técnicas de ingeniería de métodos para el estudio de tiempo. A su vez, se analizaron documentos internos de SIDOR, revisión de informes de pasantía y trabajos de grado relacionados con estudio de fuerza laboral.

Instrumentos

- **Cronómetro:** Se utilizará para la toma de tiempos de las actividades ejecutadas por la fuerza laboral existente durante la jornada de trabajo.

- **Computadora:** Se necesitó un computador para llevar de manera organizada la información general de las cuadrillas.

- **Cuaderno de Anotaciones:** Es otro de los instrumentos que aplicará la investigadora para anotar las respuestas dadas por los empleados en estudio.

- **Lápiz:** Instrumento que se usará para redactar las opiniones de los trabajadores, en las respectivas entrevistas.

- **Fichas**: Este instrumento se utilizará por la investigadora para clasificar y anotar, las distintas informaciones que son necesarias para apoyar la realización del proyecto de grado.

- **Videograbadora**: Este instrumento será de gran ayuda para guardar la información suministrada por los trabajadores, en las entrevistas realizadas a cada uno de ellos.

- **Equipos de Protección Personal (EPP):** en la planta, es obligatorio el uso de los EPP. Entre los que están:
  - Casco.
  - Monolentes.
  - Protector respiratorio.
  - Protector auditivo.
  - Botas de seguridad.
  - Camisa azul marino manga larga.
  - Pantalón blue jeans.

Técnicas de Análisis

Las técnicas que se utilizaron en el presente trabajo para analizar la información empleada, son cualitativas y cuantitativas.

En tal sentido, Arias (2009), llama a las técnicas procedimientos y análisis de los datos, como tratamiento de la información y la define: “determinación de los procedimientos para obtener resultados mediante la información procesada en el recuento, clasificación y ordenación de la información en tablas o cuadros”. (p.148).

A este respecto, se toma la definición de Ballestrini (2007), sobre análisis cualitativo, que expresa “el análisis cualitativo es aquel que se realiza mediante procedimientos de la información hecha en forma verbal y de modo general” (p.175).

De lo expresado por el autor, se indica que el análisis cualitativo a aplicar en este estudio, se ejecutará a través de la evaluación de los datos

obtenidos de las diferentes entrevistas aplicadas a los obreros en estudio, comparándolas al mismo tiempo con aspectos semejantes para evaluar su confiabilidad.

Del análisis cuantitativo, Ballestrini (ob. cit.) señala que “es aquel que se efectúa con toda la información numérica resultante de la investigación, la cual se representará como un conjunto de datos reflejados en cuadros o tablas, realizando además cálculos porcentuales (p.172).

El análisis cuantitativo a utilizar incluirá el estudio de estadísticas presentado en tablas, los cuales conducirán a los resultados obtenidos durante la investigación donde se dará a conocer la magnitud del problema planteado.

Procedimiento Metodológico

A continuación se presentan las respectivas actividades ejecutadas en la investigación:

1. Recolectar los datos e información acerca de la situación actual del Departamento de Aguas, en cuanto a la fuerza laboral y costos asociados para el mantenimiento de las plantas PR2 y PR3. Para ello, se utilizó una hoja de seguimiento donde se fue registrando la toma de las muestras. (Ver anexo Nº3).

2. Realizar entrevistas “no estructuradas” al personal que conforma la cuadrilla mecánica, eléctrica e instrumentista con experiencia y conocimiento sobre las distintas actividades de mantenimiento realizado a los equipos que conforman las plantas PR2 y PR3 del Departamento.

3. Realizar un estudio de tiempo con la finalidad de estandarizar las actividades a ejecutar por cada planta, observando la jornada efectiva. Se utilizó en cronómetro con el método vuelta a cero.

4. Efectuar un muestreo de trabajo con el fin de determinar cuáles son las actividades más frecuentes y el tiempo de ejecución de las mismas. Para ello, se aplicaron tres metodologías, de ingeniería industrial para estandarización de tiempos y muestreo de trabajo. Los cuales fueron: el General Electric, para la selección de muestras; el Método de Westinghouse, para la calificación de la velocidad de los trabajadores en su jornada de trabajo a un ritmo normal; y el Método Sistemático para asignar tolerancias por fatiga.

5. Calcular la carga de trabajo real de cada planta aplicando las formulas correspondientes. Y utilizando hojas de cálculo de Microsoft Excel. Este cálculo permitió la determinación de la fuerza laboral requerida para mejorar el rendimiento de trabajo en las plantas PR2 y PR3.

6. Realizar análisis de costos de contratación; dependiendo de la cantidad de personal que se requiera. Considerando, los valores establecidos por la contratación colectiva, y lo exigido en la LOCYMAT, y Ley Orgánica del Trabajo.

CAPÍTULO V

SITUACIÓN ACTÚAL

En este capítulo se presenta el desarrollo de los objetivos planteados para el diagnóstico de la situación actual en que se encuentran las cuadrillas de mantenimiento de las plantas PR2 y PR3 pertenecientes al Departamento de Aguas, enfatizando los aspectos relacionados con desarrollo de las actividades de mantenimiento mecánico, eléctrico e instrumentista que realizan, así como sus procesos, las condiciones de trabajo y la problemática que genera la necesidad de optimizar la fuerza laboral.

Se levantó una información general sobre la situación de los mantenimientos dentro de las plantas PR2 y PR3, a través de las entrevistas realizadas a los Supervisores del Departamento de Aguas, lo que permitió abordar la situación actual de la fuerza laboral, las actividades y las situaciones del proceso que conllevaron a la investigación. Se aplicaron herramientas básicas de análisis de problemas, bajo los criterios de observación de los procesos, utilizando las técnicas siguientes: Diagramas Causa – Efecto y Matriz F.O.D.A.

Situación Actual del Mantenimiento de las Plantas PR2 Y PR3

El Departamento de Aguas, es una unidad adscrita a la Superintendencia de Fluidos Industriales que pertenece a la Gerencia de Servicios Industriales, y tiene como propósito la producción, distribución y control de aguas consumidas en SIDOR C.A., quien además tiene a su cargo generación y distribución de vapor y ácido clorhídrico para la planta de productos planos, utilizando las herramientas y materiales adecuados; aplicando durante la ejecución del trabajo las normas de higiene y seguridad Industrial, a fin de

garantizar el funcionamiento de los sistemas industriales, utilizados para la continuidad de los procesos productivos de la empresa.

En este departamento, se realizan dos tipos de mantenimiento, entre los cuales se encuentra el preventivo o rutinario y el correctivo. El rutinario cuyas actividades son ejecutadas siguiendo un programa de mantenimiento preventivo con ejecución semanal, el cual se discute con los supervisores mecánicos, electricistas e instrumentistas, además de los inspectores y líderes de las plantas PR2 Y PR3; por su parte, son pautados cuando la unidad que requiere el mantenimiento emite la orden de trabajo. Las actividades de mantenimiento correctivo, son ejecutadas de emergencia una vez que se presenta la falla en el área.

El Departamento de Aguas, para garantizar un proceso transparente, eficiente y de calidad, lleva un control de sus actividades mediante el cual el inspector emite las órdenes de trabajo que se consideran necesarias, y los supervisores reciben las órdenes emitidas, a las cuales el Departamento brinda sus servicios. Asimismo, llevan un control de inventario de los repuestos disponibles y cierran las órdenes de trabajo especificando la actividad realizada y el tiempo de ejecución de la misma.

El espacio físico del departamento se distribuye de la siguiente manera:

- Las oficinas, donde se encuentran el jefe y los supervisores del Departamento, ejecutando las ordenes de trabajo, dando instrucciones al personal gestionando la disponibilidad de repuestos y cierres de trabajo.

- Taller, espacio donde se encuentran distribuidas las herramientas y equipos de trabajo. Aquí se realizan las actividades de diseño, fabricación y/o reacondicionamiento de piezas, para luego ser trasladadas a las áreas donde se encuentran los equipos y realizar el montaje.

- Depósito de repuestos, donde se resguardan los repuestos y materiales requeridos para la realización de los distintos mantenimientos.

- Todas las áreas antes mencionadas, cuentan con las especificaciones de las normas de trabajo, herramientas y equipos de protección personal que se deben utilizar.

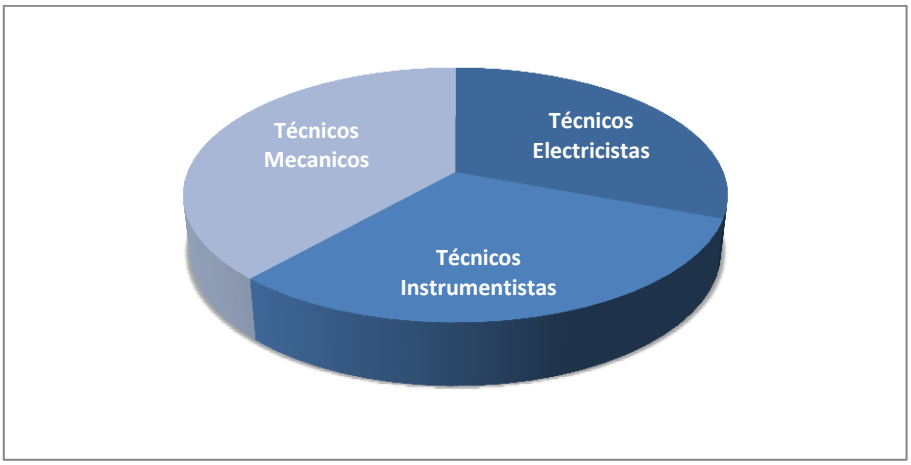
Descripción de la Fuerza Laboral de las Cuadrillas de Mantenimiento

La fuerza laboral, está conformada por el personal de las cuadrillas de mantenimiento mecánico, eléctrico e instrumentista que labora en las plantas PR2 y PR3.

Estos efectúan las actividades en un solo turno de trabajo de 7:00 am a 3:00 pm a excepción de la planta de regeneración de ácido clorhídrico que adicionalmente tiene el turno de 3:00 pm a 11:00 pm ya que la realización de los mantenimientos dependen de la disponibilidad de los equipos, por parte de las áreas asistidas.

Según el registro e información suministrada por el Departamento la fuerza laboral que se encuentra activa, está conformada por tres (3) cuadrillas, los cuales se distribuyen entre cinco (5) técnicos mecánicos, cuatro (4) técnicos electricistas y cuatro (4) técnicos instrumentistas. Un total de 13 trabajadores. (Ver gráfica Nº1).

Dentro del personal activo, se encuentran tres técnicos en calidad de aprendices, y el resto ya tiene varios años de servicio en la empresa. Todos son parte del personal fijo.



Gráfica N°1. Disponibilidad de la Fuerza Laboral Activa
Fuente: *Elaboración Propia.*

Se revisaron las condiciones actuales del desempeño de las cuadrillas, mediante entrevistas al personal y a los supervisores, detectándose, que en la cuadrilla de mantenimiento mecánico, hay cuatro (4) casos puntuales de trabajadores que presentan problemas de salud ocupacional, y aun cuando están activos, se les identifican como condicionados médicos. Por tanto, se distribuyen de la siguiente manera (Ver tabla Nº5).

Tabla N°5. Distribución de la Fuerza Laboral por Cuadrillas.

CARGO	FUERZA LABORAL ACTIVA	CONDICIONADOS MÉDICOS (CM)	TOTAL ACTIVOS
Técnicos Mecánicos	5	4	5
Técnicos Electricistas	4	**-**	4
Técnicos Instrumentistas	4	-	4

Fuente: *Elaboración Propia*

Durante la actividad de seguimiento al personal, se conoció que los trabajadores en condición médica, igualmente cumplen con sus actividades de rutina, pero bajo la supervisión de medicina ocupacional dentro de la

planta. Sin embargo, los supervisores consideran que sus estado de salud, afectan el ritmo normal de las operaciones debido a que se ausentan por reposo médico. Y para evitarles exceso de cargas de trabajos, son enviarlos en comisión de servicio fuera de la planta. Otras de las dificultades presentadas, se manifiesta en la observación de la jornada diaria, detectándose, que por razones de contingencias en otros departamentos, asignan a los técnicos más experimentados a prestar apoyo en otras plantas, lo que retrasa la programación.

Ante este escenario, los supervisores manifestaron que consideran conveniente evaluar la situación, a fin de determinar la carga de trabajo que se genera en el Departamento de Aguas, por el mantenimiento de las plantas PR2 y PR3; y así, determinar el estándar de tiempos requeridos por el personal a la hora de realizar los trabajos.

Se destaca, que en la Superintendencia de Fluidos Industriales, el cumplimiento de metas es directamente proporcional a la efectividad de los procesos, por tanto, cuando ven limitados los resultados por la carencia de recursos, se abocan a determinar la causa raíz de las fallas y basan sus requerimientos en datos reales.

Descripción de las Actividades de Mantenimiento

Las actividades de mantenimiento son programadas por el inspector de cada cuadrilla. Esta programación, depende de una serie de requerimientos específicos de reparaciones a realizar a los equipos, los cuales conllevan a la verificación de los historiales de fallas, repuestos necesarios, logística, tiempos de ejecuciones entre otros pasos que son previos a la programación; esto para asegurar la disponibilidad de recursos necesarios en la ejecución de las tareas.

Una vez emitida la programación se les notifica a los supervisores, para que luego estos le suministren la información respectiva a cada cuadrilla de trabajadores de acuerdo al tipo de reparación que deban realizar. Todas las actividades de mantenimiento (rutinario y correctivo) realizadas en los diferentes equipos por los distintos cargos existentes en el departamento, se realizan de la siguiente manera:

1. **Búsqueda de Herramientas de Trabajo**

En esta actividad, el trabajador, se dirige a las cajas de herramientas, y toma las herramientas y repuestos que necesita para realizar el mantenimiento, al igual que el equipo de protección (mascarilla, guantes, y protector auditivo).

2. **Traslado al Área**

El trabajador coloca las herramientas de trabajo en el vehículo, se monta en el mismo y es llevado al sitio donde se encuentra el equipo que va hacer intervenido.

3. **Realización del mantenimiento**

Cabe destacar que las cuadrillas, ejecutan las actividades de acuerdo al tipo de mantenimiento. En este caso, sea rutinario o correctivo, los procedimientos a seguir son realizadas por los técnicos: mecánicos, electricistas e instrumentistas, acorde a cada especialidad. Se realizan las prácticas operativas correspondientes al equipo de acuerdo al tipo de mantenimiento en ejecución.

Cada tipo de mantenimiento, consta de (10) actividades principales. Estas se realizan de acuerdo a las necesidades de reparación de los equipos de las plantas de forma independientes entre sí.

El personal se distribuye conformando equipos de dos (2) trabajadores por actividad, las cuales a su vez, siguen un orden de acuerdo a la programación del día y realizan los mantenimientos en ambas plantas PR2 y PR3.

4. **Reporte de Culminación de Actividades**

Consiste en informar al operador de turno del servicio de planta, la culminación de las actividades realizadas y las anomalías encontradas.

5. **Traslado a Taller del Departamento**

Se basa en colocar las herramientas de trabajo en el vehículo y trasladarse al área del taller.

6. **Orden y Distribución de Herramientas de Trabajo**:

Consiste en bajar herramientas de trabajo del vehículo y ordenarlas en las cajas de herramientas.

A continuación, se especifican cuáles son las actividades de mantenimiento realizadas por los técnicos mecánicos, electricistas e instrumentistas, respectivamente (Ver tabla Nº5).

Tabla N°6. Actividades de Mantenimiento Realizadas por los Técnicos.

Nº.	Actividades realizadas por los Técnicos Mecánicos
1	Cambio de rodamiento de núcleo de bombas
2	Mantenimiento e instalación de válvulas
3	Cambio de barandas de las celdas
4	Mantenimiento bombas P13a y P13b planta de vapor
5	Cambio de válvulas hojillas (silos PR2)
6	Mantenimiento a caldera planta de vapor
7	Mantenimiento de bombas del ciclón de mezcla
8	Mantenimiento a las válvulas de los filtros
9	Mantenimiento a válvula 350 ciclón de mezcla
10	Mantenimiento de válvulas interconexión de las celdas
Nº.	**Actividades realizadas por Técnicos Electricistas**
1	Mantenimiento de generadores y banco de baterías
2	Desconexión/conexión de motores
3	Mantenimiento a UPS
4	Corrección de fallas en válvulas de filtros
5	Mantenimiento a los skimmers y pulmón de aceite -sistema directo
6	Mantenimiento a hidrociclones y silos
7	Sustitución de cables
8	Corregir falla de motores y en los cuadros
9	Realizar mantenimiento y normalizar funcionamiento a tomas 440, 220 y 110
10	Reparación general de alumbrado
Nº.	**Actividades realizadas por Técnicos Instrumentistas**
1	Sustitución de tir´s regeneración
2	Mantenimiento de válvulas neumáticas
3	Mantenimiento de transmisores Ft
4	Calibración de presoswitch o presóstatos.
5	Mantenimiento a udc´s y logoscreen
6	Mantenimiento a sensores de temperatura (termocuplas y pt-100)
7	Mantenimiento a sensores de nivel por flotador (bombas de achique)
8	Instalación de tubing
9	Instalación de sensores de temperatura (termocuplas y pt-100)
10	Mantenimiento a filtros (Instrumentación)

Fuente: *Departamento de Aguas, SIDOR.*

Análisis Causa–Efecto de la Situación Actual del Mantenimiento

A continuación se muestra un Diagrama Causa-Efecto mediante el cual se analiza la situación actual de las actividades de mantenimiento realizado por las Cuadrillas, esto con la finalidad de conocer donde atacar el problema. (Ver figura Nº10).

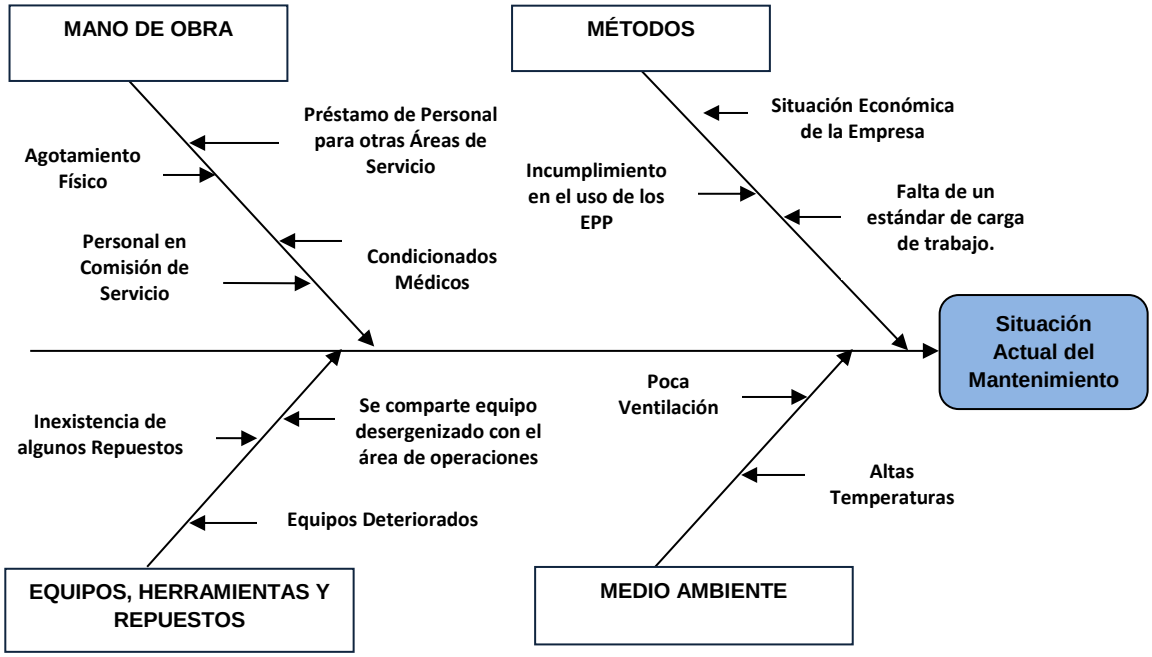


Figura Nº10. Diagrama Causa – Efecto Situación Actual del Mantenimiento

Fuente: *Elaboración Propia.*

A continuación, el análisis de las causas:

Causas Ocasionadas por Mano de Obra

a) **Condicionados Médicos:** Son aquellas personas que presentan alguna patología médica por estar en el área de trabajo, debido a las condiciones del mismo, esto ocasiona que se encuentre limitado para la ejecución de

su trabajo, originando a su vez carga de trabajo a los demás trabajadores que se encuentran activos ejerciendo sus labores.

Dentro del personal activo se conoció que los cuatro (4) técnicos mecánicos, se encuentran en condiciones de salud ocupacional afectada. Esto significa que el médico ocupacional de la empresa decide que la persona realizará labores de trabajo en su área bajo ciertas limitaciones que le permitan preservar su salud o en su defecto no pueden prestar servicio en el área de producción.

b) **Préstamo del Personal a otras áreas de Servicio:** Se observó, que durante las labores de mantenimiento, el personal recibe órdenes por parte de la Superintendencia de Fluidos, para que presten apoyo en las contingencias de otros departamentos, lo que genera que las actividades del Departamento de Aguas, se pospongan, lo cual afecta las metas de cumplimiento de la gestión de mantenimiento.

c) **Personal en Comisión de Servicio:** Actualmente, de los cuatro mecánicos que se encuentran como condicionados médicos, dos (2) de ellos, son enviados a Comisión de Servicio. Esto se corresponde con aquellos trabajadores que salen de su área para prestar apoyo en proyectos sociales dentro o fuera de la planta. Lo que afecta a las actividades de mantenimiento, ya que se sobrecarga de trabajo a los otros mecánicos. Sólo dos mecánicos están operativos en la jornada laboral. En la empresa no existe una política de renovación e integración de personal previniendo las vacantes por personal en comisión de servicio.

d) **Agotamiento Físico:** Los trabajadores presentan constantemente agotamiento físico, en primer lugar, debido a que las condiciones ambientales generan calor, ruido, polvillo, vibraciones, entre otros, afectando el rendimiento del trabajador, por agotamiento y desgaste

físico. Adicionalmente, cuando ocurre cualquiera de las situaciones anteriores, la carga de trabajo recae automáticamente sobre el personal activo y les ocasionan incremento de las tareas que repercuten en el desgaste físico.

Causas Ocasionadas por Métodos

a) **Situación Económica de la Empresa:** ocasiona que para poder incorporar personal nuevo, se debe sustentar o justificar la necesidad del mismo. Por ello, se deben evaluar los métodos de trabajo.

b) **Falta del Estándar de Carga de Trabajo:** el ausentismo laboral por las razones expuestas, ocasiona el retraso de las actividades de mantenimiento, y esto ocurre, por el desconocimiento de un indicador estándar de carga de trabajo en horas hombre en el Departamento de Aguas que les permita saber exactamente el número de trabajadores que requieren para cumplir cabalmente su carga de trabajo.

c) **Incumplimiento en el uso de los EPP:** mediante el estudio se observó que el personal no cumple con el procedimiento adecuado trabajo seguro que establece la práctica de trabajo, obviando el uso de los EPP. violando así la norma, incumpliendo algunos pasos necesarios para realizar sus operaciones, ocasionándose llamados de atención por los supervisores, de manera continua.

Causas Ocasionadas por las Condiciones Ambientales

a) **Altas Temperaturas:** En el área donde se encuentra el personal de las cuadrillas realizando sus actividades, se generan altas temperaturas, entre esas áreas se haya el ciclón de mezcla; cuando está en servicio presenta una temperatura aproximada de 960 °C, considerando que el

personal trabaja en las bombas y motores les ocasiona agotamiento y desgaste físico en los mismos.

b) **Poca Ventilación:** Las altas temperaturas generadas en el ciclón de mezcla provocan desgaste y fatiga en el personal, por lo que los mismos se ven en la necesidad de desalojar el área de trabajo, ya que la ventilación existente es algunas veces insuficiente. Se evidenció que los trabajadores se encuentran expuestos a condiciones ambientales que afectan la oxigenación sana, observándose la presencia de gases tóxicos. Entre estos:

- En la planta PR2, se percibió polvo coque, gas fluoruro, residuos provenientes del ácido clorhídrico, altas vibraciones, ruidos y temperaturas, lo que de cierta manera hace que el trabajador se fatigue, contribuyendo a un mayor desgaste físico, provocando desmotivación al momento de ejercer sus labores.

- En la planta PR3, se observó polvo fino proveniente del mineral de hierro, coque y gas fluoruro.

Causas Ocasionadas por Equipos, Herramientas y Repuestos

a) **Inexistencia de algunos repuestos en el almacén:** Al momento de realizar las labores, se observó la parada de las actividades por falta de repuestos de algunos equipos en reparación, Inclusive, se reportaron retrasos en las entregas de las piezas, trayendo como consecuencia el hecho de posponer el reemplazo de piezas, realizar actividades de mantenimiento incompletas o la improvisación del personal, el retraso o la suspensión de los trabajo, por lo que muchas veces deben reprogramar el mantenimiento.

b) **Se comparte el equipo desergenizado con el área de operaciones**: se evidenció que los equipos de desergenizado de la planta son pocos y el Departamento de Aguas lo debe compartir con el Área de Operaciones. Muchas veces la entrega de estos equipos se realiza más tarde de la hora pautada, lo que ocasiona retrasos en las actividades y tiempo de ocio de los trabajadores de mantenimiento. y por ende demora el rendimiento en la ejecución de las tareas.

c) **Equipos Deteriorados:** Cabe destacar que una de las anomalías presentadas con mayor frecuencia fue la falta de herramientas y máquinas de trabajo adecuadas. También se pudo constatar la ausencia de un vehículo para transportar a los trabajadores, las herramientas de trabajo y las piezas al área donde se realiza mantenimiento. Esto genera retrasos en las actividades debido a que, el personal tiene que esperar por un vehículo prestado por otro departamento o trasladarse por sus propios medios al área de trabajo. La anomalía se evidenció, puesto que el vehículo asignado al departamento se encontraba en reparación.

Las plantas PR2 y PR3 no cuentan con la cantidad presupuestaria para obtener nuevos equipos, generando así que los trabajadores incumplan con las labores a su cargo, ya que el equipo con el cual se realiza el trabajo presenta fallas, o no se encuentra disponible para ejecutar el trabajo programado.

Análisis FODA de las Actividades de Mantenimiento

Este análisis es necesario para conocer la situación real en la cual se encuentran las cuadrillas mecánica, eléctrica e instrumentista (Ver tabla Nº8) permitiendo proponer las mejoras estratégicas para un óptimo desempeño.

Tabla N°7. Análisis FODA de las Actividades de Mantenimiento.

Cuadrillas de Mantenimiento	**Fortalezas** 1. Personal capacitado y con experiencia. 2. Prácticas de mantenimiento actualizadas. 3. Prestan atención oportuna a emergencias que se presentan en el área. 4. Buena comunicación con el personal. 5. Atienden todas las áreas operativas de las plantas.	**Debilidades** 1. Incumplimiento de actividades por falta de personal. 2. Cambios continuos de personal de una planta a otra. 3. Déficit de herramientas y materiales para las labores de mantenimiento. 4. El personal no cumple con el uso de los EPP. 5. Deficiencia de vehículo para el traslado del personal de una planta a otra.
Oportunidades 1 Programas de Capacitación de acuerdo a la Detección de Necesidades. 2. Profesionales calificados que ofertan sus servicios a la empresa.		
Amenazas 1. Déficit de stock de repuestos en la empresa. 2. Riesgos en las áreas operativas, por deterioro de las mismas. 3. Dependencia del personal de producción para asignación de equipos para mantenimiento.		

Fuente: *Elaboración Propia.*

Descripción de las Variables del Análisis FODA

- **Fortalezas:** actualmente, el departamento cuenta con un personal capacitado, y con experiencia en el área de trabajo. Para su desempeño, utilizan las prácticas de mantenimiento actualizadas. Están a su vez capacitados para atender las emergencias. Su experiencia ayuda a

atender todas las áreas de mantenimiento en las dos plantas PR2 y PR3. Entre otras fortalezas, tienen un buen ambiente de trabajo, y excelentes mecanismos de comunicación.

- **Oportunidades:** la empresa mantiene la revisión constante de las necesidades de entrenamiento de su personal, para ello, cuentan con el servicio de empresas externas, las cuales a través del *Outsourcing* ofrecen la capacitación al personal partiendo de la detección de necesidades en el entrenamiento. Por otro lado, existen mecanismos de contratación de personal, con un nivel de exigencia que les ha permitido recibir diversas ofertas de servicio por parte de candidatos capacitados para trabajar en el área.

- **Debilidades:** se observa que las variables que más afectan al desarrollo de las actividades, es la falta de personal 100% operativo, esto se debe a los condicionados médicos, y a las reasignaciones constantes del personal a otras áreas. Esto retrasa los tiempos para las actividades propias del departamento. A su vez, se observó. la falta de materiales y herramientas para la ejecución de ciertas tareas. También la falta de vehículos. El personal, tampoco se sujeta a la norma del uso de los Equipos de Protección Personal (EPP).

- **Amenazas:** el departamento, tiene limitaciones en los stocks de repuestos, debido a que muchos de los insumos solicitados son importados, y tardan en llegar a la empresa. También, existen los riesgos en diversas áreas operativas, porque algunos equipos requieren la repotenciación y aún están en espera de los repuestos importados. En cuanto a la dependencia del personal a la asignación de equipos por parte del departamento de producción, evidencia que los inventarios de estas

herramientas están bajos, y esto ocasionan que la asignación de los mismos se haga programada, o en lista de espera a cada departamento.

El análisis de estas variables, conllevaran en el siguiente capítulo, a la propuesta de estrategias que ayuden al departamento a mitigar las amenazas, disminuir las debilidades, uniendo las fortalezas y las oportunidades con que cuentan actualmente dentro del departamento.

CAPÍTULO VI

ANÁLISIS Y RESULTADOS

Este capítulo tiene como finalidad mostrar el análisis de los resultados obtenidos para la optimización de la fuerza laboral y costos asociados con el mantenimiento realizado por las cuadrillas de técnicos mecánicos, electricistas e instrumentistas pertenecientes a las plantas PR2 y PR3 de la Empresa SIDOR. Destacando que, el desarrollo de los objetivos planteados para la estandarización de los tiempos de ejecución de las actividades de mantenimiento, permitió ofrecer un resultado comprobable científicamente, debido a la aplicación de herramientas de cálculo y metodologías establecidas en la especialidad de la ingeniería industrial.

Para realizar la optimización de la fuerza laboral en cualquier área o empresa es necesario obtener el tiempo estándar de las actividades que allí se realizan. En consecuencia, se aplicaron conocimientos prácticos a través de técnicas de estandarización, basando los análisis en los siguientes Métodos:

- Método *General Electric*, para la selección de muestras.
- Método de *Westinghouse*, para la calificación de la velocidad de los trabajadores, en su jornada de trabajo a un ritmo normal.
- Método *Sistemático* para asignar tolerancias por fatiga.

En referencia a los costos de la optimización, se proyectaron sobre la base de análisis de precios unitarios, bajo los criterios establecidos por la empresa. Considerando herramientas básicas de cálculos numéricos de datos financieros en bolívares por hora hombre (Bs x H/H)**.**

A continuación los análisis de resultados:

Estandarización de los Tiempos de Ejecución de las Actividades de Mantenimiento Mecánico, Eléctrico e Instrumentista en las Plantas PR2 y PR3.

Para la estandarización de los tiempos, se consideró a través del Método General Electric, que se tomarían tres muestras de tiempos, por cada una de las actividades ejecutadas por el personal de mantenimiento.

Este criterio, se basó, en que a través de la observación de un ciclo de trabajo, se tomó el tiempo de un ciclo completo, determinándose, que la jornada por cada ciclo de mantenimiento realizado, en las tres categorías (mecánico, eléctrico e instrumentista), eran mayores a los 20 minutos.

Por lo tanto, de acuerdo a la tabla General Electric, cuando los “tiempos del ciclo están dentro del rango 20 a 40 minutos o más, sólo se deben tomar tres (3) observaciones por ciclo o actividad”.

Es necesario contar con un tamaño de muestra confiable para determinar las tolerancias por concesiones y especificar una calificación de velocidad del trabajador. Los tiempos fueron tomados, utilizando el cronómetro y el método vuelta a cero para cada actividad.

Cabe destacar, que para el registro diario de los tiempos de duración de cada actividad de mantenimiento, se utilizó la hoja de observaciones que se muestra en el anexo Nº3, la cual se diseñó con el tomar notas durante las observaciones realizadas en las dos plantas.

Una vez que se recabaron todos los tiempos, se procedió a la calificación de la velocidad y las tolerancias, utilizando las tablas estandarizadas de los

métodos: Westinghouse (Ver anexo Nº1) y sistemático, respectivamente. (Ver anexo Nº2).

El Método Westinghouse, permite determinar en forma adecuada, el tiempo que requiere un operador (trabajando a un ritmo normal) para realizar una actividad. Es importante señalar que en este método se evalúa al operario de acuerdo a cuatro factores: habilidad, esfuerzo, condiciones de trabajo y consistencia, respectivamente.

El método sistemático, permitió el cálculo de las concesiones por fatiga. Posteriormente, se procedió a la realización de los cálculos de los tiempos estándares con sus fórmulas correspondientes.

A continuación se muestran los resultados de la evaluación realizada:

Análisis de las Actividades por Cuadrillas

Cuadrilla de Mantenimiento Mecánico

Se realizaron las observaciones a la cuadrilla de mantenimiento mecánico, acotando, que sólo se le hizo seguimiento a las actividades realizadas por dos (2) trabajadores, seleccionando al grupo con más experiencia en el área de trabajo.

A su vez, se fue haciendo la toma de tiempo en base a la programación del mantenimiento, dentro de la cual, la cuadrilla realizaría una actividad a la vez, para varios equipos del tándem de producción. (Por ejemplo, el cambio de rodamiento del núcleo de bombas).

Tabla Nº8. Tamaño de la Muestra Cuadrilla de Mantenimiento Mecánico.

Cuadrilla	Actividades	Nº de Observación
Mantenimiento Mecánico	Cambio de rodamiento de núcleo de bombas	3
	Mantenimiento e instalación de válvulas	3
	Cambio de barandas de las celdas	3
	Mantenimiento bombas P13a y P13b planta de vapor	3
	Cambio de válvulas hojillas (silos PR2)	3
	Mantenimiento a caldera planta de vapor	3
	Mantenimiento de bombas del ciclón de mezcla	3
	Mantenimiento a las válvulas de los filtros	3
	Mantenimiento a válvula 350 ciclón de mezcla	3
	Mantenimiento de válvulas interconexión de las celdas	3

Fuente: *Elaboración Propia.*

Tabla Nº9. Muestras de Tiempos (min.) Tomados Durante las Actividades de la Cuadrilla de Mantenimiento Mecánico.

Actividades	T1	T2	T3	Tiempo Promedio
Cambio de rodamiento de núcleo de bombas.	280,50	300,20	320,60	300,43
Mantenimiento e instalación de válvulas.	300,40	310,60	295.30	305,50
Cambio de barandas de las celdas.	280,30	310,20	315,80	302,10
Mtto de bombas P13a y P13b planta de vapor.	300,60	310,90	295,50	302,33
Cambio de válvulas hojillas (silos PR2).	250,20	275,30	296,50	274,00
Mtto. de caldera planta de vapor.	320,70	330,80	315,40	322,30
Mtto. de bombas del ciclón de mezcla.	285,40	276,80	258,20	273,46
Mtto. a las válvulas de los filtros.	270,10	266,30	256,80	264,40
Mtto. de válvulas 350 ciclón de mezcla.	280.30	275,40	285,50	280,45
Mtto. a las válvulas interconexión de las celdas.	320,70	338,70	315,20	324,86

Fuente: *Elaboración Propia.*

Para la calificación de la velocidad (Cv), se consideró que la cuadrilla de mantenimiento mecánico, poseen una buena habilidad (C1), debido a la experiencia y conocimiento real de lo que deben hacer; en cuanto al esfuerzo se le dio una calificación aceptable (E1), porque algunas de las actividades tienen un cierto grado de exigencia física. Con respecto a las condiciones se le asignó una calificación deficiente (F), al estar expuestos a muchos peligros presentes en todas las áreas donde desempeñan sus actividades.

Entre los riesgos más comunes están: presencia de abundante polvo, sustancias toxicas, elevadas temperaturas, ruidos, poca ventilación, iluminación no adecuada, entre otros. Y como último factor, se consideró que la consistencia tiene una calificación buena (C), pues los tiempos de las muestras se mantienen en un promedio dentro de los rangos tomados para cada actividad.

Tabla Nº10. Factores de Calificación de la Velocidad (Cv) considerados para la Cuadrilla de Mantenimiento Mecánico.

Factor	Clase	Categoría	%
Habilidad	Buena	C1	+0.06
Esfuerzo	Aceptable	E1	+0.04
Condiciones	Deficiente	F	-0.07
Consistencia	Buena	C	+0.01
Factor de Calificación (Cv):		Total:	0,04

Fuente: *Elaboración Propia.*

Luego el factor de calificación de velocidad, viene dado por:

Cv = (1 + 0,04) = 1,04

Cv = 1,04

Tabla Nº11. Concesiones por Fatiga de la Cuadrilla de Mantenimiento Mecánico.

	HOJA DE TOLERANCIAS **CUADRILLA DE MANTENIMIENTO MECÁNICO**				
FACTORES DE FATIGA		**GRADO DE FACTORES**			
TIPO	**DENOMINACION**	**1**	**2**	**3**	**4**
A	**CONDICIONES DE TRABAJO** 1.- TEMPERATURA 2.- VENTILACION 3.- HUMEDAD 4.- NIVEL DE RUIDO 5.- ILUMINACION	 5 5 5 5 5	 (10) 10 10 (10) (10)	 15 (20) (15) 20 15	 20 30 20 30 20
B	**REPETITIVIDAD** 1.- DURACION DEL TRABAJO 2.- REPETICION DEL CICLO 3.- ESFUERZO FISICO 4.- ESFUERZO MENTAL O VISUAL	 20 (20) (20) 20	 40 40 40 20	 (60) 60 60 (30)	 80 80 80 50
C	**POSICION DE TRABAJO** 1.-PARADO, SENTADO, MOVIENDOSE, ALTURA DE TRABAJO	10	20	30	(40)
TOTAL PUNTOS: 235 CONCESIONES POR FATIGA: 13%		**II. OTRAS CONCESIONES:** NECESIDADES PERSONALES: 5% DEMORAS INEVITABLES: 1%			
TOTAL PORCENTAJE POR CONCESIONES: 19%					

***Fuente**: Elaboración Propia.*

Cuadrilla de Mantenimiento Eléctrico

Tabla Nº12. Tamaño de la Muestra Cuadrilla de Mantenimiento Eléctrico

Cuadrilla	Actividades	Nº de Observación
Mantenimiento Eléctrico	Mtto. de generadores y banco de baterías	3
	Desconexión/conexión de motores	3
	Mantenimiento a UPS	3
	Corrección de fallas en válvulas de filtros	3
	Mtto. a los skimmers y pulmón de aceite -sistema directo	3
	Mtto. a hidrociclones y silos	3
	Sustitución de cables	3
	Corregir falla de motores y en los cuadros	3
	Mtto y normalización de funcionamiento - tomas 440, 220 y 110	3
	Reparación general de alumbrado	3

Fuente: *Elaboración Propia.*

Tabla Nº13. Muestras de Tiempos (min.) Tomadas Durante las Actividades de la Cuadrilla de Mantenimiento Eléctrico.

Actividades	T1	T2	T3	Tiempo Promedio
Mtto. de generadores y banco de baterías	244,50	230,20	221,60	232,10
Desconexión/conexión de motores	234,40	228,60	245.30	231,50
Mtto. a UPS	241,30	254,20	236,80	244,10
Corrección de fallas en válvulas de filtros	254,60	235,90	244,50	245,00
Mtto. Skimmers y pulmón de aceite –Sistema directo	250,20	275,30	296,50	274,00
Mantenimiento a hidrociclones y silos	320,70	330,80	315,40	322,30
Sustitución de cables	285,40	276,80	258,20	273,46
Corregir falla de motores y en los cuadros	228,10	246,30	226,80	233,73
Mtto y normalización de funcionamiento tomas 440, 220 y 110	230.30	235,40	225,50	230,45
Reparación general de alumbrado	220,70	248,70	234,20	234,53

Fuente: *Elaboración Propia.*

En cuanto a los factores de calificación de la velocidad, se consideró: la habilidad como buena (C1) ya que los trabajadores demuestran la práctica necesaria para realizar las actividades programadas, observándose el uso correcto de las herramientas, pericia en el manejo de las maquinarias y equipos, el traslado, entre otros; también tienen conocimientos técnicos de cada uno de los equipos a utilizar. Se establece que el esfuerzo es bueno (C1), ya que cada operación requiere de una mínima aplicación de fuerza ya sea para mover, levantar o cargar algún equipo de trabajo.

Las condiciones de trabajo son regulares (D) puesto que las plantas no cuentan con una estructura adecuada para llevar acabo el trabajo, no existe suficiente ventilación, ni iluminación adecuada, presencia de abundante polvo proveniente de las plantas adyacentes, contaminación sónica, entre otros, situaciones tales que afectan la salud del operario. La consistencia se considera regular (D) pues durante el proceso de llevar acabo las actividades programadas se presentan muchas interrupciones de diferente índole, repercutiendo esto en la marcha efectiva de las operaciones pautadas y en los tiempos de ejecución.

Tabla Nº14. Factores de Calificación de la Velocidad (Cv) considerados para la Cuadrilla de Mantenimiento Eléctrico.

Factor	Clase	Categoría	%
Habilidad	Buena	C1	+0.06
Esfuerzo	Bueno	C1	+0.05
Condiciones	Regulares	D	0.00
Consistencia	Regular	D	0.00
Factor de Calificación (Cv):		Total:	0,11

Fuente: *Elaboración Propia.*

Luego, el factor de calificación de velocidad, viene dado por:

Cv = (1 + 0,11) = 1,11 Cv= 1,11

Tabla Nº15. Concesiones por Fatiga Cuadrilla de Mantenimiento Eléctrico.

	HOJA DE TOLERANCIAS **CUADRILLA DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO**				
FACTORES DE FATIGA		**GRADO DE FACTORES**			
TIPO	**DENOMINACION**	**1**	**2**	**3**	**4**
A	**CONDICIONES DE TRABAJO** 1.- TEMPERATURA 2.- VENTILACION 3.- HUMEDAD 4.- NIVEL DE RUIDO 5.- ILUMINACION	 5 5 5 (5) 5	 (10) 10 (10) 10 (10)	 15 20 15 20 15	 20 (30) 20 30 20
B	**REPETITIVIDAD** 1.- DURACION DEL TRABAJO 2.- REPETICION DEL CICLO 3.- ESFUERZO FISICO 4.- ESFUERZO MENTAL O VISUAL	 20 20 (20) 20	 40 (40) 40 20	 (60) 60 60 (30)	 80 80 80 50
C	**POSICION DE TRABAJO** 1.- PARADO, SENTADO, MOVIENDOSE, ALTURA DE TRABAJO	 10	 20	 (30)	 40
TOTAL PUNTOS: 245 CONCESIONES POR FATIGA: 14%		**II. OTRAS CONCESIONES:** NECESIDADES PERSONALES: 5% DEMORAS INEVITABLES: 1%			
TOTAL PORCENTAJE POR CONCESIONES: 20%					

***Fuente**: Elaboración Propia.*

Cuadrilla de Mantenimiento Instrumentista

Tabla Nº16. Tamaño de la Muestra Cuadrilla de Mantenimiento Instrumentista.

Cuadrilla	Actividades	Nº de Observación
Mantenimiento Instrumentista	Sustitución de tir´s regeneración	3
	Mantenimiento de válvulas neumáticas	3
	Mantenimiento de transmisores Ft	3
	Calibración de presoswitch o presóstatos.	3
	Mtto. a udc´s y logoscreen.	3
	Mtto. a sensores de temperatura (termocuplas y pt-100)	3
	Mtto. a sensores de nivel por flotador bombas de achique)	3
	Instalación de tubing	3
	Instalación de sensores de temperatura (termocuplas y pt-100)	3
	Mantenimiento a filtros (Instrumentación)	3

Fuente: *Elaboración Propia.*

Tabla Nº17. Muestras de Tiempos (min) Tomados Durante las Actividades Realizadas por la Cuadrilla de Mantenimiento Instrumentista.

Actividades	T1	T2	T3	Tiempo Promedio
Sustitución de tir´s regeneración	214,50	230,20	221,60	222,10
Mtto. de válvulas neumáticas	224,40	228,60	245.30	226,50
Mtto. de transmisores Ft	241,30	254,20	236,80	244,10
Calibración de presoswitch o presóstatos	254,90	235,90	244,50	245,10
Mtto. a udc´s y logoscreen	250,10	275,50	266,10	226,50
Mtto. a sensores de temperatura (termocuplas y pt-100)	220,70	230,80	215,40	222,30
Mantenimiento a sensores de nivel por flotador (bombas de achique)	235,90	246,80	258,20	246,96
Instalación de tubing	228,80	216,30	226,30	223,80
Instalación de sensores de temperatura (termocuplas y pt-100)	230.30	235,40	225,50	230,45
Mantenimiento a filtros (Instrumentación)	230,70	248,70	247,20	242,20

Fuente: *Elaboración Propia.*

En cuanto a los factores de calificación de velocidad para la cuadrilla de técnicos instrumentistas, se calificó: la habilidad como excelente (B2) ya que el personal demuestra conocimiento y destreza a la hora de realizar la carga de trabajo establecida. Mientras que el esfuerzo se considera bueno (C2), pues los trabajadores al momento de emprender la tarea aplican cierto grado de esfuerzo físico dependiendo del caso que lo amerite.

Las condiciones de trabajo son regulares (D) puesto que en el área existe poca ventilación, iluminación inadecuada, altas temperaturas, presencia de agentes corrosivos entre otros elementos perjudiciales. La consistencia (E) se considera aceptable ya que el trabajo se realiza con ciertas interrupciones, más sin embargo no impidiendo que la mayoría de las actividades se realicen seguidamente.

Tabla Nº18. Factores de Calificación de la Velocidad (Cv) Considerados para la Cuadrilla de Mantenimiento Instrumentista.

Factor	Clase	Categoría	%
Habilidad	Excelente	B2	+0.08
Esfuerzo	Bueno	C2	+0.02
Condiciones	Regulares	D	0.00
Consistencia	Aceptable	E	-0.02
Factor de Calificación (Cv):		Total:	0,08

Fuente: *Elaboración Propia.*

Luego el factor de calificación de velocidad, viene dado por:

Cv = (1 + 0,08) = 1,08

Cv = 1,08

En cuanto a las concesiones por fatiga, se muestran a continuación:

Tabla Nº19. Concesiones por Fatiga Cuadrilla de Mantenimiento Instrumentista.

	HOJA DE TOLERANCIAS **CUADRILLA DE MANTENIMIENTO INSTRUMENTISTA**				
FACTORES DE FATIGA		**GRADO DE FACTORES**			
TIPO	**DENOMINACION**	**1**	**2**	**3**	**4**
A	**CONDICIONES DE TRABAJO** 1.- TEMPERATURA 2.- VENTILACION 3.- HUMEDAD 4.- NIVEL DE RUIDO 5.- ILUMINACION	 5 5 5 (5) 5	 10 10 10 10 (10)	 (15) (20) (15) 20 15	 20 30 20 30 20
B	**REPETITIVIDAD** 1.- DURACION DEL TRABAJO 2.- REPETICION DEL CICLO 3.- ESFUERZO FISICO 4.- ESFUERZO MENTAL O VISUAL	 20 (20) (20) 20	 40 40 40 20	 (60) 60 60 30	 80 80 80 (50)
C	**POSICION DE TRABAJO** 1.- PARADO, SENTADO, MOVIENDOSE, ALTURA DE TRABAJO	 10	 20	 (30)	 40
TOTAL PUNTOS: 245 CONCESIONES POR FATIGA: 14%		**II. OTRAS CONCESIONES:** NECESIDADES PERSONALES: 5% DEMORAS INEVITABLES: 1%			
TOTAL PORCENTAJE POR CONCESIONES: 20%					

***Fuente**: Elaboración Propia.*

Los resultados expuestos anteriormente, son la base para el cálculo de los tiempos estándares, que a su vez, permitieron determinar la carga de

trabajo y los requerimientos de personal, los cuales se muestran a continuación:

Determinación del Tiempo Estándar, Carga de Trabajo y el Requerimiento de Personal de Cada Cuadrilla.

El desarrollo de este objetivo se realizó con las hojas de cálculo Microsoft Excel 2010 cuyos formatos permiten mayor facilidad en la introducción de datos y la obtención de resultados. Para proceder al cálculo del tiempo estándar, primeramente se debía calcular el ítem de Jornada Efectiva de Trabajo (J.E.T) que para los tres tipos de mantenimiento se consideró la misma información, debido a que es una información estándar dentro de la empresa.

Cabe destacar que la jornada efectiva de trabajo (J.E.T) es de 480 minutos por día, sin embargo, la J.E.T, se considera que el tiempo de preparación inicial, el tiempo de comida y el tiempo de cierre de jornada, reduce la jornada en 90 minutos.

A continuación los cálculos realizados:

- Jornada de trabajo = 480 min./día
- Tiempo de Inicio de Jornada = 30 min.
- Tiempo de Almuerzo = 30 min.
- Tiempo final de Jornada = 30 min.
- J.E.T = 480 min - (30+30+30) min. = 390 min/día
- J.E.T = 390 min/día x 26 días/mes = 10.140 min/mes

Este resultado se utilizó para calcular el requerimiento de personal, partiendo de los resultados de la carga de trabajo de cada cuadrilla entre tiempo de la jornada efectiva de trabajo.

Requerimiento = C.T / J.E.T.

(Carga de Trabajo entre Jornada Efectiva de Trabajo).

El tiempo estándar, se calculó aplicando la formula siguiente:

$$\boldsymbol{TE} = (\boldsymbol{TN} + \boldsymbol{\Sigma\ Tol})$$

$$\boldsymbol{TN} = \boldsymbol{TPS} * CV$$

TE = Tiempo Estándar

TN = Tiempo Normal

TPS = Tiempo Promedio Seleccionado.

CV = Calificación de Velocidad

Para la determinación del tiempo normal, se consideró el tiempo promedio seleccionado, de cada actividad, multiplicado por dos, debido a las dos plantas. (Destacando, que las actividades de una planta se realizan igualmente en la otra). Y partiendo de allí, se realizaron todos los cálculos siguientes.

A continuación se muestra el procedimiento de cálculo del requerimiento de personal. Tomando como ejemplo, a la cuadrilla de Mantenimiento Mecánico. Se procedió así:

Para calcular el Tiempo Promedio Seleccionado, a cada una de las actividades, se tomó el tiempo promedio de la toma de muestras, que dio para cada actividad, por ejemplo: para el cambio de rodamiento, el tiempo promedio de la actividad fue de 300,43 min H/H; esto se multiplicó para las dos plantas (x 2), arrojando que el tiempo promedio seleccionado para las dos plantas es de 600,86 min H/H.

$$TPS\text{^^} = TPS\hat{} \; x \; 2$$

$$TPS\text{^^} = (300,43\ min - H/H)\ x\ 2 = 600,86\ min - H/H$$

Luego, el resultado obtenido, (600,86) se multiplicó por el factor de Calificación de la velocidad, dado, para las actividades de mantenimiento mecánico, a fin de obtener el Tiempo Normal (TN) de esa actividad:

$$TN = TPS\text{^^} * CV$$

$$TN = (600,86\ min - H/H) * 1{,}04$$

$TN =$ 624,89 min. – H/H x Act.

El tiempo normal obtenido (624,89 min), se multiplicó por el factor de Tolerancias, calculado para las actividades de mantenimiento mecánico (0,19), y el valor dado, se le sumó al tiempo normal, a fin de obtener el Tiempo Estándar de esa actividad:

$$\boldsymbol{TE} = (\boldsymbol{TN} + \mathbf{\Sigma\ Tol})$$

TE = (624,89 min. H/H x Act.) + (624,89 min. H/H x 0,19)

TE = 743,62 min. – H/H x Act.

Se obtiene el tiempo estándar de la actividad “cambio de rodamiento” es igual a TE = 743,62 min H/H.

Luego, se procedió a multiplicar, el Tiempo Estándar de la actividad, por la frecuencia en que dicha actividad se realizó durante un mes de trabajo. A fin de poder calcular la carga de trabajo mensual (***CTM)***, para dicha actividad. Por ejemplo, el cambio de rodamiento, se realiza (4) veces en (26) días. Esta última data fue suministrada por los jefes de departamentos en base a la planificación de los mantenimientos programados durante el mes.

CTM = T.E x Nº de Veces en 26 días

CTM = 743,62 min H/H x 4 veces = 2.974,50 min. H/H.

Ahora bien, con este procedimiento, se aplicó para cada una de las actividades evaluadas en las cuadrillas de mantenimiento. Y el resultado de esta sumatoria, se utilizó para determinar el requerimiento de personal en cada cuadrilla de mantenimiento. Por ejemplo: el Requerimiento de Personal en la cuadrilla de Mantenimiento Mecánico, se calculó a continuación:

- La sumatoria total de todos los tiempos de Carga de Trabajo dio el tiempo total de mantenimiento mecánico, en un mes de trabajo, el cual resultó 30.003,43 min/mes H/H.

- Este se dividió entre el resultado de la Jornada Efectiva de Trabajo J.E.T, que calculó al inició: J.E.T.= 10.140 min H/H x mes.

- Considerando que cada cuadrilla tiene 2 personas, el valor dado se multiplicó por dos, para obtener así la cantidad de hombres necesarios para realizar el mantenimiento mecánico en las dos plantas.

  Requerimiento (Req.) = CT / J.E.T
  Req. = (30.003,43 min – H/H/mes) / (10.140 min/mes) x2
  Req. = 2,96 Cuadrillas (aproximadamente 3 cuadrillas)
  Req. = 3 cuadrillas x 2 Trabajadores = 6 Hombres.

El requerimiento de personal, para la cuadrilla de mantenimiento mecánico en el Departamento de Aguas es de 6 hombres.

Se acota que este procedimiento se aplicó para las tres cuadrillas, utilizando hojas de cálculo Excel, cuyos resultados se muestran en las Tablas Nº 20, Nº21 y Nº22, a continuación:

Tabla Nº20. Cálculo de la Carga de Trabajo Cuadrilla de Mantenimiento Mecánico.

Actividades	Tiempo. Promedio	Nº. Plantas	Tiempo	CV	Tiempo Normal	Tolerancias	Tiempo Estándar	Frecuencia Real			Carga de Trabajo
	Min.-H/H	Cantidad	Min.H/H	Factor	Min-H/H	(%)	Min-H/H	Frecuencia. Estándar	Factor de Conversión	Veces x Mes	Min.-H/H x Mes
	(a)	(b)	c = (a*b)	(d)	e = (c*d)	(f)	g = (e*f)	(h)	(i)	j = i*h	k = (j*g)
Cambio de rodamiento de núcleo de bombas	300	2	601	1,04	625	19%	744	4 veces en 26 días	26/26 = 1	4	2.974
Mantenimiento e instalación de válvulas	306	2	611	1,04	635	19%	756	4 veces en 26 días	26/26 = 1	4	3.025
Cambio de barandas de las celdas	302	2	604	1,04	628	19%	748	4 veces en 26 días	26/26 = 1	4	2.991
Mantenimiento bombas P13 a y P13b planta de vapor	302	2	605	1,04	629	19%	748	4 veces en 26 días	26/26 = 1	4	2.993
Cambio de válvulas hojillas (silos PR2)	274	2	548	1,04	570	19%	678	4 veces en 26 días	26/26 = 1	4	2.713
Mantenimiento a caldera planta de vapor	322	2	645	1,04	670	19%	798	5 veces en 26 días	26/26 = 1	5	3.989
Mantenimiento de bombas del ciclón de mezcla	273	2	547	1,04	569	19%	677	4 veces en 26 días	26/26 = 1	4	2.707
Mantenimiento a las válvulas de los filtros	264	2	529	1,04	550	19%	654	4 veces en 26 días	26/26 = 1	4	2.618
Mantenimiento de válvula 350 ciclón de mezcla	280	2	561	1,04	583	19%	694	4 veces en 26 días	26/26 = 1	4	2.777
Mantenimiento de válvulas interconexión de las celdas	325	2	650	1,04	676	19%	804	4 veces en 26 días	26/26 = 1	4	3.216
Nota: los resultados de los tiempos se redondearon a cifras sin decimales										Total	30.003

***Fuente**: Elaboración Propia.*

Tabla Nº21. Cálculo de la Carga de Trabajo Cuadrilla de Mantenimiento Eléctrico.

Actividades	Tiempo. Promedio	Nº. Plantas	Tiempo	CV	Tiempo Normal	Tolerancias	Tiempo Estándar	Frecuencia Real			Carga de Trabajo
	Min H/H	Cant.	Min. H/H	Factor	Min H/H	(%)	Min. H/H	Frecuencia Estándar.	Factor de Conversión	Veces x Mes	Min.-H/H. x Mes
	(a)	(b)	c= (a*b)	(d)	e=(b*c)	(f)	g = (e*f)	(h)	(i)	j= (I*h)	k = (j*g)
Mtto. de generadores y banco de baterías	232	2	464	1,11	515	20%	618	4 veces en 26 días	26/26 = 1	4	2.473
Desconexión/conexión de motores	232	2	463	1,11	514	20%	617	4 veces en 26 días	26/26 = 1	4	2.467
Mtto. a UPS	244	2	488	1,11	542	20%	650	3 veces en 26 días	26/26 = 1	3	1.951
Corrección de fallas en válvulas de filtros	245	2	490	1,11	544	20%	653	3 veces en 26 días	26/26 = 1	3	1.958
Mtto. a los skimmers y pulmón de aceite - sistema directo	274	2	548	1,11	608	20%	730	4 veces en 26 días	26/26 = 1	4	2.920
Mtto. a hidrociclones y silos	322	2	645	1,11	716	20%	859	4 veces en 26 días	26/26 = 1	3	2.576
Sustitución de cables	273	2	547	1,11	607	20%	728	3 veces en 26 días	26/26 = 1	3	2.185
Corregir falla de motores y en los cuadros	234	2	467	1,11	519	20%	623	3 veces en 26 días	26/26 = 1	3	1.868
Mtto y normalización de funcionamiento a tomas 440, 220 y 110	230	2	461	1,11	512	20%	614	3 veces en 26 días	26/26 = 1	3	1.842
Reparación general de alumbrado	235	2	469	1,11	521	20%	625	3 veces en 26 días	26/26 = 1	3	1.874
Nota: los resultados de los tiempos se redondearon a cifras sin decimales.										Total	22.114

***Fuente**: Elaboración Propia.*

Tabla Nº22. Cálculo de la Carga de Trabajo Cuadrilla de Mantenimiento Instrumentista.

Actividades	Tiempo Promedio	Nº. Plantas	Tiempo	CV	Tiempo Normal	Tolerancias	Tiempo Estándar	Frecuencia Real			Carga de Trabajo
	Min H/H	(Cant.)	Min H/H	Factor	Min. H/H	(%)	Min H/H	Frecuencia Estándar	Factor de Conversión	Veces x Mes	Min.-H/H x Mes
	(a)	(b)	c= (a*b)	(d)	e = (b*c)	(f)	g = (e*f)	(h)	(i)	J=(I*h)	k= (j*g)
Sustitución de tir´s regeneración	222	2	444	1,08	480	20%	576	4 veces en 26 días	26/26 = 1	4	2.303
Mtto. de válvulas neumáticas	227	2	453	1,08	489	20%	587	3 veces en 26 días	26/26 = 1	3	1.761
Mtto. de transmisores Ft	244	2	488	1,08	527	20%	633	4 veces en 26 días	26/26 = 1	4	2.531
Calibración de presoswitch o presóstatos	245	2	490	1,08	529	20%	635	3 veces en 26 días	26/26 = 1	3	1.906
Mtto. a udc´s y logoscreen	227	2	453	1,08	489	20%	587	3 veces en 26 días	26/26 = 1	3	1.761
Mtto. a sensores de temperatura (termocuplas y pt-100)	222	2	445	1,08	480	20%	576	3 veces en 26 días	26/26 = 1	3	1.729
Mtto. a sensores de nivel por flotador (bombas de achique)	247	2	494	1,08	533	20%	640	3 veces en 26 días	26/26 = 1	3	1.920
Instalación de tubing	224	2	448	1,08	483	20%	580	2 veces en 26 días	26/26 = 1	2	1.160
Instalación de sensores de temperatura (termocuplas y pt-100)	230	2	461	1,08	498	20%	597	2 veces en 26 días	26/26 = 1	2	1.195
Mtto. a filtros (Instrumentación)	242	2	484	1,08	523	20%	628	3 veces en 26 días	26/26 = 1	3	1.883
Nota: los resultados de los tiempos se redondearon a cifras sin decimales.										Total	18.149

***Fuente**: Elaboración Propia.*

Una vez realizado el cálculo de la carga de trabajo, se determinaron los requerimientos de trabajadores, por cada cuadrilla, tal como se explicó en el ejemplo de la cuadrilla de mantenimiento mecánico, arrojando los siguientes resultados.

Tabla Nº23. Requerimientos de la Fuerza Laboral para las Cuadrillas de las Plantas PR2 y PR3 del Departamento de Aguas.

Técnicos	FUERZA LABORAL ACTIVA	FUERZA LABORAL REQUERIDA	DIFERENCIA DE FUERZA LABORAL
	(A)	(B)	(C)
Mecánicos	5	6	1
Electricistas	4	4	0
Instrumentistas	4	4	0
Total:	13	14	1

***Fuente**: Elaboración Propia.*

De acuerdo a los resultados, el Departamento de Aguas requiere la contratación de un Técnico Mecánico adicional. En las cuadrillas de Mantenimiento Eléctrico e Instrumentista, no es necesaria la contratación de más personal. Sin embargo, es inminente acotar que todos los trabajadores deben estar operativos para el cumplimiento de los tiempos estándares calculados. Acotando, esto último en referencia a los casos de la cuadrilla de mantenimiento mecánico, donde actualmente cuatro (4) de los cinco (5) trabajadores están bajo condición médica, y su condición afecta la productividad del departamento.

Análisis de Costos para la Optimización de la Fuerza Laboral

De acuerdo a los resultados obtenidos, el Departamento de Aguas cuenta con la fuerza laboral necesaria para cubrir las actividades de mantenimiento en las dos plantas, sin embargo, el estudio arrojó que se requiere la contratación de un trabajador más en la cuadrilla de mantenimiento mecánico. A este respecto, sobre la base de gasto administrativo que tiene la empresa en su nómina anual, se procedió a calcular cuánto le cuesta a la empresa mantener las cuadrillas, agregándole a la nueva persona que deben contratar. Estimándose que el costo solo se alterará por el incremento de un solo trabajador.

Se calcularon los gastos asociados a los requerimientos de Ley que contemplan tanto la contratación colectiva de SIDOR, adicionándole los aspectos contemplados en la Ley Orgánica del Trabajo vigente y en la LOCYMAT, en cuanto a los costos de seguridad laboral.

Con estos resultados, se procedió a proyectar el gasto anual por concepto de mantenimiento de las Plantas PR2 y PR3.

A continuación se muestra la tabla con los cálculos realizados:

Tabla Nº 24. Cálculo de Nómina por Trabajador.

Gastos Administrativos de Nómina de la Fuerza Laboral		
Prestaciones Sociales		**Bs./Año**
Antigüedad	60 días/año x 9.400,00 Bs/mes.	18.800,00
Preaviso	30 días/año x 9.400,00 Bs/mes.	9.400,00
Vacaciones	30 días/año x 9.400,00 Bs/mes.	9.400,00
Bono Vacacional	35 días/año x 9.400,00 Bs/mes.	10.966,67
Utilidades	120 días x 8.500,00 Bs/mes.	34.000,00
Feriados (Art. 212 L.O.T)	9 días/año x 14.037,00 Bs/mes.	4.211,10
Comida	3.600,00 Bs/mes. x 12 meses/año.	43.200,00
Tiempo de viaje	2Hr/v x 55,00 Bs./Hr x 22dìas háb x mes.	29.040,00
Examen Médico Integral	2 veces al año.	13.000,00
Art. 125 L.O.T	30 días/año x 5.258,00 Bs./mes	5.258,00
Horas Extras	768 H/H x año x 35,00 Bs-H/H.	26.880,00
	Sub-Total Prestaciones Sociales (Bs.)	**204.155,77**
Equipos de Seguridad		
Botas de Seguridad	2 pares/año x 22.800,00 Bs./Par	45.600,00
Protectores Auditivos	1 juego/año x 13.200,00 Bs/Juego	13.200,00
Casco	1 casco/año x 1.890,00 Bs/Casco	1.890,00
Uniforme	6 uniformes/año x 3.500,00 Bs /Uniforme	21.000,00
Lentes de Seguridad	2 lentes/año x 1500 Bs./Lentes	3.000,00
	Sub-Total Equipos de Seguridad (Bs.):	**84.690,00**
Leyes Institucionales		
8500* 11% I.V.S.S	Acorde con la L.O.T	11.220,00
8500 * 2% L.P.H	Acorde con la L.O.T	2.040,00
8500 * 2% I.N.C.E	Acorde con la L.O.T	2.040,00
8500 * 1,85% L.P.F	Acorde con la L.O.T	1.887,00
	Sub-Total Leyes Institucionales (Bs.):	**17.187,00**
	Total Gastos Administrativos de Nómina (Bs.):	**306.032,77**

***Fuente**: Elaboración Propia.*

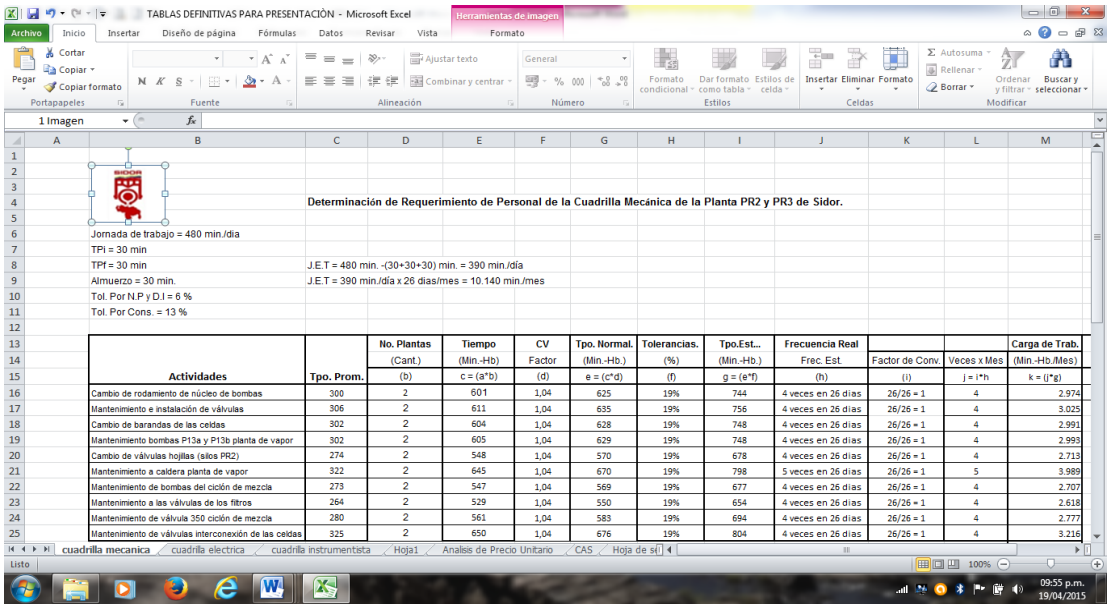
Tabla Nº25. Resumen de Gastos Administrativos de Personal (Anual).

	No. De Trabajadores	Bs/Año (Unitario)	Total (Bs.) Nómina Anual
Fuerza Laboral Actual	13	306.032,77	3.978.425,97
Fuerza Laboral (Requerida)	14	306.032,77	4.284.458,73
Total Incremento de Gasto por Concepto de Nómina	1		306.032,77

***Fuente**: Elaboración Propia.*

A través de los cálculos realizados, el incremento del valor monetario de la nómina, incluyendo a un trabajador es de Bs. 306.032,77, lo que beneficia a la empresa, en cuanto a que no eleva tanto el costo de las nuevas contrataciones.

En el caso de que el Departamento decida incrementar el número de trabajadores, por concepto de remoción de personal, incrementos de la carga de trabajo para mantenimientos mayores, la investigación dejará a la empresa una hoja de cálculo programada, para calcular los nuevos estándares de Fuerza Laboral. (Ver figura Nº10). (Se destaca, que el contenido de estas hojas, y los cálculos con sus resultados, se reflejaron dentro del presente informe en las tablas Nº21, Nº 22 y Nº23.



Determinación de Requerimiento de Personal de la Cuadrilla Mecánica de la Planta PR2 y PR3 de Sidor.

Jornada de trabajo = 480 min./dia
TPI = 30 min
TPf = 30 min
Almuerzo = 30 min.
Tol. Por N.P y D.I = 6 %
Tol. Por Cons. = 13 %

J.E.T = 480 min. -(30+30+30) min. = 390 min./día
J.E.T = 390 min./día x 26 dias/mes = 10.140 min./mes

Actividades	Tpo. Prom.	No. Plantas (Cant.)	Tiempo (Min.-Hb)	CV Factor	Tpo. Normal. (Min.-Hb.)	Tolerancias. (%)	Tpo.Est... (Min.-Hb.)	Frecuencia Real Frec. Est.	Factor de Conv.	Veces x Mes	Carga de Trab. (Min.-Hb./Mes)
	(b)	c = (a*b)	(d)	e = (c*d)	(f)	g = (e*f)	(h)	(i)	j = i*h	k = (j*g)	
Cambio de rodamiento de núcleo de bombas	300	2	601	1,04	625	19%	744	4 veces en 26 dias	26/26 = 1	4	2.974
Mantenimiento e instalación de válvulas	306	2	611	1,04	635	19%	756	4 veces en 26 dias	26/26 = 1	4	3.025
Cambio de barandas de las celdas	302	2	604	1,04	628	19%	748	4 veces en 26 dias	26/26 = 1	4	2.991
Mantenimiento bombas P13a y P13b planta de vapor	302	2	605	1,04	629	19%	748	4 veces en 26 dias	26/26 = 1	4	2.993
Cambio de válvulas hojillas (silos PR2)	274	2	548	1,04	570	19%	678	4 veces en 26 dias	26/26 = 1	4	2.713
Mantenimiento a caldera planta de vapor	322	2	645	1,04	670	19%	798	5 veces en 26 dias	26/26 = 1	5	3.989
Mantenimiento de bombas del ciclón de mezcla	273	2	547	1,04	569	19%	677	4 veces en 26 dias	26/26 = 1	4	2.707
Mantenimiento a las válvulas de los filtros	264	2	529	1,04	550	19%	654	4 veces en 26 dias	26/26 = 1	4	2.618
Mantenimiento de válvula 350 ciclón de mezcla	280	2	561	1,04	583	19%	694	4 veces en 26 dias	26/26 = 1	4	2.777
Mantenimiento de válvulas interconexión de las celdas	325	2	650	1,04	676	19%	804	4 veces en 26 dias	26/26 = 1	4	3.216

Figura Nº10. **Capture de Pantalla Hoja de Cálculo de Carga de Trabajo Programada bajo Microsoft Excel**
Fuente: *Elaboración Propia.*

En las tablas Excel, se encuentra la información referente a los cálculos de la carga de trabajo realizada para cada cuadrilla de mantenimiento, separadas en hojas de cálculo, dentro del mismo archivo. A su vez, se colocó el análisis de costos de personal con sus proyecciones.

- La columna 1 (Actividad) expone las actividades a evaluar.

- La columna 2 (T.Prom) indica el tiempo promedio de ejecución de la actividad, expresado en minutos H/H.

- La columna 3, refleja el número de plantas.

- La columna 4 (Tiempo), muestra la multiplicación de la columna 2 (T.Prom) y 3 (Nº de plantas).

- La columna 5 (Cv), muestra el resultado de la calificación de la velocidad, calculada a través del método Westinghouse.

- La columna 6 (T.Normal), calculado como producto de la columna 2 (T.Prom), 3 (NºPlantas) y 4 (Cv).

- La columna 7 (% tolerancias), el cual, se calculó en el área de trabajo, de acuerdo a las condiciones ambientales en las cuales se desempeñan los operadores.

- La columna 8 (T.Estándar) que resulta de adicionar al T.Normal, el producto de la columna 7(% tolerancias) por la Columna 6 (T.Normal).

- Columna 9, 10 y 11, contiene los estándares de frecuencia de la realización de las actividades, el factor de conversión a 26 días de trabajo.

- Columna 12 (carga de trabajo), contiene el producto de la columna 8 (T.Estándar) por la columna 11 (frecuencia de la actividad).

Respecto a los cálculos de las nómina del personal, se pueden ver los campos en la tabla Nº25, cuyas formulas, no son estándares, en algunos casos, podrían cambiar los tiempos y asignaciones por las Leyes Vigente (Ley Orgánica del Trabajo y LOCYMAT). Por lo tanto, en la hoja de cálculo, se refleja este cálculo y para la empresa solo se deja el formato, en caso que sea necesario utilizarlo.

Propuesta de Estrategias de Mejoras para el Departamento de Aguas de las Plantas PR2 Y PR3.

Una vez realizado todos los estudios y analizado la situación problema, y conocida la fuerza laboral necesaria para realizar el mantenimiento en las plantas PR2 y PR3, se procedió a complementar los resultados mediante el

planteamiento de estrategias que sirvan al departamento, de base sustentada a seguir mejorando los procesos que están ligados a las funciones de mantenimiento que cumple el personal.

Para ello, se combinaron:

- Las fortalezas con las oportunidades, para plantear estrategias de reforzamiento, considerando las potencialidades del departamento.

- Las debilidades con oportunidades, para mitigar las fallas considerando los aspectos externos que podrían resultar oportunidades para el proceso.

- Las fortalezas con amenazas, a fin de disminuir los riesgos de fallas dentro del departamento

- Y las debilidades con amenazas a fin de advertir al departamento en que deberá tener más precaución y cuidado para el buen funcionamiento del proceso.

A continuación las estrategias:

Tabla Nº26. Estrategias de Mejoras para el Departamento de Aguas.

Estrategia FO	**Estrategia DO**
Motivar al personal para la continua capacitación en su área operativa. (F1-O1) Propiciar la utilización de las prácticas de mantenimiento entrenando al personal constantemente sobre sus contenidos.. (F2-O1).	Considerar la fuerza laboral calificada para ocupar vacantes. (D1-O2). Incentivar al personal en la utilización de los EPP, mediante la participación en charlas de seguridad.(D4-O2)
Estrategia FA	**Estrategia DA**
Reforzar los planes de mantenimiento con el registro de funcionamiento de los equipos principales en cada área, para el mejor control de la reposición de repuestos al momento de realizar las reparaciones subsiguientes. (F4-A3). Establecer una política de mantener al personal fijo en las plantas PR2, y PR3, evitando la asignación de los operadores a otras áreas de trabajo. (F5-D4)	Promover políticas y procedimientos para el abastecimiento de materiales, herramientas e insumos en la empresa. (D3-A1). Supervisar durante la ejecución de los trabajos el uso adecuado de los EPP. (D1-A2).

Fuente: *Elaboración Propia.*

Estrategias FO (Fortalezas – Oportunidades)

- **Motivar al personal para la continua capacitación en su área operativa (F1-O1)**: por medio del desarrollo de técnicas comunicacionales como charlas, foros y debates que estén relacionadas en la formación profesional. Dado que actualmente SIDOR se encuentra un proceso de capacitación al personal nuevo, contratado y fijo, con el apoyo de organizaciones especializadas. Sin embargo, muchas veces los trabajadores convocados no asisten a los cursos, por diversas razones.

Por lo que, a su vez, se debe implementar la política de asistencia obligatoria a estas capacitaciones, considerándolo una jornada de trabajo normal. De esta manera, el trabajador se verá forzado a asistir.

- **Propiciar la utilización de las prácticas de mantenimiento entrenando al personal constantemente sobre sus contenidos. (F2-O1)**: mediante medidas de acción positiva sobre las bases de como iniciar cada actividad, para mitigar así, el descuido, y los retrasos en los procedimientos de trabajo. Entre las acciones recomendables, se sugieren charlas por parte de los supervisores e inducciones al personal de manera periódica (semanal o mensual) y a través de cursos acompañados por especialistas. Por tanto, al manejar la documentación de estas prácticas los operadores podrán avanzar en sus actividades bajo su propia responsabilidad.

Estrategias DO (Debilidades – Oportunidades)

- **Considerar la fuerza laboral calificada para ocupar vacantes (D1-O2)**: en el momento de contratar a las personas, a través de un proceso de selección, que sea riguroso y permita la evaluación previa de los conocimientos del personal antes de ingresarlos al equipo de trabajo. Se deben basar en los perfiles de cargos, a fin de que el personal tenga las competencias necesarias para un mejor desempeño.

- **Incentivar al personal en la utilización de los EPP, mediante la participación en charlas de seguridad (D4-O2):** debido a que se observó que el personal en muchas ocasiones faltaba en la acción de uso de sus EPP, por lo cual, se les llamaba la atención por parte tanto de los supervisores como de los técnicos de seguridad cuando supervisaban las áreas. Estas charlas deberán estar programadas con los especialistas y

técnicos en seguridad industrial. Igualmente, será necesaria la supervisión constante y la implementación de amonestaciones en los casos de incumplimientos por parte de los trabajadores.

Estrategias FA (Fortalezas – Amenazas)

- **Reforzar los planes de mantenimiento con el registro de funcionamiento de los equipos principales en cada área, adecuando innovaciones tecnológicas que se adapten a los procesos productivos puestos en marcha, permitiendo el mejor control de la reposición de repuestos al momento de realizar las reparaciones subsiguientes (F4-A3)**: Entre las mejoras, se sugiere la revisión de los programas de mantenimiento actuales por parte de los especialistas, a fin de que sean incorporados los renglones que permitan prever con tiempo el tipo de reparación a realizar sobre los historiales de fallas. Esto en función de evitar las paradas en las reparaciones por falta de repuestos, ya que ocurre muy seguido que al momento de ir a realizarlas, se ven en la necesidad de retardar las actividades por no poseer los repuestos o equipos necesarios.

- **Establecer una política de mantener al personal fijo en las plantas PR2 y PR3, evitando la asignación de los operadores a otras áreas de trabajo (F5-D4)**: Cabe destacar, que al optimizar la fuerza laboral en la planta, se demuestra que las actividades deben ser realizadas por una plantilla de 14 trabajadores para el cumplimiento efectivo de la carga de trabajo. Por lo tanto, ante el escenario que existen las reasignaciones del personal a otras áreas de la planta, el Departamento de Aguas debe evitar quedarse sin su personal operativo. Se acota también que a las demás áreas donde es prestado el personal, se les haga un estudio de requerimiento de fuerza laboral para calcular el estimado de personal

requerido y así procedan a la contratación de nuevos trabajadores en esas áreas.

Estrategias DA (Debilidad – Amenazas)

- **Promover políticas y procedimientos para el abastecimiento de materiales, herramientas e insumos en la empresa. (D3-A1):** Es importante, debido a que existen muchas carencias de materiales y repuestos a la hora de realizar los respectivos mantenimientos. Las políticas deben plantearse considerando la situación país, de manera que con suficiente tiempo de anticipación se pueda prever el abastecimiento de los stock de materiales, partes y repuestos. También se debe considerar la sustitución de proveedores extranjeros por proveedores nacionales para aquellas piezas o partes que puedan ser sustituidas por productos nacionales. Así mismo, se deben establecer mecanismos para que las políticas se cumplan.

- **Supervisar durante la ejecución de los trabajos el uso adecuado de los EPP (D1-A2):** implementando una rutina de inspecciones necesarias a los fines de evitar así los riesgos existentes en las plantas, ya que el personal no tiene una disciplina en el uso de los EPP, y se enfrentan a muchos riesgos en las áreas de trabajo. Se deben mantener los ciclos periódicos de charlas e inducciones recordando la importancia de la seguridad y protección personal, y enfatizando “el compromiso individual” de la conciencia ante los riesgos” que cada trabajador debe tener. Igualmente, la supervisión debe implementar la aplicación de amonestaciones a los trabajadores que incurran en la falta de no utilizar los EPP, en las áreas donde sea necesario.

A continuación se presenta el consolidado de la matriz FODA, con las estrategias planteadas.

TABLA Nº27. Consolidado de la Matriz FODA de las Cuadrillas de Mantenimiento

Cuadrillas de Mantenimiento	**Fortalezas** 1. Personal capacitado y con experiencia. 2. Prácticas de mantenimiento actualizadas. 3. Prestan atención oportuna a emergencias que se presentan en el área. 4. Buena comunicación con el personal. 5. Atienden todas las áreas operativas de las plantas.	**Debilidades** 1. Incumplimiento de actividades por falta de personal. 2. Cambios continuos de personal de una planta a otra. 3. Déficit de herramientas y materiales para las labores de mantenimiento. 4. El personal no cumple con el uso de los EPP. 5. Deficiencia de vehículo para el traslado del personal de una planta a otra.
Oportunidades 1.Programas de Capacitación de acuerdo a la Detección de Necesidades. 2.Profesionales calificados que ofertan sus servicios a la empresa.	**Estrategias FO** Motivar al personal para la continua capacitación en su área operativa. (F1-O1) Propiciar la utilización de las prácticas de mantenimiento entrenando al personal constantemente sobre sus contenidos.. (F2-O1).	**Estrategias DO** Considerar la fuerza laboral calificada para ocupar vacantes. (D1-O2). Incentivar al personal en la utilización de los EPP, mediante la participación en charlas de seguridad. (D4-O2).
Amenazas 1. Déficit de stock de repuestos en la empresa. 2. Riesgos en las áreas operativas, por deterioro de las mismas. 3. Dependencia del personal de producción para asignación de equipos para mantenimiento.	**Estrategias FD** Reforzar los planes de mantenimiento con el registro de funcionamiento de los equipos principales en cada área, para el mejor control de la reposición de repuestos al momento de realizar las reparaciones subsiguientes. (F4-D3). Establecer la política de mantener al personal fijo en las plantas PR2, y PR3, evitando la asignación de los operadores a otras áreas de trabajo. (F5-D4).	**Estrategias DA** Promover políticas y procedimientos para el abastecimiento de materiales, herramientas e insumos en la empresa. (D3-A1). Supervisar durante la ejecución de los trabajos el uso adecuado de los EPP. (D1-A2).

Fuente: *Elaboración Propia*.

CONCLUSIONES

A través del análisis de los resultados, se puede decir, que los objetivos planteados se concretaron, por lo tanto, la optimización de la fuerza laboral y costos asociados para el mantenimiento del Departamento de Aguas de las plantas PR2 y PR3 de SIDOR, se realizó bajo diversos criterios científicos de la Especialidad de Ingeniería Industrial, utilizando las bases conceptuales y metodológicas de las cátedras: ingeniería de métodos en los contenidos de estandarizaciones de tiempos, carga de trabajo, tolerancias entre otros. Lo que permitió determinar el número de trabajadores necesario en el departamento. Se concluye entonces:

1. El diagnóstico de la situación actual del Departamento de Aguas, permitió detectar las fallas existentes en las actividades de mantenimiento mecánico, eléctrico e instrumentista, resaltando que cuentan con una plantilla actual de 13 trabajadores activos. Distribuidos entre (5) técnicos mecánicos, (4) técnicos electricistas (4) técnicos instrumentistas. Detectándose que existes limitaciones en el desarrollo de sus actividades, debido a que entre ellos, (4) mecánicos son condicionados médicos y para no generarle mayor esfuerzos, los envían a Comisión de Servicio.

2. La descripción de las actividades, se realizó haciendo un seguimiento a las cuadrillas de mantenimiento mecánico, eléctrico e instrumentista, de las plantas de agua PR2 y PR3, cuyas especificaciones permitieron asentar las observaciones necesarias de las actividades que posteriormente se cronometraron a través de un estudio de tiempo.

3. La estandarización de los tiempos, se logró sobre la base de los estudios de tiempo, análisis de tolerancias, calificación de la velocidad, y el cálculo de la carga de trabajo en H/H, lo cuales permitieron determinar la fuerza

laboral necesaria en el departamento para realizar las actividades de mantenimiento mecánico, eléctrico e instrumentista. Resultando, que las Cargas de Trabajo del Mantenimiento por cuadrillas es: Mecánico 30.003,43 min. H/H x Mes; Eléctrico 22.144,16 min, H/H x Mes e Instrumentista: 18.149,13 min. H/H x Mes.

4. Se determinó que la fuerza laboral necesaria para cumplir con las actividades respectivas de mantenimiento por parte de las cuadrillas debe estar conformada por 14 trabajadores, distribuidos de la siguiente manera: (6) Técnicos Mecánicos, (4) Técnicos Electricistas y (4) Técnicos Instrumentistas. Se destaca, que el resultado arrojó, que sólo se incrementaría la fuerza laboral en un trabajador dentro de la cuadrilla de mantenimiento mecánico, que es la que presenta mayores limitaciones.

5. Se realizó el análisis de costos, considerando los gastos administrativos que se generan por concepto de nómina dentro de la empresa, la cual contiene los rubros exigidos por la Ley Orgánica del Trabajo, Locymat y la contratación colectiva de SIDOR. Se concluye, que el incremento por contratación de la nueva persona, es de Bs. 306.032, 77. Lo que cuesta anualmente un trabajador para la empresa.

6. Se proponen estrategias de mejoras, a través del análisis FODA, para el Departamento de Aguas de las plantas PR2 Y PR3 resaltando, que deben fortalecer el uso de los equipos de protección personal; disminuir las asignaciones del personal a otras de trabajo para no afectar la productividad dentro de su área; fortalecer los planes de mantenimiento de manera tal, que puedan controlar los requerimientos de insumos, materiales y repuestos de manera oportuna al momento de requerirlos.

RECOMENDACIONES

Una vez determinada la fuerza laboral, la implementación de este proyecto, permitirá al Departamento de Aguas, contar con el personal adecuado para que las actividades de mantenimiento se realicen en los tiempos estándares. Asimismo, el estudio permitió proponer las siguientes recomendaciones:

1. Considerar los estándares obtenidos en la investigación como base al momento de contratar la fuerza laboral para realizar el mantenimiento en las plantas PR2 y PR3.

2. La empresa debe realizar cursos de capacitación, liderazgos y relaciones humanas con el fin de que exista comunicación entre los supervisores y trabajadores para poder así disminuir los tiempos de ocio y se ejecuten las actividades con mayor efectividad.

3. Evitar los cambios periódicos del personal de un departamento a otro dentro de la cuadrilla, ya que perjudica el desempeño efectivo de las actividades.

4. Tomar en cuenta a los contratados temporales para ocupar las vacantes que se tienen en el Departamento, debido a los trabajadores en comisión de servicio y condicionados médicos. Se enfatiza, a este respecto, que al tener un estándar de fuerza laboral, la productividad está condicionada a que la plantilla de operadores debe estar completamente disponible durante la jornada laboral, De lo contrario, no se cumpliría con la carga de trabajo exigida para el mantenimiento.

5. Se debe contratar a personal calificado que posean las habilidades y conocimientos necesarios para mantener y aumentar la efectividad en la ejecución de las actividades.

6. Implementar metodologías de mantenimiento, que les permitan una mejor planificación, a la hora de determinar los requerimientos de materiales, equipos e insumos, evitando las limitaciones de las existencias por concepto de inventarios, importaciones y tiempos de espera en la reposición de materiales.

7. Realizar estudios de sustitución de materiales, insumos y repuestos importados por productos nacionales que cumplan las mismas funciones.

BIBLIOGRAFÍAS

ARIAS, FIDIAS G. (2006). Proyecto de Investigación: Introducción a la metodología científica. (5ª ed.) Venezuela.

BALLESTRINI, MIRIAM. (2000) Procedimientos Técnicos de la Investigación Documental. Metodología de la Investigación. Mc Graw Hill México.

BENJAMIN W. NIEBEL (2004), Ingeniería Industrial, Métodos estándares y diseño del trabajo. (11ª Ed)Alfa Omega Colombia.

FREIVALDS, A. (2004). Ingeniería Industrial, métodos, estándares y diseño del trabajo. México: Editorial Alfaomega.

MÉNDEZ. C. (2001). Diseño y Desarrollo del Proceso de Investigación. (3ª. Ed). Editorial Mc Graw Hill.

NARVAEZ, R. (1996). Orientaciones Prácticas para la elaboración de informes de Investigación. Puerto Ordaz: UNEXPO.

PAZO, ANTONIO. (2001). Estandarización de la fuerza laboral contratada y diseño una estructura de costos para el mantenimiento mayor de los tanques de enfriamiento por expansión en la empresa CVG BAUXILUM. Instituto Universitario Politécnico “Santiago Mariño”.

RINCÓN Y LATORRE (1992) Metodología de la Investigación. (3ª. Ed). Editorial Omega.

TAMAYO Y TAMAYO, M. (2003) El Proceso de la Investigación Científica (2a. ed.) México: Editorial Limusa.

VIÑA, G. (2009). Optimización de la fuerza laboral y costos asociados a los cargos de las unidades organizativas adscritas a la gerencia de proyecto e ingeniería de CVG Bauxilum. Instituto Politécnico Universitario “Santiago Mariño”.

ANEXOS

ANEXO Nº1. Sistema de Calificación Westinghouse.

Consistencia				Condiciones		
+ 0.04	A	Perfecta		+ 0.06	A	Ideales
+ 0.03	B	Excelente		+ 0.04	B	Excelentes
+ 0.01	C	Buena		+ 0.02	C	Buena
0.00	D	Regular		0.00	D	Regular
-0.02	E	Aceptable		-0.03	E	Aceptable
-0.04	F	Deficiente		-0.07	F	Deficiente
Esfuerzo				**Habilidad**		
+ 0.13	A1	Excesivo		+ 0.15	A1	Extrema
+ 0.12	A2	Excesivo		+ 0.13	A2	Extrema
+ 0.10	B1	Excelente		+ 0.11	B1	Excelente
+0.08	B2	Excelente		+0.08	B2	Excelente
+0.05	C1	Bueno		+0.06	C1	Buena
+0.02	C2	Bueno		+0.03	C2	Buena
0.00	D	Regular		0.00	D	Regular
-0.04	E1	Aceptable		-0.05	E1	Aceptable
-0.08	E2	Aceptable		-0.10	E2	Aceptable
-0.12	F1	Deficiente		-0.16	F1	Deficiente
-0.17	F2	Deficiente		-0.22	F2	Deficiente

Fuente: *Tomado de Niebel (2010)*

ANEXO Nº2.

Método Sistemático Para Asignar Tolerancias Por Fatiga

A. Condiciones de Trabajo

Criterios de Temperatura: La temperatura media probable a encontrar en la tarea diaria. (Las temperaturas dadas se refieren a países de climas templados).

- Grado 1. (5 puntos): Temperatura controlada por medios mecánicos o eléctricos para el confort del personal. Usualmente de 22 a 24 °C para personal inactivo o de oficina; 20 a 21 °C para trabajos de planta o normalmente activos.
- Grado 2. (10 puntos): Temperatura controlada por los requerimientos del trabajo, en donde el calor es generado por las máquinas u hornos o es requerido para el procesamiento de materiales. La temperatura varía de 24 a 29 °C en exteriores donde se dispone de circulación normal de aire.
- Grado 3. (15 puntos): Temperatura controlada por los requerimientos del trabajo, en donde el calor es generado por las máquinas u hornos o es requerido para el procesamiento de materiales. La temperatura varia por debajo de 18 °C o por sobre 27°C para personal inactivo o de oficina. Por debajo de 4 °C o por sobre 32 °C en trabajos exteriores o donde se dispone de circulación de aire.
- Grado 4. (40 puntos): Temperatura por sobre 32 °C donde no se dispone de circulación normal de aire. Temperatura por sobre 35 °C o por debajo de 2 °C donde se dispone de circulación normal de aire.

Criterios de Condiciones Ambientales: El suministro de oxígeno al sistema tiene un efecto considerable sobre la fatiga.

- Grado 1. (5 puntos): Operaciones normales en exteriores o en facilidades de aire acondicionado; con aire fresco y libre de malos olores.
- Grado 2. (10 puntos): Facilidades normales de planta o de oficina, sin aire acondicionado donde pueden presentarse malos olores ocasionalmente. El movimiento de aire es suplido normalmente por el movimiento del personal o de máquinas. No existe filtración de aire.
- Grado 3. (20 puntos): Áreas extremadamente pequeñas y cerradas donde el movimiento de aire es nulo. Ambientes con polvo y/o humos en forma limitada.
- Grado 4. (30 puntos): Condiciones extremadamente tóxicas. Mucho polvo y/o humos no eliminables por extracción de aire.

Criterios de Humedad: La humedad influye en el confort del trabajador. La humedad alta usualmente causa movimientos que no forman parte de la operación, tales como falta de concentración debido a la transpiración, uso de pañuelos o movimientos con las manos para abanicarse. Estos movimientos generalmente no se miden cuando se realiza un estudio de tiempos.

- Grado 1. (5 puntos): Nivel de humedad normal y confortable, suplido por aire acondicionado o sistemas de calentamiento. No existe atmósfera seca o húmeda.

Por lo general con un 40% a 55% de humedad relativa con 21 a 23 °C de temperatura.

- Grado 2. (10 puntos): Condiciones muy secas, menos del 30% de humedad relativa.
- Grado 3. (15 puntos): Humedad relativa muy alta; la ropa se humedece al cabo de cierto tiempo. Humedad relativa del 80%.
- Grado 4. (20 puntos): Condiciones de gran humedad, tales como salas de vapor o exteriores bajo la lluvia en donde debe usarse ropa especial.

Criterios de Ruido: El ruido causa fatiga a través del sistema nervioso.

- Grado 1. (5 puntos): Nivel normal de ruido, característico en oficinas o en ambientes poco ruidosos. Variaciones entre 30 y 60 decibeles. Música intermitente puede ser escuchada y disfrutada fácilmente.
- Grado 2. (10 puntos): Áreas extremadamente quietas donde el ruido está casi ausente tal como una biblioteca. Ruidos por debajo de los 30 decibeles. También ruidos altos entre 60 y 90 decibeles pero de naturaleza constante, como una latonería, calle de una ciudad, etc. La música podría no oírse con placer.
- Grado 3. (20 puntos): Áreas normalmente quietas con sonidos intermitentes o ruidos desconcertantes. Ruidos secos y por sobre los 90 decibeles (prensa, ribeteadora, etc.). También ruidos que son intermitentes pero sobre los 100 decibeles.
- Grado 4. (30 puntos): Ruidos de alta frecuencia intermitentes o constantes.

Criterios de Iluminación: La iluminación influye directamente sobre la fatiga de los ojos, a menos que esta sea tan pobre que implique la ejecución de movimientos extras de ciertas partes del cuerpo.

- Grado 1. (5 puntos). Luz suplica por tubos fluorescentes u otra iluminación indirecta distanciadas para producir de 20 a 50 pies - luz, suficientes para la mayoría de las aplicaciones industriales y de 50 a 100 para trabajos de oficina e inspección. La ausencia del deslumbramiento es aparente.
- Grado 2. (10 puntos). El deslumbramiento ocasional es una parte inherente al trabajo o donde se requiere iluminación especial.
- Grado 3. (15 puntos). El deslumbramiento continuo es una parte inherente al trabajo. También trabajos que requieren el cambio continuo de áreas iluminadas a oscuras (menos de 5 pies - luz).
- Grado 4. (20 puntos). Trabajos a tientas, sin luz y/o al tacto. Las características del trabajo imposibilitan u obstruyen la visión.

B. Repetitividad y Esfuerzo Aplicado

Criterios de Duración del Trabajo: La fatiga varía considerablemente con la cantidad de tiempo requerido para completar el trabajo y la obtención de la impresión de realización o culminación de la tarea. Este es un factor psicológico que puede variar entre individuos pero que siempre varía de una tarea a otra.

- Grado 1. (20 puntos). Operación o sub-operación que puede ser completada en un minuto o menos.
- Grado 2. (40 puntos). Operación o sub-operación que puede ser completada en 15 minutos o menos.
- Grado 3. (60 puntos). Operación o sub-operación que puede ser completada en una hora o menos.
- Grado 4. (80 puntos). Operación o sub-operación que toma más de una hora para completarse.

Criterios de Repetición del Ciclo: La repetición del ciclo tiene gran efecto sobre la fatiga. Las operaciones de ciclo corto, pero que se repiten muchas veces al día crean una monotonía y efecto hipnótico que afecta adversamente a la productividad a medida que progresa el día**.**

- Grado 1. (20 puntos). Operaciones en las cuales el operario varía su patrón o puede programar su propio trabajo. Operaciones que varían de un día a otro o donde las sub. operaciones no pueden ser realizadas diariamente.
- Grado 2. (40 puntos). Operaciones con un patrón razonablemente fijo o a las que se realizan bajo presión para su terminación. Las operaciones pueden variar de un ciclo a otro según la preferencia del operario, pero la tarea es regular.
- Grado 3. (60 puntos). Operaciones donde la completación periódica está programada y es regular en ocurrencia o donde el ciclo de movimientos o patrones regulares de planeación son hechos al menos 10 veces al día.
- Grado 4. (80 puntos). Operaciones cuyos movimientos o patrones de planeación son hechos durante más de 10 veces al día. También operaciones pautadas por una máquina (la mayoría de las operaciones a destajo caen en esta categoría). Los operarios sufren de aburrimiento y falta de control.

Criterios de Esfuerzo Físico: Si bien el esfuerzo físico tiene un efecto real sobre la fatiga, si el esfuerzo es intermitente con descansos periódicos entre ciclos como parte de la tarea, este efecto disminuye. La tabla siguiente se aplica a diferentes situaciones.

Nivel Aplicable

Tiempo de duración del esfuerzo

Esfuerzo Manual	Hasta 15%	15 a 40%	40 a 70%	Sobre 70%
Hasta 5 libras			Grado 1	Grado 1
5 a 25 libras			Grado 1	Grado 2
25 a 60 libras		Grado 1	Grado 2	Grado 3
Sobre 60 libras	Grado 1	Grado 2	Grado 3	Grado 4

Añádase un nivel a cada uno de los anteriores, con un máximo de cuatro, si la tarea es realizada en posiciones de trabajo difíciles. La puntuación obtenida según los grados es como sigue:
Grado 1: (20 puntos).
Grado 2: (40 puntos).
Grado 3: (60 puntos).
Grado 4: (80 puntos).

Criterios de Esfuerzo Mental o Visual: Este factor mide el grado de fatiga mental y visual obtenida a través de la concentración y coordinación de la mente y la vista. Depende del volumen y complejidad del trabajo, ciclo de aplicación, facultades mentales, visuales y de la intensidad de tal aplicación.

- Grado 1. (10 puntos). Solamente atención mental o visual ocasional, dado que la operación es prácticamente automática o la atención se requiere solo a intervalos distantes.
- Grado 2. (20 puntos). Atención mental y visual frecuente, en donde el trabajo es intermitente o la operación comprende el esperar por alguna maquina o proceso para completar el ciclo, con alguna verificación.
- Grado 3. (30 puntos). Atención mental y visual continua por razones de seguridad o calidad, usualmente operaciones repetitivas que requieren una atención o actividad constante.
- Grado 4. (50 puntos). Atención mental o visual concentradas en la distribución o ejecución de trabajos complejos que requieren gran precisión y gran calidad, o en coordinar un alto grado de destreza manual con atención visual concentrada por periodos largos de tiempo. También operaciones puramente de inspección en donde la verificación de la calidad es el objetivo principal.

C. Posición de Trabajo

Criterios de Posición. Las demandas físicas del cuerpo se consideran en la fatiga en cualquier momento, con la excepción de los periodos de descanso. Las posiciones anormales de cualquier parte del cuerpo incrementan la fatiga, sino se produce el cambio de posición.

- Grado 1. (10 puntos). Posición sentado o una combinación de sentarse y pararse, caminar, donde los cambios de posición no están distanciados más de 5 minutos. Los brazos y la cabeza permanecen a la altura normal.
- Grado 2. (20 puntos). Parado o una combinación de pararse y caminar, el sentarse se permite solo durante los periodos de descanso. También donde las manos y la cabeza permanecen en posiciones fuera de lo normal pero solo por periodos menores de 1 minuto.
- Grado 3. (30 puntos). Operaciones que comprenden el pararse constantemente en la punta de los pies o donde el trabajo de extensión de brazos y piernas,
- Grado 4. (40 puntos). Operaciones donde el cuerpo permanece en posiciones extendidas o contraídas por largos periodos de tiempo o donde la atención requiere de un cuerpo móvil.

ANEXO Nº3. Hoja de Seguimiento para la Toma de Tiempos.

	Pág.: ___/___ Fecha: ___ / ___ / ____ Analista:_____ Operador:_____

Gerencia Servicios Industriales **Superintendencia Fluidos Industriales**			
Área:		Sector:	
Hoja de Seguimiento			
Actividad	Lectura Cronómetro	Tiempo Real	Observación

Fuente: *Departamento de Aguas. SIDOR.*