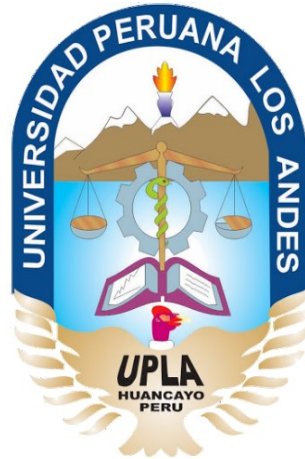


**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE**  
**SISTEMAS Y COMPUTACIÓN**



**“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA WEB PARA LA  
GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN DEL PROCESO DE  
MANTENIMIENTO Y MONITOREO DE PARÁMETROS DE  
CONSUMO ELÉCTRICO DE LOS VENTILADORES DE UNA  
UNIDAD DE PRODUCCIÓN MINERA”**

Área de investigación: Software e Ingeniería

Línea de investigación: Ingeniería de Software

**PRESENTADO POR:**

**Bach. Ñahui Panllo, Kucing**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN**

**HUANCAYO – PERÚ**

**2017**

---

**DR. CASIO AURELIO TORRES LÓPEZ**  
**PRESIDENTE**

---

**MG. YUDITH MARLENI ECHAVIGURIN TORRES**  
**JURADO**

---

**MG. FERMIN DAVID CERRON LEON**  
**JURADO**

---

**ING. CARLOS FELIX QUISPE REYES**  
**JURADO**

---

**MG. MIGUEL ÁNGEL CARLOS CANALES**  
**SECRETARIO DOCENTE**

**MG. JOWEL SIGFRIDO CABRERA PADILLA**  
**ASESOR METODOLÓGICO**

**DR. WAGNER ENOC VICENTE RAMOS**  
**ASESOR TEMÁTICO**

## **DEDICATORIA**

La concepción de este proyecto está dedicada a mis padres, pilares fundamentales en mi vida. Sin ellos, jamás hubiese podido conseguir lo que hasta ahora he logrado. Su tenacidad y lucha insaciable han hecho de ellos el gran ejemplo a seguir y destacar, no solo para mí, sino para mi hermano y mi familia en general.

Bach. Kukung Ñahui Panllo

## INDICE DE CONTENIDOS

|  |           |
|--|-----------|
| DEDICATORIA .....  | IV        |
| INDICE DE CONTENIDOS .....                                       | V         |
| INDICE DE TABLAS .....   | IX        |
| INDICE DE CUADROS.....   | X         |
| INDICE DE ILUSTRACIONES .....                                    | XI        |
| INDICE DE ANEXOS.....  | XII       |
| RESUMEN .....  | XIII      |
| ABSTRACT .....   | XIV       |
| INTRODUCCIÓN .....   | XV        |
| <b>CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.....</b>                 | <b>16</b> |
| 1.1. DESCRIPCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN .....                        | 16        |
| 1.2. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA.....                                 | 18        |
| 1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....                              | 20        |
| 1.4. OBJETIVOS .....   | 21        |
| 1.5. JUSTIFICACIÓN .....   | 21        |
| <b>CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.....</b>                            | <b>22</b> |
| 2.1. ANTECEDENTES .....  | 22        |
| 2.1.1. Antecedentes Internacionales.....                         | 22        |
| 2.1.2. Antecedentes Nacionales .....                             | 23        |
| 2.2. BASES TEÓRICAS .....  | 24        |
| 2.2.1. Mantenimiento Industrial.....                             | 24        |
| 2.2.1.1. Historia del mantenimiento industrial .....             | 25        |
| 2.2.1.2. Conceptos y objetivos del mantenimiento industrial..... | 26        |
| 2.2.1.3. Tipos de mantenimiento .....                            | 26        |
| 2.2.1.3.1. Mantenimiento correctivo.....                         | 26        |
| 2.2.1.3.2. Mantenimiento preventivo.....                         | 27        |
| 2.2.1.3.3. Mantenimiento predictivo.....                         | 27        |
| 2.2.2. Ventilación Minera.....                                   | 28        |
| 2.2.2.1. Tipos de ventilación.....                               | 28        |
| 2.2.2.2. Ventilador .....  | 28        |

|   |    |
|---|----|
| 2.2.3. Maquinas Eléctricas.....                                   | 29 |
| 2.2.3.1. Motores eléctricos.....                                  | 29 |
| 2.2.3.2. Motor de corriente alterna.....                          | 30 |
| 2.2.3.2.1. Partes Fundamentales de un Motor Eléctrico.....        | 30 |
| 2.2.3.2.2. Características particulares de los motores.....       | 33 |
| 2.2.3.3. Fallas en un Motor de Corriente Alterna.....             | 39 |
| 2.2.3.3.1. Causas de Fallas en el aislamiento.....                | 39 |
| 2.2.3.3.2. Causas de Fallas Mecánicas.....                        | 42 |
| 2.2.4. Monitoreo de Parámetros de Consumo Eléctrico.....          | 43 |
| 2.2.4.1. Medidores de parámetros eléctricos.....                  | 43 |
| 2.2.4.2. Medición de parámetros eléctricos.....                   | 44 |
| 2.2.4.2.1. Instrumentos de medición de tensión eléctrica.....     | 44 |
| 2.2.4.2.2. Instrumentos de medición de corriente eléctrica.....   | 45 |
| 2.2.4.2.3. Instrumentos de medición de resistencia eléctrica..... | 46 |
| 2.2.4.2.4. Instrumentos de medición de aislamiento eléctrico..... | 46 |
| 2.2.5. Gestión de la Información (GI).....                        | 47 |
| 2.2.5.1. Objetivos.....   | 48 |
| 2.2.5.2. Funciones.....   | 48 |
| 2.2.5.3. Sistemas de Gestión de Información.....                  | 48 |
| 2.2.6. Servicio Web.....  | 49 |
| 2.2.6.1. Aplicación Web.....                                      | 49 |
| 2.2.6.2. Servidores Web.....                                      | 49 |
| 2.2.6.2.1. Apache.....  | 49 |
| 2.2.6.3. Lenguajes de Programación.....                           | 50 |
| 2.2.6.3.1. Herramientas de desarrollo Front End.....              | 50 |
| 2.2.6.3.2. Herramientas de desarrollo Back End.....               | 51 |
| 2.2.6.4. Framework de Desarrollo.....                             | 52 |
| 2.2.6.4.1. Bootstrap.....   | 52 |
| 2.2.6.5. Sistema Gestor de Base de Datos.....                     | 54 |
| 2.2.6.5.1. MySQL.....   | 54 |
| 2.2.6.5.2. Lenguaje de consulta estructurado SQL.....             | 54 |

|   |           |
|---|-----------|
| 2.2.6.6. Patrón de Arquitectura Modelo Vista Controlador (MVC)..... | 55        |
| 2.3. BASES CONCEPTUALES .....                                       | 55        |
| <b>CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>           | <b>58</b> |
| 3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN .....                                    | 58        |
| 3.2. HIPÓTESIS .....  | 59        |
| 3.2.1. Hipótesis General .....                                      | 59        |
| 3.2.2. Hipótesis específico .....                                   | 59        |
| 3.3. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA SELECCIONADA.....                | 59        |
| 3.3.1. Metodología Extreme Programming (XP) .....                   | 61        |
| 3.3.1.1. Modelamiento de Requerimientos con XP .....                | 61        |
| 3.3.2. Metodología SCRUM .....                                      | 61        |
| <b>CAPÍTULO IV PRESENTACIÓN DE RESULTADOS .....</b>                 | <b>63</b> |
| 4.1. REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA.....                                | 63        |
| 4.1.1. Acta de constitución del proyecto .....                      | 63        |
| 4.1.2. Fase de exploración.....                                     | 64        |
| 4.1.2.1. Historias de Usuario Funcionales.....                      | 64        |
| 4.1.2.2. Historias de Usuario No Funcionales .....                  | 71        |
| 4.1.2.3. Priorización de los requerimientos .....                   | 74        |
| 4.1.2.4. Especificación de los Requerimientos.....                  | 75        |
| 4.1.2.5. Criterios de Aceptación.....                               | 87        |
| 4.1.3. Fase de planificación.....                                   | 92        |
| 4.1.3.1. Pila de Producto (Product Backlog) .....                   | 92        |
| 4.2. DESARROLLO DEL SISTEMA CON SCRUM.....                          | 93        |
| 4.2.1. Pre-Juego del Montaje:.....                                  | 93        |
| 4.2.1.1. Lista de tareas de la iteración (Sprint Backlog) .....     | 93        |
| 4.2.2. Juego del Desarrollo: .....                                  | 94        |
| 4.2.2.1. Ejecución del Sprint 01.....                               | 94        |
| 4.2.2.1.1. Reunión de Retrospectiva.....                            | 94        |
| 4.2.2.1.2. Informe de ejecución de pruebas de software .....        | 94        |
| 4.2.2.2. Ejecución del sprint 02 .....                              | 94        |
| 4.2.2.1.1. Reunión de Retrospectiva.....                            | 94        |

|  |            |
|--|------------|
| 4.2.2.1.2. Solicitud de cambio de software .....                       | 95         |
| 4.2.2.1.3. Informe de ejecución de pruebas de software .....           | 95         |
| 4.2.2.3. Ejecución del sprint 03 .....                                 | 95         |
| 4.2.2.1.1. Reunión de Retrospectiva.....                               | 95         |
| 4.2.2.1.2. Informe de ejecución de pruebas de software .....           | 96         |
| 4.2.3. Post-Juego de Liberación: .....                                 | 96         |
| 4.2.3.1. Manual Técnico.....   | 96         |
| 4.2.3.2. Manual de Usuario.....  | 96         |
| <b>CAPÍTULO V RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>                         | <b>97</b>  |
| 5.1. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....                                      | 97         |
| 5.2. PRUEBAS DEL SISTEMA .....   | 98         |
| 5.2.1. Informe de ejecución de pruebas de software del Sprint 01 ..... | 98         |
| 5.2.2. Informe de ejecución de pruebas de software del Sprint 02 ..... | 98         |
| 5.2.3. Informe de ejecución de pruebas de software del Sprint 03 ..... | 99         |
| <b>CONCLUSIONES.....</b>   | <b>100</b> |
| <b>RECOMENDACIONES.....</b>  | <b>101</b> |
| <b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>   | <b>102</b> |
| <b>ANEXOS.....</b>   | <b>104</b> |



## INDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| TABLA 1 PRIMER DIGITO DEL GRADO DE PROTECCIÓN (IP).....  | 38 |
| TABLA 2 SEGUNDO DIGITO DEL GRADO DE PROTECCIÓN (IP)..... | 38 |
| TABLA 3 ESPECIFICACION DE REQUERIMIENTOS (HUF-001).....  | 75 |
| TABLA 4 ESPECIFICACION DE REQUERIMIENTOS (HUF-002).....  | 76 |
| TABLA 5 ESPECIFICACION DE REQUERIMIENTOS (HUF-003).....  | 77 |
| TABLA 6 ESPECIFICACION DE REQUERIMIENTOS (HUF-004).....  | 78 |
| TABLA 7 ESPECIFICACION DE REQUERIMIENTOS (HUF-005).....  | 79 |
| TABLA 8 ESPECIFICACION DE REQUERIMIENTOS (HUF-006).....  | 80 |
| TABLA 9 ESPECIFICACION DE REQUERIMIENTOS (HUF-007).....  | 81 |
| TABLA 10 ESPECIFICACION DE REQUERIMIENTOS (HUF-008)..... | 82 |
| TABLA 11 ESPECIFICACION DE REQUERIMIENTOS (HUF-009)..... | 83 |
| TABLA 12 ESPECIFICACION DE REQUERIMIENTOS (HUF-010)..... | 84 |
| TABLA 13 ESPECIFICACION DE REQUERIMIENTOS (HUF-011)..... | 85 |
| TABLA 14 ESPECIFICACION DE REQUERIMIENTOS (HUF-012)..... | 86 |
| TABLA 15 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN (HUF-001).....          | 87 |
| TABLA 16 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN (HUF-002).....          | 87 |
| TABLA 17 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN (HUF-003).....          | 88 |
| TABLA 18 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN (HUF-004).....          | 88 |
| TABLA 19 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN (HUF-005).....          | 89 |
| TABLA 20 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN (HUF-006).....          | 89 |
| TABLA 21 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN (HUF-007).....          | 90 |
| TABLA 22 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN (HUF-008).....          | 90 |
| TABLA 23 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN (HUF-009).....          | 91 |
| TABLA 24 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN (HUF-010).....          | 91 |
| TABLA 25 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN (HUF-011).....          | 92 |
| TABLA 26 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN (HUF-012).....          | 92 |

## INDICE DE CUADROS

|   |    |
|---|----|
| CUADRO 1: HISTORIA DE USUARIO FUNCIONAL (HUF-001).....      | 64 |
| CUADRO 2: HISTORIA DE USUARIO FUNCIONAL (HUF-002).....      | 64 |
| CUADRO 3 HISTORIA DE USUARIO FUNCIONAL (HUF-003).....       | 65 |
| CUADRO 4 HISTORIA DE USUARIO FUNCIONAL (HUF-004).....       | 65 |
| CUADRO 5 HISTORIA DE USUARIO FUNCIONAL (HUF-005).....       | 66 |
| CUADRO 6 HISTORIA DE USUARIO FUNCIONAL (HUF-006).....       | 66 |
| CUADRO 7 HISTORIA DE USUARIO FUNCIONAL (HUF-007).....       | 67 |
| CUADRO 8 HISTORIA DE USUARIO FUNCIONAL (HUF-008).....       | 67 |
| CUADRO 9 HISTORIA DE USUARIO FUNCIONAL (HUF-009).....       | 68 |
| CUADRO 10 HISTORIA DE USUARIO FUNCIONAL (HUF-010).....      | 68 |
| CUADRO 11 HISTORIA DE USUARIO FUNCIONAL (HUF-011).....      | 69 |
| CUADRO 12 HISTORIA DE USUARIO FUNCIONAL (HUF-012).....      | 69 |
| CUADRO 13 HISTORIA DE USUARIO FUNCIONAL (HUF-013).....      | 70 |
| CUADRO 14 HISTORIA DE USUARIO FUNCIONAL (HUF-014).....      | 70 |
| CUADRO 15 HISTORIA DE USUARIO FUNCIONAL (HUF-015).....      | 71 |
| CUADRO 16 HISTORIA DE USUARIO NO FUNCIONAL (HUNF-001) ..... | 71 |
| CUADRO 17 HISTORIA DE USUARIO NO FUNCIONAL (HUNF-002) ..... | 72 |
| CUADRO 18 HISTORIA DE USUARIO NO FUNCIONAL (HUNF-003) ..... | 72 |
| CUADRO 19 HISTORIA DE USUARIO NO FUNCIONAL (HUNF-004) ..... | 73 |
| CUADRO 20 HISTORIA DE USUARIO NO FUNCIONAL (HUNF-005) ..... | 73 |
| CUADRO 21 HISTORIA DE USUARIO NO FUNCIONAL (HUNF-006) ..... | 74 |

## INDICE DE ILUSTRACIONES

|  |    |
|--|----|
| ILUSTRACIÓN 1: PARTES DEL MOTOR TRIFÁSICO JAULA DE ARDILLA. ....                     | 31 |
| ILUSTRACIÓN 2: FORMULA ELÉCTRICA PARA EL CÁLCULO DE POTENCIA .....                   | 33 |
| ILUSTRACIÓN 3 FORMULA ELÉCTRICA PARA EL CÁLCULO DE TENSIÓN.....                      | 33 |
| ILUSTRACIÓN 4: FORMULA ELÉCTRICA PARA EL CÁLCULO DE CORRIENTE.....                   | 34 |
| ILUSTRACIÓN 5: FORMULA ELÉCTRICA PARA EL CÁLCULO DE REVOLUCIONES .....               | 34 |
| ILUSTRACIÓN 6: FORMULA ELÉCTRICA PARA EL CÁLCULO DE FACTOR DE POTENCIA .....         | 35 |
| ILUSTRACIÓN 7: FORMULA ELÉCTRICA PARA EL CÁLCULO DE FACTOR DE SERVICIO .....         | 35 |
| ILUSTRACIÓN 8: FORMULA ELÉCTRICA PARA CALCULAR LA FRECUENCIA. ....                   | 36 |
| ILUSTRACIÓN 9: FORMULA ELÉCTRICA PARA CALCULAR EL DESLIZAMIENTO .....                | 36 |
| ILUSTRACIÓN 10: COMPOSICIÓN DEL GRADO DE PROTECCIÓN IP .....                         | 37 |
| ILUSTRACIÓN 11: INSTRUMENTO DE MEDICIÓN DE TENSIÓN ELÉCTRICA- VOLTÍMETRO DIGITAL ... | 45 |
| ILUSTRACIÓN 12 INSTRUMENTO DE MEDICIÓN DE CORRIENTE ELÉCTRICA - AMPERÍMETRO .....    | 45 |
| ILUSTRACIÓN 13 INSTRUMENTO DE MEDICIÓN DE RESISTENCIA ELÉCTRICA - ÓHMETRO.....       | 46 |
| ILUSTRACIÓN 14 INSTRUMENTO DE MEDICIÓN DE AISLAMIENTO ELÉCTRICO - MEGA ÓHMETRO ...   | 47 |

## INDICE DE ANEXOS

- ANEXO 1: ACTA DE CONSTITUCIÓN DE PROYECTOS
- ANEXO 2: CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO
- ANEXO 3: PRIORIZACIÓN DE LAS HISTORIAS DE USUARIOS
- ANEXO 4: PRODUCT BACKLOG DEL PROYECTO
- ANEXO 5: SPRINT BACKLOG DEL PROYECTO
- ANEXO 6: REUNIÓN DE RETROSPECTIVA SPRINT 01
- ANEXO 7: EJECUCIÓN DE PRUEBAS - REGISTRO DE VENTILADORES
- ANEXO 8: EJECUCIÓN DE PRUEBAS - REGISTRO DE TABLEROS ARRANCADORES
- ANEXO 9: EJECUCIÓN DE PRUEBAS - REGISTRO DE PUNTOS DE UBICACIÓN
- ANEXO 10: REUNIÓN DE RETROSPECTIVA SPRINT 02
- ANEXO 11: SOLICITUD DE CAMBIO SPRINT 02
- ANEXO 12: EJECUCIÓN DE PRUEBAS - LOGIN DEL SISTEMA
- ANEXO 13: EJECUCIÓN DE PRUEBAS - REGISTRO DE FICHAS TECNICAS
- ANEXO 14: REUNIÓN DE RETROSPECTIVA SPRINT 03
- ANEXO 15: CUADERNO DE CÁLCULOS MATEMÁTICOS
- ANEXO 16: EJECUCIÓN DE PRUEBAS - GENERAR PROTOCOLO DE PRUEBAS
- ANEXO 17: MANUAL TÉCNICO DEL SISTEMA WEB
- ANEXO 18: MANUAL DE USUARIO DEL SISTEMA WEB

## RESUMEN

La presente investigación debe responder al siguiente problema general ¿Gestión deficiente de la información del proceso de mantenimiento y monitoreo de parámetros de consumo eléctrico de los ventiladores asignados al área de ventilación de la súper Intendencia de Mantenimiento Eléctrico Mina?, teniendo como objetivo general: Implementar un sistema de gestión de la información del proceso de mantenimiento y monitoreo de parámetros de consumo eléctrico de los ventiladores asignados al Área de Ventilación de la Súper Intendencia de Mantenimiento Eléctrico Mina, y como hipótesis: Implementar un sistema web para mejorar la gestión de la información del proceso de mantenimiento y monitoreo de parámetros de consumo eléctrico de los ventiladores asignados al Área de Ventilación de la Súper Intendencia de Mantenimiento Eléctrico Mina.

El tipo de investigación es tecnológica con un nivel descriptivo - experimental, y diseño no experimental; la población involucrada consta de 17 trabajadores, en consecuencia, en estos casos se aplicará como técnica de recolección de datos la entrevista conjuntamente con las Story Cards como técnica de recolección de requerimientos propios de la metodología Extreme Programming (XP).

La conclusión principal de esta investigación es que al realizar la implementación del sistema de gestión de información del proceso de mantenimiento y monitoreo de parámetros de consumo eléctrico de los ventiladores asignados al área de ventilación de la Súper Intendencia de Mantenimiento Eléctrico de una Unida Minera permitió mejorar el tiempo de obtención de información y garantizar la confiabilidad de los datos.

**Palabras clave:** Proceso de mantenimiento, Gestión de información, Monitoreo de parámetros, Monitoreo de ventiladores.

## **ABSTRACT**

The present investigation must respond to the following general problem: Poor management of the maintenance process information and monitoring of electrical consumption parameters of the fans assigned to the ventilation area of the Superintendence of Electrical Maintenance Mina, having as a general objective: Implement an information management system for the maintenance process and monitoring of electrical consumption parameters of the ventilators assigned to the Ventilation Area of the Superintendence of Electrical Maintenance Mina, and as a hypothesis: Implement a web system to improve the management of the information of the process of maintenance and monitoring of electrical consumption parameters of the fans assigned to the Ventilation Area of the Superintendence of Electrical Maintenance Mina.

The type of research is technological with a descriptive-experimental level, and non-experimental design; the population involved consists of 17 workers, consequently, in these cases the interview will be applied as a data collection technique together with the Story Cards as a technique for collecting requirements of the Extreme Programming (XP) methodology.

The main conclusion of this investigation is that when implementing the information management system of the process of maintenance and monitoring of electrical consumption parameters of the fans assigned to the ventilation area of the Superintendence of Electrical Maintenance of a Mining Unit, it was possible to improve the time to obtain information and guarantee the reliability of the data.

Key words: Maintenance process, Information management, Monitoring of parameters, Monitoring of fans.

## INTRODUCCIÓN

Las inspecciones de parámetros de consumo eléctrico son el mecanismo por medio del cual se detectan las anomalías o falencias de los motores en los ventiladores que se encuentran distribuidos en todo el complejo minero; además estos parámetros sirven como fuente de información primaria para realizar la formulación de presupuestos de gasto en los mantenimientos preventivos.

Por otra parte, la gestión de información se nombra tanto últimamente que nos puede parecer que es un invento reciente, pero desde hace cientos de años las empresas, los líderes y los grandes estrategas políticos saben que la información es poder y que gestionar los datos puede marcar la diferencia entre el éxito y el fracaso.

Los accesos a la información de los parámetros de consumo eléctrico en unidades minera permiten al usuario acceder a diversas informaciones relacionadas al ciclo de funcionamiento de un ventilador, estas informaciones muestran datos relevantes para realizar un análisis de daños o posibles daños que puedan sufrir los equipos electro-mecánicos. La presente investigación logró cimentar el concepto de generación de aplicaciones informáticas para facilitar el manejo de información eléctrica, se logró realizar el proceso de implementación de un sistema web fundamentada en la metodología XP para el análisis de requerimientos y la metodología Scrum para la gestión del desarrollo del proyecto, estas metodologías nos han permitido ir implementando el software funcional de forma gradual con el proceso de ejecución de cada sprint.

La investigación se encuentra organizada en cuatro capítulos, los mismos que se describen a continuación

En el capítulo I se describe el “Planteamiento del estudio”, en este capítulo se menciona una breve descripción de la organización y de las actividades que se ejecutan dentro de ellas, también se aborda la situación problemática, los objetivos y la justificación de la presente investigación.

En el capítulo II se describe el “Marco teórico”, en este capítulo se describen las teorías que ayudaran a abordar la investigación, considerando los antecedentes encontrados y utilizadas como guía para el desarrollo de la tesis y detallan las bases teóricas que son el sustento de la investigación.

En el capítulo III se describe la “Metodología para desarrollar la solución”, en este capítulo se presenta una descripción de las metodologías elegidas, se detalla de maneras breve una descripción de las metodologías Extreme Programming y Scrum.

En el capítulo IV se describe el “Desarrollo de la solución” en este capítulo se presenta la identificación, especificación y la validación de requerimientos.

En el capítulo V se presentan los resultados de las pruebas de testing desarrolladas para validar el proceso de desarrollo de la aplicación web y finalmente, para concluir con la documentación se presenta las conclusiones, recomendaciones y anexos.

**Bach. Kuing Ñahui Panllo**

# **CAPÍTULO I**

## **PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO**

### **1.1. DESCRIPCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN**

Una unidad de producción minera ubicada en el sur chico del país, se dedica a la producción de concentrados de Zinc, Cobre y Plomo; esta unidad está emplazada en una zona árida y desértica al margen derecho de la quebrada del río Topara, las lluvias en esta zona son escasas motivo por el cual las aguas del río Topara únicamente alcanzan para regar los sembríos del valle y para el consumo de las comunidades de la zona de influencia.

Por estas razones la unidad de producción minera no consume el agua del río Topara ni genera vertimientos industriales o domésticos hacia la quebrada, esta unidad aprovecha su cercanía a la costa mediante su planta De-Saladora que utiliza el sistema de osmosis inversa para generar agua dulce a partir del agua de mar mediante el uso de potentes Motores de Alta eficiencia.

Esta unidad minera es considerada como una de las más modernas del país por el uso de tecnologías limpias de última generación, también es una de las unidades que utiliza motores asíncronos de corriente alterna en todos sus procesos de producción como por ejemplo en el transporte de minerales del Sector de Chancado Primario hacia la Planta industrial mediante la utilización de fajas Transportadoras impulsadas por motores cada cierto tramo, también se puede mencionar como ejemplo el uso de motores asíncronos en todos los ventiladores del complejo minero ya sea en Interior mina o en la planta Industrial.

Esta unidad de producción minera está compuesta por diferentes Súper intendencias dedicadas a diversos rubros de producción dentro del complejo minero, en nuestro caso nos centraremos en conocer a la Súper Intendencia de Mantenimiento Eléctrico Mina, quien se dedica a mantener estable el proceso de distribución eléctrica de todas las líneas de transmisión, se dedica a generar nuevos proyectos de



distribución eléctrica, está encargada de todo el proceso de mantenimiento eléctrico correspondiente a las operaciones en interior mina entre ellas podemos mencionar: Mantenimiento de sub estaciones eléctricas, Mantenimiento de las líneas de distribución en Media tensión y baja tensión, Mantenimiento de las señales de radio, Mantenimiento de las estaciones de bombeo tanto en interior mina como en Superficie, Mantenimiento de los Ventiladores Principales y Auxiliares asignadas al área entre otras actividades.

Como se puede observar la Súper Intendencia de Mantenimiento Eléctrico Mina se dedica a realizar muchas actividades y para motivos de nuestra investigación nos centraremos en describir las actividades que se realizan en el Área de Ventilación de esta Súper Intendencia, la cual se dedica a realizar el proceso de mantenimiento y monitoreo de los parámetros de consumo eléctrico de los ventiladores asignados al área, para la ejecución de este proceso tendremos la intervención de diferentes trabajadores entre ellos: El Jefe de Mantenimiento Eléctrico Mina a quien se le denominara para interés de la Investigación como Jefe de Taller Eléctrico, El Supervisor Electricista del área de Ventilación a quien se le denominara a partir de ahora como Supervisor, El Técnico Instrumentista de Primera a quien se le denominara como Instrumentista y el Técnico Electricista de Tercera a quien se le denominara como Electricista.

Para realizar la ejecución del proceso de mantenimiento y monitoreo de los parámetros de consumo eléctrico de los ventiladores se requiere la orden de trabajo generado por el jefe de taller eléctrico, quien detallara la orden solicitando el mantenimiento o registro de ventilador reportado en el reparto de guardia, esta orden es derivado al supervisor quien verifica si el ventilador se encuentra registrado en el inventariado, al desarrollar la comprobación de existencia del ventilador en los registros físicos del taller se puede dar inicio a dos actividades distintas según sea el resultado de la búsqueda, los cuales pueden ser:

- a. **Ventilador No Registrado:** El supervisor al confirmar que el ventilador no se encuentra registrado en el inventario deriva la orden al electricista solicitando iniciar con el proceso de registro del ventilador, el electricista realizara el registro de la ficha técnica en concordancia de los datos que trae consigo la placa del ventilador, realiza el registro de la cartilla de inspección mecánica, al culminar estas actividades el electricista deriva la información al instrumentista para que este realice el protocolo de pruebas conjuntamente con la prueba de funcionamiento del ventilador, el instrumentista evaluara el rendimiento del motor en función a los cálculos realizados , realizara la conexión del motor del ventilador con el tablero arrancador adecuado para este equipo y determinara si el ventilador presenta fallas de funcionamiento, en el caso de que existan fallas el instrumentista realiza el informe técnico para derivarlo al jefe de taller eléctrico solicitando la devolución del ventilador al proveedor para su cambio respectivo, en el caso de que no exista fallas el instrumentista actualiza el inventario de ventiladores, realiza el sellado de las bornera del motor,

archiva todas las fichas técnicas y notifica al supervisor para que gestione el ingreso del ventilador a la unidad minera.

- b. Ventilador Registrado:** el supervisor al confirmar que el ventilador se encuentra registrado en el inventario pasara a solicitar la ubicación del ventilador al Jefe de la Súper Intendencia de Ventilación Mina, el obtener la respuesta el supervisor deriva la orden al instrumentista detallando realizar el mantenimiento y monitoreo de parámetros de consumo eléctrico del ventilador, el Instrumentista al ubicar el ventilador en el complejo minero realiza las siguientes actividades: registra los datos de monitoreo en la ficha de reporte de mantenimiento, registra datos en la cartilla de inspección mecánica, verifica la configuración de los sistemas de protección(Relés de Protección, Soft Start, Variadores de Frecuencia); en el caso de que la configuración no sea la correcta el instrumentista realizara los cálculos para el consumo eléctrico y de esta manera reconfigurar los sistemas de protección, también realiza el mantenimiento preventivo del arrancador, mientras derivara el mantenimiento del ventilador al electricista; en el caso de que la configuración sea la adecuada se realiza el mantenimiento del arrancador y se deriva el mantenimiento del ventilador al electricista quien realizara las siguientes actividades: registra las mediciones de aislamiento del bobinado del motor respecto a tierra y entre fases, registra las mediciones de aislamiento de las fases del conductor respecto a tierra y entre fases, realiza el engrasado manual del motor y realiza el reajuste de los pernos de anclaje; al culminar estas actividades derivara la información al instrumentista solicitando la prueba de funcionamiento del ventilador, el instrumentista al culminar el mantenimiento del arrancador y recibir la información del electricista realizara las pruebas de funcionamiento y reajuste de parámetros en los sistema de protección para dejar en óptimas condiciones el ventilador, el instrumentista al culminar estas actividades realizara el reporte de mantenimiento en función de las fichas reportadas y generadas en el proceso, derivara el reporte de mantenimiento al jefe de taller eléctrico para que este realice la interpretación de los resultados, el jefe de taller eléctrico interpreta los datos e identifica las fallas, en el caso de que no hubiese fallas se termina el proceso de mantenimiento pero si existiese alguna falla el jefe de mantenimiento generara una nueva orden de trabajo para la intervención del ventilador al inicio de la siguiente guardia, es importante mencionar que todas estas actividades se realizan en toda una jornada de trabajo.

## 1.2. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

Teniendo en cuenta que en el apartado anterior describimos el funcionamiento del Proceso de mantenimiento y monitoreo de parámetros eléctricos y mecánicos de los ventiladores asignados al área de ventilación y teniendo en consideración que para realizar todas esas actividades se cuenta con dos trabajadores por guardia, podemos observar los siguientes problemas, causas y necesidades:

- En el taller eléctrico Mina la lentitud en determinar el ventilador al cual se va realizar el mantenimiento es ocasionada por la gran cantidad de los registros del inventariado de ventiladores que se encuentran en formatos físicos y distribuidos en diversos archivadores, esta situación genera la necesidad de determinar que ventilador requiere mantenimiento en forma rápida y eficiente.
- En los trabajos diarios nos encontramos con el problema de que la búsqueda de ubicación exacta de los ventiladores en el complejo minero es muy engorrosa ya que no existe un inventario o un cuaderno de registro de movimiento de ubicación de los ventiladores, esta situación genera la necesidad de realizar una búsqueda fácil, rápida y exacta de los ventiladores en el complejo minero.
- Al realizar las actividades diarias no enfrentamos a la incertidumbre en determinar la disponibilidad de un ventilador en Stand By, esta situación es a causa de la falta de un registro al cual realizarle las consultas respectivas sobre la disponibilidad de ventiladores, situación que genera la necesidad de poseer certeza en la determinación de disponibilidad de los ventiladores en stand-By.
- Al realizar el mantenimiento de los ventiladores nos demoramos en la búsqueda de las características técnicas del motor a causa de que las fichas técnicas de los ventiladores se encuentran en formato físico y distribuidas en diferentes archivadores situación por el cual se necesita facilitar la búsqueda de características del motor de forma rápida y sencilla.
- La aprobación del registro de ingreso del ventilador en la unidad minera es muy lenta y trabajosa a causa de la falta de un estándar en la realización del protocolo de pruebas y en la prueba de funcionamiento del ventilador, esta situación nos lleva a plantear la necesidad de realizar estas actividades de forma rápida y sencilla.
- La realización de los cálculos para el protocolo de pruebas es demasiado lenta a causa de que se realizan los cálculos de consumo eléctrico en forma intuitiva y manual, esta situación genera la necesidad de realizar en forma rápida y sencilla los cálculos para el protocolo de pruebas.
- Existe demora al realizar la búsqueda del historial de mantenimiento de un ventilador a causa de que las cartillas y los reportes de mantenimiento se encuentran archivados en formato físico y en diferentes lugares generando la necesidad de realizar la búsqueda del historial de mantenimiento de ventiladores en forma rápida y sencilla.
- La demora al momento de determinar la asignación adecuada entre un ventilador y respectivo tablero arrancador es ocasionada por contar con un registro desactualizado del inventario de ventiladores además de no contar con un inventario de tableros arrancadores situación por la cual se genera la necesidad de determinar la asignación adecuada entre el tablero arrancador y su respectivo ventilador en forma rápida y eficiente.

- Al realizar los reportes de parámetros eléctricos y mecánicos nos encontramos con el problema de que estos archivos no son confiables para la interpretación la causa fundamental es que los archivos se encuentran en formato Excel y están disponibles para todo el personal asociado al taller eléctrico para su modificación o eliminación de la información, esta situación genera la necesidad de contar con reportes confiables para la correcta interpretación de los datos.
- En el transcurso de las actividades realizadas en el área hemos tenido problemas por la para imprevista de los ventiladores y la demora en la oportuna detección de fallas y diagnósticos del ventilador, este problema es a causa de la falta de tiempo del jefe de taller eléctrico para realizar la interpretación de los reportes de mantenimiento y monitoreo de parámetros eléctricos y mecánicos situación por el cual se genera la necesidad de contar con la detección oportuna de fallos y el diagnóstico del ventilador en forma rápida y eficiente

### **1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

#### **1.3.1. PROBLEMA GENERAL**

Gestión deficiente de la información del proceso de mantenimiento y monitoreo de parámetros de consumo eléctrico de los ventiladores asignados al área de ventilación de la súper Intendencia de Mantenimiento Eléctrico Mina.

#### **1.3.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

- a. Gestión deficiente de la información del inventariado de ventiladores, tableros arrancadores y puntos de ubicación de las instalaciones del complejo minero.
- b. Lentitud en el proceso de búsqueda, aprobación y generación de protocolos de pruebas, fichas técnicas y mecánicas de los ventiladores.
- c. Búsqueda engorrosa del reporte con mayor confiabilidad de los parámetros eléctricos y mecánicos para la oportuna detección de fallas de los ventiladores.
- d. Historial de las actividades de monitoreo de parámetros eléctricos y mecánicos en formatos físicos y con escritura difícilmente legibles.

## **1.4. OBJETIVOS**

### **1.4.1. OBJETIVO GENERAL.**

Implementar un sistema de gestión de la información del proceso de mantenimiento y monitoreo de parámetros de consumo eléctrico de los ventiladores asignados al Área de Ventilación de la Súper Intendencia de Mantenimiento Eléctrico Mina.

### **1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

- a. Implementar un módulo de gestión de información del inventariado de ventiladores, tableros arrancadores y puntos de ubicación de las instalaciones del complejo minero
- b. Desarrollar módulos de búsqueda, aprobación y generación de protocolos de pruebas, fichas técnicas y fichas mecánicas de los ventiladores.
- c. Implementar un módulo generador de reportes de los parámetros eléctricos y mecánicos para la oportuna detección de fallas de los ventiladores.
- d. Desarrollar módulos de gestión del historial de actividades de mantenimiento y monitoreo de parámetros eléctricos de los ventiladores.

## **1.5. JUSTIFICACIÓN**

### **1.5.1. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA**

La presente investigación al implementar el sistema web para gestionar la información del proceso de mantenimiento y monitoreo de parámetros de consumo eléctrico de los ventiladores asignados al área de Ventilación de la Súper Intendencia de Mantenimiento Eléctrico Mina, mejorara la gestión de la información para su consulta de manera inmediata y oportuna, facilitara la identificación de los ventiladores con sus respectivos tableros arrancadores, apoyara en la determinación de la ubicación de cada motor, facilitara el correcto registro y seguimiento de los parámetros de consumo eléctrico de cada ventilador.

### **1.5.2. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA**

La presente investigación se realiza con el propósito de aportar conocimiento de la gestión de información de parámetros de consumo eléctrico, mediante el desarrollo de un sistema web que será empleado como modelo para otras investigaciones relacionadas al campo.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES**

##### **2.1.1. Antecedentes Internacionales**

- El trabajo profesional [1], describe las siguientes actividades realizadas: Revisión de documentación, configuración de motores media tensión vía SAP, Elaboración de Reportes, Elaboración de Dossier, Logística proyectos nacionales e internacionales y la aplicación de normas. La finalidad de este trabajo profesional fue dar a conocer los aprendizajes obtenidos desde la etapa de cotización hasta la etapa de fabricación de equipos originales como bombas Goulds, FlowServe, Sulzer. Este trabajo profesional nos ayudara en nuestra investigación a comprender el comportamiento de los motores y definir los formatos adecuados para el monitoreo de los parámetros de consumo eléctricos de cada ventilador.
- Se revisó el trabajo de investigación [2], donde se abordan los criterios de ingeniería aplicables en la selección optima de motores trifásicos de inducción tipo jaula de ardilla, en este trabajo se mencionan: el principio de funcionamiento del motor de inducción, clasificación, selección, pruebas y diagnóstico de fallas más comunes, el objetivo del trabajo de investigación es contribuir con la correcta selección de motores eléctricos de inducción, este trabajo concluye que en muchos casos es preferible sustituir un motor de inducción por uno nuevo en vez de repararlo ya que demuestra que los motores reducen sus capacidad original debido a que en ocasiones no se usan los materiales adecuados en su reparación. Este trabajo nos orientara en la correcta interpretación de los parámetros eléctricos resultado de los monitores constante de los ventiladores.

- Se revisó el trabajo de titulación [3], donde se abordan los problemas detectados en una auditoría a la empresa International Quality System Ltda (LQS Ltda.), en la cual se evalúa la baja utilización del sistema de gestión de información(SGI) para asegurar el conocimiento y cumplimiento de los procedimientos establecidos, además de aportar un ambiente colaborativo de trabajo y centralización de la información, para dar solución a este problema se propone un sistema de gestión documental para la empresa LQS Ltda. Con el fin de aumentar el nivel de implementación de gestión integrado, en el marco del mejoramiento continuo. La investigación obtuvo como resultado que la implementación de un sistema de gestión documental en LQS Ltda., permitirá mejorar la centralización y obtención de la información, permitirá una mejor comunicación y colaboración entre los departamentos de administración y finanzas, además de dar soporte a actividades básicas de mantenimiento y mejoramiento el (SGI). Este trabajo nos ayudara en la centralización y obtención de la información, nos proporcionara mecanismos para la implementación de procedimientos relacionados con las actividades del área de ventilador.
- El artículo Tecnológico [4], aborda como problemática la situación actual del Instituto Tecnológico de Saltillo – México (ITS), quienes llevan el control de inventarios del almacén en forma manual con formatos en Word y Excel, para dar solución a este problema en base a las tecnologías de información se desarrolló un sistema de información para el control del inventario de almacén del ITS con la finalidad de ofrecer rapidez y seguridad en el manejo del inventariado. Los resultados obtenidos en el artículo se basan en la información que genere el sistema la cual va a facilitar el trabajo de otros departamentos para que se tengan en forma oportuna las requisiciones de materiales en el departamento de recursos y materiales, así como a la propia administración del inventario de pertenencias de la institución misma. El artículo nos ayudará migrar la información en formato físico a un entorno que permitirá automatizar los formatos en Word y Excel en función a las tareas propias de almacén.

### **2.1.2. Antecedentes Nacionales**

- Se revisó el trabajo de investigación [5], donde se abordan la problemática de una empresa mediana, que empezó como un taller que fue creciendo en forma desordenada y casi sin control, dedicándose sólo a tratar de cumplir con los pedidos, sin realizar un correcto control de los inventarios finales del almacén de productos, esta situación perjudica al cliente generándose retrasos con la fecha de entrega de sus productos; para dar solución en esta investigación se diseñara un sistema de reposición de inventarios para todos los productos en función a sus ventas (demanda histórica); para estar preparado y poder atender el 100% de los pedidos, los resultados obtenidos con la implementación del sistema de inventarios

ha permitido mejorar los resultados anteriores en un 98 % de satisfacción de los clientes, también se ha podido observar que no existe un modelo compatible de manejo de inventarios de acuerdo a la realidad de la empresa, por lo que se diseñó un modelo de manejo de inventarios de acuerdo a las actividades que realiza la empresa. Este trabajo nos ayudara a comprender mejor el funcionamiento de un sistema de inventarios para poder tener un control adecuado y minucioso de los equipos electromecánicos del ventilador.

- Se revisó el trabajo de investigación [6], donde se aborda el principal problema con la que cuenta la Municipalidad Distrital de Guadalupe – Trujillo, quienes no poseen una buena organización de la información al momento de solicitar y adquirir productos y/o servicios de terceros, no cuentan con un control adecuado de los producto cuando sale del almacén de la Institución, para dar solución a este problema se evaluara en qué medida la implementación de un sistema de información con tecnología web influirá en la gestión del proceso de abastecimiento y almacén de la municipalidad, el resultado obtenido del análisis para la implementación del sistema de información demuestra que se va mejorar el tiempo de generación de reportes, disminuirá el costo de horas- hombre en la elaboración de informes y brindara un mayor control en la información necesaria para el correcto funcionamiento del proceso de abastecimiento y almacén. Este trabajo nos ayudara a realizar el análisis y diseño de los módulos para la gestión de inventario de arrancadores y ventilados, además nos proporcionara información necesaria para realizar el diseño de casos de uso durante el proceso de construcción de nuestro sistema Web.

## **2.2. BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1. Mantenimiento Industrial**

El mantenimiento industrial es uno de los ejes fundamentales dentro de las industrias con el paso del tiempo ha estado sujeto a diferentes cambios; en la actualidad el mantenimiento se ve como una inversión que ayuda a mejorar y mantener la calidad de la producción, tienen como objetivo mantener o restaurar un equipo a un estado en el cual pueda llevar a cabo alguna función requerida, para evitar ciertos daños y alargar su ciclo de vida.

El mantenimiento industrial tiene muchos beneficios, por lo que es importante contar con una guía de reparación de la maquinaria, así estar prevenido cuando se produce un problema ya que afectan la productividad, por lo cual es indispensable que las empresas cuenten con un apropiado plan de mantenimiento que les permita conservar sus equipos, herramientas e instalaciones en las mejores condiciones de funcionamiento.



### 2.2.1.1. Historia del mantenimiento industrial

La historia del mantenimiento es un tema importante para nuestra investigación, para poder entender este concepto usaremos la referencia [10], del cual se resume lo siguiente: el mantenimiento nació con la primera piedra afilada por el hombre primitivo y a partir de ese momento ha seguido una evolución técnica al lado de la evolución de la actividad productiva; el mantenimiento a incursionando en la industria durante el siglo XI, cuando “El Ferrer” (responsable de mantenimiento), era el encargado de la reparación de las máquinas en la “Farga Catalana” (instalación dedicada a la obtención de hierro y acero de bajo carbono).

Durante la revolución industrial el mantenimiento era correctivo, los accidentes y pérdidas que ocasionaron las primeras calderas junto con la apremiante intervención de las aseguradoras exigiendo mayores y mejores cuidados, proporcionaron la aparición de talleres mecánicos que se encargaban de realizar el mantenimiento.

A partir de 1925, se hace patente en la industria americana la necesidad de organizar el mantenimiento con una base científica, se empieza a pensar en la conveniencia de reparar antes de que se produzca el desgaste o la rotura, para evitar interrupciones en el proceso productivo, con lo que surge el concepto del mantenimiento preventivo, el mantenimiento se tecnificó y tuvo que hacerlo en la medida en que evolucionaron una serie de aspectos como: el desarrollo técnico de las máquinas, el desarrollo socio cultural de la población, la situación político militar del mundo, el desarrollo de la ciencia y la tecnología.

Actualmente el mantenimiento afronta la disponibilidad de equipos electrónicos de inspección y de control, sumamente fiables, para conocer el estado real de los equipos mediante mediciones periódicas o continuas de determinados parámetros tales como: vibraciones, ruidos, temperaturas, tecnografía, ultrasonidos, entre otras; por su parte las aplicaciones de sistemas de información permitieron la acumulación de experiencia empírica y el desarrollo de los sistemas de tratamiento de datos. Este desarrollo, conducirá en un futuro al mantenimiento a la utilización de los sistemas expertos y a la inteligencia artificial, con amplio campo de actuación en el diagnóstico de averías y en facilitar las actuaciones de mantenimiento en condiciones difíciles.

### **2.2.1.2. Conceptos y objetivos del mantenimiento industrial**

Control constante de las instalaciones y/o componentes, así como del conjunto de trabajos de reparación y revisión necesarios para garantizar el funcionamiento regular y el buen estado de conservación de un sistema, se pueden establecer los siguientes objetivos generales del Mantenimiento:

- Conservar los activos de la empresa en niveles aceptables de la producción, en cantidad, calidad y oportunidad;
- Maximizar el tiempo disponible de equipos e instalaciones tendiendo, en consecuencia, a disminuir las paradas imprevistas y los defectos operativos;
- Mejorar las técnicas operativas de manera que se aumenta la eficiencia del servicio que presta el área.;
- Asegurar que los dos objetivos anteriores se alcancen al mínimo costo posible.

### **2.2.1.3. Tipos de mantenimiento**

Actualmente existen varios tipos de mantenimiento en las instalaciones industriales. Algunos de ellos no solamente centran su atención en la tarea de corregir los fallos, sino que también tratan de actuar antes de la aparición de los mismos haciéndolo tanto sobre los bienes, tal como fueron concebidos, como sobre los que se encuentran en su etapa de diseño; para tener un buen entendimiento se resume de la referencia [7], los siguientes tipos de mantenimiento:

#### **2.2.1.3.1. Mantenimiento correctivo.**

Es el conjunto de actividades de reparación y sustitución de elementos deteriorados, este sistema resulta aplicable en sistemas complejos, normalmente componentes electrónicos o en los que es imposible predecir los fallos como también en los procesos que no admiten ser interrumpidos en cualquier momento, también para equipos que ya cuentan con cierta antigüedad.

Este tipo de mantenimiento tiene como inconveniente a que el fallo puede sobrevenir en cualquier momento, muchas veces en el momento menos oportuno, debido a que en esos momentos se somete al equipo a una mayor exigencia.

Asimismo, los fallos no detectados a tiempo de algún componente pueden causar daños importantes en otros elementos o piezas conexos que se encontraban en buen estado de uso y conservación.

#### **2.2.1.3.2. Mantenimiento preventivo.**

Es el mantenimiento efectuado con la intención de reducir la probabilidad de avería de un sistema o de un equipo. Se distinguen dos tipos de mantenimiento preventivo:

- El mantenimiento preventivo condicional, que se realiza en función de los acontecimientos definidos con anterioridad.
- El mantenimiento preventivo sistemático, que se realiza mediante un calendario establecido según la duración del funcionamiento o del kilometraje recorrido.

Las operaciones de este tipo de mantenimiento se ejecutan por parte del personal de mantenimiento de forma coordinada para no parar la explotación del sistema y así poder asegurar el cumplimiento de los objetivos; el mantenimiento preventivo se inicializa según las prescripciones de los proveedores de los sistemas y después se adapta por el mantenedor según su propia experiencia y de común acuerdo con el operador.

#### **2.2.1.3.3. Mantenimiento predictivo.**

Es el conjunto de actividades de seguimiento y diagnóstico continuo de un sistema, que permiten una intervención de corrección inmediata como consecuencia de la detección de algún síntoma de fallo.

El mantenimiento predictivo se basa en el hecho de que la mayoría de los fallos se producen lentamente y en algunos casos, arrojan indicios evidentes de un futuro fallo a simple vista, o mediante la monitorización, es decir, mediante la medición de algunos parámetros relevantes que representen el buen funcionamiento del equipo analizado, por ejemplo, estos parámetros pueden ser: temperatura, presión, velocidad, ruidos, vibraciones, entre otros; en otras palabras, con este método, tratamos de seguir la evolución de los futuros fallos.

Este sistema tiene la ventaja de que el seguimiento nos permite contar con un registro de análisis que son sumamente útil ante fallos repetitivos y que puede programarse la reparación en algunos casos, junto con la parada programada del equipo y existen menos intervenciones de la mano de obra en mantenimiento.

## 2.2.2. Ventilación Minera

La ventilación en una mina subterránea es un proceso en el cual se hace circular por el interior de la misma el aire necesario para asegurar una atmósfera respirable y segura para el desarrollo de los trabajos, la ventilación puede ser natural o mecánica según la referencia [11], del cual podemos extraer los siguientes términos:

### 2.2.2.1. Tipos de ventilación

- a. **Ventilación natural:** Es el flujo natural de aire fresco al interior de una labor sin necesidad de equipos de ventilación, en una galería horizontal o en labores de desarrollo en un plano horizontal no se produce movimiento de aire. En minas profundas, la dirección y el movimiento del flujo de aire, se produce debido a las siguientes causas: diferencias de presiones, entre la entrada y salida. Diferencias de temperatura durante las estaciones.
- b. **Ventilación mecánica:** Es la ventilación auxiliar o secundaria y son aquellos sistemas que, haciendo uso de ductos y ventiladores auxiliares, ventilan áreas restringidas de las minas subterráneas, empleando para ello los circuitos de alimentación de aire fresco y de evacuación del aire viciado que le proporcione el sistema de ventilación general.

### 2.2.2.2. Ventilador

Es una turbo máquina cuyo elemento principal es un rotor a través del cual pasa un fluido de forma continua, cambiando este su cantidad de movimiento, proporcionándole un incremento de presión; los ventiladores se dividen en dos grandes grupos:

- a. **Ventilador centrífugo:** En estos ventiladores, el aire entra por el canal de aspiración que se encuentra a lo largo de su eje, cogido por la rotación de una rueda con alabes. Ofrece la más alta presión estática y un flujo mediano. Su eficiencia varía entre 60% y 80%, pueden trabajar a altas velocidades. Son ventiladores que pueden considerarse “quietos” si se observa su curva característica, produce menos ruido que las axiales, son rígidos, son más serviciales, pero mucho más costosos.
- b. **Ventilador axial:** En este tipo de ventiladores, el aire ingresa a lo largo del eje del rotor y luego de pasar a través de las aletas del impulsor o hélice es descargado en dirección axial. También se les llama ventiladores de hélice. Ofrece el más alto flujo de aire, su eficiencia esta entre 70 y 80% y son capaces

de trabajar a las velocidades más altas, presentan una gama fuerte de inflexión e inestabilidad, producen los niveles más altos de ruidos, son más versátiles y son más baratos.

### 2.2.3. Maquinas Eléctricas

Las máquinas eléctricas son el resultado de la aplicación de los principios del electromagnetismo y de la ley de inducción de Faraday, las máquinas eléctricas se caracterizan por tener circuitos eléctricos magnéticamente entrelazados, su aplicación se da en los campos de la generación, transporte, distribución y utilización de la energía eléctrica; según nuestra referencia [9], es posible clasificarlas en tres tipos fundamentales y los resumimos de la siguiente manera:

- **Generadoras:** Transforma la energía mecánica en eléctrica mediante el movimiento de una bobina en un campo magnético generando una electromotriz que al aplicarla a un circuito externo produce una corriente que interacciona con el campo y desarrolla una fuerza mecánica que se opone al movimiento, en consecuencia, el generador necesita una energía mecánica de entrada para producir la energía eléctrica correspondiente.
- **Motores:** Transforma la energía eléctrica en mecánica, la acción se desarrolla introduciendo una corriente en la máquina por medio de una fuente externa, que interacciona con el campo magnético produciendo un movimiento de la máquina; aparece entonces una fuerza electromotriz inducida que se opone a la corriente y que por ello se denomina fuerza contra electromotriz, en consecuencia, el motor necesita una energía eléctrica de entrada para producir la energía mecánica correspondiente.
- **Transformadoras:** Transforma una energía eléctrica de corriente alterna de determinadas magnitudes de tensión y corriente en otra energía eléctrica con magnitudes diferentes.

#### 2.2.3.1. Motores eléctricos

El motor eléctrico es la máquina más utilizada para transformar energía eléctrica en energía mecánica, pues combina el uso de energía eléctrica con construcción simple y robusta a bajo costo y con gran versatilidad de adaptación a los más variados tipos de cargas, según la referencia [1], es posible clasificarlas en tres tipos del cual resumimos lo siguiente:

- **Motor de Corriente Continua:** son utilizados en lugares donde se requieren regular continuamente la velocidad del motor, también en aquellos casos en los que es imprescindible utilizar corriente directa, como es el caso de motores

accionados por pilas o baterías, este tipo de motores deben de tener en el rotor y el estator el mismo número de polos y de carbones.

- **Motor de Corriente Alternada:** Son los tipos de motores más usados en la industria, ya que estos equipos se alimentan con el sistema de distribución de energía más común en el mercado.
- **Motor Universal:** Se comporta como un motor de corriente continua, pero está diseñado para funcionar con corriente alterna, el inconveniente de este tipo de motores es su eficiencia por ello se utilizan en máquinas de pequeña potencia además su operación debe de ser intermitente, de lo contrario se quemarían; estos motores son utilizados en taladros, aspiradoras, licuadoras, etc.

### 2.2.3.2. Motor de corriente alterna

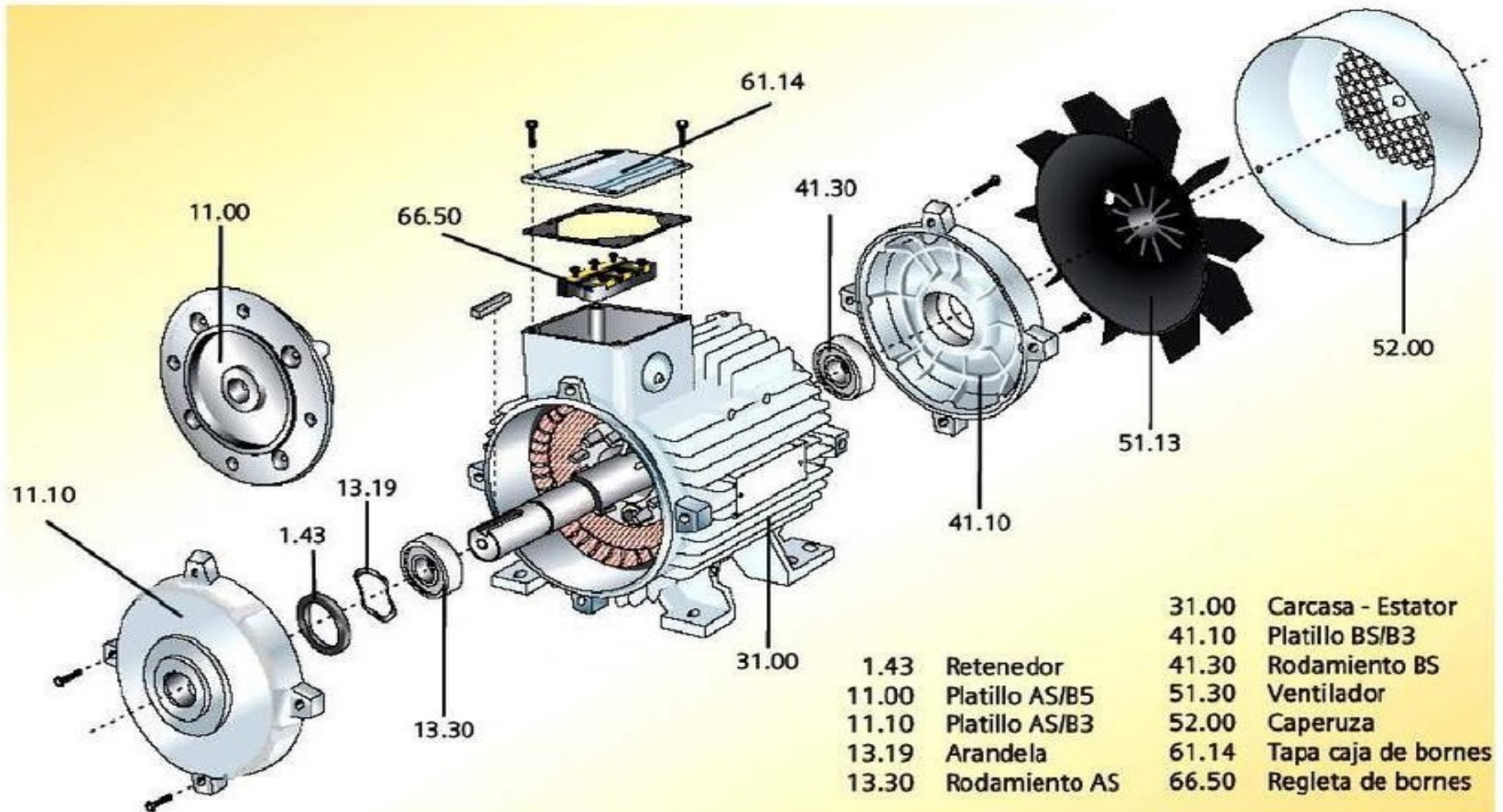
Los motores de corriente alterna son los más utilizados por las industrias gracias a que la distribución de energía eléctrica se realiza en corriente alterna, existen diferentes tipos de motores eléctricos:

- **Motores Monofásicos:** Fueron los primeros motores utilizados en las industrias, este tipo de motores en su operación, desarrollan un campo magnético rotatorio, debido a que un motor de corriente alterna monofásica tiene dificultades para arrancar, está constituido por dos grupos de devanados: el primer grupo se conoce como el devanado principal o de trabajo, y el segundo, se le conoce como devanado auxiliar o de arranque.
- **Motores Trifásicos:** Los motores trifásicos son los más utilizados en la industria, ya que en el sistema trifásico se genera un campo magnético rotatorio en tres fases, además de que el sentido de rotación del campo de un motor trifásico puede cambiarse invirtiendo dos puntas cualesquiera del estator, lo cual desplaza las fases, de manera que el campo magnético gire en dirección opuesta, los motores trifásicos se usan para accionar herramientas, bombas, elevadores, ventiladores, sopladores y muchas otras máquinas.

#### 2.2.3.2.1. Partes Fundamentales de un Motor Eléctrico.

Los motores eléctricos están formados por varios elementos, sin embargo, las partes principales según la referencia [1] Y [2], son las que resumimos a continuación:

Ilustración 1: Partes del motor trifásico jaula de ardilla.



Fuente: R. M. Chuscano, «issuu.com,» 29 marzo 2013. [En línea]. Disponible: [https://issuu.com/mariscalchuscano/docs/partes\\_motores\\_trifasicos\\_tipo\\_jaula\\_de\\_ardilla](https://issuu.com/mariscalchuscano/docs/partes_motores_trifasicos_tipo_jaula_de_ardilla).

- a. **Estator:** Es un elemento que opera como base y permite que se lleve a cabo la rotación del motor, este equipo no se mueve mecánicamente, pero si magnéticamente, está constituido principalmente de un conjunto de láminas de acero de silicio y tiene la habilidad de permitir que pase a través de ellas el flujo magnético con facilidad.
- b. **Rotor:** Es el elemento de transferencia mecánica, ya que de él depende la conversión de energía eléctrica a mecánica, está conformado por un conjunto de láminas de acero de silicio que forman un paquete los cuales están montadas sobre un eje que permite la rotación.
- c. **Rodamiento:** Contribuye a la óptima operación de las partes giratorias del motor, se utilizan para sostener y fijar ejes mecánicos, y para reducir la fricción, lo que contribuye a lograr que se consuma menos potencia.
- d. **Carcaza:** La carcasa es la parte que protege al estator y al rotor, el material empleado para su fabricación depende del tipo de motor, diseño y aplicación, así pues, la carcasa puede ser: totalmente cerrada, abierta, a prueba de goteo, a prueba de explosiones y de tipo sumergible
- e. **Base:** La base es el elemento en donde se soporta toda la fuerza mecánica de operación del motor, puede ser frontal y lateral.
- f. **Caja de conexión:** Es un elemento que protege a los conductores que alimentan al motor, resguardándolos de la operación mecánica y contra cualquier elemento que pudiera dañarlos.
- g. **Tapas:** Son los elementos que van a sostener a los rodamientos que soportan la acción del motor.
- h. **Placa de identificación:** La placa de identificación de los motores eléctricos son como su DNI, todo motor eléctrico trae una placa metálica con mucha información sobre las características específicas del motor, compuesta de códigos y números, que no siempre son fáciles de entender pero que nos permite conocer las prestaciones del motor.



### 2.2.3.2.2. Características particulares de los motores

Para conocer las características particulares del motor, según la referencia [1], se puede resumir las siguientes características:

- a. **Potencia:** Es la rapidez con la que se realiza un trabajo, en física la  $Potencia = Trabajo / tiempo$ , la unidad del sistema Internacional para la potencia es el joule/segundo, y se denomina watt (w), sin embargo, estas unidades tienen el inconveniente de ser demasiado pequeña para propósitos industriales, por lo tanto, se usa el kilowatt (kW) y el caballo de fuerza (HP); se utiliza la siguiente expresión matemática:

Ilustración 2: Formula Eléctrica para el cálculo de Potencia

$$P = I^2 R$$

En donde: **P** = Potencia; **I** = Corriente; **R** = Resistencia.

Fuente: Schneider Electric. [En línea]. Disponible:

[http://frrq.cvg.utn.edu.ar/pluginfile.php/6747/mod\\_resource/content/1/manual%20completo%20shcneider.pdf](http://frrq.cvg.utn.edu.ar/pluginfile.php/6747/mod_resource/content/1/manual%20completo%20shcneider.pdf).

- b. **Tensión:** También llamada tensión eléctrica o diferencia de potencial, existente entre dos puntos, y es el trabajo necesario para desplazar una carga positiva de un punto a otro; se utiliza la siguiente expresión matemática:

Ilustración 3 Formula Eléctrica para el cálculo de Tensión

$$V = I \times R$$

En donde: **V** = voltaje; **C** = Corriente; **R** = resistencia

Fuente: Schneider Electric. [En línea]. Disponible:

[http://frrq.cvg.utn.edu.ar/pluginfile.php/6747/mod\\_resource/content/1/manual%20completo%20shcneider.pdf](http://frrq.cvg.utn.edu.ar/pluginfile.php/6747/mod_resource/content/1/manual%20completo%20shcneider.pdf).

- c. **Corriente:** La corriente eléctrica, es la rapidez del flujo de la carga (Q) que pasa por un punto dado (P) en un conductor eléctrico en un tiempo (t) determinado; se utiliza la siguiente expresión matemática:

Ilustración 4: Formula Eléctrica para el cálculo de Corriente

$$I = \frac{E}{R}$$

**En donde:** I = Corriente; R = Resistencia; E = Voltaje

**Fuente:** Schneider Electric. [En línea]. Disponible:

[http://frrq.cvg.utn.edu.ar/pluginfile.php/6747/mod\\_resource/content/1/manual%20completo%20shcneider.pdf](http://frrq.cvg.utn.edu.ar/pluginfile.php/6747/mod_resource/content/1/manual%20completo%20shcneider.pdf).

La unidad de corriente eléctrica es el ampere(A); representa un flujo de carga con la rapidez de un coulomb por segundo, al pasar por cualquier punto.

Los motores eléctricos esgrimen distintos tipos de corriente, que fundamentalmente son:

- Corriente nominal: En un motor, el valor de la corriente nominal es la cantidad de corriente que consumirá el motor en condiciones normales de operación.
  - Corriente de arranque: Todos los motores eléctricos para operar consumen un excedente de corriente, mayor que su corriente nominal, que es aproximadamente de dos a ocho veces superior.
- d. Revoluciones por minuto:** Se define como la cantidad de vueltas completas que da el rotor en el lapso de un minuto; el símbolo de la velocidad angular es omega ( $\omega$ ), no obstante, en la industria se utiliza para referirse, las siglas R.P.M.

Las unidades de la velocidad son los radianes por segundo (rad/seg), sin embargo, la velocidad también se mide en metros por segundo (m/s) y en revoluciones por minuto [R.P.M], para calcular las R.P.M.; se utiliza la siguiente expresión matemática:

Ilustración 5: Formula Eléctrica para el cálculo de revoluciones

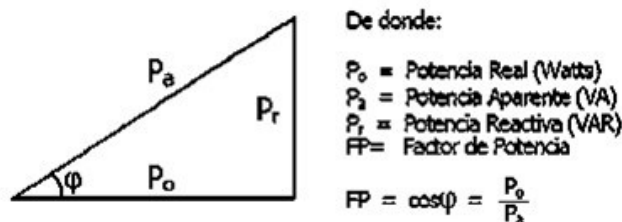
$$RPM = \frac{f_p}{R} \times 60$$

En donde: RPM = Revoluciones por Minuto; R = Numero de polos;  $f_p$  = Factor de Potencia

Fuente: Schneider Electric. [En línea]. Disponible:  
[http://frrq.cvg.utn.edu.ar/pluginfile.php/6747/mod\\_resource/content/1/manual%20completo%20shcneider.pdf](http://frrq.cvg.utn.edu.ar/pluginfile.php/6747/mod_resource/content/1/manual%20completo%20shcneider.pdf).

- e. **Factor de potencia:** El factor de potencia  $[\cos\phi]$  se define como la razón que existe entre la potencia real [P] y la potencia aparente [S], siendo la potencia aparente el producto de los valores eficaces de la tensión y la corriente; se utiliza la siguiente expresión matemática:

Ilustración 6: Formula Eléctrica para el cálculo de Factor de Potencia



Fuente: Schneider Electric. [En línea]. Disponible:  
[http://frrq.cvg.utn.edu.ar/pluginfile.php/6747/mod\\_resource/content/1/manual%20completo%20shcneider.pdf](http://frrq.cvg.utn.edu.ar/pluginfile.php/6747/mod_resource/content/1/manual%20completo%20shcneider.pdf).

- f. **Factor de servicio:** El factor de servicio de un motor se obtiene considerando la aplicación del motor, para demandarle más, o menos potencia, el factor de servicio se define como la razón entre la verdadera potencia máxima de la máquina y su valor nominal de placa, un motor que tenga un factor de servicio igual a 1.15 realmente puede hacerse funcionar indefinidamente al 115 por ciento de su carga nominal sin perjuicio alguno, el factor de servicio de una maquina proporciona un margen de error en el caso de que las cargas fueran calculadas deficientemente.

Ilustración 7: Formula Eléctrica para el cálculo de Factor de Servicio

$$P = W, \text{ por lo tanto } W = V \cdot I \cdot \cos\phi$$

Fuente: Schneider Electric. [En línea]. Disponible:  
[http://frrq.cvg.utn.edu.ar/pluginfile.php/6747/mod\\_resource/content/1/manual%20completo%20shcneider.pdf](http://frrq.cvg.utn.edu.ar/pluginfile.php/6747/mod_resource/content/1/manual%20completo%20shcneider.pdf).

**En donde:** **W** = Potencia de consumo del dispositivo o equipo en watt; **V** = Tensión o voltaje aplicado al circuito; **I** = Valor del flujo de corriente que fluye por el circuito en ampere (**A**); **Cos $\phi$** = Factor de Potencia que aparece señalado en la placa del dispositivo o equipo

- g. Frecuencia:** Es el número de ciclos o repeticiones del mismo movimiento durante un segundo, su unidad es el segundo<sup>-1</sup> que corresponde a un Hertz [Hz], la frecuencia y el periodo están relacionados inversamente.

**Ilustración 8:** Formula eléctrica para calcular la frecuencia.

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{T}$$

**En donde:**  $\omega$  = Velocidad angular;  $2\pi = 2 * 3,14159$ ; T = Periodo.

**Fuente:** Schneider Electric. [En línea]. Disponible:

[http://frrq.cvg.utn.edu.ar/pluginfile.php/6747/mod\\_resource/content/1/manual%20completo%20shcneider.pdf](http://frrq.cvg.utn.edu.ar/pluginfile.php/6747/mod_resource/content/1/manual%20completo%20shcneider.pdf).

- h. Deslizamiento:** Es la relación que existe entre la velocidad de los campos del estator y la velocidad de giro del rotor, matemáticamente se podría expresar que es la diferencia entre la velocidad asíncrona de motor y la velocidad mecánica o efectivas del rotor a esta diferencia se le conoce como deslizamiento.

**Ilustración 9:** Formula Eléctrica para calcular el deslizamiento

$$s = \frac{\omega_s - \omega_m}{\omega_s} \cdot 100\% = \frac{n_s - n_m}{n_s} \cdot 100\%$$

**En donde:** **s** = Velocidad de deslizamiento;  $\omega_s$  = Velocidad angular de sincronismo en radianes por segundo;  $\omega_m$  = velocidad angular de rotor en radianes por segundo; **ns** = velocidad angular sincronismo en revoluciones por minuto; **nm** = velocidad angular del roto en revoluciones por minuto.

**Fuente:** Schneider Electric. [En línea]. Disponible:

[http://frrq.cvg.utn.edu.ar/pluginfile.php/6747/mod\\_resource/content/1/manual%20completo%20shcneider.pdf](http://frrq.cvg.utn.edu.ar/pluginfile.php/6747/mod_resource/content/1/manual%20completo%20shcneider.pdf).

i. **Eficiencia:** Es un factor que indica el grado de pérdida de energía, trabajo o potencia de cualquier aparato eléctrico o mecánico, la eficiencia ( $\eta$ ) de una maquina se define como la relación de trabajo de salida entre el trabajo de entrada, en términos de potencia, la eficiencia es igual al cociente de la potencia de salida entre la potencia de entrada; para calcular la Eficiencia = (Potencia útil / potencia teórica) multiplicado por 100

La eficiencia se expresa en porcentaje, por lo tanto, se multiplicará por cien, pero al efectuar las operaciones se deberá de expresar en decimales.

j. **Grado de Protección:** Es un sistema de codificación para indicar los grados de protección proporcionados por la envolvente contra el acceso a las partes peligrosas, contra la penetración de cuerpos sólidos extraños, contra la penetración de agua y para suministrar una información adicional unida a la referida protección. Este código IP está formado por dos números de una cifra cada uno situados inmediatamente después de las letras "IP" y que son independientes uno del otro.

El número que va en primer lugar, indica la protección de las personas contra el acceso a partes peligrosas limitando o impidiendo la penetración de una parte del cuerpo humano o de un objeto cogido por una persona.

Ilustración 10: Composición del grado de protección IP



**Fuente:** Schneider Electric. [En línea]. Disponible:

[http://frrq.cvg.utn.edu.ar/pluginfile.php/6747/mod\\_resource/content/1/manual%20completo%20shneider.pdf](http://frrq.cvg.utn.edu.ar/pluginfile.php/6747/mod_resource/content/1/manual%20completo%20shneider.pdf).

La primera cifra característica va desde cero hasta seis y a medida que va aumentando el valor de dicha cifra, éste indica que el cuerpo sólido deja penetrar es menor, el número que va en segundo lugar, indica la protección del equipo contra la penetración de agua.

La segunda cifra característica va desde 0 (cero) hasta 8 (ocho), a medida que va aumentando su valor, la cantidad de agua que intenta penetrar en el interior es mayor.

**Tabla 1**  
Primer dígito del grado de protección (IP)

| <b>Primer dígito</b> |   |
|----------------------|---|
| 0                    | Sin protección  |
| 1                    | Protección contra la entrada de cuerpos extraños de dimensiones superiores a 50 mm  |
| 2                    | Protección contra la entrada de cuerpos extraños de dimensiones superiores a 12 mm  |
| 3                    | Protección contra la entrada de cuerpos extraños de dimensiones superiores a 2,5 mm |
| 4                    | Protección contra la entrada de cuerpos extraños de dimensiones superiores a 1,0 mm |
| 5                    | Protección contra la acumulación de polvos perjudiciales al motor                   |
| 6                    | Totalmente protegido contra el polvo  |

**Fuente:** Schneider Electric. [En línea]. Disponible:  
[http://frq.cvg.utn.edu.ar/pluginfile.php/6747/mod\\_resource/content/1/manual%20completo%20shneider.pdf](http://frq.cvg.utn.edu.ar/pluginfile.php/6747/mod_resource/content/1/manual%20completo%20shneider.pdf).

**Tabla 2**  
Segundo dígito del grado de protección (IP)

| <b>Segundo dígito</b> |   |
|-----------------------|---|
| 0                     | Sin protección  |
| 1                     | Protección contra gotas de agua en la vertical                                      |
| 2                     | Protección contra gotas de agua hasta la inclinación de 15° en relación a vertical  |
| 3                     | Protección contra agua de lluvia hasta la inclinación de 60° en relación a vertical |

|   |   |
|---|---|
| 4 | Protección contra salpicaduras provenientes de todas direcciones        |
| 5 | Protección contra chorros de agua provenientes de todas las direcciones |
| 6 | Protección contra olas de agua  |
| 7 | Inmersión temporaria  |
| 8 | Inmersión permanente  |

**Fuente:** Schneider Electric. [En línea]. Disponible:

[http://frrq.cvg.utn.edu.ar/pluginfile.php/6747/mod\\_resource/content/1/manual%20completo%20shneider.pdf](http://frrq.cvg.utn.edu.ar/pluginfile.php/6747/mod_resource/content/1/manual%20completo%20shneider.pdf).

### 2.2.3.3. Fallas en un Motor de Corriente Alterna

En esta parte de la investigación se abordaremos las principales fallas que ocurren en los motores asíncronos, la mayoría de las fallas pueden ser clasificadas en dos grupos: fallas de aislamiento y fallas mecánicas, donde las fallas de aislamiento son caracterizadas por dañar las espiras del estator, conocidas como cortocircuito y las fallas mecánicas, en su mayoría están asociadas a daños en el rotor o componentes relacionados al mismo; para poder describir las fallas en un motor de corriente alterna usaremos la referencia [8], de donde se resume las siguientes causas de fallas:

#### 2.2.3.3.1. Causas de Fallas en el aislamiento

- a. **Fallas de sobrecargas térmicas:** En general los usuarios y fabricantes de motores tienen buen conocimiento de los daños que pueden ocurrir debido al sobrecalentamiento de los sistemas de aislamiento, por ejemplo el bloqueo del ventilador en un motor puede causar sobrecalentamiento, para controlar este problema, pueden ser instalados sensores de temperatura en posiciones estratégicas del estator, y así poder monitorear la temperatura, y de esta forma poder evitar el sobrecalentamiento, el quiebre de barras y ralladura de los anillos del rotor, las fallas térmicas de sobrecarga también son ocasionados por el sobrecalentamiento de la máquina, el aumento del nivel de vibraciones.

- **Variación de tensión:** las variaciones de tensión afectan la performance del motor y la temperatura de los bobinados, a la hora de diseñar motores, se suele utilizar un criterio que permita la operación satisfactoria del mismo con  $\pm 10\%$  de variaciones de tensión.
- **Tensión de fase desbalanceada:** Un pequeño desbalanceo de fase causará un aumento de temperatura en los bobinados del estator, se ha constatado que cada 3.5% de desbalanceo por fase, la temperatura del bobinado aumenta en un 25% en la fase de mayor corriente. Por ello se deben mantener las 3 fases lo mejor balanceadas posibles, con el fin de evitar la ocurrencia de este problema.
- **Arranques cíclicos:** Si el motor es sometido a sucesivos arranques en un corto período de tiempo, la temperatura de los bobinados aumentará rápidamente debido a las altas corrientes de arranque, otra consecuencia de los arranques cíclicos es la contracción y expansión del aislante de las bobinas, haciéndolos más frágil y susceptible a quebraduras con el pasar del tiempo.
- **Sobrecarga:** Muchos motores de inducción son fabricados con una cierta holgura en la carga máxima de operación en régimen continuo conocido como factor de servicio, la utilización del factor de servicio implica una vida útil del motor menor a aquella en que se encuentre operando con carga nominal.
- **Obstrucción del sistema de ventilación:** El calor generado en el rotor y estator se disipa al exterior por medio de un sistema de ventilación, el cual, si por alguna circunstancia se encontrara obstruido o dañado, causaría un sobrecalentamiento en los bobinados del estator.

**b. Fallas eléctricas:**

- **Dieléctrico:** Existe una relación entre la vida del aislante del bobinado y la sobretensión aplicada. Cada material aislante posee sus particularidades, teniendo alguna mayor capacidad de tolerancia a la tensión que otros. Esta sobretensión puede causar



cortocircuitos en el bobinado de tres formas: Fase-fase, Espira-espira, Espira-tierra.

- **Efecto Corona:** El efecto corona puede llegar a ser un problema serio particularmente en bobinados que operen a tensión superior a 5kV, el efecto Corona es una descarga localizada resultante de la ionización gaseosa en el sistema de aislamiento cuando la tensión excede un valor crítico, hay tres tipos de descarga por efecto corona: descargas internas ocurridas en pequeñas cavidades del dieléctrico, descargas ocurridas en la superficie de las espiras, descargas puntuales provenientes de una fuente de campo eléctrico en las pequeñas aristas.

- **Sobretensiones de corta duración:** Ocurren con cierta frecuencia durante la utilización de motores eléctricos, dando como resultado la reducción de la vida útil del bobinado y pudiendo ocasionar fallas prematuras, la sobretensión normalmente dañan el aislamiento de las espiras del estator pudiendo esto ocasionar cortocircuitos entre espiras, estos problemas ocurren debido a la apertura y cierre de contactos, la sobretensión pueden ser producto de las siguientes condiciones: falta de aterramiento, apertura y cierre de disyuntores, conexión de banco de capacitares, colocación de fusibles limitadores de corriente.

#### c. Fallas Mecánicas:

- **Movimiento de las espiras:** El paso de corriente por el bobinado del estator produce esfuerzos directamente proporcionales al cuadrado de la corriente, estos esfuerzos alcanzan su máximo valor en el arranque del motor, ocasionando vibraciones en las espiras de los bobinados, esta vibración provoca un movimiento relativo entre las espiras, pudiendo ocasionar cortocircuitos.

Cualquier vibración excesiva también puede provocar daños en los rodamientos del motor, para disminuir este problema es aconsejable mantener siempre alineada la máquina de tal modo que se pueda reducir las vibraciones excesivas.

- **Contacto entre estator y rotor:** Las razones más comunes que conducen al contacto entre el rotor y el estator son las siguientes: fallas en los rodamientos, deflexión del eje, des-alineamiento entre rotor y estator.
- d. **Fallas relacionadas al medio externo:** La presencia de materiales extraños puede llegar a provocar daños en el estator, como por ejemplo reducción de la disipación de calor, con la consecuente reducción de la vida útil del aislante de los bobinados, fallas prematuras en el sistema de aislamiento debido a esfuerzos localizados y averías en el aislamiento causando cortocircuitos, otro factor muy importante, es la humedad del medio, ya que el ingreso de humedad en el aislante puede ser un factor desencadenante de cortocircuitos en los bobinados.

#### 2.2.3.3.2. Causas de Fallas Mecánicas

- a. **Fallas de sobrecarga térmica:** Puede ocurrir durante la partida, régimen permanente o en condiciones de rotor bloqueado, siendo esta la condición responsable por lo mayores daños en el rotor, las causas más comunes de falla por sobrecarga térmica son enumeradas a continuación:
  - Gran número de arranques consecutivos ocasionando altas temperaturas en las barras y los anillos del rotor.
  - Rotor bloqueado debido a grandes cargas impuestas en el eje del motor.
  - Fricción entre estator y rotor debido a fallas en el sistema de rodamientos o condiciones de altas vibraciones.
  - Rotura de barras del rotor debido a la fatiga.
- b. **Fallas Magnéticas:**
  - **Efecto Electromagnético:** Las fuerzas electromagnéticas son proporcionales al cuadrado de la corriente, siendo unidireccionales y tienden a dislocar las barras produciendo una deflexión en las mismas, idealmente el rotor se encuentra centrado y las fuerzas electromagnéticas balanceadas en direcciones opuestas, sin causar deflexión en el rotor; en la

práctica, el rotor no se encuentra perfectamente centrado, ya que factores como el peso propio del rotor, desgaste en los rodamientos y la alineación del motor influyen en el centrado del mismo.

- c. **Fallas dinámicas:** La mayoría de las fallas dinámicas ocurren por procedimientos de operación del motor que obligan al mismo a sobrepasar sus límites operativos de diseño, como por ejemplo torques excesivos en el eje.
- d. **Fallas relacionadas al medio externo:** De la misma forma que para el estator los materiales que penetren dentro del motor pueden provocar abrasión, corrosión o impedir el correcto funcionamiento del sistema de ventilación provocando de esta forma sobrecalentamientos.
- e. **Fallas mecánicas:** Algunas de las causas más comunes de fallas mecánicas en el rotor son el desprendimiento de chapas o el incorrecto ajuste del eje del rotor.

En general los fallos en máquinas eléctricas se encuentran dominados por fallos en los rodamientos y en las bobinas del estator.

#### **2.2.4. Monitoreo de Parámetros de Consumo Eléctrico**

Con el fin de conocer el estado y la operación de las instalaciones eléctricas, se realiza el monitoreo de parámetros eléctricos en circuitos alimentadores y derivados, el control de la energía eléctrica es un factor importante a nivel industrial, ya que nos sirve para identificar equipos eléctricos que solicitan energía eléctrica por encima de sus parámetros de control, el monitoreo de los parámetros de consumo eléctrico se refiere a todas aquellas actividades encaminadas a optimizar el uso de la capacidad del equipo instalado, estas actividades tienen como objetivo controlar la demanda en kW durante un período de tiempo para luego optimizar la operación de los equipos eléctricos sin afectar el proceso de producción.

##### **2.2.4.1. Medidores de parámetros eléctricos**

Los medidores de parámetros eléctricos, como su nombre lo indica son dispositivos encargados de la medición de parámetros eléctricos como la potencia activa, potencia reactiva, potencia aparente, voltaje, corriente, entre otros; estos aparatos

miden el consumo de dichos parámetros dentro de un sistema eléctrico al cual están conectados.

#### **2.2.4.2. Medición de parámetros eléctricos**

La medición de parámetros eléctricos se efectúa mediante medidores, dicha medición resulta de interés para calcular la cantidad de energía consumida y también para conocer la cantidad de energía que a través de las redes de distribución no es convertido en trabajo útil por falta de compensación de cargas reactivas.

Algunos ejemplos de los beneficios que se pueden obtener al realizar el monitoreo constante de los parámetros de consumo eléctrico son:

- Prevenir el daño en los motores, por variaciones en el voltaje fuera de la tolerancia permisible.
- Prevenir el envejecimiento acelerado o falla de cables y transformadores, debido a sobrecargas de corriente.
- Prevenir el sobrecalentamiento en devanados de motores y transformadores debido a la presencia de armónicos en la red.
- Prevenir la mala operación de equipos electrónicos.
- Conocer los valores de consumo de energía eléctrica (kW) para poder contrastarlos en función a la capacidad suministradora de las sub estación eléctrica.

##### **2.2.4.2.1. Instrumentos de medición de tensión eléctrica.**

En el caso de la medición de la tensión eléctrica interesa conocer la diferencia de potencial entre los extremos de un elemento por el que circula la corriente eléctrica del circuito, para realizar estas mediciones se usa el voltímetro el cual debe colocarse en los extremos del componente para medir la diferencia de potencial existente (esta forma de ubicación del medidor se denomina 'en paralelo'), para medir correctamente la tensión hay que colocar los terminales negativo y positivo del aparato a los terminales negativo y positivo de la carga. Si los terminales están invertidos, la medida obtenida será de valor negativo.

### Ilustración 11:

Instrumento de medición de Tensión eléctrica- Voltímetro Digital



**Fuente:** Google Imagenes. [En línea]. Disponible:  
<https://www.google.com/search?q=voltimetro>.

#### 2.2.4.2.2. Instrumentos de medición de corriente eléctrica.

Para medir la intensidad de corriente en un circuito eléctrico se utiliza un instrumento de medición denominado amperímetro, que puede ser analógico o digital, este instrumento indica en amperes la cantidad de electrones que pasan por segundo en un punto del conductor, el uso del amperímetro es similar al de un medidor del caudal de agua a través de una tubería; en ese caso el medidor se sitúa en medio del tubo, indicando cuantos litros pasan a través de él por unidad de tiempo, en un circuito eléctrico debe suceder algo similar, por lo que el conductor tiene que ser cortado en algún punto para insertar el amperímetro (esta forma de ubicación del medidor se denomina 'en serie')

### Ilustración 12

Instrumento de medición de corriente eléctrica - Amperímetro



**Fuente:** Google Imagenes. [En línea]. Disponible:

<https://www.google.com/search?client=firefoxbab&biw=1366&bih=659&tbnisch&sa=1&q=amperimetro>.

### 2.2.4.2.3. Instrumentos de medición de resistencia eléctrica.

La resistencia se mide con un óhmetro, y se conecta entre los dos extremos de la resistencia que se encuentra desconectada del circuito eléctrico.

Un óhmetro es un instrumento que se utiliza para medir resistencia eléctrica que viene a ser la oposición a una corriente eléctrica, un Micro óhmetro permite realizar mediciones de baja resistencia, un Mega óhmetro mide los valores de grandes resistencias; la unidad de medida para la resistencia es el ohm ( $\Omega$ ) u ohmio.

En la actualidad el óhmetro suele estar integrado en los multímetros, instrumentos mucho más complejos y multifuncionales, que no solo miden el valor resistivo, sino también la tensión (V), la intensidad de la corriente (A), de cualquier manera, su escala es fácilmente identificada mediante la letra griega omega ( $\Omega$ ).

Ilustración 13

Instrumento de Medición de resistencia eléctrica - Óhmetro



Fuente: Google Imagenes. [En línea]. Disponible:

<https://www.google.com/search?client=firefoxbab&biw=1366&bih=659&tbnisch&sa=1&q=ohmetro&oq=ohmetro>.

### 2.2.4.2.4. Instrumentos de medición de aislamiento eléctrico.

Para realizar la medición del aislamiento eléctrico se utiliza un instrumento denominado Mega óhmetro, su nombre es derivado de la medida del aislamiento de cables, transformadores, aisladores, que se expresa en megohmios ( $M\Omega$ ).

En realidad, este aparato es un tipo de óhmetro en el que la batería de baja tensión, se sustituye por un generador de alta tensión, de forma que la medida de la resistencia se efectúa con voltajes muy elevados.

**Ilustración 14**

*Instrumento de Medición de Aislamiento Eléctrico - Mega Óhmetro*



**Fuente:** Schneider Electric. [En línea]. Disponible:

<https://www.google.com/search?client=firefoxab&biw=1366&bih=659&tbm=isch&q=ohmetro+analogico+y+digital>.

### **2.2.5. Gestión de la Información (GI)**

La gestión de Información, o Information Management ha ganado un espacio importante en la vida de las instituciones en especial aquellas que tienen como misión el desarrollo de servicios y productos de información, gestionar información significa búsqueda de nuevos significados, análisis, aplicación del principio de que el todo, es más que la suma de las partes, es producir un impacto en el ambiente de cualquier organización.

Según la referencia [12], la gestión de información se define como el proceso mediante el cual se obtienen, despliegan o utilizan recursos básicos (económicos, físicos, humanos, materiales) para manejar información dentro y para la sociedad a la que sirve. Tiene como elemento básico la gestión del ciclo de vida de este recurso y ocurre en cualquier organización. Es propia también de unidades especializadas que manejan este recurso en forma intensiva, llamadas unidades de información.

Las funciones de la Gestión Información se resumen en base a la referencia [13], de los cuales se resume lo siguiente:

- Determinar las necesidades de información en correspondencia a sus funciones y actividades.
- Mejora de los canales de comunicación y acceso a la información.
- Mejora de los procesos informativos.
- Empleo eficiente de los recursos.

### **2.2.5.1. Objetivos**

La gestión de información basada en la referencia [12], tiene como objetivos:

- Maximizar el valor y los beneficios derivados del uso de la información.
- Minimizar el costo de adquisición, procesamiento y uso de la información.
- Determinar responsabilidades para el uso efectivo, eficiente y económico de información.
- Asegurar un suministro continuo de la información.

### **2.2.5.2. Funciones**

Las funciones de la gestión de información según la referencia [13], son las que resumimos a continuación:

- Determinar las necesidades de información relacionados a las funciones, actividades y procesos administrativos de la organización.
- Determinar las necesidades de inteligencia externa de la organización.
- Desarrollar la base informacional de la organización y garantizar su accesibilidad.
- Optimizar el flujo organizacional de la información y el nivel de las comunicaciones.
- Desarrollar la estructura informacional de la organización y garantizar su operatividad.
- Evaluar periódicamente la calidad e impacto del soporte informacional para la gestión y el desarrollo de la organización.
- Establecer, aplicar y supervisar los procedimientos relativos a la seguridad de la información organizacional.
- Contribuir a modernizar u optimizar las actividades organizacionales y los procesos administrativos, relacionados con ellas.

### **2.2.5.3. Sistemas de Gestión de Información**

Un Sistema de Gestión de Información permite la gestión de recursos de información tanto internos como externos, su finalidad es generar servicios y productos que respondan a las necesidades y sobrepasen las expectativas de los usuarios, aprovecha al máximo sus recursos de información en función a la mejora continua y toma de decisiones.



Nuestra referencia [14], define a un sistema de Gestión de Información de la siguiente manera: «el conjunto de políticas y normas relacionadas entre sí que se establecen para el acceso y tratamiento de los recursos de información, incluye los registros administrativos y los archivos, el soporte tecnológico de los recursos y el público a que se destina. En su evolución el sistema puede manejar la función de inteligencia corporativa y generar productos de inteligencia.

### **2.2.6. Servicio Web**

Un servicio Web es un conjunto de Interfaces de Programación de Aplicaciones (API's), las cuales pueden ser accedidas en una red, están desarrolladas bajo el modelo cliente-servidor donde el servidor se encuentra conectado a internet y contiene las API's, estas esperan las peticiones de los navegadores web que son ejecutadas desde un hosting remoto; el servicio web más conocido de internet es la World Wide Web (WWW), este servicio usa del protocolo HTTP para que un cliente solicite un documento en la red al servidor web, quien entrega una página en formato HTML, dentro de un servicio web se da la comunicación entre diferentes máquinas, con plataformas distintas y entre programas distintos; usando el estándar SOAP (Protocolo Simple de Acceso a Objetos); para entender el servicio web y todos los temas que este involucra se resumirá la investigación de maestría de nuestra referencia [15], [4] y [5], en los siguientes párrafos:

#### **2.2.6.1. Aplicación Web**

La gran expansión de Internet, así como el uso de las Intranet corporativas, han provocado la proliferación del cambio de las aplicaciones de escritorio por las aplicaciones web, en la ingeniería de software se denomina aplicación web a aquellas aplicaciones que los usuarios pueden utilizar accediendo a un servidor a través de Internet o de una Intranet mediante un navegador.

#### **2.2.6.2. Servidores Web**

Un Servidor Web es un programa que está diseñado atender y responder a las diferentes peticiones de los navegadores, proporcionando los recursos solicitados mediante la implementación de un protocolo HTTP.

##### **2.2.6.2.1. Apache.**

Apache es el servidor http más común y utilizado en todo el mundo, es gratuito, de código abierto y multiplataforma, entre sus principales ventajas se encuentra su alta configurabilidad, es modular, lo cual ayuda a que esta plataforma sea competitiva incluso frente a rivales de alto precio, gracias

a que es de código abierto permite a cualquier programador crear una solución personalizada, es capaz de ejecutarse en todas las versiones del sistema operativo UNIX, es compatible con los sistemas operativos Windows y MacOS; cuenta con un gran soporte en una amplia gama de lenguajes de programación como Perl, PHP y Python, JSP entre otros..

### **2.2.6.3. Lenguajes de Programación**

Actualmente existen numerosos lenguajes de programación web del lado del cliente que indican al navegador donde colocar cada texto, imagen o video y la forma que tendrán estos al ser colocados en la página, también existen numerosos lenguajes del lado del servidor ejecutados justo antes de que se envíe la página a través de Internet, entre los lenguajes de programación web más utilizados en la actualidad se encuentran PHP, Java, Net, Node Js por parte del servidor y por parte del cliente tenemos JavaScript, HTML5.

#### **2.2.6.3.1. Herramientas de desarrollo Front End.**

##### **a. HTML5.**

El Hypert Text Markup Language suelen confundirse como lenguajes de programación, pero no son lo mismo ya que el lenguaje de marcado no tiene funciones aritméticas o variables, como sí poseen los lenguajes de programación, un lenguaje de marcado es una forma de codificar un documento incorporando etiquetas que contienen información adicional acerca de la estructura del texto.

##### **b. CSS3.**

Las Hojas de Estilo en Cascada (Cascading Style Sheets) es utilizado para describir el aspecto y el formato de un documento escrito en un lenguaje de marcado las cuales incluyen varios lenguajes basados en XML como son XHTML o SVG; la información de estilo puede ser adjuntada en un documento separado o en el mismo documento HTML. En este último caso podrían definirse estilos generales en la cabecera del documento o en cada etiqueta mediante el atributo "<style>".

**c. Java Script.**

Es un lenguaje de programación orientado a objetos, basado en prototipos, imperativo y dinámico; se utiliza principalmente al lado del cliente implementado como parte del navegador web permitiendo mejoras en la interfaz del usuario; JavaScript se diseñó con una sintaxis similar al C, aunque adopta nombres y convenciones del lenguaje de programación Java, sin embargo, no están relacionados y tienen semánticas y propósitos diferentes.

**d. JQuery.**

Es una biblioteca de JavaScript que permite simplificar la manera de interactuar con los documentos HTML, manejar eventos, desarrollar animaciones y agregar interacción con AJAX.; JQuery es de código abierto, permitiendo su uso en proyectos libres y privados, ofreciendo una serie de funcionalidades basadas en JavaScript, con las funciones propias de esta biblioteca se logran grandes resultados en menos tiempo y espacio.

**2.2.6.3.2. Herramientas de desarrollo Back End**

**a. PHP**

PHP (Hypertext Preprocessor) es un lenguaje de código abierto muy popular especialmente adecuado para el desarrollo web, puede ser incrustado en HTML y ejecutado en el servidor, con PHP se puede realizar el procesamiento de información en formularios, foros de discusión, manipulación de cookies y páginas dinámicas; una de sus características más potentes es su aporte para gran cantidad de bases de datos, entre ellos se pueden mencionarse SQL Server, MySQL, Oracle, Informix, PostgreSQL entre otras; PHP también ofrece la integración con las varias bibliotecas externas, que permiten que el desarrollador haga casi cualquier cosa desde generar documentos en pdf hasta analizar código XML.

**b. Ajax**

Acrónimo de Asynchronous JavaScript And XML (JavaScript asíncrono y XML), es una técnica de desarrollo web para crear aplicaciones interactivas. Estas aplicaciones se ejecutan en el lado del cliente, de esta forma es posible realizar cambios sobre las páginas

sin necesidad de recargarlas, mejorando la interactividad, velocidad y usabilidad en las aplicaciones, Ajax es una tecnología asíncrona, en el sentido de que los datos adicionales se solicitan al servidor y se cargan en segundo plano sin interferir con la visualización ni el comportamiento de la página. JavaScript es el lenguaje interpretado en el que normalmente se efectúan las funciones de llamada de Ajax mientras que el acceso a los datos se realiza mediante XMLHttpRequest.

#### 2.2.6.4. Framework de Desarrollo

Framework es un esquema o patrón para el desarrollo de una aplicación, su utilización fomenta la reutilización de código, promueve buenas prácticas de desarrollo y proporciona una reducción de tiempo en los procesos de desarrollo.

##### 2.2.6.4.1. Bootstrap.

Es un framework desarrollado y liberado por Twitter que tiene como objetivo facilitar el diseño web, permite crear de forma sencilla webs de diseño adaptable que se ajusten a cualquier dispositivo y tamaño de pantalla, es de código abierto, por lo que lo podemos usar de forma gratuita y sin restricciones; hoy en día continúa su desarrollo en un repositorio de GitHub donde podemos encontrar un gran número de elementos ya desarrollados y listos para ser utilizados como pueden ser botones, menús, cuadros e incluso un amplio listado de tipografías.

##### a. Ventajas de Bootstrap

Bootstrap se ha convertido en una de las herramientas más utilizadas hoy en día para realizar cualquier diseño web, esto es debido a sus características, que lo han hecho muy atractivo a los ojos de los desarrolladores.

- **Fácil e intuitivo:** Su curva de aprendizaje es muy rápida, más para aquellas personas que tengan conocimientos de diseño web, alguien que no sepa nada de estilos CSS podría ser capaz de crear un portal totalmente responsivo utilizando algunas de las muchas etiquetas que Bootstrap ofrece para ello.
- **Compatibles con todos los navegadores:** Bootstrap hace que los portales web se vean de forma similar en cualquier navegador web del mercado, también es compatible con los siguientes

navegadores: Google Chrome, Safari, Mozilla Firefox, Internet Explorer, Opera.

- **Optimizado para dispositivos móviles:** La mayoría de las personas acceden a los portales de Internet desde sus dispositivos móviles, esto ha provocado que a la hora de empezar un nuevo proyecto se tiene que tener muy presente estos dispositivos, para que el contenido se adapte al tamaño de la pantalla, Bootstrap ofrece todas las reglas CSS que necesitas para hacer que tu sitio se adapte dinámicamente a la gran mayoría de pantallas y resoluciones existentes en el mercado.
- **Amplia comunidad de desarrolladores tras el proyecto:** El haber sido creado por Twitter es garantía de buen funcionamiento, además cuenta con el apoyo de una gran comunidad de desarrolladores que se encargan de mantener el código, solucionando problemas que vayan apareciendo y añadiendo otras funcionalidades.

#### b. Desventajas de Bootstrap

Como suele ocurrir con la mayoría de los framework no solo existe el lado positivo si no también podemos encontrar puntos negativos, entre las principales desventajas son:

- **Optimización del código:** Bootstrap ofrece una amplia gama de elementos visuales ya desarrollados para ser utilizados pero el problema es que no siempre vamos a utilizar todos estos elementos, sino que usaremos una pequeña parte de ellos. A pesar de esto será necesario cargar todo el framework para su correcto funcionamiento, lo que puede provocar que aumente un poco la velocidad de carga del sitio.
- **Código HTML más complejo:** Cuando realizamos el diseño del sitio, deberemos adaptarnos a este framework para poder utilizar determinados elementos, que en muchas ocasiones se tratan de varios contenedores "div" anidados para mostrar un determinado elemento, esto se traduce en un código más complejo del que sería necesario si lo hiciésemos a mano.

- **Diseños muy similares entre sí:** Si decidimos utilizar el aspecto básico de los elementos que ofrece Bootstrap sin hacer ningún cambio en su apariencia, lo que conseguimos son diseños muy parecidos a otros sitios de Internet.

#### **2.2.6.5. Sistema Gestor de Base de Datos**

Una base de datos nos permite almacenar grandes cantidades de información de una manera ordenada y sin la necesidad de ocupar grandes espacios físicos, está formada de una o más tablas que guarda un conjunto de datos. Cada tabla tiene una o más columnas y filas; las columnas guardan una parte de la información sobre cada elemento que queramos guardar en la tabla y cada fila de la tabla conforma un registro.

##### **2.2.6.5.1. MySQL.**

MySQL es un sistema de gestión de bases de datos relacional, la cual tiene el copyright del código fuente del servidor SQL, es un software de código abierto, Inicialmente carecía de integridad referencial y transacciones, a pesar de esto, atrajo a los desarrolladores, debido a su simplicidad, de tal manera que los elementos faltantes fueron complementados por las aplicaciones que la utilizan; en las últimas versiones se pueden destacar: velocidad y robustez, soporta gran cantidad de tipos de datos para las columnas, gran portabilidad entre sistemas.

##### **2.2.6.5.2. Lenguaje de consulta estructurado SQL**

SQL (Structured Query Language) es un lenguaje declarativo de acceso a bases de datos relacionales que permite especificar diversos tipos de operaciones. Una de sus características es permitir efectuar consultas con el fin de recuperar de forma sencilla información de la base de datos, así como hacer cambios sobre ellas.

SQL es un lenguaje declarativo de “alto nivel” que gracias a su fuerte base teórica y su orientación al manejo de registros permite una alta productividad en la codificación; el que sea un lenguaje declarativo quiere decir que especifica qué es lo que se quiere y no como conseguirlo, lo que le hace uno de los gestores con mejor rendimiento, su bajo costo en requerimientos y gracias a su bajo consumo puede ser ejecutado en una máquina con escasos recursos sin ningún problema, su facilidad de configuración e instalación, permite manipular bases de datos enormes.

### 2.2.6.6. Patrón de Arquitectura Modelo Vista Controlador (MVC)

Es un patrón que define la organización independientemente del modelo (objeto de Negocio), la Vista (interfaz del usuario) y el Controlador (acciones del usuario); de esta forma, dividimos el sistema en tres capas donde tenemos la encapsulación de los datos, la interfaz o vista por otro y por último la lógica interna o controlador.

#### a. Modelo

- Contiene el núcleo de la funcionalidad (dominio) de la aplicación.
- Encapsula el estado de la aplicación.
- No sabe nada / independiente del Controlador y la Vista.

#### b. Vista

- Es la presentación del Modelo.
- Puede acceder al Modelo, pero nunca cambiar su estado.
- Puede ser notificada cuando hay un cambio de estado en el Modelo.

#### c. Controlador

- Reacciona a la petición del Cliente, ejecutando la acción adecuada y creando el modelo pertinente

## 2.3. BASES CONCEPTUALES

- **Ambiente de desarrollo:** el área de trabajo que proporciona condiciones suficientes al programador para realizar la generación y pruebas de código antes de pasar al ambiente de preproducción;
- **Ambiente de pre-producción:** el área de trabajo que proporciona condiciones suficientes al programador para probar y ajustar la funcionalidad de los módulos antes de implementarlos en el ambiente de producción;
- **Ambiente de producción:** el área de trabajo que proporciona las condiciones necesarias a los sistemas ya liberados para su operación y en donde se encuentran los datos e información de la solución;
- **Base de Datos:** el conjunto de datos pertenecientes a un mismo contexto y almacenados sistemáticamente para su posterior uso;
- **Código fuente:** el conjunto de líneas de texto escritas en algún lenguaje de programación que contiene las instrucciones dadas a la computadora para realizar la funcionalidad deseada de un programa;

- **Estándar:** el conjunto de especificaciones técnicas u otros criterios precisos para ser usados consistentemente como reglas, guías, o definiciones de características para asegurar la interoperabilidad o compatibilidad de los productos, procesos y servicios;
- **Evaluación de riesgos:** la evaluación de las amenazas y vulnerabilidades relativas a la información y a las instalaciones de procesamiento de la misma, la probabilidad de que ocurran y su potencial impacto en la operación del Instituto;
- **Identificador:** la descripción de un objeto mediante el uso de abreviaturas, separadas por un guion de piso si la descripción consta de más de dos palabras significativas, o bien, cuando el lenguaje lo reconozca, iniciando con mayúscula cada palabra significativa;
- **Mantenimiento del sistema:** la obtención de una nueva versión del sistema informático, necesaria para eliminar errores detectados o incorporar mejoras en el diseño o en la obtención de resultados;
- **Modelo de datos:** conjunto de conceptos que nos permiten describir los datos, las relaciones que existen entre ellos, la semántica y las restricciones de consistencia;
- **Plataforma de desarrollo:** el entorno de software común en el cual se desenvuelve la actividad de desarrollo de sistemas informáticos;
- **Software:** el conjunto general de programas que conforman el equipamiento lógico o soporte lógico de una computadora digital;
- **Vulnerabilidad:** cualquier debilidad que puede explotarse para causar pérdida o daño al sistema
- **CFM:** Pies cúbicos por minuto (Cubic Feet per minute). Indica el flujo de aire que pasa por un punto estacionario en un minuto.
- **HP:** Caballaje de fuerza (Horse Power). Potencia desarrollada por el motor.
- **Rpm:** Revoluciones por minuto. Medida de la cantidad de vueltas que genera el motor en el lapso de un minuto.
- **Hz:** Hertz. Medida de la frecuencia que se repite una onda en un segundo.
- **V:** Voltio. Mide el potencial eléctrico.
- **dB:** Decibelio. Nivel de intensidad del sonido.
- **mA:** Miliamperio. Unidad de intensidad de corriente eléctrica.
- **Monitoreo:** Es la revisión frecuente de los parámetros de operación de un proceso con el objetivo de confirmar que las operaciones se realizan dentro de lo esperado. El monitoreo incluye la recolección de datos y su evaluación estadística.



- **Supervisión:** Es la observación de las operaciones en planta para la determinación de estrategias que deben aplicarse en diferentes circunstancias tomando en cuenta el planeamiento del proceso.
- **Workstation:** Es el nombre común de un ordenador con el software asociado, utilizado para la edición y la compilación de programas de control.
- **Caudal:** Es la cantidad de fluido que pasa por determinado elemento en la unidad de tiempo. Normalmente se identifica con el flujo volumétrico o volumen que pasa por un área dada en la unidad de tiempo.
- **Vibración:** Es el movimiento oscilante que hace una partícula alrededor de un punto fijo. Este movimiento puede ser regular en dirección, frecuencia y/o intensidad; o aleatorio.
- **Presión atmosférica:** Es la presión ejercida por el aire en cualquier punto de la atmósfera.
- **Presión diferencial:** Es la diferencia en magnitud entre el valor de una presión y el valor de otra tomada como referencia.
- **Transductor:** Es un dispositivo capaz de transformar o convertir un determinado tipo de energía de entrada en otra diferente a la salida.
- **Tag:** Es una marca o etiqueta con las que se delimitan equipos o instrumentos.
- **HMI:** (Human Machine Interface) es la interfaz de usuario, el medio con que el usuario puede comunicarse con una máquina, un equipo o una computadora, y comprende todos los puntos de contacto entre el usuario y el equipo, normalmente suelen ser fáciles de entender y fáciles de accionar.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Tipo de Investigación**

Debido a que la presente investigación en Ingeniería de Sistemas es del tipo de investigación tecnológica, que se desarrolla con la finalidad de producir y experimentar tecnología (software y hardware), esta investigación tiene un nivel descriptivo – experimental razón por la cual una vez que se tienen determinados conocimientos de las características de la problemática y se posea conocimientos acerca de sus causas podemos intervenir con el objeto de provocar cambios que den solución a la problemática en estudio; Al ser esta una investigación de diseño no experimental y teniendo la necesidad de evaluar la utilidad de la solución bajo algunas técnicas, métodos y/o instrumentos se aplicaran criterios del área de software e ingeniería, esta área permite reducir el costo de las pruebas de software, análisis de grandes volúmenes de datos y desarrollo de software.

Esta investigación se sustenta en metodologías específicas del área de software e ingeniería, es así que el proyecto se realizará bajo el enfoque de metodologías ágiles; para la presente investigación utilizaremos la metodología Extreme Programming (XP) para realizar el análisis de requerimientos mediante el uso de Historias de Usuario y para la gestión del desarrollo del software se usará la metodología SCRUM que nos permitirá gestionar el tiempo de desarrollo, la interacción con el cliente y la documentación de los diferentes entregables realizados durante el proceso de desarrollo.

#### **3.2. Hipótesis**

##### **3.2.1. Hipótesis General**

Implementar un sistema web para mejorar la gestión de la información del proceso de mantenimiento y monitoreo de parámetros de consumo eléctrico de los ventiladores asignados al Área de Ventilación de la Súper Intendencia de Mantenimiento Eléctrico Mina.

### 3.2.2. Hipótesis específico

- a. Implementar un módulo web para mejorar la gestión de la información del inventariado de ventiladores, tableros arrancadores y puntos de ubicación de las instalaciones del complejo minero
- b. Desarrollar módulos para agilizar la búsqueda, aprobación y generación de protocolos de pruebas, fichas técnicas y fichas mecánicas de los ventiladores.
- c. Implementar un módulo generador de reportes de alta confiabilidad de los parámetros eléctricos y mecánicos para facilitar la oportuna detección de fallas de los ventiladores.
- d. Desarrollar módulos web para optimizar la gestión del historial de actividades de mantenimiento y monitoreo de parámetros eléctricos de los ventiladores.

### 3.3. Descripción de la metodología seleccionada

En este punto definimos la estructura organizacional del proyecto en materia de soluciones y sistemas basados en Tecnologías de Información; las metodologías seleccionadas deben ser capaz de llevar a cabo el proyecto de manera exitosa, para lo cual la organización del proyecto debe ofrecer agilidad, flexibilidad y efectividad, de modo que sea un instrumento para seguir las tareas organizadamente, verificar su calidad y responder a lo planificado.

A continuación, detallamos las metodologías seleccionadas; nos centraremos en describir los puntos importantes que serán utilizados en cada una de las metodologías especificando información necesaria que serán tomados en cuenta durante el proceso de desarrollo del software:

#### 3.3.1. Metodología Extreme Programming (XP)

Extreme Programming (XP) surge como una nueva manera de encarar proyectos de software, proponiendo una metodología basada esencialmente en la simplicidad y agilidad, con las metodologías tradicionales había tanto que hacer para seguir el proceso de desarrollo que a veces, el ritmo entero se retardaba; como respuesta a esto en los últimos tiempos ha surgido "Metodologías Ágiles", estos nuevos métodos buscan un punto medio entre la ausencia de procesos y el abuso de los mismos, proponiendo un proceso cuyo esfuerzo valga la pena.

XP es una de las llamadas metodologías ágiles de desarrollo de software más exitosas de los tiempos, esta metodología está diseñada para entregar el software que los clientes necesitan en el momento en que lo necesitan; XP alienta a los desarrolladores a responder a los requerimientos cambiantes en cualquier parte del proceso de desarrollo, también enfatiza el trabajo en equipo donde los gerentes como clientes y desarrolladores son partes del mismo equipo dedicado a entregar un software de calidad

El proceso de desarrollo de software con Extreme Programming según el informe científico

técnico [16], está constituido por seis fases:

- Fase de exploración. En esta fase los clientes escriben las tarjetas de historia que serán incluidas en la primera versión, cada una de estas tarjetas describirán una funcionalidad que será agregada al programa, el periodo de tiempo de esta fase puede variar entre unas pocas semanas a unos pocos meses, dependiendo del conocimiento que posea el equipo de desarrollo.
- Fase de planificación. Se define la prioridad de las distintas historias y se acuerda el contenido de la primera entrega del proyecto, la primera entrega no suele tardar más de dos meses en darse.
- Fase de iteraciones. La planificación divide el tiempo en varias iteraciones de duración variable, entre una semana y cuatro, los usuarios deciden que historias se realizarán en cada iteración, ya que la primera entrega suele contener toda la arquitectura del sistema, las pruebas funcionales son realizadas por el cliente y se ejecutan al término de cada iteración.
- Fase de producción. Se ejecutan una serie de pruebas extra, de rendimiento, de funcionamiento necesarias antes de entregar el producto al cliente, si se deben hacer cambios debe decidirse si incluirlos en esta entrega o en las próximas; las iteraciones de esta fase no deben superar las tres semanas.
- Fase de mantenimiento. Liberada la versión al cliente, el proyecto se debe mantener en el entorno siempre que siga habiendo iteraciones en esa fase, esto supone un esfuerzo adicional por lo que se sugiere la contratación de un personal para dar soporte a los clientes.
- Fase de cierre de proyecto. Los clientes ya no tienen historias para ser implementadas, por lo que es necesario estar seguros que estamos cumpliendo con todas las necesidades de los clientes, y aspectos como fiabilidad, rendimiento; la documentación del proyecto se hace aquí, ya que no habrá más cambios.

### **3.3.1.1. Modelamiento de Requerimientos con XP**

Según nuestra referencia [16], los artefactos que utiliza XP para el modelado de requerimientos son las tarjetas de historia (storycards), son tarjetas simples en papel donde se describen breves requerimientos en una o dos líneas, se utilizan para estimar prioridades, alcance y tiempo de realización y si existen discrepancias se usa

la más optimista; otros artefactos utilizados para este proceso son las listas de tareas en papel o pizarra y gráficos visibles en la pared.

Las tarjetas de historia también suelen llamarse Historias de Usuario (user stories), estas historias pueden describir requerimientos funcionales y no funcionales las cuales son descompuestas en tareas de programación (task card) y asignadas a los desarrolladores.

XP utiliza YAGNI (You Aren't Gonna Need It, no vas a necesitarlo) para el diseño simple con la idea de no hacer nada que no se necesite ahora, o algo que vaya a necesitarse más adelante, minimizando diagramas y documentos para ajustarnos a la forma y el formato de nuestro documento:

- Forma: La forma de los requerimientos del negocio puede ser una lista de metas y objetivos, las necesidades de los usuarios pueden tomar la forma de escenarios, reglas de negocio y un modelo de datos, la forma de los atributos de calidad pueden ser declaraciones de texto, un subconjunto de lenguaje de planificación, elementos o escenarios de calidad de los atributos.
- Formato: El formato de los escenarios podría ser las declaraciones escritas a mano en tarjetas o escenarios con plantilla registradas en un documento de Excel o Word, el formato de su modelo de datos puede ser un borrador dibujado en un cartel o pizarra, o un diagrama dibujado en una herramienta como Visio.

### **3.3.2. Metodología SCRUM**

La metodología fue desarrollada por Ken Schwaber, Jeff Sutherland y Mike Beedle; el término Scrum proviene del rugby que define al acto de preparar el avance del equipo en unidad pasando la pelota a uno u otro jugador, Scrum es adaptativo, ágil, auto organizativo y con pocos tiempos muertos.

Scrum no está concebido para ser utilizado independientemente, sino en combinación con otras metodologías; se enfoca en valores y prácticas de gestión, sin mencionar requerimientos, implementación u otros temas técnicos, utiliza técnicas de control de procesos que aplica en gestión y control de proyectos.

Según el informe científico técnico [16], el proceso de SCRUM se compone de cuatro fases:

- Pre-Juego del Planeamiento: Se establece la visión, las expectativas y se asegura la financiación, las actividades que se realizan en esta fase son: escritura de la visión, el presupuesto, el Sprint Backlog del producto inicial y los ítems estimados, también se define la arquitectura, el diseño y prototipos.
- Pre-Juego del Montaje: Se identifican más requerimientos y se priorizan tareas para la

primera iteración, las actividades son planificación, diseño exploratorio y prototipos.

- Juego del Desarrollo: Se implementa el sistema para la entrega en una serie de Sprints donde las actividades son un encuentro de definiciones del Product Backlog y los encuentros diarios.
- Post-Juego de Liberación: Se despliega operacionalmente el producto las actividades son documentación, entrenamiento, mercadeo y venta.

Según el informe científico técnico [16], un sprint consiste en:

- Planificación del sprint. Se define el Product Backlog el cual consiste en una lista priorizada de requerimientos que puede ser modificado continuamente en cada sprint, contiene un listado de tareas y el objetivo principal del sprint.
- Seguimiento del sprint. Se hacen reuniones diarias para conocer el avance de las tareas y el trabajo previsto para la jornada.
- Revisión del sprint. Terminado el sprint se realiza el análisis y la revisión del incremento generado, en esta reunión se presentan resultados finales, sugiriendo presentar un prototipo.

Según el informe científico técnico [16], los roles en Scrum son:

- Scrum Master: Debe interactuar con el equipo, el cliente y los gestores, se encarga de garantizar el funcionamiento de los procesos y la metodología, el Scrum master debe ser miembro del equipo y trabajar a la par además se encarga de eliminar obstáculos.
- Propietario del producto: Es el responsable del proyecto, la gestión, el control y visibilidad del Product Backlog, es elegido por el Scrum Master, el cliente y los ejecutivos.
- Equipo de desarrollo: Tiene autoridad para reorganizarse y definir acciones necesarias, sugerir y eliminar problemas para cumplir con los objetivos del sprint.
- El cliente: Participa en la creación del Product Backlog.

## CAPÍTULO IV

### PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1. Requerimientos del sistema.

La identificación de los requerimientos corresponde a la fase de exploración y planificación según la metodología Extreme Programming (XP); durante el desarrollo de la fase de exploración realizamos las User story cards o tarjetas de historias de usuario durante el proceso de las entrevistas y reuniones, mientras que durante la fase de planificación realizamos la evaluación de puntuación, la priorización para así organizar el contexto en el cual se desarrolla el sistema.

##### 4.1.1. Acta de constitución del proyecto

El Project Management Institute (PMI) define el “Acta de Constitución del Proyecto” (Project Charter) como el documento emitido por el Patrocinador del Proyecto que autoriza de manera formal su existencia, lo cual le proporciona al Gerente de Proyecto la autoridad de procurar y aplicar los recursos de la organización en su ejecución.

En este documento describiremos las necesidades del negocio que dieron origen al proyecto, necesidades específicas de los clientes y otros interesados (stakeholders), Premisas y restricciones asociadas, los requerimientos de alto nivel y la descripción del producto, servicio o resultado del proyecto.

Para el desarrollo de la presente investigación usaremos la plantilla obtenida en el Curso Scrum Master denominado gestión Ágil de proyectos con Scrum desarrollada por la empresa ManagementPlaza; presentamos el Acta de Constitución del Proyecto en el **anexo N° 01**. Y el cronograma de ejecución del proyecto en el **anexo N° 02**.

#### 4.1.2. Fase de exploración.

Para identificar los requerimientos de la organización, se realizó una serie de entrevistas y reuniones con los usuarios que están directamente inmersos en el proceso de mantenimiento y monitoreo de parámetros eléctricos en el taller eléctrico mina de una unidad minera, de estas entrevistas se obtuvo como resultado las siguientes historias de usuario.

##### 4.1.2.1. Historias de Usuario Funcionales

Las historias de usuario funcionales son descripciones cortas y simples de una funcionalidad, escritas desde la perspectiva del usuario; a continuación, se presentan las historias de usuario funcionales que abarca desde el cuadro 1 hasta el cuadro 15.

**Cuadro 1:**

HISTORIA DE USUARIO FUNCIONAL (HUF-001)

|                                     |  |                          |                                  |
|-------------------------------------|--|--------------------------|----------------------------------|
| Story Name                          |  |                          |                                  |
|                                     | Login del Sistema  | <b>#001</b>              | Numero                           |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Historia de Usuario Funcional  | <input type="checkbox"/> | Historia de Usuario No Funcional |
| <b>Como:</b>                        | jefe del taller eléctrico  |                          | Prioridad                        |
| <b>Quiero:</b>                      | Que el acceso al sistema sea mediante un sistema de autenticación de usuarios. |                          | Estimación                       |
| <b>Para:</b>                        | Poder garantizar la confidencialidad y veracidad de la información.            |                          |                                  |

**Fuente:** Kucing Ñahui Panllo. [Agosto - 2017]

**Cuadro 2:**

HISTORIA DE USUARIO FUNCIONAL (HUF-002)

|                                     |   |                          |                                  |
|-------------------------------------|---|--------------------------|----------------------------------|
| Story Name                          |   |                          |                                  |
|                                     | Registro de Ventiladores                                | <b>#002</b>              | Numero                           |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Historia de Usuario Funcional                           | <input type="checkbox"/> | Historia de Usuario No Funcional |
| <b>Como:</b>                        | Instrumentista Industrial                               |                          | Prioridad                        |
| <b>Quiero:</b>                      | Registrar los datos de fabricación de los ventiladores. |                          | Estimación                       |
| <b>Para:</b>                        | Mantener actualizado el inventariado de ventiladores.   |                          |                                  |

**Fuente:** Kucing Ñahui Panllo. [Agosto - 2017]



**Cuadro 3**

*HISTORIA DE USUARIO FUNCIONAL (HUF-003)*

|  |  |   |            |
|--|--|---|------------|
| Story Name   |  |   |            |
| Registro de Tableros Arrancadores  |  | <b>#003</b>   | Numero     |
| <input checked="" type="checkbox"/> Historia de Usuario Funcional                              |  | <input type="checkbox"/> Historia de Usuario No Funcional |            |
| <b>Como:</b> Instrumentista Industrial   |  |   |            |
| <b>Quiero:</b> Registrar las características de fabricación de los tableros arrancadores.      |  |   | Prioridad  |
| <b>Para:</b> Poder realizar la asignación adecuada a un ventilador en función de su capacidad. |  |   | Estimación |

**Fuente:** Kucing Ñahui Panllo. [Agosto - 2017]

**Cuadro 4**

*HISTORIA DE USUARIO FUNCIONAL (HUF-004)*

|  |  |   |            |
|--|--|---|------------|
| Story Name   |  |   |            |
| Registro de Puntos de Ubicación  |  | <b>#004</b>   | Numero     |
| <input checked="" type="checkbox"/> Historia de Usuario Funcional                      |  | <input type="checkbox"/> Historia de Usuario No Funcional |            |
| <b>Como:</b> Instrumentista Industrial   |  |   |            |
| <b>Quiero:</b> Mantener actualizado todos los puntos de ubicación de los ventiladores. |  |   | Prioridad  |
| <b>Para:</b> Poder realizar el seguimiento de los monitoreos de parámetros eléctricos. |  |   | Estimación |

**Fuente:** Kucing Ñahui Panllo. [Agosto - 2017]

**Cuadro 5**

*HISTORIA DE USUARIO FUNCIONAL (HUF-005)*

|  |   |             |            |
|--|---|-------------|------------|
| Story Name   |   |             |            |
| Registro de Inspecciones Mecánicas   |   | <b>#005</b> | Numero     |
| <input checked="" type="checkbox"/> Historia de Usuario Funcional  | <input type="checkbox"/> Historia de Usuario No Funcional |             | Prioridad  |
| <b>Como:</b> Técnico Electricista<br><b>Quiero:</b> Registrar las inspecciones mecánicas<br><b>Para:</b> Dar de alta o baja la operatividad de un ventilador |   |             | Estimación |

**Fuente:** Kucing Ñahui Panllo. [Agosto - 2017]

**Cuadro 6**

*HISTORIA DE USUARIO FUNCIONAL (HUF-006)*

|  |   |             |            |
|--|---|-------------|------------|
| Story Name   |   |             |            |
| Registro de Fichas Técnicas  |   | <b>#006</b> | Numero     |
| <input checked="" type="checkbox"/> Historia de Usuario Funcional  | <input type="checkbox"/> Historia de Usuario No Funcional |             | Prioridad  |
| <b>Como:</b> Técnico Electricista<br><b>Quiero:</b> Registrar las fichas técnicas de los ventiladores.<br><b>Para:</b> Poder evaluar el rendimiento de funcionamiento del motor. |   |             | Estimación |

**Fuente:** Kucing Ñahui Panllo. [Agosto - 2017]

**Cuadro 7**

*HISTORIA DE USUARIO FUNCIONAL (HUF-007)*

|  |   |             |            |
|--|---|-------------|------------|
| Story Name   |   |             |            |
| Generar Protocolo de Pruebas   |   | <b>#007</b> | Numero     |
| <input checked="" type="checkbox"/> Historia de Usuario Funcional                                    | <input type="checkbox"/> Historia de Usuario No Funcional |             | Prioridad  |
| <b>Como:</b> Instrumentista Industrial   |   |             | Estimación |
| <b>Quiero:</b> Generar un protocolo de pruebas basado en los datos de las pruebas de funcionamiento. |   |             |            |
| <b>Para:</b> Dar de alta el ingreso de un ventilador a la unidad minera                              |   |             |            |

**Fuente:** Kucing Ñahui Panllo. [Agosto - 2017]

**Cuadro 8**

*HISTORIA DE USUARIO FUNCIONAL (HUF-008)*

|   |   |             |            |
|---|---|-------------|------------|
| Story Name  |   |             |            |
| Actualización de Fichas Técnicas  |   | <b>#008</b> | Numero     |
| <input checked="" type="checkbox"/> Historia de Usuario Funcional                                 | <input type="checkbox"/> Historia de Usuario No Funcional |             | Prioridad  |
| <b>Como:</b> Técnico Electricista   |   |             | Estimación |
| <b>Quiero:</b> Actualizar las fichas técnicas ante cualquier cambio de componente del ventilador. |   |             |            |
| <b>Para:</b> Tener un monitoreo de parámetros eléctricos con alta confiabilidad.                  |   |             |            |

**Fuente:** Kucing Ñahui Panllo. [Agosto - 2017]

**Cuadro 9**

*HISTORIA DE USUARIO FUNCIONAL (HUF-009)*

|  |   |             |            |
|--|---|-------------|------------|
| Story Name   |   |             |            |
| Registro de Movimientos de Ventiladores  |   | <b>#009</b> | Numero     |
| <input checked="" type="checkbox"/> Historia de Usuario Funcional                                      | <input type="checkbox"/> Historia de Usuario No Funcional |             | Prioridad  |
| <b>Como:</b> Instrumentista Industrial   |   |             | Estimación |
| <b>Quiero:</b> Registrar el movimiento de los ventiladores al momento de ingreso y salida de la unidad |   |             |            |
| <b>Para:</b> Mantener actualizado el inventario de ventiladores  |   |             |            |

**Fuente:** Kucing Ñahui Panllo. [Agosto - 2017]

**Cuadro 10**

*HISTORIA DE USUARIO FUNCIONAL (HUF-010)*

|  |   |             |            |
|--|---|-------------|------------|
| Story Name   |   |             |            |
| Realizar Asignación de Tableros  |   | <b>#010</b> | Numero     |
| <input checked="" type="checkbox"/> Historia de Usuario Funcional                              | <input type="checkbox"/> Historia de Usuario No Funcional |             | Prioridad  |
| <b>Como:</b> Instrumentista Industrial   |   |             | Estimación |
| <b>Quiero:</b> Realizar la asignación de tableros arrancadores a sus respectivos ventiladores. |   |             |            |
| <b>Para:</b> Poder gestionar la programación de los relés de protección.                       |   |             |            |

**Fuente:** Kucing Ñahui Panllo. [Agosto - 2017]

**Cuadro 11**

*HISTORIA DE USUARIO FUNCIONAL (HUF-011)*

|  |   |             |            |
|--|---|-------------|------------|
| Story Name   |   |             |            |
| Registro de Monitoreo de Parámetros Eléctricos   |   | <b>#011</b> | Numero     |
| <input checked="" type="checkbox"/> Historia de Usuario Funcional  | <input type="checkbox"/> Historia de Usuario No Funcional |             | Prioridad  |
| <b>Como:</b> Instrumentista Industrial<br><b>Quiero:</b> Registrar el monitoreo de los parámetros eléctricos<br><b>Para:</b> Mantener actualizado la evolución del consumo de energía eléctrica. |   |             | Estimación |

**Fuente:** Kucing Ñahui Panllo. [Agosto - 2017]

**Cuadro 12**

*HISTORIA DE USUARIO FUNCIONAL (HUF-012)*

|  |   |             |            |
|--|---|-------------|------------|
| Story Name   |   |             |            |
| Registro de los Datos de Mantenimiento   |   | <b>#012</b> | Numero     |
| <input checked="" type="checkbox"/> Historia de Usuario Funcional  | <input type="checkbox"/> Historia de Usuario No Funcional |             | Prioridad  |
| <b>Como:</b> Instrumentista Industrial<br><b>Quiero:</b> Registrar los datos del mantenimiento eléctrico – mecánico del ventilador.<br><b>Para:</b> Mantener un registro actualizado del historial de mantenimiento. |   |             | Estimación |

**Fuente:** Kucing Ñahui Panllo. [Agosto - 2017]

**Cuadro 13**

*HISTORIA DE USUARIO FUNCIONAL (HUF-013)*

|   |   |             |            |
|---|---|-------------|------------|
| Story Name  |   |             |            |
| Generar el Reporte de Consumo Eléctrico   |   | <b>#013</b> | Numero     |
| <input checked="" type="checkbox"/> Historia de Usuario Funcional                     | <input type="checkbox"/> Historia de Usuario No Funcional |             | Prioridad  |
| <b>Como:</b> jefe del Taller Eléctrico  |   |             | Estimación |
| <b>Quiero:</b> Generar un reporte del consumo por ventilador.                         |   |             |            |
| <b>Para:</b> Evaluar el nivel de consumo eléctrico que genera el motor del ventilador |   |             |            |

**Fuente:** Kucing Ñahui Panllo. [Agosto - 2017]

**Cuadro 14**

*HISTORIA DE USUARIO FUNCIONAL (HUF-014)*

|  |   |             |            |
|--|---|-------------|------------|
| Story Name   |   |             |            |
| Generar Historial de Mantenimiento   |   | <b>#014</b> | Numero     |
| <input checked="" type="checkbox"/> Historia de Usuario Funcional  | <input type="checkbox"/> Historia de Usuario No Funcional |             | Prioridad  |
| <b>Como:</b> jefe del taller Eléctrico   |   |             | Estimación |
| <b>Quiero:</b> Generar un reporte del historial de mantenimiento por cada ventilador                         |   |             |            |
| <b>Para:</b> Realizar la interpretación del consumo eléctrico y evaluar la gestión de fallos del ventilador. |   |             |            |

**Fuente:** Kucing Ñahui Panllo. [Agosto - 2017]

Cuadro 15

HISTORIA DE USUARIO FUNCIONAL (HUF-015)

|   |   |  |            |
|---|---|--|------------|
| Story Name  | Generar Reporte de Aislamiento                            |  | #015       |
| <input checked="" type="checkbox"/> Historia de Usuario Funcional   | <input type="checkbox"/> Historia de Usuario No Funcional |  | Numero     |
| <b>Como:</b> jefe del Taller Eléctrico  |   |  |            |
| <b>Quiero:</b> Generar un reporte de la evolución del aislamiento del motor y del conductor eléctrico asignado a un ventilador. |   |  | Prioridad  |
| <b>Para:</b> Gestionar el rebobinado o cambio de conductor eléctrico asociado al motor.   |   |  | Estimación |

Fuente: Kucing Ñahui Panllo. [Agosto - 2017]

#### 4.1.2.2. Historias de Usuario No Funcionales

Las historias de usuario no funcional son descripciones escritas desde la perspectiva del usuario las cuales no son necesariamente una necesidad sino más bien un deseo; a continuación, se presentan las historias de usuario Funcionales que abarca desde el cuadro 16 hasta el cuadro 21.

Cuadro 16

HISTORIA DE USUARIO NO FUNCIONAL (HUNF-001)

|   |  |  |            |
|---|--|--|------------|
| Story Name  | Plataforma de Funcionalidad  |  | #001       |
| <input type="checkbox"/> Historia de Usuario Funcional  | <input checked="" type="checkbox"/> Historia de Usuario No Funcional |  | Número     |
| <b>Como:</b> Cliente  |  |  |            |
| <b>Quiero:</b> Poder ejecutar tu producto en los navegadores de Mozilla Firefox y Google Chrome |  |  | Prioridad  |
|   |  |  | Estimación |

Fuente: Kucing Ñahui Panllo. [Agosto - 2017]

**Cuadro 17**

*HISTORIA DE USUARIO NO FUNCIONAL (HUNF-002)*

|   |  |  |            |
|---|--|--|------------|
| Story Name  |  |  |            |
| Gestión de Contenidos   |  | <b>#002</b>  | Numero     |
| <input type="checkbox"/> Historia de Usuario Funcional                                |  | <input checked="" type="checkbox"/> Historia de Usuario No Funcional |            |
| <b>Como:</b> Jefe de Taller Eléctrico   |  |  | Prioridad  |
| <b>Quiero:</b> Que el sistema utilice la información registrada en los archivos Excel |  |  |            |
| <b>Para:</b> La creación de los formularios.  |  |  | Estimación |

**Fuente:** Kucing Ñahui Panllo. [Agosto - 2017]

**Cuadro 18**

*HISTORIA DE USUARIO NO FUNCIONAL (HUNF-003)*

|   |  |  |            |
|---|--|--|------------|
| Story Name  |  |  |            |
| Requisitos de Respuesta   |  | <b>#003</b>  | Numero     |
| <input type="checkbox"/> Historia de Usuario Funcional  |  | <input checked="" type="checkbox"/> Historia de Usuario No Funcional |            |
| <b>Como:</b> Usuario  |  |  | Prioridad  |
| <b>Quiero:</b> Que el sistema web responda en el menor tiempo posible a las peticiones de los reportes. |  |  |            |
|   |  |  | Estimación |

**Fuente:** Kucing Ñahui Panllo. [Agosto - 2017]



Cuadro 19

HISTORIA DE USUARIO NO FUNCIONAL (HUNF-004)

|  |  |  |            |
|--|--|--|------------|
| Story Name   |  |  |            |
| Seguridad de Acceso  |  | <b>#004</b>  | Numero     |
| <input type="checkbox"/> Historia de Usuario Funcional   |  | <input checked="" type="checkbox"/> Historia de Usuario No Funcional |            |
| <b>Como:</b> jefe del Taller Eléctrico   |  |  | Prioridad  |
| <b>Quiero:</b> Que se restrinja el acceso al sistema mediante la habilitación de accesos asignados por la Jefatura de Mantenimiento Eléctrico. |  |  | Estimación |

Fuente: Kucing Ñahui Panllo. [Agosto - 2017]

Cuadro 20

HISTORIA DE USUARIO NO FUNCIONAL (HUNF-005)

|  |  |  |            |
|--|--|--|------------|
| Story Name   |  |  |            |
| Diseño Responsivo  |  | <b>#005</b>  | Numero     |
| <input type="checkbox"/> Historia de Usuario Funcional                     |  | <input checked="" type="checkbox"/> Historia de Usuario No Funcional |            |
| <b>Como:</b> Cliente   |  |  | Prioridad  |
| <b>Quiero:</b> Que el sistema funcione en diferentes celulares y tabletas. |  |  | Estimación |

Fuente: Kucing Ñahui Panllo. [Agosto - 2017]

Cuadro 21

HISTORIA DE USUARIO NO FUNCIONAL (HUNF-006)

|   |  |  |            |
|---|--|--|------------|
| Story Name  |  |  |            |
| Entorno de Desarrollo   |  | <b>#006</b>  | Numero     |
| <input type="checkbox"/> Historia de Usuario Funcional  |  | <input checked="" type="checkbox"/> Historia de Usuario No Funcional |            |
| <b>Como:</b> Encargado de Tecnologías de Información.   |  |  |            |
| <b>Quiero:</b> Que el sistema Web este desarrollado en software libre utilizando como lenguaje de Programación PHP y Base de Datos MySQL. |  |  |            |
|   |  |  | Prioridad  |
|   |  |  | Estimación |

Fuente: Kucing Ñahui Panllo. [Agosto - 2017]

#### 4.1.2.3. Priorización de los requerimientos

Para realizar la priorización de las historias de usuario usaremos un método curioso, de Corey Ladas quien nos plantea el método del filtro de prioridad, en este filtro de priorización, las columnas se etiquetan de izquierda a derecha como prioridad 3, prioridad 2 y prioridad 1; a su vez, cada columna tiene un límite máximo de requisitos que puede haber en cada columna, típicamente, la columna prioridad 1 tiene límite 1, sólo puede contener un requisito, ítem o historia de prioridad 1; para poder visualizar la priorización de las historias de usuario se recomienda ver el **anexo N° 03** que detalla el proceso de priorización de las historias de usuario, también detalla la prioridad de cada una de las historias, la estimación y la iteración a la cual son asignadas de acuerdo al tiempo de desarrollo de los módulos que se le dedicara en una semana.

Se define una semana de duración para cada Sprint y con un tiempo de 03 horas de dedicación al desarrollo del software por día de lunes a domingo haciendo un total de 21 horas o puntos como máximo para cada sprint.

El tiempo que se detalla no es válido para realizar actividades de documentación ya que este tiempo es únicamente dedicado al desarrollo del software.

#### 4.1.2.4. Especificación de los Requerimientos

Es una descripción completa del comportamiento del sistema que se va a desarrollar. Incluye un conjunto de casos que describe todas las interacciones que tendrán los usuarios con el software; a continuación, se presentan las especificaciones de requerimiento de las historias de usuario funcionales que abarca desde la tabla 3 hasta la tabla 14.

Tabla 3  
ESPECIFICACION DE REQUERIMIENTOS (HUF-001)

| Historia de Usuario Funcional  |   |                      |
|--|---|----------------------|
| <b>Numero:</b> #001  | <b>Usuario:</b> jefe del taller eléctrico |                      |
| <b>Nombre de la historia:</b> Login del Sistema  |   |                      |
| <b>Prioridad:</b> 03   | <b>Estimación:</b> 06                     | <b>Iteración:</b> 01 |
| <b>Programador Responsable:</b> Kuking Ñahui Panllo  |   |                      |
| <p style="text-align: center;"><b><u>Descripción:</u></b></p> <p>El jefe del taller eléctrico requiere que el acceso al sistema sea mediante un sistema de autenticación de usuario, la ventana Login debe solicitar los datos de usuario y password asignados al momento del registro del usuario en el sistema; al pulsar el botón de acceder si los datos están registrados se direccionara a la página de bienvenida al sistema.</p>   |   |                      |
| <p style="text-align: center;"><b><u>Observaciones:</u></b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. El usuario tendrá la siguiente estructura: UMCL-XXXXXXXXX donde las X representan al número del DNI</li><li>2. El campo password debe ser de uso personal y no debe de mostrar el dato ingresado sino otro carácter como (*).</li><li>3. El formulario de acceso al sistema debe permitir recuperar la contraseña del sistema validándose un correo electrónico previamente registrado en el sistema.</li><li>4. Los colores para realizar el Login del sistema debe basarse en el color guindo con tonalidades Azules o celestes.</li><li>5. Se recomienda que al momento de realizar consultas contra la base de datos no se generen mensajes de error.</li></ol> |   |                      |

Fuente: Kuking Ñahui Panllo. [Agosto - 2017]

**Tabla 4**  
 ESPECIFICACION DE REQUERIMIENTOS (HUF-002)

| <b>Historia de Usuario Funcional</b>  |   |                      |
|---|---|----------------------|
| <b>Numero:</b> #002   | <b>Usuario:</b> Instrumentista Industrial |                      |
| <b>Nombre de la historia:</b> Registro de Ventiladores  |   |                      |
| <b>Prioridad:</b> 01  | <b>Estimación:</b> 06                     | <b>Iteración:</b> 01 |
| <b>Programador Responsable:</b> Kucing Ñahui Panllo   |   |                      |
| <b><u>Descripción:</u></b>  |   |                      |
| <p>El instrumentista industrial realizara el registro de los datos de fabricación de los ventiladores, se requiere considerar la siguiente información: número de ventilador, capacidad, tipo de uso para así poder mantener actualizado el inventario de ventiladores.</p>   |   |                      |
| <b><u>Observaciones:</u></b>  |   |                      |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. El número de ventilador al momento de generarse será de la siguiente forma V-YYY-XXX, Donde:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- YYY representa a la capacidad del ventilador</li> <li>- XXX representa la enumeración correlativa del número de ventilador de la categoría.</li> </ul> </li> <li>2. Para determinar la capacidad de un ventilador se requiere un módulo para registrar las capacidades de los ventiladores de la unidad minera.</li> <li>3. Los tipos de Uso de un ventilador son: Impelente y Extractor.</li> <li>4. La sigla al momento de generar una nueva categoría de ventiladores debe ser CFM que hace referencia a la capacidad en pies cúbicos por minuto del ventilador.</li> <li>5. Los colores que deben representar a la condición de los diferentes equipos deben ser de la siguiente manera: celeste cuando este operativo; turquesa cuando está en stand By, naranja cuando este en reparación y rojo cuando esta inoperativo.</li> <li>6. El tiempo que se demora en obtener una ficha técnica es mayor a 15 minutos por lo que se requiere que el proceso de búsqueda de cada ficha técnica no supere los 5 minutos</li> </ol> |   |                      |

**Fuente:** Kucing Ñahui Panllo. [Agosto - 2017]

**Tabla 5**  
 ESPECIFICACION DE REQUERIMIENTOS (HUF-003)

| <b>Historia de Usuario Funcional</b>  |   |                      |
|---|---|----------------------|
| <b>Numero:</b> #003   | <b>Usuario:</b> Instrumentista Industrial |                      |
| <b>Nombre de la historia:</b> Registro de Tableros Arrancadores   |   |                      |
| <b>Prioridad:</b> 02  | <b>Estimación:</b> 06                     | <b>Iteración:</b> 01 |
| <b>Programador Responsable:</b> Kucing Ñahui Panllo   |   |                      |
| <b><u>Descripción:</u></b>  |   |                      |
| <p>El instrumentista industrial registrara las características de fabricación de los tableros arrancadores como el peso, capacidad, fabricante, código, descripción, para así poder realizar la asignación adecuada a un ventilador en función a estos datos.</p>   |   |                      |
| <b><u>Observaciones:</u></b>  |   |                      |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. El fabricante puede ser una empresa o el taller eléctrico para lo cual se requiere un módulo para registrar una nueva empresa cada vez que sea necesario.</li> <li>2. El código del Tablero se generará con la siguiente estructura; T-YYY-XXX<br/>                     Donde:                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- YYY representa a la capacidad del tablero.</li> <li>- XXX representa la enumeración correlativa del número de tablero de la categoría.</li> </ul> </li> <li>3. El estado del tablero al ser registrado será en Stand-By hasta ser asignado a un ventilador.</li> <li>4. El tablero arrancador al ser registrado debe tener la condición de operativo, Inoperativo o En mantenimiento según sea el caso.</li> <li>5. Cuando se requiere obtener la ficha técnica del ventilador se realiza la búsqueda en los catálogos en esta actividad un colaborador puede demorarse entre 30 a 45 minutos para obtener resultados por lo que se requiere una respuesta menor a 10 minutos.</li> </ol> |   |                      |

**Fuente:** Kucing Ñahui Panllo. [Agosto - 2017]

**Tabla 6**  
 ESPECIFICACION DE REQUERIMIENTOS (HUF-004)

| <b>Historia de Usuario Funcional</b>  |   |                      |
|---|---|----------------------|
| <b>Numero:</b> #004   | <b>Usuario:</b> Instrumentista Industrial |                      |
| <b>Nombre de la historia:</b> Registro de Puntos de Ubicación   |   |                      |
| <b>Prioridad:</b> 02  | <b>Estimación:</b> 04                     | <b>Iteración:</b> 01 |
| <b>Programador Responsable:</b> Kucing Ñahui Panllo   |   |                      |
| <b><u>Descripción:</u></b>  |   |                      |
| <p>El instrumentista industrial requiere realizar el registro de los puntos de ubicación de los ventiladores en el complejo minero, la información que se debe considerar son los siguientes datos: OB, Bp, Rb, Cx, Ga, Nv, Rp para poder realizar el seguimiento de los monitoreos de parámetros eléctricos.</p>   |   |                      |
| <b><u>Observaciones:</u></b>  |   |                      |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. OB hace referencia a Ore Body (yacimiento).</li> <li>2. Bp. hace referencia a Bypass (carretera de circulación).</li> <li>3. Rb. hace referencia a Raid Bord (punto de relleno).</li> <li>4. Cx. hace referencia a un crucero.</li> <li>5. Ga. hace referencia galería.</li> <li>6. Nv. hace referencia a nivel.</li> <li>7. Rp. hace referencia a Rampa.</li> <li>8. Un punto de ubicación de un ventilador generalmente no se encuentra entre dos cruceros, razón por la cual un punto de ubicación se genera gracias a las combinaciones de las diferentes referencias de ubicación.</li> <li>9. El tiempo que se demora en obtener el punto de ubicación de un ventilador fluctúa entre 30 a 45 minutos ya que es necesario constatar la información con otras áreas porque no existe un registro de las ubicaciones del equipo.</li> </ol> |   |                      |

**Fuente:** Kucing Ñahui Panllo. [Agosto - 2017]

**Tabla 7**  
 ESPECIFICACION DE REQUERIMIENTOS (HUF-005)

| <b>Historia de Usuario Funcional</b>   |                                      |                      |
|--|--------------------------------------|----------------------|
| <b>Numero:</b> #005  | <b>Usuario:</b> Técnico Electricista |                      |
| <b>Nombre de la historia:</b> Registro de Inspecciones Mecánicas   |                                      |                      |
| <b>Prioridad:</b> 04   | <b>Estimación:</b> 08                | <b>Iteración:</b> 03 |
| <b>Programador Responsable:</b> Kucing Ñahui Panllo  |                                      |                      |
| <b><u>Descripción:</u></b>   |                                      |                      |
| <p>El técnico electricista requiere registrar las inspecciones mecánicas basado en el formato físico, debe evaluarse la operatividad del ventilador y dar de alta o baja al mencionado equipo.</p>   |                                      |                      |
| <b><u>Observaciones:</u></b>   |                                      |                      |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Una ficha mecánica se puede registrar cuando se realiza el ingreso de un equipo, la salida de un equipo de la unidad minera o cada vez que se realice una prueba periódica del ventilador.</li> <li>2. Una ficha mecánica debe registrar las inspecciones generales realizadas al equipo, utilizar como modelo las fichas técnicas física, estas fichas serán reevaluadas para determinar qué información será tomada en cuenta.</li> <li>3. Una ficha mecánica debe registrar las inspecciones realizadas al ventilador para realizar el diseño se recomienda revisar el formato físico de inspecciones mecánicas.</li> <li>4. Una ficha mecánica debe registrar las inspecciones realizadas al motor del ventilador para realizar el diseño se recomienda revisar el formato físico de inspecciones mecánicas.</li> <li>5. Las fichas mecánicas deben también incluir la información relacionada a las inspecciones mecánicas realizadas al tablero arrancador asignado al ventilador para mayor información utilizar el formato físico de inspecciones mecánicas para definir la información que será tomada en cuenta.</li> <li>6. El tiempo que se demora en registrar los parámetros mecánicos son de aproximadamente 60 a 90 minutos en promedio y con el desarrollo de sistema se espera mejorar el tiempo a unos 30 minutos en promedio.</li> </ol> |                                      |                      |

**Fuente:** Kucing Ñahui Panllo. [Agosto - 2017]

**Tabla 8**  
 ESPECIFICACION DE REQUERIMIENTOS (HUF-006)

| <b>Historia de Usuario Funcional</b>   |                                      |                      |
|--|--------------------------------------|----------------------|
| <b>Numero:</b> #006  | <b>Usuario:</b> Técnico Electricista |                      |
| <b>Nombre de la historia:</b> Registro de Fichas Técnicas  |                                      |                      |
| <b>Prioridad:</b> 03   | <b>Estimación:</b> 10                | <b>Iteración:</b> 02 |
| <b>Programador Responsable:</b> Kukung Ñahui Panllo  |                                      |                      |
| <b><u>Descripción:</u></b>   |                                      |                      |
| <p>El técnico electricista requiere registrar la ficha técnica del ventilador, esta ficha se registra una única vez y está disponible para su modificación ante cualquier cambio de característica del ventilador para poder evaluar el rendimiento de funcionamiento del motor.</p>   |                                      |                      |
| <b><u>Observaciones:</u></b>   |                                      |                      |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. El módulo de la ficha técnica se realizará en función al formato físico.</li> <li>2. Debe guardarse la ficha técnica con la fecha de creación.</li> <li>3. Se debe gestionar la condición de operación del ventilador en la ficha técnica.</li> <li>4. Se debe gestionar el estado de operatividad del ventilador que puede ser (Bueno, malo o regular).</li> <li>5. En la ficha técnica se debe gestionar el tipo de funcionalidad del ventilador la cual puede ser (Inyector, Extractor)</li> <li>6. En la ficha técnica se debe gestionar la información del fabricante del ventilador.</li> <li>7. La ficha técnica debe considerar como mínimo información relacionada a la tensión, corriente, frecuencia, eficiencia y el tipo de arranque que requiere el motor del ventilador.</li> <li>8. La ficha técnica debe considerar los datos técnicos del motor con el que cuenta el ventilador se requiere coordinar con el jefe del taller eléctrico para definir los datos que se tengan que registrar.</li> <li>9. Cuando se requiere consultar una ficha técnica se demora entre 60 a 90 minutos ubicar los datos del ventilador; se requiere realizar esta actividad como máximo en 30 minutos.</li> </ol> |                                      |                      |

**Fuente:** Kukung Ñahui Panllo. [Agosto - 2017]



**Tabla 9**  
 ESPECIFICACION DE REQUERIMIENTOS (HUF-007)

| <b>Historia de Usuario Funcional</b>   |   |                      |
|--|---|----------------------|
| <b>Numero:</b> #007  | <b>Usuario:</b> Instrumentista Industrial |                      |
| <b>Nombre de la historia:</b> Generar Protocolo de Pruebas   |   |                      |
| <b>Prioridad:</b> 04   | <b>Estimación:</b> 10                     | <b>Iteración:</b> 02 |
| <b>Programador Responsable:</b> Kucing Ñahui Panllo  |   |                      |
| <b><u>Descripción:</u></b>   |   |                      |
| <p>El instrumentista industrial se encarga de generar el protocolo de pruebas para lo cual se debe registrar los datos de la prueba de funcionamiento y en función a los resultados generados se dará de alta el ingreso del ventilador a la unidad minera.</p>  |   |                      |
| <b><u>Observaciones:</u></b>   |   |                      |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Para generar los resultados del protocolo de pruebas debe de ingresarse de forma obligatoria todos los datos de la prueba de funcionamiento requeridos.</li> <li>2. Cuando se genera un nuevo protocolo de pruebas se deberá guardar con la fecha actual del sistema.</li> <li>3. El protocolo de pruebas debe registrar los valores de las pruebas de aislamiento.</li> <li>4. El protocolo de pruebas debe estar compuesto por los valores de las mediciones de tensión eléctrica.</li> <li>5. El protocolo de pruebas debe estar compuesto por los datos de las mediciones de corriente eléctrico.</li> <li>6. El protocolo de pruebas debe contener la información de las mediciones de vibración del ventilador en pleno funcionamiento.</li> <li>7. Se debe registrar la temperatura del motor del ventilador tanto a la altura del rotor como de la caja de bornes inmediatamente después de la prueba de funcionamiento del equipo.</li> <li>8. Para poder evaluar los valores del protocolo de pruebas se toma el tiempo de 2 horas como mínimo por lo que se requiere realizar un banco de información de cálculos con los cuales comparar los resultados y así obtener la evaluación inmediatamente después del registro de datos.</li> </ol> |   |                      |

**Fuente:** Kucing Ñahui Panllo. [Agosto - 2017]

**Tabla 10**  
 ESPECIFICACION DE REQUERIMIENTOS (HUF-008)

| <b>Historia de Usuario Funcional</b>  |                                      |                      |
|---|--------------------------------------|----------------------|
| <b>Numero:</b> #008   | <b>Usuario:</b> Técnico Electricista |                      |
| <b>Nombre de la historia:</b> Actualización de Fichas Técnicas  |                                      |                      |
| <b>Prioridad:</b> 03  | <b>Estimación:</b> 06                | <b>Iteración:</b> 02 |
| <b>Programador Responsable:</b> Kucing Ñahui Panllo   |                                      |                      |
| <b><u>Descripción:</u></b>  |                                      |                      |
| <p>El técnico electricista requiere actualizar las fichas técnicas ante cualquier cambio de componente en el ventilador para poder tener presente los nuevos parámetros de control y así tener un monitoreo con mayor confiabilidad.</p>  |                                      |                      |
| <b><u>Observaciones:</u></b>  |                                      |                      |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se debe registrar la fecha de actualización de los datos del ventilador.</li> <li>2. Los datos solo podrán ser actualizados con nuevos parámetros y no se podrán modificar con campos vacíos.</li> <li>3. Los parámetros eléctricos del ventilador solo podrán ser actualizados con datos nuevos y no con campos vacíos.</li> <li>4. La condición de operación de un ventilador es un dato que siempre será actualizado y no se requiere registrar la fecha de actualización por ser un dato cambiante con fechas indeterminadas</li> <li>5. El estado de funcionamiento del ventilador no requiere generar fecha de actualización ya que es un dato que cambia constantemente y en muchas ocasiones pasa por los tres estados definidos en un solo día.</li> <li>6. El fabricante es un dato que no puede ser modificado.</li> <li>7. El tipo de función de un ventilador puede ser cambiante en el tiempo por lo que se requiere que se pueda actualizar esta información libremente.</li> <li>8. Para poder realizar la actualización de una ficha técnica normalmente se demora en promedio 90 minutos por lo que se requiere optimizar esta actividad a menor tiempo.</li> </ol> |                                      |                      |

**Fuente:** Kucing Ñahui Panllo. [Agosto - 2017]

**Tabla 11**  
 ESPECIFICACION DE REQUERIMIENTOS (HUF-009)

| <b>Historia de Usuario Funcional</b>   |   |                      |
|--|---|----------------------|
| <b>Numero:</b> #009  | <b>Usuario:</b> Instrumentista Industrial |                      |
| <b>Nombre de la historia:</b> Registro de movimiento de ventiladores   |   |                      |
| <b>Prioridad:</b> 04   | <b>Estimación:</b> 06                     | <b>Iteración:</b> 03 |
| <b>Programador Responsable:</b> Kucing Ñahui Panllo  |   |                      |
| <b><u>Descripción:</u></b>   |   |                      |
| <p>El instrumentista industrial requiere registrar el movimiento de los ventiladores al momento de ingresar o salir de la unidad, los estados del ventilador deben ser actualizados para poder mantener un inventario actualizado de ventiladores.</p>   |   |                      |
| <b><u>Observaciones:</u></b>   |   |                      |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Deberá cambiar el color del campo del ventilador a color guindo para indicar que el ventilador esta fuera de la unidad.</li> <li>2. Deberá salir un mensaje que indique que el ventilador esta fuera de la unidad.</li> <li>3. Cuando nos referimos al registro de movimiento de ventiladores nos referimos a la información relaciona al ingreso o salida de la unida; cuando nos referimos al ingreso de un ventilador se debe considerar la siguiente condición:                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ingreso de Equipo Nuevo</li> <li>- Ingreso por devolución de préstamo,</li> <li>- Ingreso de reparación</li> </ul>                     Para definir la salida de un equipo se debe considerar las siguientes condiciones:                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- Salida por inoperativo</li> <li>- Salida por préstamo.</li> <li>- Salida por mantenimiento</li> <li>- Salida por devolución</li> </ul> </li> </ol> |   |                      |

**Fuente:** Kucing Ñahui Panllo. [Agosto - 2017]

**Tabla 12**  
 ESPECIFICACION DE REQUERIMIENTOS (HUF-010)

| <b>Historia de Usuario Funcional</b>   |   |                      |
|--|---|----------------------|
| <b>Numero:</b> #010  | <b>Usuario:</b> Instrumentista Industrial |                      |
| <b>Nombre de la historia:</b> Realizar Asignación de Tableros  |   |                      |
| <b>Prioridad:</b> 04   | <b>Estimación:</b> 08                     | <b>Iteración:</b> 03 |
| <b>Programador Responsable:</b> Kucing Ñahui Panllo  |   |                      |
| <b><u>Descripción:</u></b>   |   |                      |
| <p>El instrumentista industrial requiere la asignación de un tablero de acuerdo a la capacidad de fabricación del tablero y la capacidad de funcionamiento del ventilador para así poder gestionar la configuración de los Relés de protección.</p>  |   |                      |
| <b><u>Observaciones:</u></b>   |   |                      |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. En la opción de seleccionar un tablero arrancador para realizar la asignación se debe limitar a los equipos que sean compatibles con la capacidad del motor del ventilador.</li> <li>2. Para realizar la asignación de un tablero arrancador la condición del tablero debe ser en Stand-By.</li> <li>3. Se debe considerar que al retirar un ventilador de la unidad se debe de liberar la asignación de su tablero arrancador dejándolo en la condición Stand-By para ser asignado a otro ventilador.</li> <li>4. Se necesita desactivar a un tablero que se da de baja, no se debería poder visualizar ningún dato y no debería poder ser asignado a otro ventilador.</li> <li>5. No se puede asignar un tablero a dos ventiladores porque sería deficiente el control de los parámetros aun cuando exista un tablero que sea capaz de administrar la energía eléctrica a dos equipos.</li> <li>6. No se considera como tablero eléctrico a la celda Ormazábal, tener en cuenta esta información para evitar confusiones.</li> </ol> |   |                      |

**Fuente:** Kucing Ñahui Panllo. [Agosto - 2017]

**Tabla 13**  
 ESPECIFICACION DE REQUERIMIENTOS (HUF-011)

| <b>Historia de Usuario Funcional</b>  |   |                      |
|---|---|----------------------|
| <b>Numero:</b> #011   | <b>Usuario:</b> Instrumentista Industrial |                      |
| <b>Nombre de la historia:</b> Registro de monitoreo de parámetros eléctricos  |   |                      |
| <b>Prioridad:</b> 04  | <b>Estimación:</b> 08                     | <b>Iteración:</b> 03 |
| <b>Programador Responsable:</b> Kucing Ñahui Panllo   |   |                      |
| <b><u>Descripción:</u></b>  |   |                      |
| <p>El instrumentista industrial requiere registrar el monitoreo de los parámetros eléctricos realizados en el día de labor, los datos a consignar serán de acuerdo al formato físico de reportes, los datos deberán ser verificados antes de ser grabados para así mantener actualizado la evaluación del consumo de energía eléctrico.</p>   |   |                      |
| <b><u>Observaciones:</u></b>  |   |                      |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. El formulario deberá ser generado en función a la información requerida en el formato físico de reportes.</li> <li>2. Se deberá contar con una base de información actualizada de la información del inventario del ventilador.</li> <li>3. Deberá cambiar el color del campo del ventilador a color guindo para indicar que el ventilador esta fuera de la unidad.</li> <li>4. Deberá salir un mensaje que indique que el ventilador esta fuera de la unidad.</li> <li>5. Se debe comparar los datos ingresados y los datos calculados con anterioridad en la ficha técnica y así mostrar alertas de posibles fallos.</li> <li>6. Se sugiere utilizar el formato en Excel del reporte de mantenimiento diario para realizar el diseño de los formularios.</li> <li>7. Se debe coordinar con el jefe del taller eléctrico para evaluar los datos que se requieran analizar en las actividades de mantenimiento diario.</li> <li>8. Se requiere optimizar el proceso de registro de los parámetros de consumo eléctricos que a la fecha toma más de 40 minutos poder ingresar y procesar la información por parte del instrumentista.</li> </ol> |   |                      |

**Fuente:** Kucing Ñahui Panllo. [Agosto - 2017]

**Tabla 14**  
 ESPECIFICACION DE REQUERIMIENTOS (HUF-012)

| <b>Historia de Usuario Funcional</b>   |   |                      |
|--|---|----------------------|
| <b>Numero:</b> #012  | <b>Usuario:</b> Instrumentista Industrial |                      |
| <b>Nombre de la historia:</b> Registro de los datos de mantenimiento   |   |                      |
| <b>Prioridad:</b> 04   | <b>Estimación:</b> 12                     | <b>Iteración:</b> 04 |
| <b>Programador Responsable:</b> Kucing Ñahui Panllo  |   |                      |
| <b><u>Descripción:</u></b>   |   |                      |
| <p>El instrumentista industrial requiere registrar los datos de mantenimiento eléctrico y mecánico de los ventiladores que contiene información relacionada al aislamiento, vibración, temperatura e inspección de puntos mecánicos del ventilador para así tener actualizado el historial de mantenimiento.</p>   |   |                      |
| <b><u>Observaciones:</u></b>   |   |                      |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Los parámetros serán ingresados solo una única vez sin tener opción de modificación.</li> <li>2. Se debe validar que se encuentra rellenado el campo de aislamiento del conductor para permitir guardar cambios.</li> <li>3. Los datos de mantenimiento irán complementados con los datos de la inspección mecánica periódica que se realiza al equipo.</li> <li>4. Se tiene que registrar imágenes que confirmen la situación actual del equipo antes y después del mantenimiento.</li> <li>5. Se requiere que la medición de aislamiento del conductor eléctrico sea obligatoria para poder procesar los datos.</li> <li>6. Esta actividad en la actualidad toma entre 50 a 60 minutos realizar la documentación, por lo que se requiere que el sistema permita realizar el registro de los datos de mantenimiento de tal forma que el procesamiento tome menos tiempo.</li> </ol> |   |                      |

**Fuente:** Kucing Ñahui Panllo. [Agosto - 2017]

#### 4.1.2.5. Criterios de Aceptación.

Están compuestos por la descripción del contexto, evento y consecuencia, definen los requerimientos del dueño de producto sobre cómo deben comportarse el sistema para ejecutar la acción, a continuación, se presenta los criterios de aceptación del sistema que abarca desde la tabla 15 hasta la tabla 26.

Tabla 15  
CRITERIOS DE ACEPTACIÓN (HUF-001)

| Historia de Usuario Funcional  |   |
|--|---|
| <b>Numero:</b> #001  | <b>Usuario:</b> jefe del taller eléctrico |
| <b>Nombre de la historia:</b> Login del Sistema  |   |
| <b><u>Criterios de Aceptación:</u></b>   |   |
| <b>Escenario I.</b> Cuando el usuario o password es incorrecto se mostrará un mensaje indicando sus datos son incorrectos.                           |   |
| <b>Escenario II.</b> Cuando los datos de acceso son correctos se re direccionará a la página de bienvenida al sistema.                               |   |
| <b>Escenario III.</b> Cuando los datos del usuario son correctos y no hay conexión con la base de datos se mostrará un mensaje indicando conectando. |   |

Fuente: Kukung Ñahui Panllo. [Agosto - 2017]

Tabla 16  
CRITERIOS DE ACEPTACIÓN (HUF-002)

| Historia de Usuario Funcional   |   |
|---|---|
| <b>Numero:</b> #002   | <b>Usuario:</b> Instrumentista Industrial |
| <b>Nombre de la historia:</b> Registro de Ventiladores  |   |
| <b><u>Criterios de Aceptación:</u></b>  |   |
| <b>Escenario I.</b> Durante el proceso de registro del ventilador el estado del ventilador por defecto será pendiente de activación                         |   |
| <b>Escenario II.</b> El código del ventilador será semejante a la siguiente nomenclatura: V 125.15  |   |
| <b>Escenario III.</b> Cuando se pulse el botón guardar y exista un dato sin selección debe salir un mensaje indicando que no puede dejar ningún dato vacío. |   |

Fuente: Kukung Ñahui Panllo. [Agosto - 2017]

**Tabla 17**  
CRITERIOS DE ACEPTACIÓN (HUF-003)

| <b>Historia de Usuario Funcional</b>  |   |
|---|---|
| <b>Numero:</b> #003   | <b>Usuario:</b> Instrumentista Industrial |
| <b>Nombre de la historia:</b> Registro de Tableros Arrancadores   |   |
| <b><u>Criterios de Aceptación:</u></b>  |   |
| <p><b>Escenario I.</b> El código del tablero arrancador será semejante a la siguiente nomenclatura: T 125.14</p> <p><b>Escenario II.</b> Cuando se registra el ventilador este debe salir en la condición de Stand By hasta que sea asignado a un ventilador.</p> |   |

**Fuente:** Kucing Ñahui Panllo. [Agosto - 2017]

**Tabla 18**  
CRITERIOS DE ACEPTACIÓN (HUF-004)

| <b>Historia de Usuario Funcional</b>   |   |
|--|---|
| <b>Numero:</b> #004  | <b>Usuario:</b> Instrumentista Industrial |
| <b>Nombre de la historia:</b> Registro de Puntos de Ubicación  |   |
| <b><u>Criterios de Aceptación:</u></b>   |   |
| <p><b>Escenario I.</b> Para generar un punto de ubicación valido se debe de considerar como mínimo el registro del nivel (Nv), el registro de un yacimiento (OB) y la combinación del resto de las opciones.</p> <p><b>Escenario II.</b> Un punto de ubicación puede estar ubicado dentro del yacimiento minero o fuera de este, este dato estará referenciado con un mensaje que indique el acceso a este punto de ubicación.</p> |   |

**Fuente:** Kucing Ñahui Panllo. [Agosto - 2017]



**Tabla 19**  
CRITERIOS DE ACEPTACIÓN (HUF-005)

| <b>Historia de Usuario Funcional</b>                             |   |
|--|---|
| <b>Numero:</b> #005  | <b>Usuario:</b> Técnico Electricista  |
| <b>Nombre de la historia:</b> Registro de Inspecciones Mecánicas |   |
| <b><u>Criterios de Aceptación:</u></b>                           |   |
| <b>Escenario I.</b>  | Cuando un ventilador se encuentre inoperativo debe de marcarse de color rojo con un mensaje que indique el estado.  |
| <b>Escenario II.</b>   | Cuando se genera una nueva ficha se debe guardar la fecha y hora del momento que se realizó la actividad  |
| <b>Escenario III.</b>  | Cuando se ingresan las inspecciones mecánicas realizadas en forma general y se desee guardar la información el campo relacionado a la base y anclaje debe ser rellenado de forma obligatoria. |
| <b>Escenario IV.</b>   | Cuando se ingresan las inspecciones mecánicas de un motor se requiere que el campo que valida la inspección del sistema de lubricación sea obligatorio el ingreso de información.             |

**Fuente:** Kukung Ñahui Panllo. [Agosto - 2017]

**Tabla 20**  
CRITERIOS DE ACEPTACIÓN (HUF-006)

| <b>Historia de Usuario Funcional</b>                      |  |
|---|--|
| <b>Numero:</b> #006                                       | <b>Usuario:</b> Técnico Electricista   |
| <b>Nombre de la historia:</b> Registro de Fichas Técnicas |  |
| <b><u>Criterios de Aceptación:</u></b>                    |  |
| <b>Escenario I.</b>                                       | Los datos de parámetros eléctricos no pueden estar vacíos por lo que saldrá un mensaje indicando que se debe llenar todos los campos requeridos. |
| <b>Escenario II.</b>                                      | Se mostrará un mensaje indicando que requiere ingresar los datos de fabricación antes de guardar la ficha.                                       |

**Fuente:** Kukung Ñahui Panllo. [Agosto - 2017]

**Tabla 21**  
CRITERIOS DE ACEPTACIÓN (HUF-007)

| <b>Historia de Usuario Funcional</b>   |   |
|--|---|
| <b>Numero:</b> #007  | <b>Usuario:</b> Instrumentista Industrial |
| <b>Nombre de la historia:</b> Generar Protocolo de Pruebas   |   |
| <b><u>Criterios de Aceptación:</u></b>   |   |
| <p><b>Escenario I.</b> Al presionar la opción generar reporte cuando los datos de las pruebas de funcionamiento están vacíos saldrá un mensaje indicando que no se puede generar el reporte si no se tiene ningún dato registrado.</p> <p><b>Escenario II.</b> Si todos los datos de las pruebas están registrados al pulsar el botón generar saldrá un mensaje indicando si el ventilador cumple con los datos mínimos permisibles de funcionamiento.</p> <p><b>Escenario III.</b> Si el ventilador cumple con los parámetros mínimos se activará la opción dar de alta al ventilador caso contrario se activará la opción de Devolución.</p> |   |

**Fuente:** Kucing Ñahui Panllo. [Agosto - 2017]

**Tabla 22**  
CRITERIOS DE ACEPTACIÓN (HUF-008)

| <b>Historia de Usuario Funcional</b>   |                                      |
|--|--------------------------------------|
| <b>Numero:</b> #008  | <b>Usuario:</b> Técnico Electricista |
| <b>Nombre de la historia:</b> Actualización de Fichas Técnicas   |                                      |
| <b><u>Criterios de Aceptación:</u></b>   |                                      |
| <p><b>Escenario I.</b> Cuando se presione el botón guardar y se tenga datos en blanco saldrá un mensaje indicando que no puede guardar datos en blanco y se activara las opciones retornar y guardar de todos modos.</p> <p><b>Escenario II.</b> Si se presiona la opción guardar de todos modos los campos registrados en blanco no se actualizarán y se mantendrá la información anterior en dichas casillas de información.</p> |                                      |

**Fuente:** Kucing Ñahui Panllo. [Agosto - 2017]

**Tabla 23**  
CRITERIOS DE ACEPTACIÓN (HUF-009)

| <b>Historia de Usuario Funcional</b>  |   |
|---|---|
| <b>Numero:</b> #009   | <b>Usuario:</b> Instrumentista Industrial |
| <b>Nombre de la historia:</b> Registro de monitoreo de ventiladores   |   |
| <b><u>Criterios de Aceptación:</u></b>  |   |
| <p><b>Escenario I.</b> Cuando el ventilador es dado de alta e ingresa a la unidad tomara el color turquesa que indica que el equipo se encuentra en Stand-By.</p> <p><b>Escenario II.</b> Cuando un ventilador es dado de baja tomara el color guindo indica que el ventilador esta fuera de la unidad</p> <p><b>Escenario III.</b> Se debe mostrar alertas que indiquen los posibles fallos al comparar los datos ingresados con los datos calculados en el cuaderno de cálculos matemáticos y eléctricos.</p> |   |

**Fuente:** Kucing Ñahui Panllo. [Agosto - 2017]

**Tabla 24**  
CRITERIOS DE ACEPTACIÓN (HUF-010)

| <b>Historia de Usuario Funcional</b>   |   |
|--|---|
| <b>Numero:</b> #010  | <b>Usuario:</b> Instrumentista Industrial |
| <b>Nombre de la historia:</b> Realizar Asignación de Tableros  |   |
| <b><u>Criterios de Aceptación:</u></b>   |   |
| <p><b>Escenario I.</b> Si el ventilador tiene asignado un tablero y se desea asignar otro deberá salir un mensaje confirmando la nueva asignación.</p> <p><b>Escenario II.</b> Debe existir una opción para poder listar todos los tableros para poder realizar la asignación con otros equipos en casos excepcionales.</p> <p><b>Escenario III.</b> Se debe de marcar un ventilador que no sea de la capacidad y este asignado a un ventilador como tablero excepcional y tomara el color morado.</p> |   |

**Fuente:** Kucing Ñahui Panllo. [Agosto - 2017]

**Tabla 25**  
CRITERIOS DE ACEPTACIÓN (HUF-011)

| <b>Historia de Usuario Funcional</b>   |   |
|--|---|
| <b>Numero:</b> #011  | <b>Usuario:</b> Instrumentista Industrial |
| <b>Nombre de la historia:</b> Registro de Monitoreos de parámetros Eléctricos  |   |
| <b><u>Criterios de Aceptación:</u></b>   |   |
| <p><b>Escenario I.</b> Al momento de grabar deberá salir un mensaje confirmando si son todos los datos a guardar e indicando que una vez guardado no habrá opción a modificación.</p> <p><b>Escenario II.</b> Se debe guardar la información del instrumentista que está realizando el ingreso de los registros de los datos de monitoreo.</p> |   |

**Fuente:** Kucing Ñahui Panllo. [Agosto - 2017]

**Tabla 26**  
CRITERIOS DE ACEPTACIÓN (HUF-012)

| <b>Historia de Usuario Funcional</b>   |   |
|--|---|
| <b>Numero:</b> #012  | <b>Usuario:</b> Instrumentista Industrial |
| <b>Nombre de la historia:</b> Registro de los datos de mantenimiento   |   |
| <b><u>Criterios de Aceptación:</u></b>   |   |
| <p><b>Escenario I.</b> Se debe mostrar un mensaje indicando que todos los datos de aislamiento del conductor eléctrico deben estar llenos antes de proceder a guardar.</p> <p><b>Escenario II.</b> Se mostrar un mensaje que indique que ningún dato puede ser negativo.</p> |   |

**Fuente:** Kucing Ñahui Panllo. [Agosto - 2017]

#### 4.1.3. Fase de planificación.

##### 4.1.3.1. Pila de Producto (Product Backlog)

La Pila de Producto (Product Backlog) es el instrumento metodológico del marco de trabajo de Scrum la cual usaremos para listar las características o funcionalidades del software a desarrollar, para priorizarlas de acuerdo a las necesidades del área de negocio.

Su contenido se desarrolla a partir de las historias de usuario identificadas por el dueño de producto (Product Owner); la pila de producto permitirá tener una visualización de las funcionalidades a desarrollar, priorizar las características del software según las necesidades del negocio, dejar registrado el esfuerzo necesario para desarrollar la historia y asignarla a una iteración (Sprint). Para ello, se deben seguir las reglas de administración de la pila de producto.

Para el desarrollo de la presente investigación usaremos la plantilla obtenida en el Curso Scrum Master: gestión Ágil de proyectos con Scrum desarrollada por la empresa ManagementPlaza; la plantilla para la Pila de Producto (Product Backlog) contiene las siguientes columnas: ID de la Historia (Funcionalidad), su enunciado, Estado, Dimensión (o Esfuerzo), Iteración, Prioridad y Comentarios; los cuales fueron adecuados para nuestra investigación y la presentamos en el **anexo N° 04**.

## **4.2. Desarrollo del Sistema con SCRUM**

### **4.2.1. Pre-Juego del Montaje:**

#### **4.2.1.1. Lista de tareas de la iteración (Sprint Backlog)**

La metodología Scrum divide el proceso de desarrollo de software en una serie de iteraciones, denominadas Sprint, al comienzo de la iteración se realiza una reunión de planificación (Sprint Planning), donde se define la lista de tareas de la iteración (Sprint Backlog).

En Scrum la lista de tareas de la iteración (Sprint Backlog), es una lista de los elementos de la pila de producto (Product Backlog) y sus tareas que las componen, seleccionados por el equipo Scrum para la iteración.

Por ende, para elaborar la lista de tareas de la iteración, es necesario tener definidas previamente las historias de usuario y la pila de producto (Product Backlog).

Mientras que la pila de producto contiene solo historias y abarca todo el proyecto, la lista de tareas de la iteración amplía el detalle y enumera las tareas individuales necesarias para implementarlas, para el desarrollo de la presente investigación usaremos la plantilla obtenida en el Curso Scrum Master denominado gestión Ágil de proyectos con Scrum desarrollada por la empresa ManagementPlaza la cual fue adecuada para la investigación la cual presentamos en el **anexo N° 05**.

## 4.2.2. Juego del Desarrollo:

### 4.2.2.1. Ejecución del Sprint 01

#### 4.2.2.1.1. Reunión de Retrospectiva

Al finalizar el desarrollo del sprint 01 se realiza una "Reunión de Retrospectiva", cuyo objetivo es reunir al equipo con su Coach, que es el Scrum Master, para conversar sin tapujos acerca de que salió bien durante la iteración, que no salió bien y cuales mejoras se pueden implementar en la próxima iteración.

Para poder entender la reunión de retrospectiva realizada en este Sprint se presenta el **anexo N° 06** denominado resultado de la reunión de retrospectiva al cual se recomienda visualizar; en esta se incluyen espacios para documentar los éxitos identificados (que salió bien), errores identificados (lo que no salió bien) y las recomendaciones de mejoras en la forma de trabajar para aplicarlas en la próxima iteración.

#### 4.2.2.1.2. Informe de ejecución de pruebas de software

Cuando ejecutamos proyectos de desarrollo de software, la fase de pruebas (Software Testing) suele ser crítica, y es un momento en el cual diversos interesados (stakeholders) requieren información al minuto sobre el estado de la calidad del software que se está desarrollando.

En el capítulo v presentamos la descripción del **anexo N°7(registro de Ventiladores), N°8(registro de tableros arrancadores) y N°9(registro de puntos de ubicación)** las cuales contienen información de la ejecución de pruebas relacionadas al sprint.

### 4.2.2.2. Ejecución del sprint 02

#### 4.2.2.1.1. Reunión de Retrospectiva

Al finalizar el desarrollo del sprint 02 se realiza una "Reunión de Retrospectiva", cuyo objetivo es reunir al equipo con el Scrum Master, para conversar sin tapujos acerca de que salió bien durante la iteración, que no salió bien y cuales mejoras se pueden implementar en la próxima iteración.

Revisar el **Anexo N°10** para conocer el resultado de la reunión de retrospectiva correspondiente a esta iteración.

#### **4.2.2.1.2. Solicitud de cambio de software**

Una solicitud de cambios contiene una propuesta formal de modificaciones a la línea base o documento de proyecto, estas solicitudes pueden abarcar todo tipo de cambios en el proyecto, como modificaciones de alcance, re-planificaciones en el cronograma, incrementos de presupuesto, cambios en niveles de calidad, procedimientos de trabajo, acciones correctivas, preventivas asignaciones de recursos entre otros.

Durante la ejecución de nuestro proyecto se presentó una solicitud de cambio en esta iteración la cual consiste en una modificación en el cronograma planteado al momento del desarrollo del acta de constitución del proyecto, se debe mencionar que esta modificación fue aprobada y para mayores detalles se recomienda ir a visualizar el **anexo N° 11**.

#### **4.2.2.1.3. Informe de ejecución de pruebas de software**

Cuando ejecutamos proyectos de desarrollo de software, la fase de pruebas suele ser crítica, y es un momento en el cual diversos interesados requieren información sobre el estado de la calidad del software que se está desarrollando.

En el capítulo v presentamos la descripción del **anexo N° 12(Login del sistema)**, **N° 13(registro de fichas técnicas)** las cuales contienen información de la ejecución de pruebas relacionadas al sprint.

### **4.2.2.3. Ejecución del sprint 03**

#### **4.2.2.1.1. Reunión de Retrospectiva**

Al finalizar el desarrollo del sprint 03 se realiza una "Reunión de Retrospectiva", cuyo objetivo es reunir al equipo con el Scrum Master, para conversar sin tapujos acerca de que salió bien durante la iteración, que no salió bien y cuales mejoras se pueden implementar en la próxima iteración.

Revisar el **anexo N°14** para conocer el resultado de la reunión de retrospectiva correspondiente a esta iteración y el **anexo N° 15** para ver una copia del cuaderno de cálculos matemáticos eléctricos desarrollados para la confrontación de resultados.

#### **4.2.2.1.2. Informe de ejecución de pruebas de software**

Cuando ejecutamos proyectos de desarrollo de software, la fase de pruebas suele ser crítica, y es un momento en el cual diversos interesados requieren información sobre el estado de la calidad del software que se está desarrollando.

En el capítulo v presentamos la descripción del **anexo N° 16 (generar protocolo de pruebas)** las cuales contienen información de la ejecución de pruebas relacionadas al sprint.

#### **4.2.3. Post-Juego de Liberación:**

##### **4.2.3.1. Manual Técnico.**

Un manual se trata de una guía que ayuda a entender el funcionamiento de algo, o bien que educa a sus lectores acerca de un tema de forma ordenada y concisa; un usuario es, por otra parte, la persona que usa ordinariamente algo o que es destinataria de un producto o de un servicio.

El manual técnico que se presenta en el **anexo N° 17** es aquel que va dirigido a un público con conocimientos técnicos sobre algún área en explícito para la oficina de informática de la unidad minera; la documentación del proyectos es importante para identificar más fácilmente los aspectos y características que forman parte del sistema, una adecuada documentación le proporciona identidad y "personalidad" a un proyecto, de manera que los usuarios responsables del mismo podrán reconocer más fácilmente las ventajas y desventajas, características y funcionalidades, funciones y ventajas, así como costos y beneficios que impliquen el desarrollo del proyecto

##### **4.2.3.2. Manual de Usuario.**

El manual de usuario que se presenta en el **anexo N° 18** brinda las instrucciones necesarias para que un usuario pueda utilizar el sistema, se detalla las funciones de los diferentes módulos desarrollados hasta la fecha.

Por lo tanto, el manual de usuario que adjunta es un documento de comunicación técnica que busca brindar asistencia a los usuarios convencionales del sistema, este manual está desarrollado en un lenguaje ameno y simple para llegar a la mayor cantidad posible de receptores.



## **CAPÍTULO V**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **5.1. Discusión de Resultados.**

Mediante entrevistas al personal técnico del área de ventilación de la super intendencia de mantenimiento eléctrico mina y utilizando las historias de usuario hemos identificado los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema; estos requerimientos nos han permitido generar módulos de seguridad para limitar el acceso a la información registrada en el sistema, registrar la información técnica de los ventiladores, tableros arrancadores y generar protocolos de pruebas.

La manera en que estuvo direccionada la investigación hizo posible que se obtuviera un producto con las siguientes características:

- Simplicidad en la plataforma debido al lenguaje de programación elegido (PHP y Java Script), además de lograr una interfaz atractiva y funcional gracias a la integración de componentes contenidos en el framework Bootstrap. Cabe señalar que la interfaz de la aplicación está directamente afectada por la plataforma en la cual se ejecute.
- La arquitectura del sistema web y la forma en que se modeló el sistema lo hace escalable, es decir, posee la capacidad de expansión en cuanto a funcionalidad. Por ello el presente trabajo puede considerarse como un punto de partida para el desarrollo de nuevos proyectos de investigación.

La manera de evaluar la funcionalidad del sistema consistió en la validación de los criterios de aceptación definidos con anterioridad en el capítulo IV, sub capítulo de requerimientos del sistema; todos los resultados obtenidos se describen en las pruebas de sistema que se presenta a continuación.

## 5.2. Pruebas del Sistema

En esta sección se especificarán las pruebas realizadas al sistema web para garantizar la calidad del entregable, el proceso de pruebas corresponde a la verificación de los criterios de aceptación previamente definidos para cada historia de usuario y de esta manera identificar defectos para ser corregidos; las pruebas del sistema web que se realizaron son las siguientes.

### 5.2.1. Informe de ejecución de pruebas de software del Sprint 01

Las pruebas de software realizadas consisten en la evaluación de cada caso presentado en los criterios de aceptación de las historias de usuario, implica la evaluación de errores de comunicación entre el cliente y el investigador, también se evalúa el tiempo de respuesta del proceso al cual comprende una historia de usuario.

Esto garantiza, prácticamente en su totalidad, el buen funcionamiento del sistema web, para describir las pruebas de funcionalidad realizadas se suele manejar un informe de pruebas, el cual según la criticidad del proyecto puede ser solicitado una o varias veces; durante el desarrollo de nuestro proyecto de investigación realizamos las pruebas de software, las cuales se encuentra adjuntadas en el **anexo N°7** que presenta los registros de las pruebas realizadas al módulo que comprende la historia de usuario: registro de Ventiladores, el **anexo N°8** donde se muestran las pruebas de funcionalidad realizada al módulo que comprende la historia de usuario: registro de tableros arrancadores y por último el **anexo N°9** en el cual se registraron las pruebas de funcionalidad al módulo que comprende la historia de usuario: registro de puntos de ubicación, estas pruebas están basados en la comprobación de los criterios de aceptación validados con anterioridad, la intención es comunicar a todos los involucrados la situación de las pruebas, que defectos críticos se están reportando y cuantos casos faltan por ejecutar.

### 5.2.2. Informe de ejecución de pruebas de software del Sprint 02

Para garantizar el buen funcionamiento del sistema web, se realizó las pruebas de funcionalidad a partir del cual se plasmó el informe de avance de pruebas, el cual puede ser solicitado una o varias veces; las pruebas realizadas en este sprint se encuentra adjuntadas en el **anexo N° 12** que presenta a todas las pruebas a las que fue sometida el módulo que corresponde a la historia de usuario: Login del sistema y en el **anexo N° 13** se presenta las pruebas de funcionalidad realizadas a la historia de usuario: registro de fichas técnicas, estas pruebas se basan en la comprobación de los criterios de aceptación validados con anterioridad en cada historia de usuario, la intención es comunicar la situación actual de la aplicación web, los defectos críticos que se están reportando y cuantos casos faltan por ejecutar.

### **5.2.3. Informe de ejecución de pruebas de software del Sprint 03**

EL informe de ejecución de pruebas de software se elabora con el fin de especificar qué escenarios fueron validados de los criterios de aceptación; además, a través de la ejecución de pruebas se puede continuar con la trazabilidad de los requerimientos, con lo cual se identifica el porcentaje de avance que se ha logrado hasta ese momento, obtener información sobre los errores, defectos o fallas que tiene el producto en ese momento; de esta manera se realizan las correcciones pertinentes y se asegura la calidad del producto que se está entregando al cliente, los resultados de las pruebas registradas en esta iteración se encuentra en el **anexo N° 16** donde se presenta las pruebas de funcionalidad realizadas a la historia de usuario: generar protocolo de pruebas.

## CONCLUSIONES

El desarrollo del presente trabajo de investigación nos lleva a concluir que:

1. Al realizar la implementación del sistema de gestión de información del proceso de mantenimiento y monitoreo de parámetros de consumo eléctrico de los ventiladores asignados al área de ventilación de la Súper Intendencia de Mantenimiento Eléctrico de una Unida Minera permite mejorar el tiempo de obtención de información y garantizar la confiabilidad de los datos.
2. La identificación de las necesidades de los usuarios mediante la aplicación de historias de usuarios que sugiere la metodología Extreme Programming permitió identificar de forma precisa los requerimientos funcionales y no funcionales para la implementación del sistema web.
3. Las especificaciones de los componentes y funciones del sistema web son bastante detalladas gracias a la aplicación de las historias de usuario que permiten determinar los componentes del sistema y las especificaciones de cada historia de usuario permitieron construir criterios de funcionalidad para generar un sistema web sólido y funcional.
4. El uso del patrón de desarrollo modelo Vista controlador permitió separar la capa de datos, codificación e interfaz para un mejor entendimiento de la programación; también el uso del patrón nos permitió diseñar e implementar el sistema web de manera ágil y versátil cambios repentinos de los requerimientos.,
5. El sistema web al ser desarrollado bajo el framework Bootstrap se convierte en una plataforma versátil y adaptable a diferentes navegadores además de otorgarle un plus a ser adaptable a dispositivos móviles.

## RECOMENDACIONES

Para realizar mantenimiento y mejoras en el sistema web se recomienda:

1. Al área de informática de la unidad minera generar políticas para el uso adecuado del sistema además de mantener actualizado la información de los usuarios para garantizar que el acceso al sistema sea únicamente al personal con contrato vigente.
2. Usar la metodología extreme Programming para futuras recolecciones de requerimiento cuando se desee realizar el mantenimiento o las mejoras del sistema web para de esta manera interactuar con el usuario final y obtener las necesidades que requieran ser solucionadas mediante la realización de historias de usuario.
3. Utilizar las historias de usuario, las especificaciones de requerimientos y los criterios de aceptación que propone la metodología extreme Programming para generar los componentes y funciones con suficiente detalle al momento de realizar el mantenimiento o generar mejoras al sistema web.
4. Verificar el manual técnico para realizar el mantenimiento, generación de nuevos módulos ya que en este documento se describe la estructura de la base de datos, la codificación y estructura funcional de sistema web.
5. Evaluar constantemente la funcionalidad y adaptabilidad del sistema ante nuevas versiones de los navegadores web para garantizar el buen desempeño del sistema web.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] D. Saavedra (2014, abril.). Administración de proyectos en el área de motores eléctricos (2,000V–6600V), en la empresa WEG México. [En línea] Disponible en: <http://avalon.cuautitlan2.unam.mx/biblioteca/tesis/926.pdf>
- [2] M. Caltenco (2008, junio.). Criterios de ingeniería aplicables en la selección óptima de motores trifásicos de inducción tipo jaula de ardilla. [En línea] Disponible en: <http://es.calameo.com/read/004484430b900f9d7661b>.
- [3] M. A. Burgos (2019, mayo.). Proponer un sistema de gestión de contenidos, ECM, enfocado a soportar, mantener y mejorar continuamente el sistema de gestión integrado de IQS Ltda. en el área de administración y finanzas. [En línea] Disponible en: [http://cybertesis.ubiobio.cl/tesis/2010/burgos\\_m/doc/burgos\\_m.pdf](http://cybertesis.ubiobio.cl/tesis/2010/burgos_m/doc/burgos_m.pdf).
- [4] M. Sánchez, M. Vargas (2011, junio.). Sistema de Información para el Control de Inventarios del Almacén del ITS. [En línea] Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/944/94419100007.pdf>
- [5] M. Goicochea (2009, agosto.). Diseñar e implementar el módulo de inventario y rastreo de puntos de venta tal y como lo solicito PMS, atendiendo a las necesidades y requerimientos de la empresa. [En línea] Disponible en: <http://159.90.80.55/tesis/000156399.pdf>
- [6] D. Quiroz, J. Tasilla (2015). Sistema de información con tecnología web para la mejora de la gestión del proceso de abastecimiento y almacén de la Municipalidad Distrital de Guadalupe. [En línea] Disponible en: <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/3899>
- [7] B. Muñoz (2007, octubre). Mantenimiento Industrial de la Universidad Carlos III de Madrid - Área de Ingeniería Mecánica. [En línea] Disponible en: <http://ocw.uc3m.es/ingenieria-mecanica/teoria-de-maquinas/lecturas/MantenimientoIndustrial.pdf>
- [8] M. Botha (1997, September). Electrical Machines Failure, Causes and Cures, Electrical Machines and Drives. 8va, conferencia anual de IEEE, N° 444, pp. 114-117.
- [9] E. Contreras, R Sánchez (2010). Diseño y construcción de un banco de prácticas en motores eléctricos, como apoyo a la asignatura diseño de Maquinas II. [En línea] Disponible en: <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2010/133923.pdf>
- [10] C. Jara (2015, marzo). Manual de mantenimiento preventivo para la optimización de funcionamiento de equipos de línea blanca grande [En línea] Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/10271/1/UPS-GT001306.pdf>

- [11] Compañía peruana de uso minero ecológico y técnico (2006, agosto); capacitación para trabajadores mineros cerro rico-base rey [en línea] disponible en: [http://geco.mineroartesanal.com/tiki-download\\_wiki\\_attachment.php?attid=637](http://geco.mineroartesanal.com/tiki-download_wiki_attachment.php?attid=637)
- [12] G. Ponjuán (2004) Gestión de la Información: dimensiones e implementación para el éxito organizacional. Rosario, Ediciones Nuevo Paradigma. Disponible en Biblioteca Universidad Continental de Ciencias e ingeniería
- [13] U. Páez (1990) Gestión de inteligencia, aprendizaje tecnológica y modernización del trabajo informacional: retos y oportunidades Disponible en Biblioteca universidad Continental y Ciencias e Ingeniería
- [14] G. Moreiro (1998) Introducción al estudio de la información y la documentación; publicación trimestral Universidad Autónoma de México Vol31 disponible en la Universidad Continental de Ciencias e ingeniería.
- [15] B. Villareal (2016, julio) Desarrollo de un sistema web para la gestión de procesos de un restaurante [en línea] disponible en: [http://oa.upm.es/43297/9/TESIS\\_MASTER\\_BORIS\\_JAVIER\\_VILLARREAL\\_MOSQUERA.pdf](http://oa.upm.es/43297/9/TESIS_MASTER_BORIS_JAVIER_VILLARREAL_MOSQUERA.pdf)
- [16] S. Rivadeneira (2012, mayo) Metodologías Ágiles Enfocadas al Modelado de Requerimientos [En Línea] disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5123612>

## **ANEXOS**