

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA DE INGENIERIA DE SISTEMAS INFORMATICOS



**SISTEMA INFORMÁTICO PARA EL SEGUIMIENTO DEL
PLAN DE MANTENIMIENTO ANUAL DE LA MAQUINARIA
Y EQUIPO DE LA EMPRESA SOLAIRE S.A. DE C.V.**

PRESENTADO POR:

VANESSA ELENA CAMPOS GARCIAGUIRRE

IRVIN YOVANY LEIVA PEÑATE

MIGUEL STANLEY MÁRTIR JORGE

PARA OPTAR AL TITULO DE:

INGENIERO DE SISTEMAS INFORMATICOS

CIUDAD UNIVERSITARIA, FEBRERO DE 2018

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR:

MSC. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

SECRETARIO GENERAL:

MSc. CRISTOBAL HERNAN RIOS BENITEZ

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

DECANO:

ING. FRANCISCO ANTONIO ALARCON SANDOVAL

SECRETARIO:

ING. JULIO ALBERTO PORTILLO

ESCUELA DE INGENIERIA DE SISTEMAS INFORMÁTICOS

DIRECTOR:

ING. JOSE MARIA SANCHEZ CORNEJO

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA DE SISTEMAS INFORMATICOS

Trabajo de Graduación previo a la opción al Grado de:

INGENIERO DE SISTEMAS INFORMATICOS

Título:

**SISTEMA INFORMÁTICO PARA EL SEGUIMIENTO DEL
PLAN DE MANTENIMIENTO ANUAL DE LA
MAQUINARIA Y EQUIPO DE LA EMPRESA SOLAIRE S.A.
DE C.V.**

Presentado por:

VANESSA ELENA CAMPOS GARCIAGUIRRE

IRVIN YOVANY LEIVA PEÑATE

MIGUEL STANLEY MÁRTIR JORGE

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Asesor:

ING. RODRIGO ERNESTO VÁSQUEZ ESCALANTE

SAN SALVADOR, FEBRERO DE 2018

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Asesor:

ING. RODRIGO ERNESTO VÁSQUEZ ESCALANTE

Agradecimientos

Comenzaré mis agradecimientos con una frase del Nobel de la Paz Martin Luther King, Jr. (1929 - 1968) *“Sino puedes volar entonces corre, sino puedes correr entonces camina, sino puedes caminar entonces arrástrate, pero sea lo que sea que hagas, sigue moviéndote hacia adelante”*.

No importa las dificultades, nunca hay que perder la visión de nuestras metas y objetivos, siempre hay que seguirse moviendo hacia adelante, nunca dejaremos de aprender, aunque estoy culminando una gran etapa con este proyecto sé que nuevas metas y objetivos me esperan y con la ayuda de Dios estaré preparada para seguir adelante.

Agradezco a Dios por conceder sabiduría, valor y fuerza aun en los momentos más difíciles. Mediante su infinita gracia, he logrado completar esta meta.

Mis más sinceros agradecimientos a la persona más importante en mi vida: mi madre María Elena Campos, no me bastaría una vida para agradecer a tan noble mujer, un ejemplo de perseverancia, inteligencia y lucha. Gracias por su apoyo durante cada día de mi vida, por creer en mí, por formar valores y enseñarme mis mayores lecciones de vida. Si alguien merece reconocimiento es usted, sé que no ha sido fácil, pero agradezco que siga estando en cada etapa de mi vida.

Extiendo estos agradecimientos a mis dos hermanas Lorena Portillo y Krissia Portillo, dos mujeres excepcionales con las que sé que puedo contar siempre, cada una ha aportado parte importante tanto en mi vida personal como en el desarrollo de mi carrera. Sus constantes ánimos, su aporte profesional y sus experiencias personales han sido de gran ayuda para mí, son las mejores hermanas que Dios pudo darme.

A mis amigos, Irvin Leiva y Miguel Mártir, gracias por compartir este desafío junto a mí, éste no será el último, nuestras metas y objetivos van más lejos, más que compañeros, más que amigos, son familia, son mis hermanos. Para ambos mis mejores deseos, son excelentes personas, y puedo asegurar que excelentes profesionales.

Quiero hacer una mención especial a dos amigos: Jorge Iraheta y Carolina Alvarado. Para Jorge, gracias por tu amistad de tantos años y por ser parte en mi desarrollo profesional, hemos trabajado juntos hombro a hombro, me has acompañado en los buenos y no tan buenos momentos no deseo más que éxitos, alegrías y bendiciones para ti. Para Carolina has sido una excelente amiga, gracias por tu apoyo en el desarrollo de este proyecto y sobre todo por tu apoyo constante desde el día que nos conocimos, a ti también te deseo éxitos. Cuenten conmigo siempre.

A nuestro docente asesor Ing. Rodrigo Vásquez agradecemos que compartiera con nosotros sus conocimientos, que nos apoyara y nos animara a continuar con cada etapa de este proyecto, fue docente en un par de asignaturas y tuvimos el honor de tenerlo como asesor, aprendí mucho, cada una de sus enseñanzas seguirán presentes en mi vida profesional.

Finalizo brindando los agradecimientos a la empresa Solaire S.A de C.V. y en especial al Ing. Santos Rivera por apoyarnos en cada una de las etapas de este proyecto. Gracias por confiar en nosotros, recibarnos en su empresa y permitirnos apoyar sus procedimientos.

Vanessa Elena Campos Garcíaguirre.

Agradecimientos

Esta aventura ha llegado a su final y quiero agradecer a mis padres espirituales Melquisedec Lisbet ya que sin ellos nada soy ni puedo a ellos dedico mis logros pues ellos me los dan.

Agradezco en gran manera y mi padre y madre Félix Emilia ya que fueron y serán un gran pilar en mis decisiones, ellos me han formado en la persona que soy, me han apoyado en cada decisión que he tomado respetándolas y dándome consejos idóneos para cada situación, como olvidarme de mi hermana Elsy, ella a pesar de todas las peleas que teníamos (Clásicas entre hermanos) yo sabía que me apoyaba de una u otra forma.

Agradezco a mis compañeros de tesis Vanessa y Miguel ya que es con ellos pasamos una y mil aventuras tanto en el desarrollo de este nuestro último trabajo como en muchas otras asignaciones que nos fueron dadas en el transcurso de nuestro crecimiento profesional, muchachos ustedes son personas en quienes puedo confiar a ojo cerrado, gracias por el apoyo y los empujones que nos dimos para salir adelante.

A mi asesor de trabajo de graduación Ing. Rodrigo Vásquez que nos orientó para llevar a una buena culminación nuestro trabajo, gracias por su tiempo y esfuerzo los cuales fueron cruciales para nosotros.

A todo el personal de Solaire S.A de C.V. que nos brindaron toda la ayuda que necesitamos para poder realizar nuestro trabajo en especial al Ing. Santos Rivera que nos ayudó en cada momento que lo requerimos.

Adicionalmente quiero agradecer a todos mis amigos que me echaron la mano de una u otra forma en especial a Carolina gracias si no fuera por ti no estuviéramos donde estamos gracias por proporcionarnos nuestra última asignación como estudiantes, también quiero agradecer a Dani que nos ayudaba en el desarrollo de cuando me quedaba estancado en las ideas, gracias Dani por el apoyo, y por aguantar desvelos con nosotros.

Muchas gracias a todos de mi parte, con mucho cariño dedico esta obra a todos.

Irvin Yovany Leiva Peñate

Agradecimientos

En primer lugar, quiero dar gracias a Dios por brindarme la fuerza y sabiduría para poder alcanzar mis objetivos entre ellos haber culminado mi carrera universitaria.

A mis padres Wilian Arnoldo Mártir y Marta Jorge de Mártir por ser mi principal motivación para lograr mis metas y mi apoyo en todo sentido durante mi carrera y en la vida, por ser las personas en las que puedo contar incondicionalmente ante cualquier circunstancia, por los valores que inculcaron en mí para ser la persona que soy ahora y por todo el sacrificio realizado que ahora me permite decir que este triunfo también es de ustedes y para ustedes.

A mis compañeros de trabajo de graduación Vanessa Campos e Irvin Leiva, quienes son personas a las que admiro y de las cuales he aprendido mucho a lo largo de los años que tengo de conocerlos, por todos los momentos que hemos compartido juntos tanto buenos como malos, y que ahora nos permite celebrar este triunfo, resultado del esfuerzo realizado como equipo. Por no solo ser mis compañeros de tesis sino también mis amigos.

A mi asesor el ingeniero Rodrigo Vásquez por el tiempo invertido, por los conocimientos y experiencia que sin duda fueron cruciales para hacer que el proyecto pudiera ser un éxito.

A mis compañeros y amigos con los cuales tuve la oportunidad de trabajar en las diferentes asignaturas y a los que conocí en el transcurso de la carrera, por haberme brindado su apoyo en todo momento, por los desvelos y por las buenas experiencias que compartimos para poder cumplir nuestros objetivos. Una mención y agradecimiento especial al compañero y amigo Dani Galicia quien nos apoyó en varias ocasiones antes y durante este proceso, por aportarnos ideas, sugerencias y una que otra salvada en el desarrollo, fueron muy valiosas.

A los docentes de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador, por los conocimientos transmitidos a lo largo de la carrera y que ahora me hacen ser un profesional integral que pueda contribuir a mejorar la sociedad de nuestro país.

Y finalmente al personal de la empresa Solaire S. A. de C.V. por la oportunidad de trabajar con ellos y abrir sus puertas para poder llevar a cabo el proyecto, en especial al Gerente de Sistemas y Gestión de Calidad, Ingeniero Santos Rivera por su colaboración y buena disposición mostrada y a Carolina Alvarado (compañera y gran amiga) quien fue el principal contacto para poder acercarnos a la empresa para aportar nuestro tiempo y conocimiento para desarrollar el proyecto, sin su apoyo no pudimos haber hecho todo esto posible.

Miguel Stanley Mártir Jorge

CONTENIDO

Introducción	14
Objetivos	16
Objetivo General	16
Objetivos Específicos.....	16
Alcances.....	17
Limitaciones	18
Justificación	19
Importancia	20
Capítulo 1. Antecedentes	21
1.1 Antecedentes	21
1.2 Marco Teórico	23
1.2.1 Fundamentación Teórica.....	23
1.2.2 Origen de los mantenimientos.....	23
1.2.3 Clasificación de los mantenimientos.....	25
1.2.4 Aspectos generales de Solaire S.A. de C.V.	25
1.2.5 Historia	26
1.2.6 Estructura organizativa	28
1.2.7 Proyectos relevantes.....	28
1.2.8 Productos	29
Capítulo 2. Situación Actual	31
2.1 Descripción.....	31
2.2 Diagnóstico de la Situación Actual	35
2.3 Formulación del Problema	38
2.3.1 Árbol de Problemas.....	38
2.3.2 Análisis de pareto.....	40
Capítulo 3. Solución Propuesta	43
3.1 Enfoque de Sistemas de la Solución Propuesta	43
3.2 Resultados esperados	47
3.3 Metodología	48
3.4 Cronograma de Actividades	50

3.5	Planificación de Recursos	51
3.5.1	Recursos de Programación.....	51
3.5.2	Hardware a utilizar	51
3.5.3	Recursos de operación	51
3.5.4	Recursos de oficina.....	52
Capítulo 4. Análisis y Determinación de Requerimientos.....		53
4.1	Definición de Requerimientos.....	53
4.1.1	Requerimientos Informáticos.....	53
4.1.1.1	Lista Actor-Objetivo.....	53
4.1.1.2	Diagrama de Casos de Uso General	55
4.1.1.3	Diagramas de Secuencia.....	56
4.1.1.4	Listado de Salidas de Sistema.....	57
4.1.1.5	Listado de Entradas del Sistema.....	58
4.1.2	Requerimientos de Desarrollo	59
4.1.2.1	Requerimientos Humanos.....	59
4.1.2.2	Requerimientos tecnológicos.....	59
4.1.2.2.1	Hardware.....	60
4.1.2.2.2	Software	60
4.1.2.3	Requerimientos Legales	61
4.1.3	Requerimientos Operativos o de Implementación	62
4.1.3.1	Requerimientos Humanos.....	62
4.1.3.2	Requerimientos tecnológicos.....	62
4.1.3.2.1	Hardware.....	63
4.1.3.2.2	Software	64
Capítulo 5. Diseño		65
5.1	Definición de Estándares.....	65
5.2	Estándares para pantallas del sistema	65
5.3	Reportes generados por el sistema.....	70
5.4	Nomenclaturas de programación y base de datos.	70
5.4.1	Estándares de programación	70
5.4.2	Estándares de Base de datos.....	71
5.5	Diagrama de Clases	72

5.6	Diseño de la Base de Datos	73
5.6.1	Introducción a las Bases de Datos Relacionales.....	73
5.6.2	Aspectos importantes de las bases de datos relacionales	73
5.6.2.1	SQL.....	73
5.6.2.2	Integridad de los Datos	73
5.6.2.3	Transacciones.....	73
5.6.2.4	Conformidad con ACID.....	74
5.6.3	Modelos de Bases de Datos	74
5.6.3.1	Bases de datos jerárquicas	74
5.6.3.2	Base de datos de red	74
5.6.3.3	Bases de datos transaccionales.....	75
5.6.3.4	Bases datos relacionales	75
5.6.4	Modelo Entidad – Relación	75
5.6.4.1	Conceptos del Modelo E-R.....	75
5.6.4.1.1	Entidad	75
5.6.4.1.2	Atributos.....	76
5.6.4.1.3	Relación	76
5.6.4.1.4	Interrelación.....	76
5.6.4.1.5	Entidades fuertes	76
5.6.4.1.6	Entidades débiles	76
5.6.4.1.7	Clave.....	77
5.6.4.1.8	Integridad referencial.....	77
5.6.5	Tipos de Relaciones	77
5.6.5.1	Según cardinalidad.	77
5.6.5.	Según modalidad.....	78
5.7	Modelo Lógico de la Base de Dato	79
5.8	Modelo Físico de la Base de Datos.....	80
5.9	Diccionario de Datos	81
5.9.1	Listado de Tablas	81
5.9.2	Descripción de las tablas	84
5.9.2.1	Tabla Área.....	84
5.10	Diseño de pantallas del sistema.....	85

Módulo de Reportes	94
5.11 Diseño de Pruebas.....	95
5.11.1 Características de las pruebas	95
5.11.2 Tipos de Prueba	96
Capítulo 6. Documentación.....	97
6.1 Manual de Instalación	97
6.2 Manual Técnico	97
6.3 Manual de Usuario	97
Conclusiones	98
Recomendaciones	100
Bibliografía	101
Glosario	102
Anexos.....	105

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: DIVISIÓN DE SUCURSALES DE SOLAIRE S.A. DE C.V.	25
TABLA 2: DETALLE DE MÁQUINAS POR DEPARTAMENTOS	32
TABLA 3: RESUMEN DE MANTENIMIENTOS ANUALES.....	32
TABLA 4: ELEMENTOS OBTENIDOS A PARTIR DEL ÁRBOL DE PROBLEMAS	41
TABLA 5: RECURSOS DE PROGRAMACIÓN QUE SE UTILIZARÁN EN EL DESARROLLO DEL PROYECTO.....	51
TABLA 6: RECURSOS DE HARDWARE QUE SE UTILIZARÁN EN EL DESARROLLO DEL PROYECTO.....	51
TABLA 7: RECURSOS DE OPERACIÓN.....	52
TABLA 8: RECURSOS DE OFICINA.....	52
TABLA 9: ROLES DE USUARIOS DENTRO DEL SISTEMA.....	54
TABLA 10: REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DE HARDWARE	60
TABLA 11: REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DE SOFTWARE.....	60
TABLA 12: REQUERIMIENTOS OPERATIVOS DE HARDWARE	63
TABLA 13: REQUERIMIENTOS OPERATIVOS DE SOFTWARE	64
TABLA 14: ELEMENTOS DE LA PANTALLA PRINCIPAL	66
TABLA 15: ELEMENTOS DE PANTALLA DE REGISTRO DE DATOS.	68
TABLA 16: ESTÁNDARES DE BOTONES	69
TABLA 17: LISTADO DE TABLAS EN LA BASE DE DATOS	83
TABLA 18: LISTADO DE TABLAS EN LA BASE DE DATOS	84
TABLA 19: LISTADO DE TABLAS EN LA BASE DE DATOS	84

TABLA 20: DESCRIPCIÓN DE CAMPOS DE PANTALLA DE LOGIN.....	85
TABLA 21: DESCRIPCIÓN DE CAMPOS DE REGISTRO DE USUARIO.....	88
TABLA 22: DESCRIPCIÓN DE CAMPOS DE EDICIÓN DE USUARIO.....	89
TABLA 23: DESCRIPCIÓN DE CAMPOS DE CONSULTA DE USUARIO	89
TABLA 24: DESCRIPCIÓN DE CAMPOS DE REGISTRO DE MAQUINARIA-DATOS GENERALES.....	91
TABLA 25: DESCRIPCIÓN DE CAMPOS DE REGISTRO DE MANTENIMIENTOS.....	94
TABLA 26: DESCRIPCIÓN DE CAMPOS INFORME DE MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS Y CORRECTIVOS.....	95

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1Prensa Troqueladora para clips de aluminio	21
ILUSTRACIÓN 2 Clasificación general del mantenimiento.....	25
ILUSTRACIÓN 3 Línea de tiempo de hechos históricos en Solaire S. A. de C. V.	27
ILUSTRACIÓN 4 Organigrama de Solaire. Fuente: Manual de Organización Solaire Almacén Central	28
ILUSTRACIÓN 5: Edificio Avante Santa Elena	29
ILUSTRACIÓN 6: Productos representativos de Solaire S.A. de C. V.	31
ILUSTRACIÓN 7:Procedimiento de mantenimiento	33
ILUSTRACIÓN 8:Esquematación del análisis de árbol de problemas.....	39
ILUSTRACIÓN 9: Diagrama de Pareto	41
ILUSTRACIÓN 10: Esquema del ciclo de vida de desarrollo de proyectos tradicional	48
ILUSTRACIÓN 11: Diagrama de casos de uso general	55
ILUSTRACIÓN 12: Diagrama de secuencia validar usuario.....	56
ILUSTRACIÓN 13: Diagrama de secuencia gestionar usuarios	57
ILUSTRACIÓN 14: Pantalla general	66
ILUSTRACIÓN 15: Pantalla de registro de datos.....	67
ILUSTRACIÓN 16: Estándar reportes.....	70
ILUSTRACIÓN 17: Diagrama de clases.....	72
ILUSTRACIÓN 18: Representación relación 1 a 1	77
ILUSTRACIÓN 19: Representación relación 1 a muchos.....	78
ILUSTRACIÓN 20: Representación relación muchos a muchos.....	78
ILUSTRACIÓN 21:Modelo lógico de la base de datos.....	79
ILUSTRACIÓN 22: Modelo físico de la base de datos.....	80
ILUSTRACIÓN 23: Pantalla de inicio de sesión	85
ILUSTRACIÓN 24: Pantalla de inicio de sesión	86
ILUSTRACIÓN 25: Pantalla principal de gestión de usuarios	87
ILUSTRACIÓN 26: Pantalla de registro de usuario.....	87
ILUSTRACIÓN 27: Pantalla de edición de usuario.....	88
ILUSTRACIÓN 28: Pantalla de consulta de usuario.....	89
ILUSTRACIÓN 29:Pantalla principal de gestión de maquinaria	90
ILUSTRACIÓN 30: Pantalla de registro de maquinaria – datos generales	91

ILUSTRACIÓN 31: PANTALLA PRINCIPAL DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTOS	92
ILUSTRACIÓN 32: PANTALLA PRINCIPAL DE REGISTRO DE MANTENIMIENTOS	93
ILUSTRACIÓN 33: INFORME DE MANTTOS PREVENTIVOS Y CORRECTIVOS.....	94

INTRODUCCIÓN

Para el desarrollo de un sistema informático existen diversas metodologías que permiten obtener un producto que será de utilidad a los usuarios finales en base a sus necesidades. Una de éstas es el Ciclo de Vida de Desarrollo de Proyectos (CVDP), la cual es una de las metodologías de desarrollo de software más utilizadas ya que se adaptan a los más diversos escenarios en los cuales puede desarrollarse un sistema informático.

El presente informe da a conocer como haciendo uso del CVDP y los conocimientos obtenidos a lo largo de la carrera los aspectos más relevantes en el desarrollo del Sistema Informático para el Seguimiento del Plan de Mantenimiento anual de la maquinaria y equipo de la empresa Solaire S.A. de C.V.

La etapa de análisis es una de las más importantes para el desarrollo de una solución informática, ya que es en ella donde se determinan elementos fundamentales como un listado de los usuarios que utilizarán el sistema y las interacciones con el mismo, las salidas, entradas y procesos que se obtendrán al finalizar el desarrollo del proyecto mediante un enfoque de sistemas de la solución propuesta así como los requerimientos finales de los usuarios, además de las salidas, entradas y procesos que se obtendrán al finalizar el desarrollo del proyecto. Todo esto bajo una investigación previa en la cual se definen conceptos importantes para llevar a cabo esta fase.

Haciendo uso de la técnica de Analisis Orientado a Objetos (AOO) y de diferentes diagramas del Lenguaje de Modelado Unificado, mejor conocido por sus siglas en inglés como UML, el cual es un estándar utilizado a nivel mundial para el desarrollo de sistemas, se determinan elementos importantes que servirán para llevar a cabo la siguiente fase: Diseño de la solución. Los diagramas a utilizar en el Análisis serán: Diagramas de Casos de Uso, Diagramas de Secuencia y Modelo de Dominio debido a que permiten hacer un análisis muy completo.

La siguiente etapa en la que se centra este informe es la etapa de Diseño ya que junto con la etapa de Análisis, determinan otros elementos igualmente importantes como los que se obtienen en la etapa anterior, entre los cuales tenemos: La definición de estándares para el diseño de pantallas, diseño de reportes, estándares de programación y de base de datos, lo que incluye los diagramas de la misma y su correspondiente diccionario de datos, así como el Diagrama de Clases.

En conjunto todos estos elementos nos brindarán una mejor perspectiva de lo que el usuario desea obtener del sistema informático, ya que con esto se busca plasmar los requerimientos solicitados en la etapa anterior. Tomando en cuenta esto se puede decir que cerca del 60% del proyecto lo cubren las dos primeras etapas (Análisis y Diseño). La metodología hace énfasis en ambas ya que en ellas se define en gran parte la lógica del negocio y mientras más conocimiento se tenga de la misma más fácil resulta la tarea de traducir esto en líneas de código.

Estas etapas son de suma importancia ya que nos proveen de los insumos necesarios para poder realizar la construcción del sistema informático y las pruebas correspondientes para corroborar un correcto funcionamiento, y que cubra las necesidades de la contraparte.

Finalmente se tiene la documentación concerniente al uso, instalación/desinstalación y otros elementos importantes para la empresa Solaire S.A. de C.V. contenidos en sus respectivos manuales que serán entregados junto al software para que puede ser utilizado de la mejor manera posible y así obtener los resultados esperados en la planificación y seguimiento del plan de mantenimiento anual de la maquinaria de la empresa.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un sistema informático para el registro y seguimiento del plan de mantenimiento anual de la maquinaria y equipo industrial de la empresa Solaire S.A. de C.V., el cual permita gestionar los mantenimientos preventivos y correctivos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Analizar los procesos actuales relacionados al mantenimiento tanto preventivo como correctivo que se le brinda a la maquinaria industrial de la empresa Solaire S.A. de C. V.
2. Establecer los requerimientos informáticos, de desarrollo y operacionales para el sistema informático, partiendo del análisis de la situación actual del área de mantenimiento de maquinaria de la empresa.
3. Diseñar un sistema informático que, dé soporte al plan de mantenimiento anual de la maquinaria y equipo industrial de la empresa, de manera que satisfaga los requerimientos previamente establecidos.
4. Construir un sistema informático para el registro y seguimiento al plan de mantenimiento anual de la maquinaria y equipo industrial de la empresa.
5. Realizar las pruebas necesarias al sistema informático desarrollado, en condiciones que asemejen la realidad para poder detectar errores o fallas en el mismo, de manera que se asegure su funcionalidad y eficiencia.
6. Elaborar manuales de usuario, técnico y de instalación y desinstalación para un fácil mantenimiento y uso del sistema.

ALCANCES

El sistema informático por desarrollar tiene como alcance el soporte del plan de mantenimiento anual de la maquinaria y equipo industrial de la empresa Solaire S.A. de C.V. y comprende los siguientes aspectos:

1. El proyecto estará limitado para las sucursales del Almacén Central en San Salvador y la Sucursal en Santa Ana, ya que el departamento de mantenimiento se encarga de los mantenimientos de la maquinaria industrial de ambas, bajo las mismas políticas y normativas.
2. Registro del plan de mantenimiento anual, además de la administración de empleados y de maquinaria y equipo.
3. Calendarización efectiva de mantenimientos preventivos y priorización de los mantenimientos correctivos.
4. Control de las bitácoras de los mantenimientos realizados.
5. Permitir la gestión de los insumos que se utilizan para llevar a cabo los mantenimientos de la maquinaria y equipo de la empresa.
6. Darle Seguimiento a la ejecución del plan anual de mantenimiento
 - 6.1. Control de avances, administración de mantenimientos incluyendo reprogramación de ellos.
 - 6.2. Categorización de los mantenimientos por estado de ejecución
 - 6.3. Priorización de mantenimientos correctivos.
7. Brindar información para la toma de decisiones para las áreas de mantenimiento, compras, y a la gerencia a través de reportes con información oportuna para tal fin.
8. El desarrollo de este proyecto concluirá con la elaboración de los manuales de usuario, técnicos, de instalación/desinstalación, incluyendo la instalación y prueba del software en algunos equipos de la empresa Solaire S. A. de C. V.

LIMITACIONES

En el presente proyecto no se identificaron limitantes que impidan el desarrollo de éste.

JUSTIFICACIÓN

Actualmente Solaire S.A de C.V. posee dos sucursales, una en San Salvador y la otra en Santa Ana, con 97 y 10 máquinas industriales respectivamente, además de otros equipos que intervienen en el proceso productivo de la empresa. A cada uno de éstos deben realizarle entre 3 y 5 mantenimientos preventivos al año, según las especificaciones que el fabricante establece para cada una de ellas.

También se cuenta con equipo antiguo que no posee especificaciones técnicas del mantenimiento, en este caso es el jefe del departamento de mantenimiento, quien en base a la experiencia, establece la cantidad y frecuencia de mantenimientos preventivos a realizar.

Lo anterior representa un volumen de entre 321 a 535 mantenimientos solamente preventivos por año, adicionalmente realizan aproximadamente 3 mantenimientos correctivos siendo así 321 mantenimientos anuales que surgen del uso constante de la maquinaria y equipo.

Para realizar un promedio de 600 y 900 mantenimientos tanto preventivos como correctivos, cuentan con 3 personas en el departamento de mantenimiento encargadas únicamente de esta labor.

El manejo de toda esta información y por ende el seguimiento del plan, tiene muchas implicaciones en el proceso productivo y de calidad de la empresa, ya que, si no se realizan los mantenimientos preventivos oportunamente, los equipos suelen dañarse con mayor frecuencia, y la calidad de los productos se ve disminuida. Poseen algunos equipos únicos que al dañarse paralizan la producción.

Por lo que se considera de mucha importancia obtener un mecanismo para facilitar el registro tanto del plan como de los mantenimientos, en busca de información oportuna que ayude a las actividades operativas del departamento de mantenimiento, así como proporcionar la información para la toma de decisiones por parte de las gerencias que intervienen en estos procesos.

IMPORTANCIA

El desarrollo de este sistema es importante porque proporcionará una mejora en la gestión y organización del plan de mantenimiento anual, lo que conducirá a un cambio significativo en el seguimiento de este.

A continuación, se citan los principales beneficios que se obtendrán con el desarrollo de la solución:

1. Reducción considerable del tiempo de generación del plan de mantenimiento anual.
2. Control detallado de las bitácoras de los mantenimientos lo que incluye las actividades realizadas en cada uno de ellos, insumos utilizados, personal responsable de la ejecución del mantenimiento y programación del próximo mantenimiento a realizarse.
3. Mejora en el proceso de gestión de los insumos que se utilizan en los mantenimientos, disminuyendo el tiempo de solicitud y respuesta.
4. Dar seguimiento a la ejecución del plan anual de mantenimiento en los siguientes aspectos:
 - Control de avance del plan y administración de mantenimientos incluyendo la reprogramación de estos.
 - Categorización de los mantenimientos por estado de ejecución: Planificado, Iniciado, En Proceso y Finalizado.
5. Obtención de información oportuna y relevante para la toma de decisiones para las gerencias que tienen control sobre los procesos de producción y mantenimiento de la maquinaria y equipo.
6. Centralización de la información de los mantenimientos y estados de la maquinaria y equipo industrial.

CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES

1.1 ANTECEDENTES

Solaire S.A. de C.V. es una empresa con una amplia historia y trayectoria de más de 60 años, siendo pioneros en el trabajo con vidrio y aluminio en la industria y diseños arquitectónicos.

Inicialmente la empresa contaba con ocho personas entre arquitectos y operarios; con unas pocas máquinas, que por el desarrollo tecnológico de la época eran de tipo mecánicas, de las cuales se conserva hasta la fecha una de ellas, que se encarga de fabricar clips de aluminio para ventanas.



Ilustración 1 Prensa Troqueladora para clips de aluminio de 4'' y 6'' (izquierda). Clip de aluminio de 4'' (derecha)

Para lograr cumplir los estándares nacionales e internacionales, así como las necesidades de diseño arquitectónico, que cada vez son más variadas por la influencia de las tendencias europeas, la

empresa ha adquirido maquinaria industrial de diferentes tipos especializada para elaborar cada uno de sus productos.

Dicha maquinaria ha requerido atención especial para conservar la precisión y calidad, además de prolongar su vida útil, por lo que ha sido necesario realizarle mantenimientos periódicos (preventivos) y mantenimientos emergentes (correctivos).

El departamento de mantenimiento, siendo dependiente directo del departamento de Producción ha sido durante los últimos 30 años el encargado de dicha labor; tiempo durante el cual los procedimientos han sido realizados sin llevar muchos registros que permitan a la empresa, planificar, organizar y tomar decisiones sobre la maquinaria y equipo.

De los registros de la maquinaria antigua, pero que sigue en funcionamiento, no se conservan especificaciones técnicas, y es el jefe de mantenimiento, quien labora en el departamento desde hace más de 30 años, es el que conoce y ha elaborado el registro de estas. (Ver Anexo 1: Especificaciones técnicas actuales).

Para la planificación y realización de los mantenimientos está estipulado, desde el año 2004, un procedimiento (Ver Anexo 2: Procedimiento de Mantenimiento Preventivo y Correctivo de Equipo de Planta) en el Manual de Procedimientos de la empresa, que ha recibido modificaciones leves pero que en esencia ha sido el mismo durante casi 15 años. Dicho procedimiento considera los actores responsables, tiempos de ejecución, aprobación, aceptación y consideraciones específicas de ejecución del plan.

Durante los últimos años la forma de realizar la documentación discrepa del procedimiento, pero es aceptada, ya que toma en cuenta la información necesaria y debido a la importancia mayor en la ejecución que en la documentación, se ha descuidado esta área que permite llevar un registro correcto, ordenado y organizado.



*Para visualizar los Anexos 1 y 2 consultar el documento
localizado en: CD\Documentos\Anexos.pdf*

1.2 MARCO TEÓRICO

1.2.1 Fundamentación Teórica

El mantenimiento se basa en una serie de actividades que se realizan con el propósito que las maquinarias puedan encontrarse en perfecto estado de utilización en todo momento.

El mantenimiento es fundamental para la seguridad de la operación, dado que las máquinas, equipos o instrumentos que maneja el personal pueden estar en condiciones óptimas durante un periodo de tiempo limitado y la duración de estos no será prolongada si no se desarrolla anticipadamente un plan de mantenimiento preventivo.

Esto tiene aún más importancia cuando los equipos o maquinarias son de una complejidad mayor y delicados, por lo que, requieren tener un mayor cuidado y especialización por parte del personal de mantención y operarios.

También existe maquinaria con gran antigüedad y con muchas horas de uso, por lo que se requiere trato considerable en su mantenimiento y atención en la operación de esta. Debido a esto el mantenimiento preventivo programado tiene por finalidad la disminución de fallas en un sistema, lo que a la vez esta complementado con los cuidados necesarios en la operación.

Así pues, podemos definir el mantenimiento como un “Conjunto de actividades que deben realizarse a instalaciones, maquinaria y equipos, con el fin de corregir o prevenir fallas, buscando que estos continúen prestando el servicio para el cual fueron diseñados” (Figuroa & Nicolás, 2015, p.)

El mismo autor expresa que, en cualquier empresa el mantenimiento debe cumplir con dos objetivos fundamentales: reducir costos de producción y garantizar la seguridad industrial.

Para reducir los costos de producción se deben tener en cuenta aspectos como, optimizar la disponibilidad de equipos, maquinarias e instalaciones para la producción, evitar paradas de producción ocasionadas por deficientes mantenimientos o la aplicación de estos en momentos poco apropiados y lograr el incremento de la vida útil de la maquinaria y equipo.

Referente a la garantía de la seguridad industrial, la creación de una planificación de mantenimientos juega un papel muy importante, ya que implica una buena organización y gestión de recursos, constante actualización de la información y disposición adecuada de los insumos y recursos.

1.2.2 Origen de los mantenimientos

Las primeras máquinas utilizadas por el ser humano originaron el mantenimiento de las mismas para su conservación; es así, que al inicio del siglo XX surge de manera sistematizada y organizada el mantenimiento industrial siendo los primeros casos registrados en la historia los de fundiciones en Estados Unidos y en la Primera Guerra Mundial en el sector militar con aviones y submarinos. Para

1930 surgen las primeras empresas consultoras en el mantenimiento industrial y mecánico en plantas industriales, actividades de transporte, etc.

Durante la Segunda Guerra Mundial y posterior a ella, se da un notable desarrollo tanto de la Organización Industrial como del mantenimiento aplicado principalmente a situaciones de interés militar, entre ellas la inspección de aviones previa a cada vuelo, verificando el estado y reemplazando componentes luego de un número considerable de horas de vuelo; con lo cual contribuyeron a la generación de técnicas de registro de los fallos y la rentabilidad de los reemplazos, llegando con ello a la técnica de redundancia de componentes para reducir la criticidad de fallos.

“Es a finales de la década de los 60 cuando las asociaciones de mantenimiento impulsaron estudios, correspondientes a esta disciplina, especialmente en Inglaterra, y en los 70 cuando aparecen claramente dos líneas de análisis que configuran dos escuelas de pensamiento acerca del Mantenimiento. Una de ellas por la Escuela Soviética, contemplando los parámetros del mantenimiento de máquinas desde un punto de vista constructivo y biológico, introduciendo conceptos de salud y envejecimiento. Artobolevski y Gorvachkin destacan la relación de los parámetros de estado en el diseño de máquinas; haciendo éste último, referencia en sus análisis, al modelado del desgaste de la máquina, e incorporando al diseño especificaciones orientadas a la facilidad con que se efectúe la reparación.” (Cárcel-Carrasco, 2016, p.)

“Por otro lado, la escuela occidental contempla, dentro del estudio del mantenimiento, los conceptos económicos básicos de la Teoría Económica de la Firma, para determinar la rentabilidad de la reparación, y en consecuencia la fijación de políticas de mantenimiento, en relación, por ejemplo, con la renovación de la maquinaria. A este enfoque que puede ser calificado como clásico, a partir de 1975 se introduce el de la terotecnología, que contempla el estudio del coste del ciclo de vida (LCC o “life cycle costing”), como necesario a la hora de concluir estrategias de inversión, operación y eliminación en mantenimiento.” (Cárcel-Carrasco, 2016, p.)

Es a partir de esa época cuando comienza a verse con mayor necesidad en clasificar los tipos de mantenimiento, introduciéndose en mayor medida el mantenimiento planificado, con una actividad que daría lugar a las diferentes técnicas organizativas del mantenimiento industrial que evolucionan hasta nuestros días.

1.2.3 Clasificación de los mantenimientos

Una mayor definición de la clasificación del mantenimiento (Figura 2) se puede encontrar en la norma UNE EN 13306 donde se especifica definiciones y términos genéricos para áreas técnicas, administrativas y gerenciales del mantenimiento.



Ilustración 2 Clasificación general del mantenimiento según UNE-EN 13306. Fuente: UNE EN 13306

1.2.4 Aspectos generales de Solaire S.A. de C.V.

Sucursal	Tipo	Ubicación
Almacén Central	Oficinas Administrativas, Planta General y Sala de Ventas	21. Av. Sur y 4ª. Calle Poniente. San Salvador, El Salvador
Solaire Santa Ana	Planta y Sala de Ventas	6ª. Calle Oriente entre 3ª y 5ª Av. Norte, Barrio San Lorenzo. Santa Ana, El Salvador
Planta de Producción de Techos	Planta de Producción de Techos y Sala de Ventas	Ex Carretera a Tonacatepeque Km 2.5 Cantón El Limón. Soyapango, El Salvador
Solaire Costa Rica	Planta independiente y Sala de Ventas	San Francisco de Dos Ríos, Barrio Los Sauces, San José. Costa Rica.
Solaire Panamá	Planta independiente y Sala de Ventas	Calle 15 Río Abajo, Local 7292. Panamá.

Tabla 1 División de Sucursales de Solaire S.A. de C.V.

Solaire S. A de C. V. es una empresa líder en soluciones arquitectónicas que cuenta con una extensa gama de productos tanto para uso residencial como comercial, de lo cual podemos mencionar: Fachadas arquitectónicas, puertas y ventanas de aluminio, PVC y vidrio; divisiones y pasamanos, etc.

Posee 5 sucursales: 3 a nivel nacional y dos destacadas en Costa Rica y Panamá respectivamente (Tabla 1). De las cuales, el Almacén Central y Solaire Santa Ana son dependientes del mismo Departamento de Mantenimiento, el resto son sucursales independientes organizativamente, por lo que el proyecto solo considera las dos sucursales antes mencionadas.

1.2.5 Historia

La creación de empresa se produce en el contexto del notable desarrollo en obra pública y vivienda que vivió El Salvador en la década de 1950, con innovaciones en materiales arquitectónicos y técnicas constructivas.

Luis Poma en 1957 tuvo la visión de fundar la empresa que introdujo nuevas tendencias de la arquitectura de la época. Ocho personas integraban todo el personal de la fábrica de ventanas Solaire, siendo la primera inversión industrial del Grupo Poma en la que jóvenes arquitectos seleccionaron el aluminio y el vidrio para ofrecer al mercado nacional nuevas opciones de acabados arquitectónicos.

Los constantes cambios en las tendencias del mercado y las mayores exigencias de arquitectos y constructores llevaron a la empresa a desarrollar amplias gamas de productos en las áreas de ventanería, fachadas arquitectónicas, cortasoles, puertas con sistemas sensorizados, así como sistemas de cubiertas metálicas y paneles termoacústicos y frigoríficos para cuartos fríos; además del servicio de instalación.

Para responder a los cambios tecnológicos y tendencias creativas, además del compromiso con el medio ambiente, han desarrollado productos de alto desempeño en materia de ahorro energético, aislamiento térmico y control acústico.

Con la experiencia adquirida a través de los años, la empresa ha logrado posicionarse en la exportación a Estados Unidos creando sus productos bajo normas internacionales. Ha sido la primera industria Centroamericana en certificar sus procesos bajo las normas ISO 9001-2008.

La solidez de la compañía y su destacada trayectoria han permitido que empresas de renombre mundial le otorguen la distribución de productos innovadores como Solar Gard de Saint Gobain, Europerfil y Brett Martin.

Actualmente Solaire S. A. de C. V. cuenta con cinco oficinas, dos de ellas plantas de Producción industrial ubicadas en El Salvador, en Santa Ana y San Salvador, el resto funcionan como salas de ventas y producción a menor escala. Cuentan con más de 250 empleados directos e indirectos operando en seis nichos de mercado de la industria de la construcción.

A continuación, se muestra un resumen de los principales hechos históricos que marcan a Solaire S.A. de C. V., con el desafío de mantener ofreciendo soluciones efectivas a un mercado cada vez más exigente.

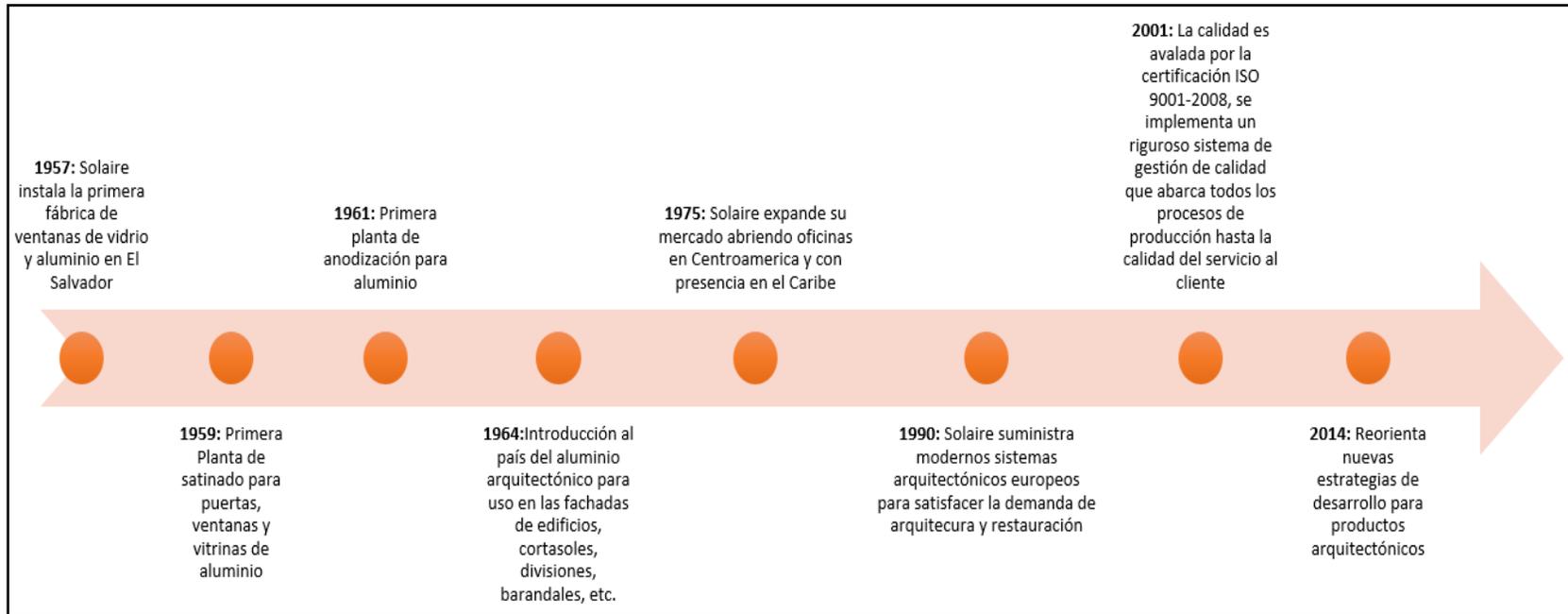


Ilustración 3 Línea de Tiempo de hechos históricos en Solaire S. A. de C. V. Fuente: (“Arquitectura en El Salvador - Historia. Actores. Tendencias”)

1.2.6 Estructura organizativa

La Organización de Solaire está compuesta por diferentes unidades y departamentos, en la Figura 4 se ha hecho el corte para el área de interés de este proyecto.

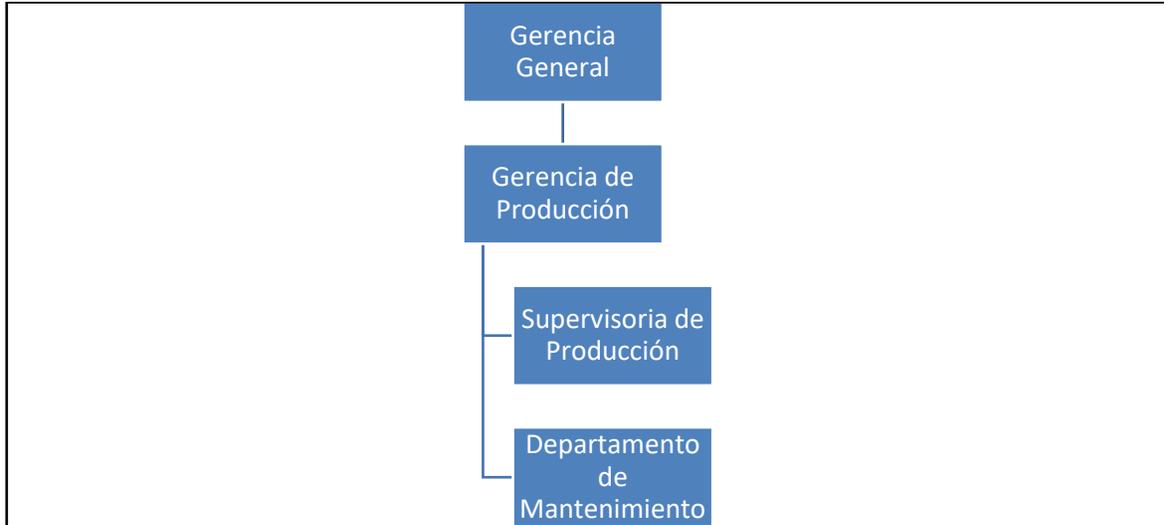


Ilustración 4 Organigrama de Solaire. Fuente: Manual de Organización Solaire Almacén Central

1.2.7 Proyectos relevantes

Solaire ha participado en la realización de los más importantes proyectos constructivos en los últimos años. En El Salvador destacan:

- ✚ Proyecto Ciudad Mujer Santa Ana, Usulután y San Martín
- ✚ Ofibodegas Depósito de telas Sitio del Niño, en La Libertad
- ✚ Palacio Municipal de Antiguo Cuscatlán
- ✚ Ferretería EPA Los Próceres
- ✚ Albergue Tecoluca
- ✚ TEXTUFIL Bodega San Jorge
- ✚ Albergue Jiquilisco
- ✚ Hospital Bloom en San Salvador.
- ✚ Edificio Avante Santa Elena (Figura 5)

Siendo este último uno de los más modernos de la región con ahorro energético gracias a la última tecnología utilizada por Solaire en sus ventanas, hechas de vidrio insulado, que es un doble acristalamiento formado por dos o más láminas, separadas entre sí por una cámara de aire o algún otro gas deshidratado, con los beneficios de reducir la transferencia de calor o frío, reducir intensidad de ruido, reducción del consumo energético. (“Vidrio Insulado | Solaire S.A de C.V”)



Ilustración 5: Edificio Avante Santa Elena

1.2.8 Productos

La empresa ofrece una gran variedad de productos a sus clientes, su catálogo está disponible en <http://www.solaire.com.sv/uploads/CatalogoPress.pdf>.

Elaboran sus productos en diferentes líneas que son:

- ✚ PVC
- ✚ Magna
- ✚ Solar Gard
- ✚ Soluciones Arquitectónicas
- ✚ Tradición
- ✚ Unimetal
- ✚ Paneles solares
- ✚ Baños
- ✚ Boiser, entre otros.

Su producción está basada tanto para las necesidades en el hogar, como ventanas y puertas con excelentes diseños arquitectónicos, así como para el área comercial, de negocios y edificaciones incluyendo vidrios blindados (garantizado con pruebas en campos de tiro), vidrio insulado (con tecnología de última generación).

Con la experiencia adquirida a través de los años, la empresa desarrolló productos de exportación hacia Estados Unidos. Paralelamente creó sistemas de muros cortinas, siempre bajo normas internacionales, forro de edificios con ACM (Material Compuesto de Aluminio) y otros recubrimientos de fachadas, concebidas y desarrolladas para residencias, edificios, hoteles y centros comerciales (Figura 6).

Asimismo, están presentes en el desarrollo de productos tomando en cuenta el ahorro energético, aislamiento térmico y control acústico al interior de oficinas y residencias.

CAPÍTULO 2. SITUACIÓN ACTUAL

2.1 DESCRIPCIÓN

Solaire S.A de C.V. es una empresa de origen salvadoreño que durante sus más de sesenta años de existencia se ha dedicado a la fabricación de productos en vidrio, aluminio y PVC (Policloruro de vinilo) orientados al área de la construcción y arquitectura contribuyendo además en la reducción del gasto energético, estos productos son elaborados haciendo uso de maquinaria y equipo industrial especializada para tal fin, los que con el uso constante tienden a deteriorarse. En la Figura 6 se muestran algunos de sus productos más representativos.



Ilustración 6: Productos representativos de Solaire S.A. de C. V.

En la actualidad la empresa cuenta con 107 máquinas ubicadas en las sucursales de San Salvador y Santa Ana, distribuidas en las áreas que componen el departamento de Producción (Ver tabla 2).

A cada una de estas máquinas deben realizarle en promedio cuatro mantenimientos preventivos al año según las especificaciones que el fabricante establece para cada una de ellas. Dentro de esta maquinaria se cuenta con equipo antiguo que no posee especificaciones técnicas de mantenimiento, en este caso es el Jefe del departamento de Mantenimiento quien, en base su experiencia, establece la cantidad y frecuencia de los mantenimientos preventivos a realizárseles (Ver Tabla 3).

Lo anterior representa un volumen de 428 mantenimientos solamente preventivos por año, adicionalmente realizan en promedio 2 mantenimientos correctivos a las máquinas (según lo expresado por el Jefe de Mantenimiento y el Gerente de Producción) siendo así 642 mantenimientos anuales que surgen del uso constante de la maquinaria y equipo (Ver tabla 3).

Departamento de Producción San Salvador	
Departamento	Cantidad de Máquinas
Ventana Francesa	17
Especialidades	15
Cortes Especiales	5
Celosía	6
Vitrinas	7
Corte de Aluminio	6
Corte de Vidrio Plano	4
Compresores	4
Reynobond	8
PVC	15
Carpintería	5
Insulado	5
Almacén Santa Ana	10
TOTAL	107

Tabla 2: Detalle de Máquinas por departamentos

Mantenimientos preventivos y correctivos anuales			
Sucursal	Cantidad de máquinas	Mantenimientos Preventivos	Mantenimientos Correctivos
San Salvador	97	388	194
Santa Ana	10	40	20
Total	107	428	214
Total Anual	642 mantenimientos anuales		

Tabla 3: Resumen de Mantenimientos Anuales

Para realizar estos mantenimientos, cuentan con tres personas en el departamento de Mantenimiento quienes se encargan de realizarlos, además son responsables de velar por el buen funcionamiento de otros equipos dentro de las instalaciones de la empresa como aires acondicionados, luminarias, entre otros. Considerando adicionalmente la cantidad de maquinaria y equipo y el poco personal en el área, dan apertura a estudiantes de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADÉ para que realicen sus prácticas profesionales, asesorados por los técnicos del departamento de Mantenimiento, pero que no son incluidos en la planificación anual.

Con toda esta información el Jefe de Mantenimiento elabora el plan de mantenimiento anual de la maquinaria y equipo industrial. Este es aprobado por Gerente de Producción, y notificado a jefes de planta.

Para realizar los mantenimientos, el jefe de del departamento de mantenimiento asigna a un auxiliar de mantenimiento y este se desplaza al departamento de Producción y específicamente a la máquina asignada, realizan el mantenimiento según el tipo de maquinaria, esto puede requerir desde horas hasta días según la complejidad.

A continuación, se muestra esquemáticamente el proceso de mantenimiento que se lleva a cabo en la empresa.

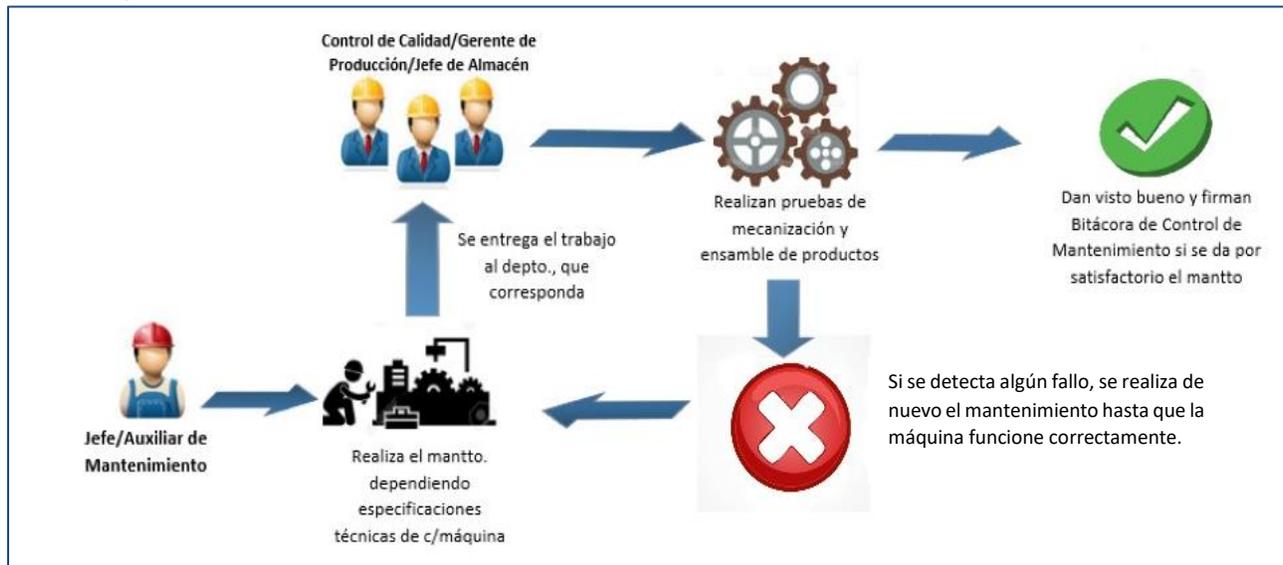


Ilustración 7:Procedimiento de Mantenimiento

Actualmente, una vez el personal del área de mantenimiento realiza cada uno de estos, registra una bitácora en formularios físicos llamados Tarjeta de Control de Mantenimientos (Ver Anexo 3: Bitácora de Mantenimientos), en las cuales se detallan las actividades realizadas; en los casos en que un mantenimiento debe reprogramarse las nuevas fechas se incluyen en dicha bitácora y se informa de ello al Jefe de Mantenimiento para la modificación del plan anual. Todas estas notificaciones y recordatorios se hacen de forma verbal entre el personal del área de mantenimiento y las áreas afectadas.

Además de los mantenimientos preventivos surgen mantenimientos de tipo correctivo que deben realizarse con prioridad por las consecuencias que estos ocasionan, como:

- 🔧 Fallos recurrentes en la maquinaria y equipo.
- 🔧 Disminución en la calidad de los productos, ya que de no funcionar de forma óptima la maquinaria se realizan algunos procesos de producción de forma manual.
- 🔧 Se detiene la producción en el caso de la maquinaria especializada que requiera la importación de repuestos.

En la realización de estos mantenimientos, en ocasiones es necesario adquirir repuestos o servicios los cuales son solicitados por el Jefe de Mantenimiento mediante requisiciones de compras que son

aprobadas por el Gerente de Producción y gestionadas por el departamento de Compras (Ver anexo 4: Requisición de Compras).

De esta forma el departamento de Mantenimiento realiza la gestión del plan de mantenimiento anual, pero ven la necesidad de hacer un cambio en dicha gestión y así colaborar en la obtención de información relevante acerca de los mantenimientos realizados para ayudar a la toma de decisiones.

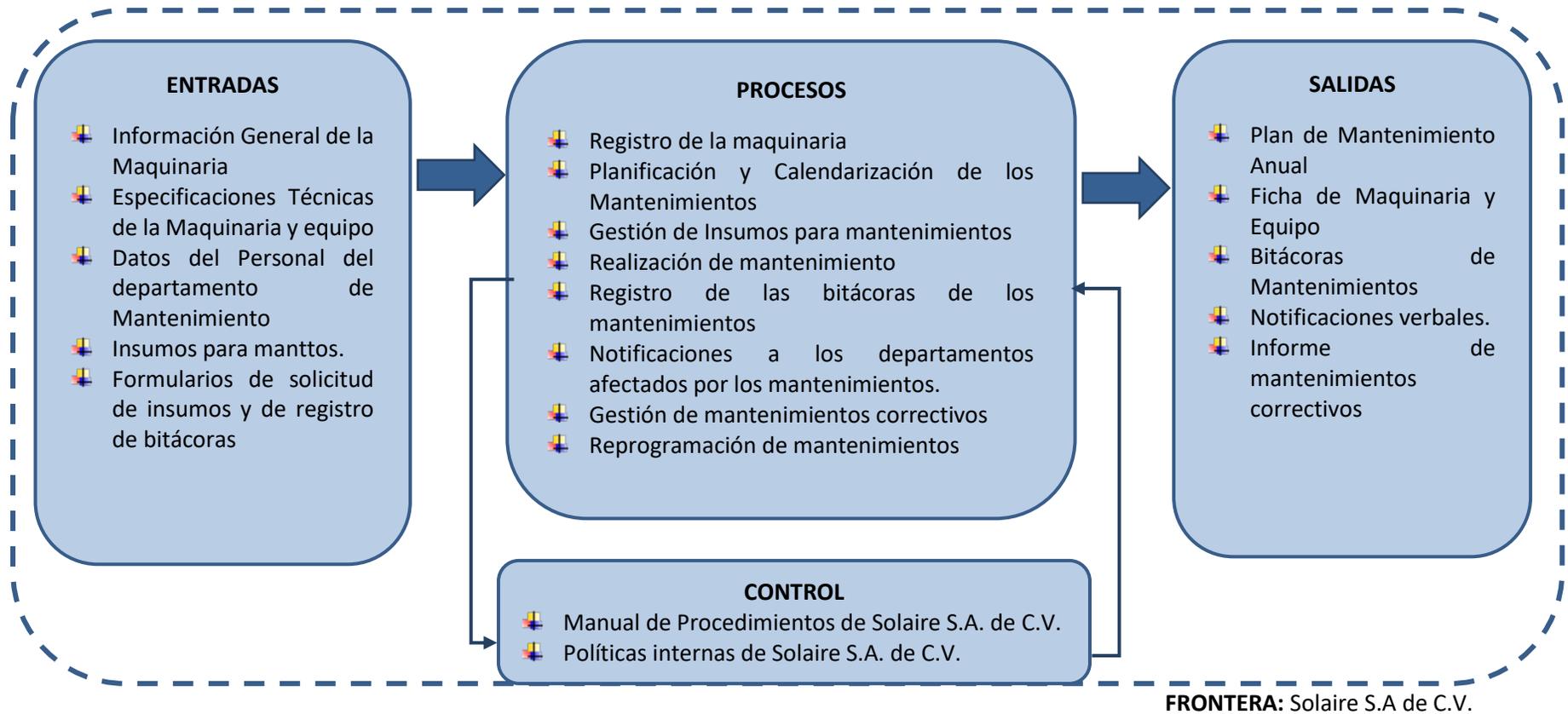


*Para visualizar los Anexos 3 y 4 consultar el documento
localizado en: CD\Documentos\Anexos.pdf*

2.2 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

OBJETIVO: Planificar y controlar los mantenimientos preventivos y correctivos a la maquinaria y equipo industrial de Solaire S.A. de C.V.

MEDIO AMBIENTE: Gerente General, Departamento de Producción, Departamento de Compras y Adquisiciones, Departamento de Sistemas y Gestión de Calidad



Entradas:

- ✚ *Información General de la maquinaria y equipo:* Registro de los datos importantes de la maquinaria desde el momento de su adquisición, incluyendo el tipo y la utilidad dada, además la prioridad que posee en el proceso productivo y relación con otras que desempeñan la misma funcionalidad.
- ✚ *Especificaciones Técnicas de la maquinaria y equipo:* Corresponde a las indicaciones que el fabricante proporciona al momento de adquirir la maquinaria y equipos industriales, normalmente contenida en el manual de usuario.
- ✚ *Datos del Personal del departamento de Mantenimiento:* Información general de los empleados asignados al departamento de mantenimiento.
- ✚ *Insumos para mantenimientos:* Información de los insumos, solicitados y asignados para llevar a cabo los mantenimientos preventivos, y los repuestos o insumos adicionales para los mantenimientos correctivos
- ✚ *Formularios de solicitud de insumos y de registro de bitácoras:* Toda la documentación establecida en el manual de procedimientos y políticas internas.

Salidas:

- ✚ *Plan de Mantenimiento Anual:* Documento final que ha recibido la aprobación del Jefe de Producción, en el cual se establecen fechas y asignaciones que deben respetarse en los mantenimientos.
- ✚ *Ficha de Maquinaria y Equipo:* Resumen de la información de la maquinaria y equipo, sin incluir detalles del estado o la cantidad de mantenimientos.
- ✚ *Bitácoras de Mantenimientos:* Registros que los técnicos realizan luego de terminados los mantenimientos, donde se detalla lo realizado, lo utilizado y demás información relevante y concerniente a la máquina o equipo.
- ✚ *Notificaciones verbales:* Toda notificación se realiza de manera verbal entre jefes de departamentos, y desde el jefe de mantenimiento hacia los técnicos.
- ✚ *Informe de mantenimientos correctivos:* Documento especial que contiene el detalle de lo realizado y utilizado en los mantenimientos correctivos.

Procesos:



Para visualizar cada uno de los procesos que se llevan a cabo actualmente en la empresa consultar Anexo localizado en: CD\Documentos\Procesos Actuales Solaire.pdf

Control:

- ✚ Manual de Procedimientos de la empresa.
- ✚ Políticas internas de la empresa.

Frontera:

- ✚ Solaire S. A. de C. V., limitado a las sucursales de San Salvador y Santa Ana.

Medio Ambiente:

- ✚ Gerente General, Departamento de Producción, Departamento de Contabilidad, Departamento de Sistemas y Gestión de Calidad; ya que son los involucrados en la planificación, gestión y desarrollo del plan de mantenimiento anual.

2.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Para realizar el análisis del problema nos auxiliaremos de la técnica de análisis del Árbol de Problemas y el Principio de Pareto que permitirán reconocer el problema general partiendo de múltiples causas y efectos. A continuación, el detalle de estas:

2.3.1 Árbol de Problemas

El análisis del árbol de problemas, llamado también análisis situacional o simplemente análisis de problemas, ayuda a encontrar soluciones a través del mapeo del problema. Identifica en la vertiente inferior las causas o determinantes y en la vertiente superior las consecuencias o efectos.

Este método tiene las siguientes ventajas:

- ✚ Está relacionado e identifica problemas reales y presentes más que problemas aparentes, futuros o pasados
- ✚ El problema se puede desglosar en proporciones más manejables y definibles. Esto permite, priorizar más claramente en relación con el problema o tema es más importante y esto a su vez permite enfocar los objetivos haciendo más efectiva su influencia.
- ✚ Hay un mayor entendimiento del problema y por lo general, nos interconecta con las causas más contradictorias.
- ✚ Ayuda a establecer que información adicional, evidencia o recurso se necesita para fundamentar el caso o construir una propuesta de solución convincente.
- ✚ “Este proceso de análisis frecuentemente ayuda a construir un sentimiento compartido de comprensión, propósito y acción” (Nancy, H., & Jaime, G., 2015).

Con base a lo expresado con el personal de la empresa en entrevistas de la investigación preliminar (Ver Anexo 5: Entrevistas realizadas al personal de Solaire S.A. de C.V.), se identifica la oportunidad de desarrollar un árbol de problemas que consiste en desarrollar ideas creativas para identificar las posibles causas del problema, generando de forma organizada un modelo que explique las razones y consecuencias del problema.

En similitud a un árbol, el problema principal representa el tronco, las raíces son las causas y las ramas los efectos, reflejando una interrelación entre todo el elemento. Por lo anterior, en esta investigación se concibió la realización de un árbol de problemas a partir de la configuración de un esquema de causa-efecto, tomando en cuenta los siguientes pasos:

- ✚ Analizar e identificar los que se consideren que son los principales problemas de la situación analizada.
- ✚ A partir de una primera “tormenta de ideas”, se establece cuál es, a juicio del grupo el problema central.
- ✚ Definir los efectos más importantes del problema en cuestión, de tal forma de analizar y verificar su importancia. Se trata en otras palabras, de tener una idea del orden de gravedad de las consecuencias que tiene no resolver la problemática que se ha detectado y que hace que se amerite la búsqueda de soluciones.
- ✚ Anotar las causas del problema central detectado.
- ✚ Diagramar el árbol de causas y efectos asociado al problema.

✚ Revisar la validez e integralidad del árbol dibujado todas las veces que sea necesario.

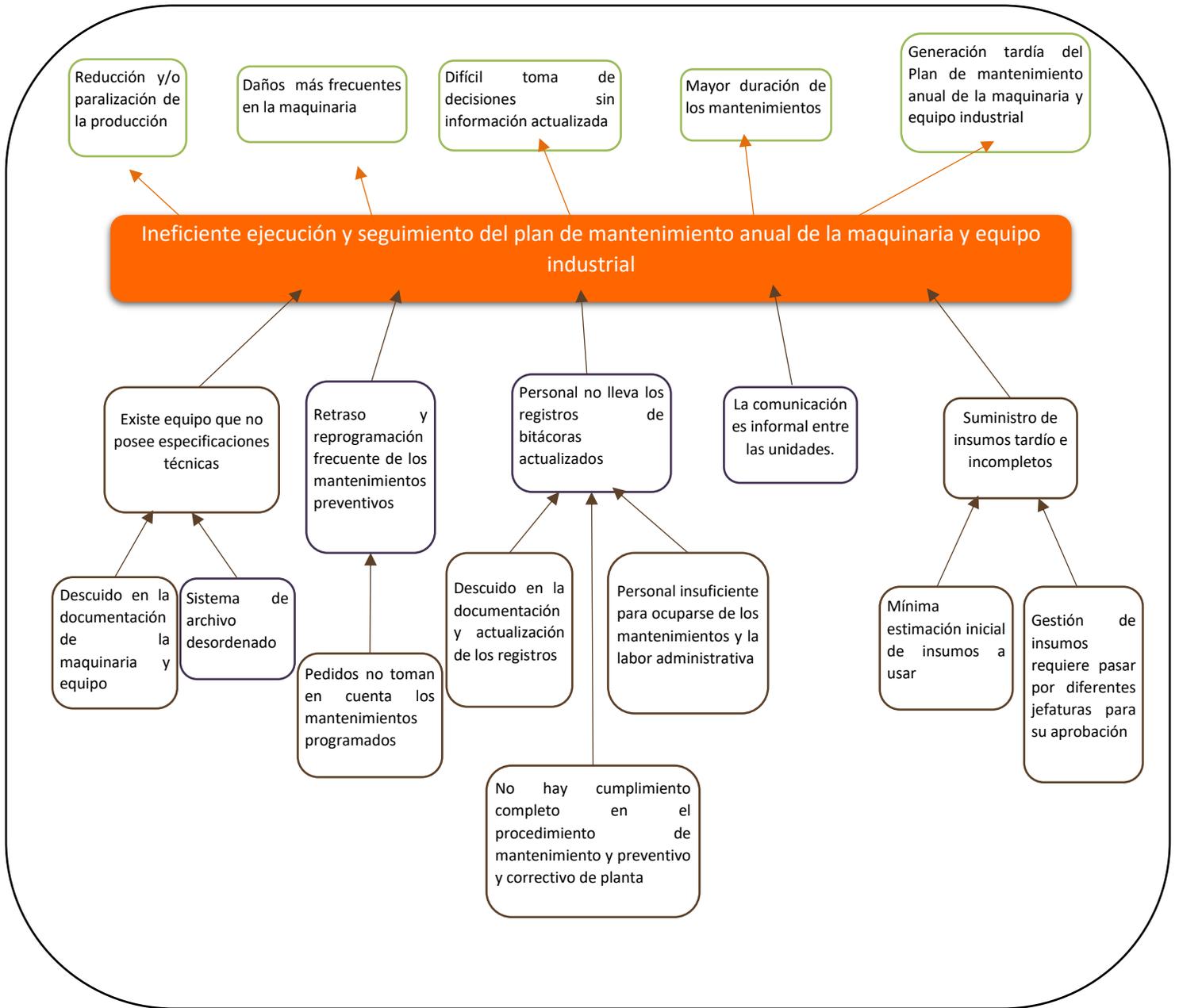


Ilustración 8: Esquemización del análisis de Árbol de Problemas



Para visualizar el Anexo 5 consultar el documento localizado en: *CD\Documentos\Anexos.pdf*

2.3.2 Análisis de pareto

El diagrama de Pareto está basado en la “ley 80-20” o de “los pocos vitales y muchos triviales”, enunciada por el economista italiano Vilfredo Pareto quien fue un sociólogo y economista italiano del siglo pasado (murió en 1923). Pareto se dio cuenta de que la mayor parte de la riqueza de Italia se concentraba en manos de una pequeña parte de la población, quedando el resto distribuido entre la mayoría. Aplicando este mismo principio, cuando dividimos las causas que explican un problema en la organización, si somos capaces de cuantificar su efecto (p.ej. en coste), nos daremos cuenta generalmente de que sólo con unos pocos factores se explica la mayor parte del efecto. Esto nos permite focalizar los esfuerzos en esas causas principales. En esto consiste la “Ley 80-20”: en un 20% de los factores o causas se concentra el 80% del efecto. Por supuesto, son números redondos, simbólicos. También es conocido este principio como “clasificación ABC”: los factores o causas “A” se corresponderían con el 20% que soporta el 80% del peso total del problema. (Universidad de Vigo, s/f)

Los pasos a seguir en la aplicación de esta técnica se dividen en dos etapas:

-  Disponer de los datos.
-  Elaborar el diagrama.

Los pasos para elaborar el diagrama de Pareto son los siguientes:

1. Ordenar los elementos según su importancia, de mayor a menor. Estableciendo un criterio de ordenación según la “importancia”. Una alternativa es ordenar según ocurrencia, es decir, el número de veces que se produce cada una.
2. Dibujar el gráfico de barras con los elementos clasificados de mayor a menor.
3. Dibujar la curva representativa de los porcentajes acumulados.
4. Elaborar conclusiones del diagrama.

La técnica fue aplicada en base a las entrevistas realizadas a técnicos de mantenimiento, Jefe de Mantenimiento, Gerente de Producción, Supervisor de Producción, Gerente de Sistemas y Gestión de Calidad, obteniendo los siguientes resultados (Ver Anexo 6: Preguntas para realizar análisis de Pareto).



Para visualizar el Anexo 6 consultar el documento localizado en: CD\Documentos\Anexos.pdf

Causas	Frecuencia	Porcentaje Individual	Porcentaje Acumulado
Personal no lleva los registros de bitácoras actualizados	4	57.14	57.14
Retraso y reprogramación frecuente de los mantenimientos preventivos	1	14.29	71.43
La comunicación es informal entre las unidades.	1	14.29	85.71
Existe equipo que no posee especificaciones técnicas	1	14.29	100.00
Suministro de insumos tardío e incompletos	0	0.00	100.00
TOTAL	7	100.00	

Tabla 4: Elementos obtenidos a partir del Árbol de Problemas

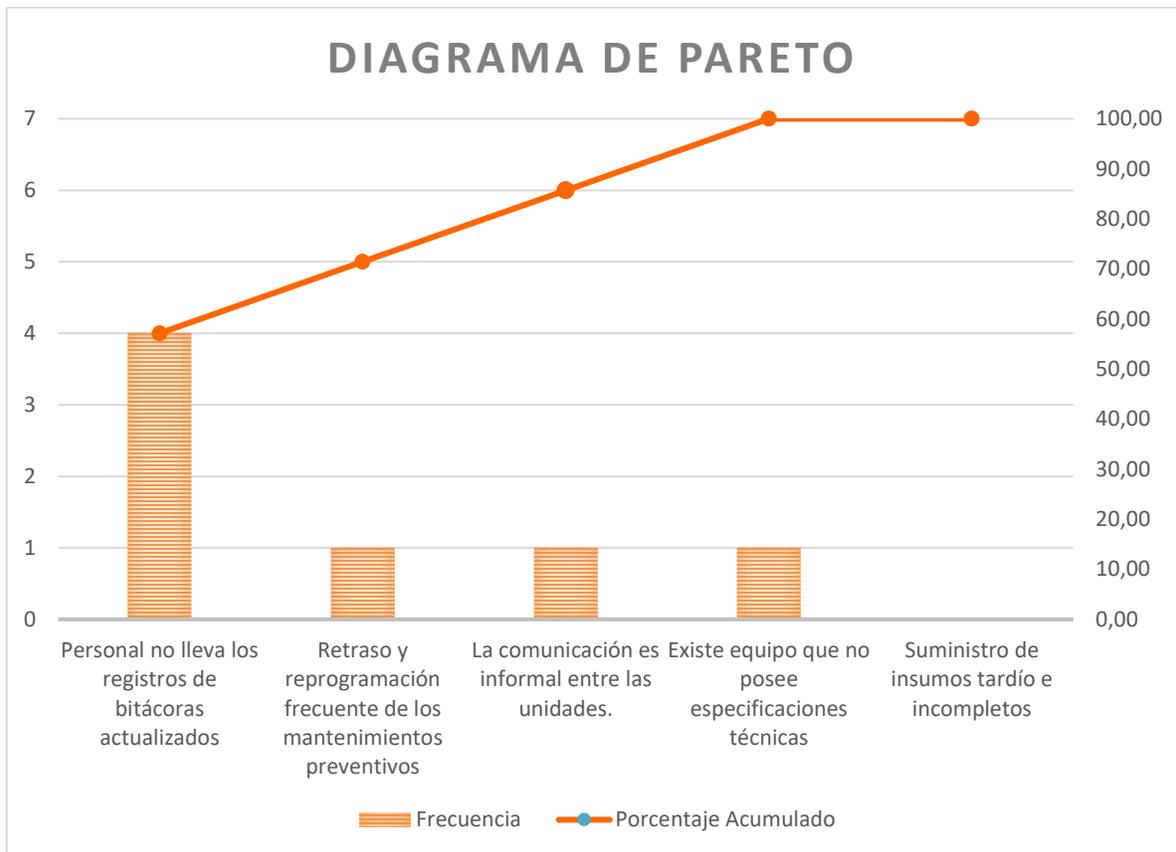


Ilustración 9: Diagrama de Pareto

Con el Diagrama de Pareto de la figura anterior se pueden detectar las causas que tienen más relevancia. La minoría vital aparece a la izquierda de la gráfica y la mayoría trivial a la derecha. La escala vertical de la izquierda es para representar la frecuencia y a la derecha, el porcentaje

acumulado del total de una muestra de 7 personas que están directamente relacionadas con la actividad del desarrollo de los mantenimientos.

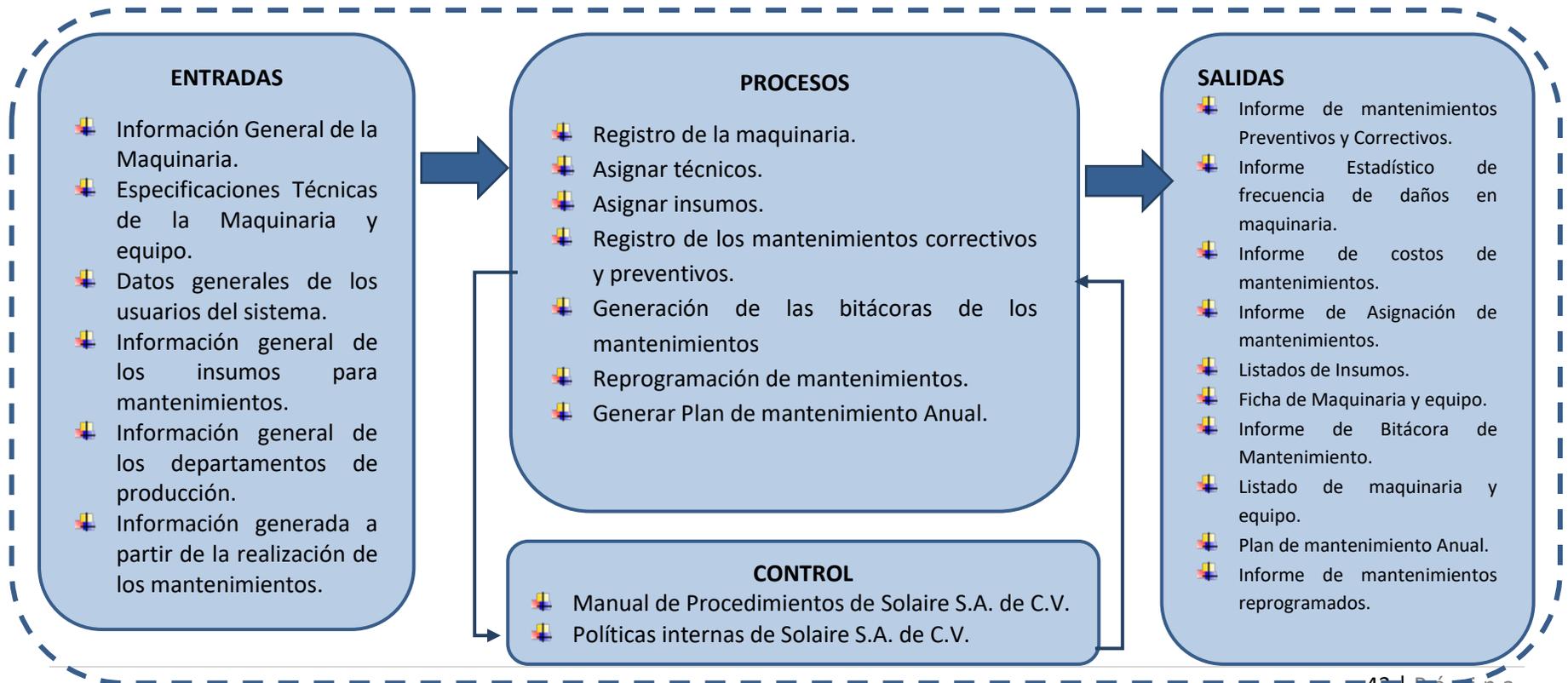
Así pues, al trazar la línea horizontal desde el 80% cortando con la curva del porcentaje acumulado, son las dos causas vitales: Personal no lleva los registros de bitácoras actualizados, con un porcentaje de 57% de los encuestados y retraso y reprogramación frecuente de los mantenimientos preventivos con el 10 % de los encuestados; dando solución a estas, podrán resolverse la mayor parte de los efectos.

CAPÍTULO 3. SOLUCIÓN PROPUESTA

3.1 ENFOQUE DE SISTEMAS DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA

OBJETIVO: Desarrollar un sistema informático para el registro y seguimiento del plan de mantenimiento anual de la maquinaria y equipo industrial de la empresa Solaire S.A. de C.V., el cual permita gestionar los mantenimientos preventivos y correctivos.

MEDIO AMBIENTE: Gerente General, Departamento de Producción, Departamento de Compras y Adquisiciones, Departamento de Sistemas y Gestión de Calidad



Entradas

- ✚ *Información General de la Maquinaria y equipo:* Registro de los datos importantes de la maquinaria desde el momento de su adquisición, incluyendo el tipo y la utilidad dada, además la prioridad que posee en el proceso productivo y relación con otras que desempeñan la misma funcionalidad.
- ✚ *Especificaciones Técnicas de la Maquinaria y equipo:* Corresponde a las indicaciones que el fabricante proporciona al momento de adquirir la maquinaria y equipos industriales, normalmente contenida en el manual de usuario.
- ✚ *Datos generales de los usuarios del sistema:* Información general de los usuarios que harán uso del sistema, se le asigna otro tipo de información como rol y departamento al que pertenece entre otros.
- ✚ *Información general de los insumos para mantenimientos:* Información de los insumos solicitados y asignados para llevar a cabo los mantenimientos preventivos, y los repuestos o insumos adicionales para los mantenimientos correctivos.
- ✚ *Información general de los departamentos de producción:* Información general de los diferentes departamentos que componen el depto. de producción.
- ✚ *Información generada a partir de la realización de los mantenimientos:* Información de las actividades realizadas durante el mantenimiento ya sea preventivo o correctivo.

Salidas

- ✚ *Informe de mantenimientos Preventivos y Correctivos:* Informe que muestra los mantenimientos preventivos y correctivos que se han realizado entre un rango de fechas.
- ✚ *Informe estadístico de frecuencia de daños en maquinaria:* Muestra información acerca de la frecuencia en que se daña determinada máquina en un periodo de tiempo.
- ✚ *Informe de costos de mantenimientos:* Muestra los costos en los que se han incurrido para realizar los mantenimientos en lo que va del año, así como por determinado periodo de tiempo y máquina en específico.
- ✚ *Informe de Asignación de mantenimientos:* Informe en el que se detalla la asignación de personal para la ejecución de los mantenimientos para un periodo determinado.
- ✚ *Listados de Insumos:* Muestra el detalle de los insumos con los que se cuentan para poder realizar los mantenimientos.

- ✚ *Ficha de maquinaria y equipo:* Informe que presenta la información general, así como las especificaciones técnicas de una máquina en específico.
- ✚ *Informe de Bitácora de Mantenimiento:* Informe que presenta la información concerniente a los mantenimientos que se realizan a determinada máquina en específico con el fin de verificar el trabajo realizado por un técnico de mantenimiento.
- ✚ *Listado de maquinaria y equipo:* Listado general de toda la maquinaria y equipo con la que cuenta la empresa a la fecha, así como por sucursal.
- ✚ *Plan de mantenimiento Anual:* Informe que presenta el plan de mantenimiento generado por el sistema, donde se detallan las fechas en las cuales se les dará mantenimiento a cada una de las máquinas con las que cuenta la empresa para la fabricación de sus productos en determinada sucursal o en general.
- ✚ *Informe de mantenimientos reprogramados:* Informe que muestra los mantenimientos que han sido reprogramados en un determinado periodo de tiempo, con el fin de llevar un control de estos y las causas que originan dicha reprogramación.

Procesos

- ✚ *Registro de la maquinaria:* Dentro de la Gestión de maquinaria y equipo se registra la información general y especificaciones técnicas de cada máquina. Esta información será utilizada luego como insumo para el registro de la bitácora de los mantenimientos y la generación del plan de mantenimiento anual.
- ✚ *Asignar de Técnicos:* Una vez creados los usuarios con el rol de técnicos de mantenimiento, pueden ser asignados por el Jefe de dicho departamento a cada uno de los mantenimientos programados dentro del plan anual.
- ✚ *Asignar de Insumos:* Una vez creados los insumos desde la opción de Gestión de Insumos, estos pueden asignarse a cada uno de los mantenimientos contemplados en el plan anual ya que son necesarios para que estos se lleven a cabo y para determinar el costo de los mantenimientos tanto preventivos como correctivos.
- ✚ *Registro de los Mantenimientos correctivos y preventivos:* Mediante la Gestión de Mantenimientos realizados se lleva un registro de cada uno de los mantenimientos ya sean preventivos y correctivos.
- ✚ *Registro de las bitácoras de los mantenimientos:* Una vez realizado un mantenimiento se realiza el registro de la bitácora de este, en la cual se detallan las actividades realizadas y los insumos utilizados para tal fin. Este registro se lleva a cabo cuando se da por aprobado el mantenimiento.
- ✚ *Reprogramación de mantenimientos:* Si un mantenimiento no puede realizarse en la fecha que fue programado por una causa de fuerza mayor como un pedido realizado por un cliente y no

puede pararse la producción, se puede reprogramar el mantenimiento a una fecha diferente siempre y cuando se encuentre disponible.

- ✚ *Generar Plan de mantenimiento Anual:* Cuando se registran la maquinaria y sus especificaciones técnicas, se puede generar el Plan de Mantenimiento Anual al cual se le dará seguimiento en el transcurso del año.

Control:

- ✚ Manual de Procedimientos de la empresa.
- ✚ Políticas internas de la empresa.

Frontera:

- ✚ Solaire S.A de C.V., limitado a las sucursales de San Salvador y Santa Ana

Medio Ambiente:

- ✚ Gerente General, Departamento de Producción, Departamento de Compras y Adquisiciones, Departamento de Sistemas y Gestión de Calidad; ya que son los involucrados en la planificación, gestión y desarrollo del plan de mantenimiento anual.

3.2 RESULTADOS ESPERADOS

Una vez finalizado el desarrollo del proyecto, se espera contar con los siguientes componentes que en conjunto brindarán los beneficios que se esperan conseguir una vez sea puesto en marcha el sistema en la empresa Solaire S. A. de C. V.:

1. Módulo de Administración
 - a. Gestión de Áreas.
 - b. Gestión de Departamentos.
 - c. Gestión de Periodos.
 - d. Gestión de Empresa.
2. Módulo seguridad del sistema.
 - a. Gestión de usuarios.
 - b. Gestión de Empleados.
 - c. Asignar roles y permisos.
3. Módulo maquinaria y equipo.
 - a. Gestión de maquinaria y equipo.
4. Módulo de gestión de insumos
 - a. Gestión de insumos.
5. Módulo de Mantenimientos.
 - a. Gestión de mantenimientos.
 - b. Gestión del plan.
 - c. Aprobación de mantenimientos.
6. Módulo de Reportes
 - a. Informe de mantenimientos Preventivos y Correctivos.
 - b. Informe Estadístico de frecuencia de daños en maquinaria.
 - c. Informe de costos de mantenimientos.
 - d. Informe de Asignación de mantenimientos.
 - e. Listados de Insumos.
 - f. Ficha de Maquinaria y equipo.
 - g. Informe de Bitácora de Mantenimiento.
 - h. Listado de maquinaria y equipo.
 - i. Plan de mantenimiento Anual.
 - j. Informe de mantenimientos reprogramados.

3.3 METODOLOGÍA

La metodología seleccionada a utilizar para el desarrollo del software que brindará soporte al seguimiento del plan de mantenimiento anual de la empresa Solaire S.A. de C.V., es el Ciclo de Vida de Desarrollo de Proyectos tradicional (CVDP), la cual es una metodología de desarrollo en cascada, y se compone de seis etapas, cada una de ellas interrelacionada fuertemente entre sí.

Estas etapas son las siguientes:

- ✚ Análisis
- ✚ Diseño
- ✚ Construcción
- ✚ Pruebas
- ✚ Documentación
- ✚ Elaboración del Plan de Implementación

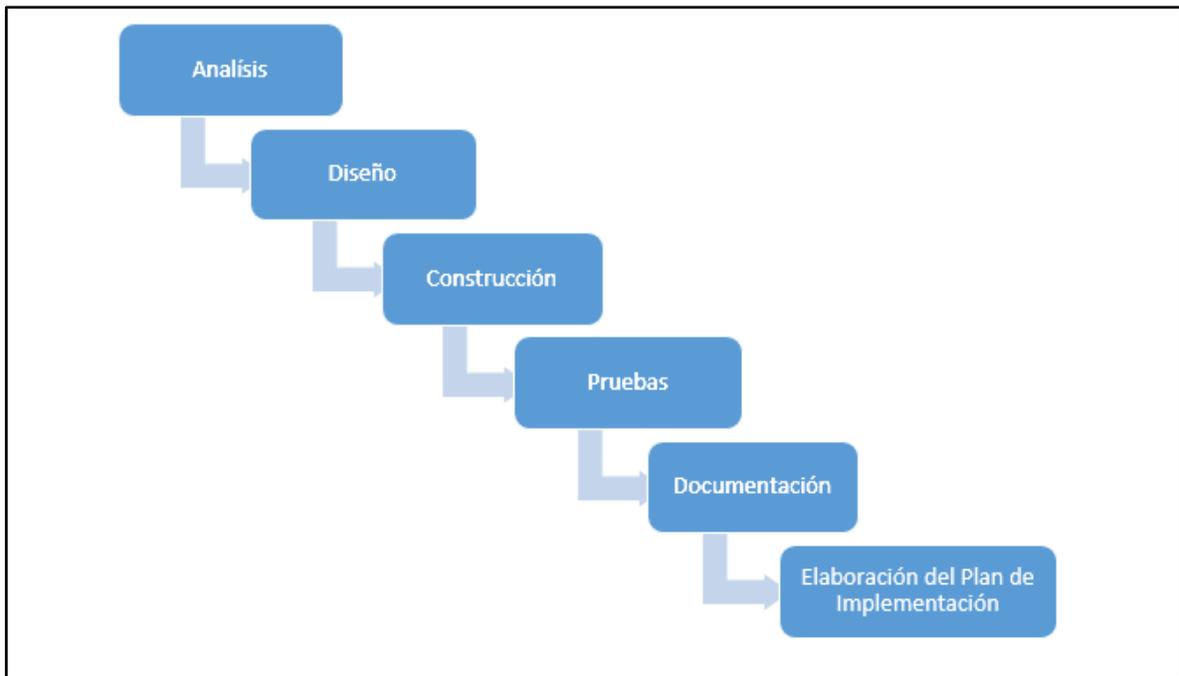


Ilustración 10: Esquema del Ciclo de Vida de Desarrollo de Proyectos tradicional

A continuación, se describe de forma breve cada una de las etapas que componen esta metodología:

1. Análisis:

Esta etapa se divide en dos sub-etapas:

- ✚ Análisis de la situación actual.
- ✚ Determinación de requerimientos.

Se define lo que se va a hacer en el proyecto, se divide principalmente en un análisis de la situación actual, que consiste en una investigación preliminar que permite ver de forma general las necesidades del cliente, la descripción de los procesos que actualmente se llevan a cabo y una determinación de requerimientos donde se busca cubrir las necesidades que se han detectado a raíz del análisis realizado.

Se hace uso de técnicas como tormenta de ideas, Análisis de causa y efecto, árbol de problemas para la identificación del problema y Herramientas de Recolección de Datos como entrevistas y encuestas para el levantamiento de requerimientos (Ver Anexo 5: Entrevistas realizadas al personal de Solaire S.A. de C.V.).

2. Diseño:

El objetivo de esta etapa es modelar los requerimientos previamente obtenidos en la fase de análisis para cumplir con las necesidades del cliente. Para lograrlo es necesario descomponer el sistema en módulos, dividiendo la plataforma en pequeños componentes. Se realiza la definición de estándares a utilizar y se elabora el diseño de pantallas, salidas del sistema, base de datos, así como los procesos necesarios que se encargan de convertir las entradas en salidas.

3. Construcción:

En esta fase se toman todos los componentes del análisis y diseño y se traducen a código mediante lenguajes de programación, Frameworks y librerías entre otros, para obtener el software que va a satisfacer todos los requerimientos de los usuarios. Para esto es necesario también realizar las validaciones necesarias para la aplicación de las reglas del negocio.

4. Pruebas:

Junto con el desarrollo del software se van realizando pruebas de la funcionalidad de este pero concluida la etapa de construcción es necesario evaluar los diferentes elementos que lo componen mediante pruebas que van desde pruebas de desarrollo (por ejemplo: pruebas de componente e integración) hasta pruebas de aceptación cuyo principal objetivo es confirmar que el sistema funcione según lo esperado y corroborar que se ajusta a los requerimientos previstos.

“Las pruebas del software pueden aportar fiabilidad a la calidad del software en caso de detectar pocos o ningún defecto. Pasar una prueba diseñada correctamente reduce el nivel general de riesgo de un sistema. Sin embargo, si las pruebas detectan defectos, su corrección incrementará la calidad del sistema de software.” (Müller et. al., 2010, p.14).

5. Documentación:

En esta etapa se crea la documentación que explica las características técnicas y de operación del sistema informático. Por lo general se producen en esta etapa tres documentos: manual de usuario, manual técnico, manual de instalación/desinstalación, y también se hace una revisión general a toda la documentación generada en las etapas anteriores.

- ✚ *Manual de usuario:* En este se muestran todos los procesos que puede realizar el usuario con el sistema implantado. Se detallan todas las características del sistema y la forma en la que se llenan los distintos formularios y cómo es la presentación de la información.
- ✚ *Manual técnico:* Este manual va dirigido a los usuarios encargados del mantenimiento del sistema. En este manual se detalla toda la terminología técnica, la cual fue usada para el desarrollo del sistema; vale aclarar que el personal seleccionado para esta función deberá tener conocimientos y experiencia en el área de informática.
- ✚ *Manual de instalación/desinstalación:* Proporcionará todos los pasos necesarios para la implantación de manera adecuada del sistema informático y para la desinstalación de este.

3.4 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES



*Para visualizar el cronograma de actividades elaborado consultar Anexo localizado en:
CD\Documentos\Cronograma de Actividades.pdf*

3.5 PLANIFICACIÓN DE RECURSOS

Para la planificación de los recursos necesarios para llevar a cabo la realización de este proyecto se toman en cuenta los siguientes elementos:

-  Recursos de programación.
-  Hardware a utilizar.
-  Recursos de operación.
-  Recursos de oficina.

A continuación, se da a conocer a más detalle cada uno de estos elementos:

3.5.1 Recursos de Programación

Este recurso es el encargado de llevar a cabo la codificación del diseño del sistema es decir es el encargado de escribir y depurar el código fuente del software a desarrollar.

Puesto	Cantidad	Salario mensual (\$)	Total (\$)
Director de proyecto	1	1,200.00	10800.00
Analista/Programador	3	775.00	20925.00
Total			31725.00

Tabla 5: Recursos de programación que se utilizarán en el desarrollo del proyecto

Los datos mostrados en la tabla anterior son tomados en base a datos proporcionados por tusalario.org (WageIndicator, 2017).

3.5.2 Hardware a utilizar

Este recurso hace referencia los instrumentos a utilizar como apoyo para el desarrollo del proyecto.

Recurso	Cantidad	Precio unitario (\$)	Total (\$)
HP Deskjet Ink Advantage 1115	1	35.00	35.00
Cableado estructurado (1.5 metros)	3	3.00	9.00
Router D-Link	1	55.00	55.00
Regleta extensora	1	5.00	5.00
Total			104.00

Tabla 6: Recursos de hardware que se utilizarán en el desarrollo del proyecto

3.5.3 Recursos de operación

Los recursos de operación son aquellos que utilizamos para el desarrollo del día a día del proyecto.

A continuación, se muestra el condensado estimado para los 9 meses de desarrollo del sistema de los recursos de operación.

Recurso	Precio unitario (\$)	Total (\$)
Agua potable (5 garrafas al mes)	2.50	112.50
Electricidad	10.00	90.00
Transporte	10.00	90.00
Telefonía	10.00	90.00
Internet (2 Mbps)	21.23	193.77
Depreciación de pc's (3 máquinas)	20.00	540.00
Contratación de servidor de pruebas	9.00	81.00
Total		1197.27

Tabla 7: Recursos de operación

3.5.4 Recursos de oficina

Estos recursos son aquellos como: mobiliario, pequeños consumibles, material de oficina, etc., estos costos no son fácilmente identificables en el producto final, sin embargo, se ha realizado una aproximación para la elaboración del proyecto.

Recurso	Cantidad	Precio unitario (\$)	Total (\$)
Folders	1 caja de 50 unidades	5.00	5.00
Resma de papel bond	3	4.50	13.50
Bolígrafos	1 caja de 12 unidades	1.50	1.50
Lápices	1 caja de 12 unidades	1.50	1.50
Cartucho tricolor	2	26.00	52.00
Cartucho negro	3	21.00	63.00
Otros posibles imprevistos	1	100.00	100.00
Total			236.50

Tabla 8: Recursos de oficina

Los datos reflejados en la tabla 8, 9 y 10 son tomados del precio de mercado actual en diversos establecimientos (Ver Anexo 7: Detalle de Precios de Mercado).



Para visualizar el Anexo 7 consultar documento localizado en: CD\Documentos\Cronograma de Actividades.pdf

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DE REQUERIMIENTOS

4.1 DEFINICIÓN DE REQUERIMIENTOS

4.1.1 Requerimientos Informáticos

4.1.1.1 Lista Actor-Objetivo

Actor	Objetivo
<p>Administrador: Actor que representa el encargado de la gestión del Sistema, verificación y parametrización inicial del sistema. Delegado del Departamento de Informática y Gestión de Calidad de Solaire S.A. de C.V.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Gestionar Roles <ul style="list-style-type: none"> ○ Crear Roles ○ Editar Roles ○ Consultar Roles ○ Asignar Roles ✚ Gestionar Departamentos <ul style="list-style-type: none"> ○ Crear Departamentos ○ Editar Departamentos ○ Consultar Departamentos ○ Asignar Departamentos ✚ Gestionar Usuarios <ul style="list-style-type: none"> ○ Crear Usuarios ○ Editar Usuarios ○ Consultar Usuarios ✚ Gestionar Áreas <ul style="list-style-type: none"> ○ Crear Áreas ○ Editar Áreas ○ Consultar Áreas ✚ Gestionar Insumos <ul style="list-style-type: none"> ○ Crear Insumos ○ Editar Insumos ○ Consultar Insumos
<p>Gerente de Departamento: Cada Gerente de los departamentos de Producción, Informática y Gestión de Calidad, según la organización de la empresa.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Gestionar Usuarios <ul style="list-style-type: none"> ○ Crear Usuarios ○ Editar Usuarios ○ Consultar Usuarios ✚ Gestionar Maquinaria y Equipo <ul style="list-style-type: none"> ○ Crear Maquinaria y Equipo ○ Editar Maquinaria y Equipo ○ Consultar Maquinaria y Equipo <ul style="list-style-type: none"> ▪ Asignar Áreas ✚ Gestionar Insumos <ul style="list-style-type: none"> ○ Solicitar Insumos ✚ Gestionar Plan de Mantenimiento <ul style="list-style-type: none"> ○ Aprobar Plan de Mantenimiento

<p>Jefe de Área: Actor que representa al Jefe del Departamento de Mantenimiento que es la máxima jerarquía del departamento, también a los jefes de las subdivisiones de las áreas del departamento de Producción quienes verifican y dan por finalizados los mantenimientos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Gestionar Plan de Mantenimiento <ul style="list-style-type: none"> ○ Crear Plan de Mantenimiento <ul style="list-style-type: none"> ▪ Asignar Insumos ▪ Asignar Técnicos ○ Editar Plan de Mantenimiento <ul style="list-style-type: none"> ▪ Reprogramar Mantenimientos ○ Consultar Plan de Mantenimiento ✚ Gestionar Bitácoras <ul style="list-style-type: none"> ○ Crear Bitácoras ○ Editar Bitácoras ○ Consultar Bitácoras ✚ Gestionar Mantenimientos Realizados <ul style="list-style-type: none"> ○ Aprobar Mantenimientos
<p>Técnico de Mantenimiento: Actor que representa los elementos de personal subordinados al Jefe del departamento de Mantenimiento, quienes realizan estos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Gestionar Mantenimientos Realizados <ul style="list-style-type: none"> ○ Crear Mantenimientos ○ Editar Mantenimientos ○ Consultar Mantenimientos

Tabla 9: Roles de usuarios dentro del sistema

1.1.1. 4.1.1.2 Diagrama de Casos de Uso General

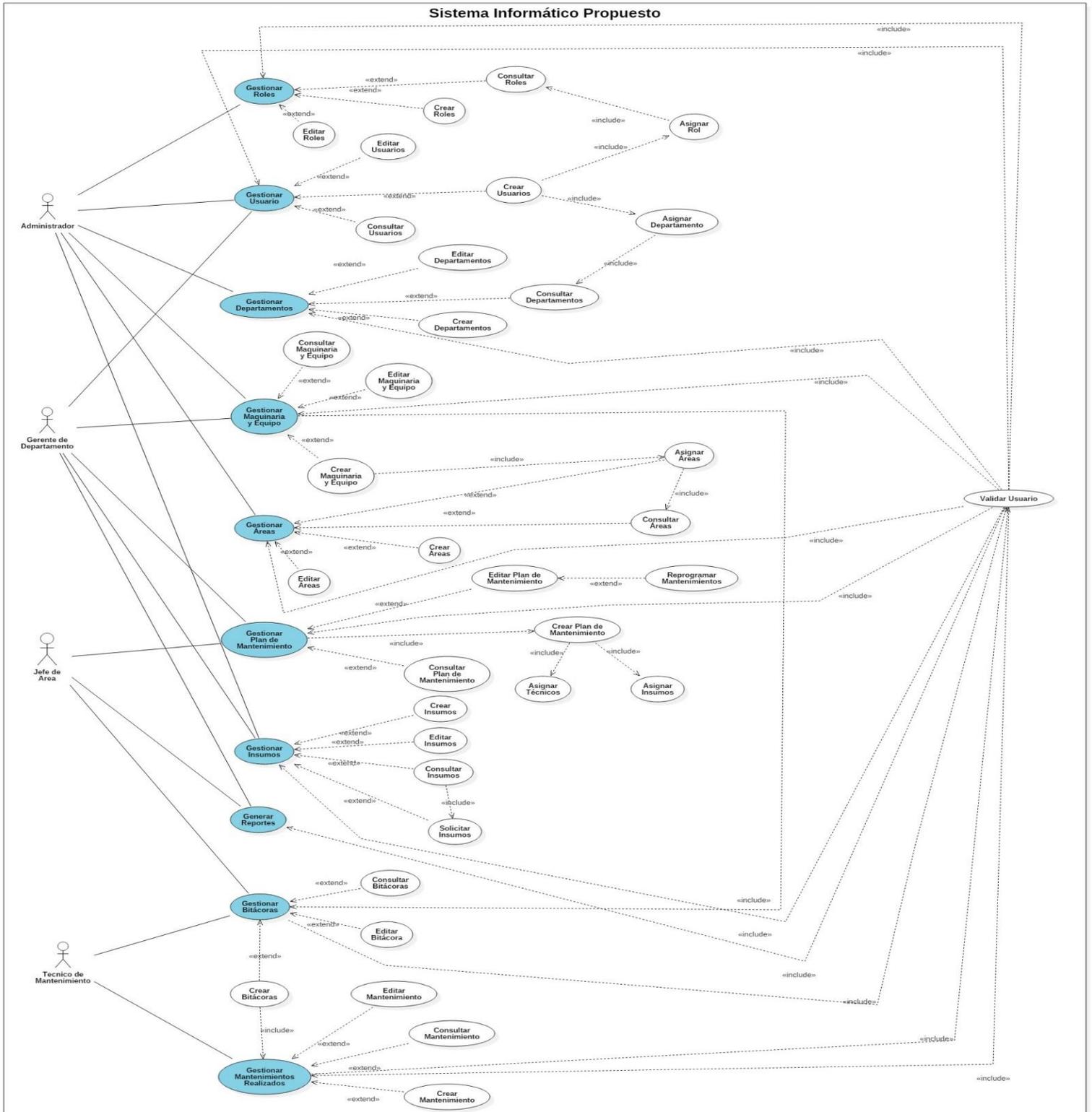


Ilustración 11: Diagrama de Casos de Uso General



Para visualizar el diagrama de casos de usos general consultar Anexo localizado en: CD\Documentos\Diagramas de Casos de Uso Solaire.pdf



Para visualizar la descripción de cada caso de consultar Anexo localizado en: CD\Documentos\Diagramas de Casos de Uso Solaire.pdf

4.1.1.3 Diagramas de Secuencia

A continuación, se presentan algunos de los diagramas de secuencia del sistema a desarrollar.

Validar usuario

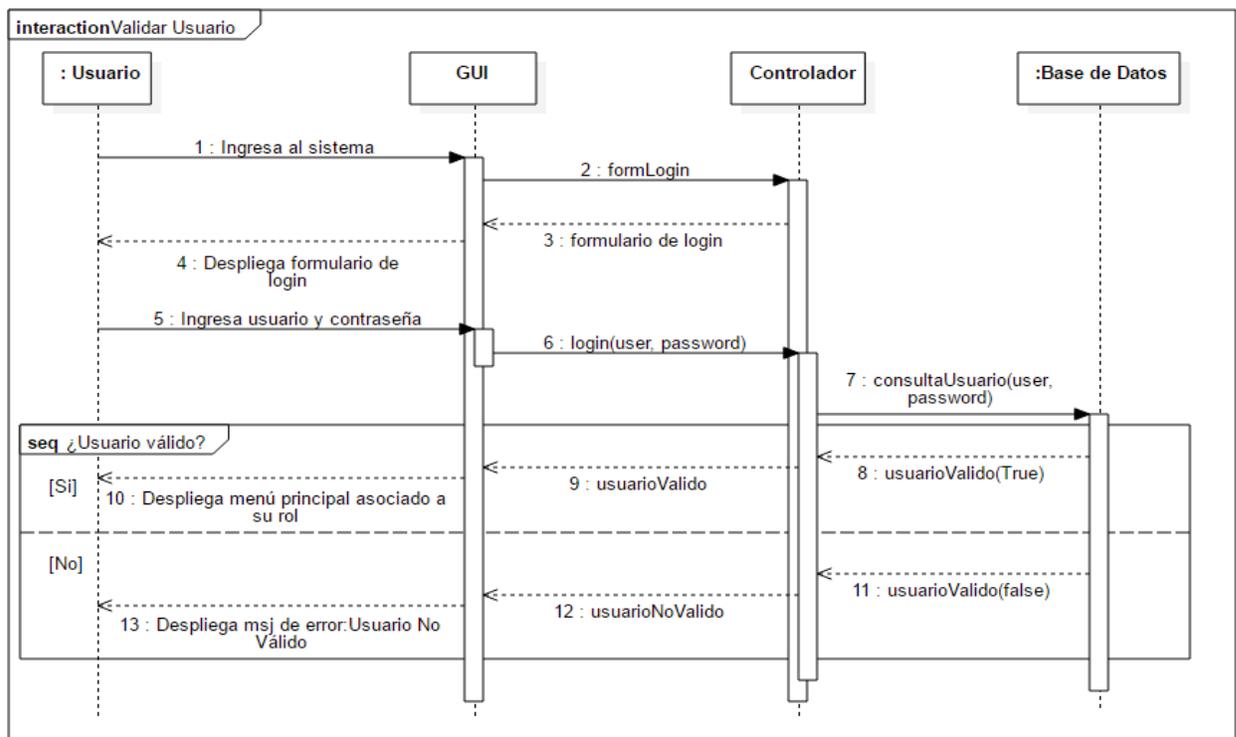


Ilustración 12: Diagrama de Secuencia Validar Usuario

Gestionar Usuarios

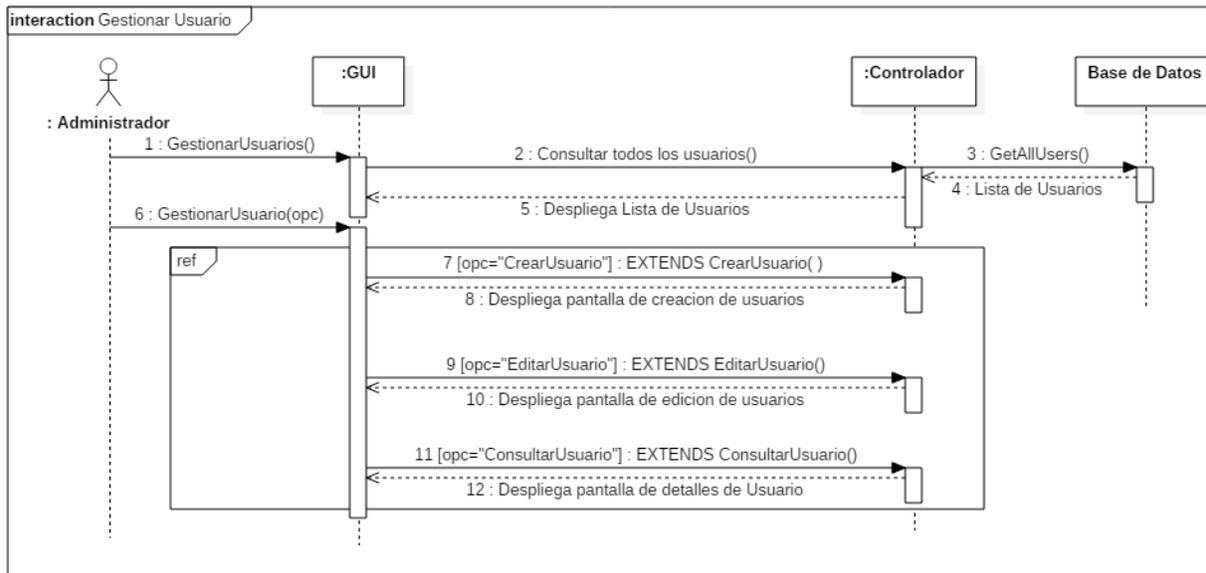


Ilustración 13: Diagrama de Secuencia Gestionar Usuarios



Para visualizar cada uno de los diagramas de secuencia del sistema consultar Anexo localizado en:
CD\Documentos\Diagramas de Secuencia Solaire.pdf

4.1.1.4 Listado de Salidas de Sistema

El Sistema informático contará con las siguientes salidas, las cuales será útiles para todos los usuarios de este:

1. *Informe de mantenimientos Preventivos y Correctivos:* Informe que muestra los mantenimientos preventivos y correctivos que se han realizado entre un rango de fechas.
2. *Informe estadístico de frecuencia de daños en maquinaria:* Muestra información acerca de la frecuencia en que se daña determinada máquina en un periodo de tiempo.
3. *Informe de costos de mantenimientos:* Muestra los costos en los que se han incurrido para realizar los mantenimientos en lo que va del año, así como por determinado periodo de tiempo y máquina en específico.
4. *Informe de Asignación de mantenimientos:* Informe en el que se detalla la asignación de personal para la ejecución de los mantenimientos para un periodo determinado.
5. *Listados de Insumos:* Muestra el detalle de los insumos con los que se cuentan para poder realizar los mantenimientos.

6. *Ficha de Maquinaria y equipo*: Informe que presenta la información general, así como las especificaciones técnicas de una maquina en específico.
7. *Informe de Bitácora de Mantenimiento*: Informe que presenta la información concerniente a los mantenimientos que se realizan a determinada máquina en específico con el fin de verificar el trabajo realizado por un técnico de mantenimiento.
8. *Listado de maquinaria y equipo*: Listado general de toda la maquinaria y equipo con la que cuenta la empresa a la fecha, así como por sucursal
9. *Plan de mantenimiento Anual*: Informe que presenta el plan de mantenimiento generado por el sistema, donde se detallan las fechas en las cuales se les dará a cada una de las máquinas con las que cuenta la empresa en determinada sucursal o en general.
10. *Informe de mantenimientos reprogramados*: Informe que muestra los mantenimientos que han sido reprogramados en un determinado periodo de tiempo, con el fin de llevar un control de estos y las causas que originan dicha reprogramación.

4.1.1.5 Listado de Entradas del Sistema

1. *Información General de la Maquinaria y equipo*: Registro de los datos importantes de la maquinaria desde el momento de su adquisición, incluyendo el tipo y la utilidad dada, además la prioridad que posee en el proceso productivo y relación con otras que desempeñan la misma funcionalidad.
2. *Especificaciones Técnicas de la Maquinaria y equipo*: Corresponde a las indicaciones que el fabricante proporciona al momento de adquirir la maquinaria y equipos industriales, normalmente contenida en el manual de usuario
3. *Datos generales de los usuarios del sistema*: Información general de los usuarios que harán uso del sistema, se le asigna otro tipo de información como Rol y Área a la que pertenece entre otros.
4. *Información general de los insumos para mantenimientos*: Información de los insumos, solicitados y asignados para llevar a cabo los mantenimientos preventivos, y los repuestos o insumos adicionales para los mantenimientos correctivos.
5. *Información general de los departamentos de producción*: Información general de los diferentes departamentos que componen el depto. de producción.
6. *Información generada a partir de la realización de los mantenimientos*: Información de las actividades realizadas durante el mantenimiento ya sea preventivo o correctivo.

4.1.2 Requerimientos de Desarrollo

4.1.2.1 *Requerimientos Humanos*

Para el desarrollo del proyecto se necesitará de personal especializado para llevar a cabo diferentes actividades que llevaran a la culminación exitosa del proyecto, a continuación, se describen las necesidades para esto:

Analistas programadores: Personas con conocimientos en el desarrollo de sistemas orientados a la web que cumplen las siguientes características y conocimientos:

-  Conocimientos en programación con lenguaje C#.
-  Uso de Frameworks ASP.NET.
-  Conocimientos de HTML.
-  Conocimientos de CSS3.
-  Conocimientos de Razor.
-  Dominio de Entity framework.

Administrador de base de datos: Persona con conocimientos en el desarrollo y administración de bases de datos que cumplen los siguientes conocimientos:

-  Experiencia en instalación, configuración y administración de bases de datos en Microsoft SQLSERVER 2008.
-  Sólidos conocimientos en el uso de SQL.
-  Optimización de sentencias SQL.
-  Manejo de Transact SQL.
-  Conocimientos de LinQ

4.1.2.2 *Requerimientos tecnológicos*

Los requerimientos tecnológicos se dividen en requerimientos de Hardware y requerimientos de software y son descritos a continuación:

4.1.2.2.1 Hardware

Los requerimientos mínimos de hardware para el desarrollo del sistema son descritos en la tabla 10.

EQUIPO O PRODUCTO	CANTIDAD	ESPECIFICACIÓN
<i>Computadora Portátil (Haciendo las veces servidor)</i>	1	Procesador: - Intel Core i7-5310M, 3.10 GHz. Intel HM65 Express Chipset. Sistema Operativo: - Windows 10 Pro Original 64-bit. Memoria: - 12 GB DDR3 SDRAM Disco rígido: - 1000 GB, 7200 rpm. Unidad óptica: - Reproductor y grabador de DVD.
<i>Computadora Portátil</i>	2	Procesador: - Intel Core i3-4030U, 1,90 GHz. Intel (R) graphics family Sistema Operativo: - Windows 10 home single lenguaje Original 64-bit. Memoria: - 4 GB DDR3 SDRAM Disco rígido: - 1000 GB, 5400 rpm. Unidad óptica: - Reproductor y grabador de DVD.

Tabla 10: Requerimientos Técnicos de Hardware

4.1.2.2.2 Software

En la tabla 11 se describen los programas a utilizar para el desarrollo del proyecto.

PRODUCTO	CANTIDAD	ESPECIFICACIÓN
<i>Gestor de base de datos</i>	1	SQLSERVER Express 2008 que será el gestor utilizado en el desarrollo del sistema.
<i>Entorno de desarrollo</i>	1	Microsoft Visual Studio 2015 Community, utilizado para el desarrollo del código fuente del proyecto.
<i>Servidor</i>	1	IIS (Internet Information Services)
<i>Lenguaje de desarrollo</i>	1	Visual C# con ASP.net
<i>Navegador web</i>	1	De preferencia Google Chrome en su última versión (Actualmente la versión 58.0.3029.110)
<i>Lector PDF</i>	1	Foxit Reader o Adobe Reader

Tabla 11: Requerimientos Técnicos de Software

4.1.2.3 Requerimientos Legales

Basándonos en la ley de protección intelectual de El Salvador nos da a conocer los derechos que se tienen sobre los programas computacionales

Art. 12.- La presente ley protege las obras del espíritu manifestadas en forma sensible, cualquiera que sea el modo o la forma de su expresión, de su mérito o de su destino, con tal que dichas obras tengan un carácter de creación intelectual o personal, es decir, originalidad.

Art. 13.- En las creaciones a que se refiere el artículo anterior, están comprendidas todas las obras literarias, científicas y artísticas, tales como libros, folletos y escritos de toda naturaleza y extensión, incluidos los programas de ordenador...

Esto nos demuestra que todo programa de ordenador es una creación con derechos de autor que implica los derechos tanto intelectuales como los beneficios económicos que éste puede generar.

Por lo tanto, en el desarrollo del sistema se hará uso de las versiones Community de los programas y herramientas a utilizar.

4.1.3 Requerimientos Operativos o de Implementación

4.1.3.1 *Requerimientos Humanos*

El sistema informático para su operatividad y alimentación de datos deberá contar con el recurso humano que cubra las funciones de:

-  Usuarios (jefe del área de mantenimiento, gerente de producción).
-  Administrador del sistema informático.
-  Administrador del equipo informático cliente.
-  Encargado de respaldos de datos.
-  Administrador de la base de datos.
-  Administrador del servidor de aplicación.
-  Encargado de mantenimiento a la red.

Los requerimientos de personal, en algunas de sus funciones pueden ser realizadas por una misma persona, en caso de no tener la suficiente cantidad de personal disponible. Así pues, el administrador del sistema informático podrá encargarse de la administración de servidores y aplicaciones.

Es importante que la alimentación al sistema se realice directamente por los usuarios especialmente del área de mantenimiento.

4.1.3.2 *Requerimientos tecnológicos*

Los requerimientos tecnológicos se dividen en requerimientos de Hardware y requerimientos de software y son descritos a continuación:

4.1.3.2.1 Hardware

Los requerimientos mínimos de hardware para la operatividad del sistema son descritos en la tabla 12.

EQUIPO O PRODUCTO	CANTIDAD	ESPECIFICACIÓN
<i>Servidor Alternativa 1</i>	1	Suscripción de servicios en la nube con Azure como servidor de Base de Datos y aplicaciones. Nivel de servicio: Estándar Con autorización de hasta 200 sesiones simultáneas, de 2 a 250 GB de almacenamiento de la base de datos. Desde 1.75 GB de RAM, y 10 a 250 GB de almacenamiento de aplicaciones.
<i>Servidor Alternativa 2</i>	1	Procesador: - Intel Core i3-4030U, 1.5 GHz. Intel HM65 Express Chipset. Sistema Operativo: - Windows 10 Pro Original 64-bit. Memoria: - 4GB DDR3 SDRAM Disco rígido: - 500 GB, 7200 rpm. Monitor CRT 15 a color. Mouse Serial o USB. Sistema operativo Windows 8 con instalación de servidor IIS.
<i>Computadora Portátil</i>	2	Procesador: - Intel Core i3-4030U, 1,90 GHz. Intel (R) graphics family Sistema Operativo: - Windows 10 home single lenguaje Original 64-bit. Memoria: - 4 GB DDR3 SDRAM Disco rígido: - 1000 GB, 5400 rpm. Unidad óptica: - Reproductor y grabador de DVD.

Tabla 12: Requerimientos Operativos de Hardware

4.1.3.2.2 Software

En la tabla 13 se describen los programas a utilizar para el despliegue del proyecto y operatividad simultánea en varios equipos de la empresa.

PRODUCTO	CANTIDAD	ESPECIFICACIÓN
<i>Gestor de base de datos</i>	1	SQLSERVER Express 2008 que será el gestor utilizado en el desarrollo del sistema.
<i>Servidor</i>	1	IIS (Internet Information Services)
<i>Navegador web</i>	1	Preferible Google Chrome en su última versión (Actualmente la versión 58.0.3029.110)
<i>Lector PDF</i>	1	Foxit Reader o Adobe Reader

Tabla 13: Requerimientos Operativos de Software

CAPÍTULO 5. DISEÑO

5.1 DEFINICIÓN DE ESTÁNDARES

Los estándares son un conjunto de reglas normalizadas diseñadas con el fin de uniformizar los elementos considerados para que un producto o servicio cumpla con su propósito, al diseñar un sistema de información se debe definir todos los estándares que se utilizaran para su realización, estos estándares deben definir los formatos que se utilizaran para la elaboración de pantallas, tablas, clases, entre otros elementos.

Una ventaja de la estandarización es que proporciona fácil comunicación entre el equipo de desarrollo y facilita futuros posibles cambios.

Por estas razones es que se propone el desarrollo de estándares para tres grandes partes del proyecto como lo son:

- Pantallas del sistema.
- Reportes generados por el sistema.
- Nomenclaturas de programación y base de datos.

5.2 ESTÁNDARES PARA PANTALLAS DEL SISTEMA

Para el desarrollo de pantallas del sistema se propone hacer uso de pantallas simples e intuitivas para el usuario, es decir, que no estén cargadas de información innecesarias además de ser de fácil uso.

Para esto contamos con los siguientes estándares a seguir para el desarrollo de estas:

1. Pantalla General

El objetivo de las pantallas generales es desplegar la información de los registros que se poseen en la base de datos. Esta pantalla es la que se presenta al usuario al ingresar a los módulos del sistema, cuenta con diferentes secciones las cuales se detallan a continuación:

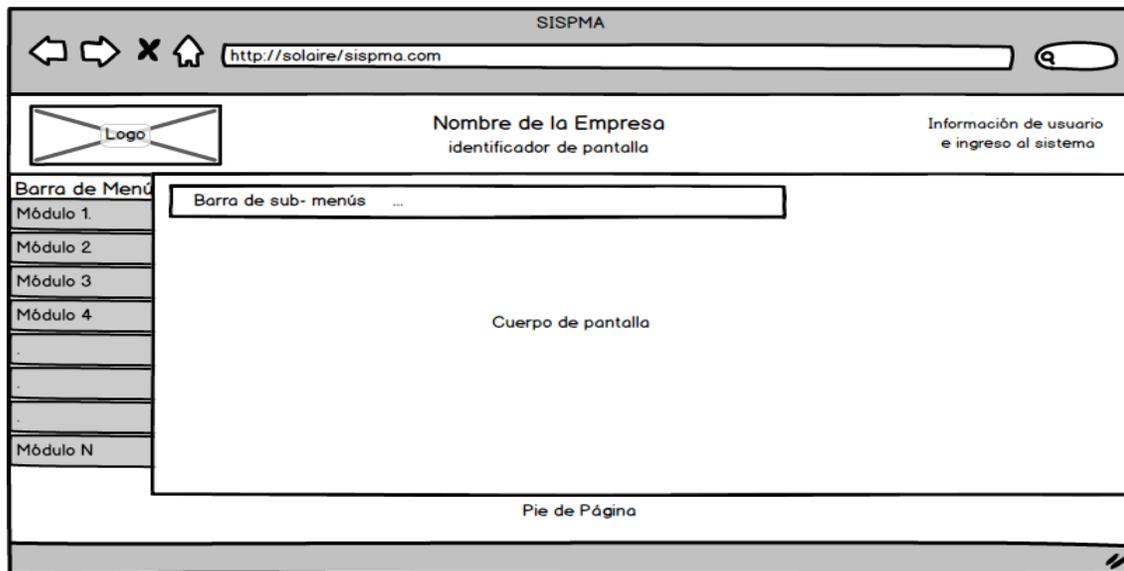


Ilustración 14: Pantalla General

En la siguiente tabla se describen los elementos que componen una pantalla principal:

Elemento	Descripción
Identificador del Sistema	Se ubicará en la parte central superior de la pantalla: El nombre del sistema.
Nombre de la empresa	Despliega el nombre de la empresa en la parte superior de la pantalla alineado al centro de la misma.
Información de usuario e ingreso al sistema	Muestra mensaje de bienvenida al usuario, el nombre del usuario y la fecha y hora del sistema.
Barra de menú	Se ubicará al lado izquierdo de la pantalla, justo debajo del identificador del sistema y servirá de acceso a los demás módulos que posee el sistema y a los cuales tenga permiso el usuario.
Cuerpo de pantalla	Se ubicará en la parte central de la página a la derecha de la barra de menú y contendrá el listado de elementos que correspondan al módulo seleccionado o desplegará los reportes que genere el usuario cual sea el caso.
Barra de Sub-menús	Esta barra aparecerá dentro del cuerpo de la pantalla en la parte superior izquierda del mismo y desplegará opciones dependiendo el módulo al que ingrese el usuario desde la barra de menús.
Pie de página	Se colocará nombre del sistema, de la Universidad e información de derechos reservados.
Nombre de Usuario	Se ubicará en la esquina superior derecha de la pantalla, al lado del identificador del sistema y mostrará un mensaje de bienvenida junto con el nombre y cargo del usuario que se ha logeado en el sistema.
Logo	Se muestra en la parte superior izquierda de la pantalla e identifica el sistema con la empresa en la cual estará funcionando al finalizar el proyecto, en este caso el logo de Solaire S. A. de C. V.

Tabla 14: Elementos de la pantalla principal

2. Pantalla de registro de datos

El objetivo de las pantallas de entrada es la de capturar datos provenientes de los usuarios y necesaria para la operatividad del sistema. Estas pantallas son de tipo “modal” lo que significa que tiene la peculiaridad de sobresalir del sistema lo cual la vuelve muy atractiva a la vista para el usuario, además de no tener que recargar la página en el navegador para poder ingresar los datos correspondientes al formulario que despliega. El diseño de estándar de las entradas que se define a continuación:

Nombre pantalla modal

Cuerpo pantalla modal

Etiqueta 1: Campo de Texto

Etiqueta 2: Campo de Texto

Etiqueta 3: Listado

Etiqueta 4: Radio Button

Etiqueta 5: Checkbox

Etiqueta 6: 99 / 99 / 9999 
JUNE 2017
S M T W T F S
28 29 30 31 1 2 3
4 5 6 7 8 9 10
11 12 13 14 15 16 17
18 19 20 21 22 23 24
25 26 27 28 29 30

Etiqueta N: 01:00 

Elementos de ingreso de datos

Guardar Cancelar

Área de botones

Ilustración 15: Pantalla de Registro de Datos

Elemento	Descripción
Identificador de pantalla modal	Se ubicará en la parte superior de la pantalla y mostrará el nombre de la misma.
Cuerpo de pantalla modal	Se ubicará en la parte central de la pantalla modal y contendrá todos los elementos necesarios para el ingreso de datos por parte del usuario.
Elementos de ingresos de datos	<p>Son la serie de elementos de los que dispondrá el usuario para ingresar los datos correspondientes, entre los cuales tenemos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Etiquetas: Indican que información debe ingresarse en cada elemento de ingreso de datos. • Campo de Texto: En estos se ingresan datos alfanuméricos, enteros y reales mediante el teclado. • Listado o ComboBox: Son listas desplegables con información que el usuario puede seleccionar según sea el caso. • Radio Button: Sirven para hacer una selección de entre un conjunto de opciones. • CheckBox: Sirven para hacer una selección múltiple de entre un conjunto de opciones. • Selectores de Fecha: Son útiles para insertar fechas ya sea mediante teclado o a través de la selección directa de la fecha de un calendario que se despliega al hacer clic en dicho elemento. • Selectores de horas: Mediante este elemento podemos ingresar cantidades de tiempo en formato de horas mediante las flechas hacia arriba y abajo o desde el teclado directamente.
Botones	Estos se mostrarán en la parte inferior de la pantalla modal alineados al centro. Estos botones tendrán la funcionalidad de guardar los datos ingresados o cancelar la operación, regresándonos a la pantalla principal del módulo.

Tabla 15: Elementos de pantalla de registro de datos.

3. Estándar de botones

Los estándares de botones nos son útiles para reconocer que simboliza cada uno de ellos en nuestro sistema informático, motivo por el cual, se ha realizado la siguiente tabla con la descripción de cada uno de los botones:

Nombre	Botón	Descripción
Guardar		Permitirá almacenar nuevos registros creados, como también aceptar en inicio de sistema.
Modificar		Permitirá modificar o actualizar al realizar cambios en un registro.
Eliminar	 o 	Permitirá eliminar un registro del sistema.
Cancelar		Permitirá cancelar acciones que están realizando en cualquiera de los módulos. Su color también es rojo lo que nos indica que realiza dicha operación.
Consultar		Permitirá la ejecución de una consulta a la base de datos para mostrar los datos en tablas al usuario.
Regresar		Se utiliza para abandonar una determinada pantalla.
Imprimir		Permite la impresión en papel de los resultados de una consulta o reporte específico.

Tabla 16: Estándares de Botones

5.3 REPORTES GENERADOS POR EL SISTEMA

Para la generación de reportes en el sistema se propone una estructura simple de leer que brinde la información necesaria y relevante para los usuarios.

En la parte izquierda superior tendrán el logo de la empresa, arriba y al centro el nombre de la empresa, Título del reporte y parámetros con los cuales fue creado el reporte, el cuerpo del reporte será en forma de tabla con las columnas necesarias para representar la información solicitada o formato de formulario según sea el caso y en el pie del reporte en la parte izquierda se tendrá la fecha en la que se creó el reporte, en el centro el nombre del archivo que genera el reporte y a la derecha el usuario que creo el reporte.

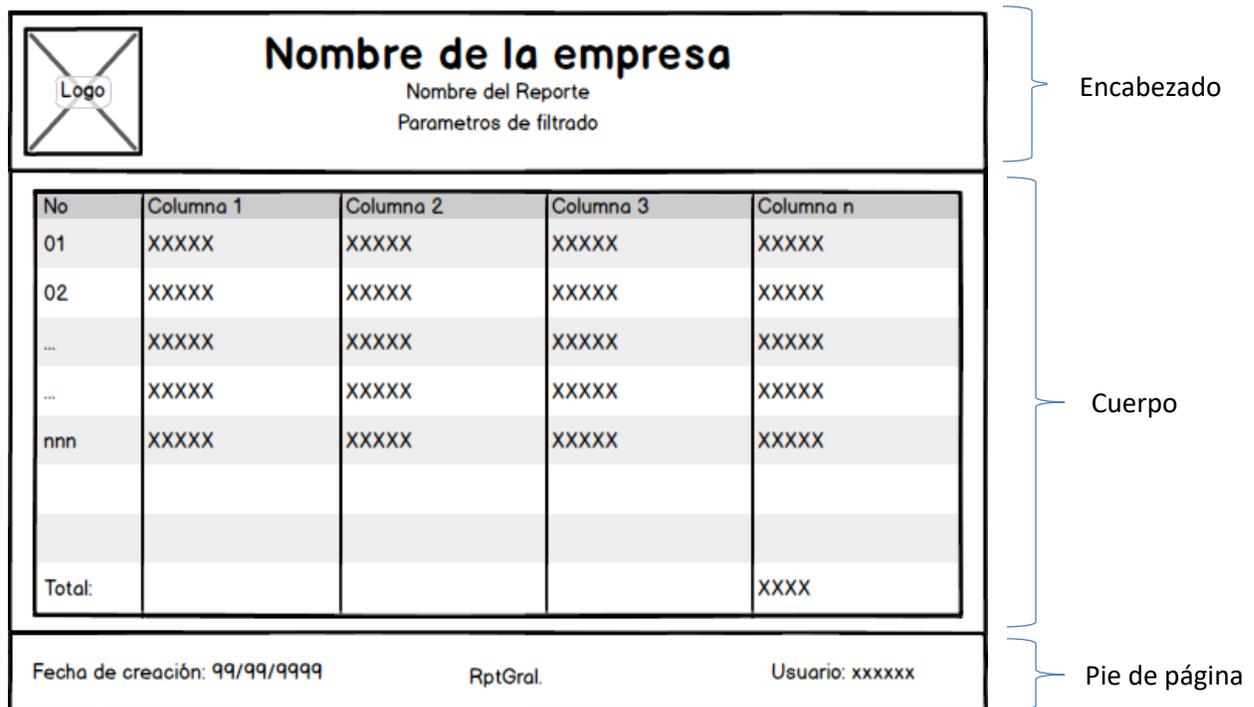


Ilustración 16: Estándar Reportes

5.4 NOMENCLATURAS DE PROGRAMACIÓN Y BASE DE DATOS.

Las nomenclaturas de programación son importantes ya que es a través de estas que se nos facilita la lectura y entendimiento del código en futuros mantenimientos.

A continuación, se dan a conocer los estándares en la programación y los que serán utilizados en la base de datos:

5.4.1 Estándares de programación

Nombres de clases: los nombres de clases se nombrarán en singular con la primera letra en mayúscula ejemplo de eso la clase Mantenimiento, de constar de más de una palabra la clase será nombrada siguiendo la metodología "CamelCase" que indica que se inicia en mayúscula y las

palabras subsecuentes se escriben unidas con la primera letra en mayúscula, por ejemplo, *InsumoUtilizado*.

Atributos de clases: Los atributos de clases serán escritos bajo la metodología “CamelCase” en singular o plural según requiera el caso ejemplo Nombres, FechaInicio.

Métodos: Los métodos serán nombrados bajo la metodología “CamelCase” con la primera letra mayúscula al igual que en el caso de los atributos y nombres de las clases.

Variables: Las variables serán nombrados bajo la metodología “CamelCase” con la primera letra mayúscula al igual que en el caso de los atributos, nombres de las clases y métodos.

5.4.2 Estándares de Base de datos

Entidades (tablas): Serán nombradas en singular haciendo uso de la metodología “CamelCase” ejemplo la entidad Mantenimiento, de constar de más de una palabra la entidad será nombrada de la siguiente forma: *InsumoUtilizado*.

Atributos de entidad: Los atributos de clases serán escritos bajo la metodología “CamelCase” en singular o plural según requiera el caso, por ejemplo: Nombres, FechaInicio.

Vistas: Las vistas serán nombradas anteponiendo las letras “VT” y siguiendo la metodología “CamelCase”, por ejemplo: VTMantenimientosCorrectivos.

Funciones: las funciones serán nombradas anteponiendo la letra “F” y siguiendo la metodología “CamelCase”, por ejemplo: FCalcularCosto.

Triggers: Los disparadores o triggers serán nombrados anteponiendo el acrónimo “TG” y siguiendo la metodología “CamelCase”, por ejemplo: TGReprogramacionMantenimiento.

Procedimientos almacenados: Los procedimientos almacenados serán nombrados anteponiendo el acrónimo “SP” y siguiendo la metodología “CamelCase”, por ejemplo: SPAutoGenerarPlan.

5.5 DIAGRAMA DE CLASES

A continuación, se presenta el diagrama de clases del sistema.

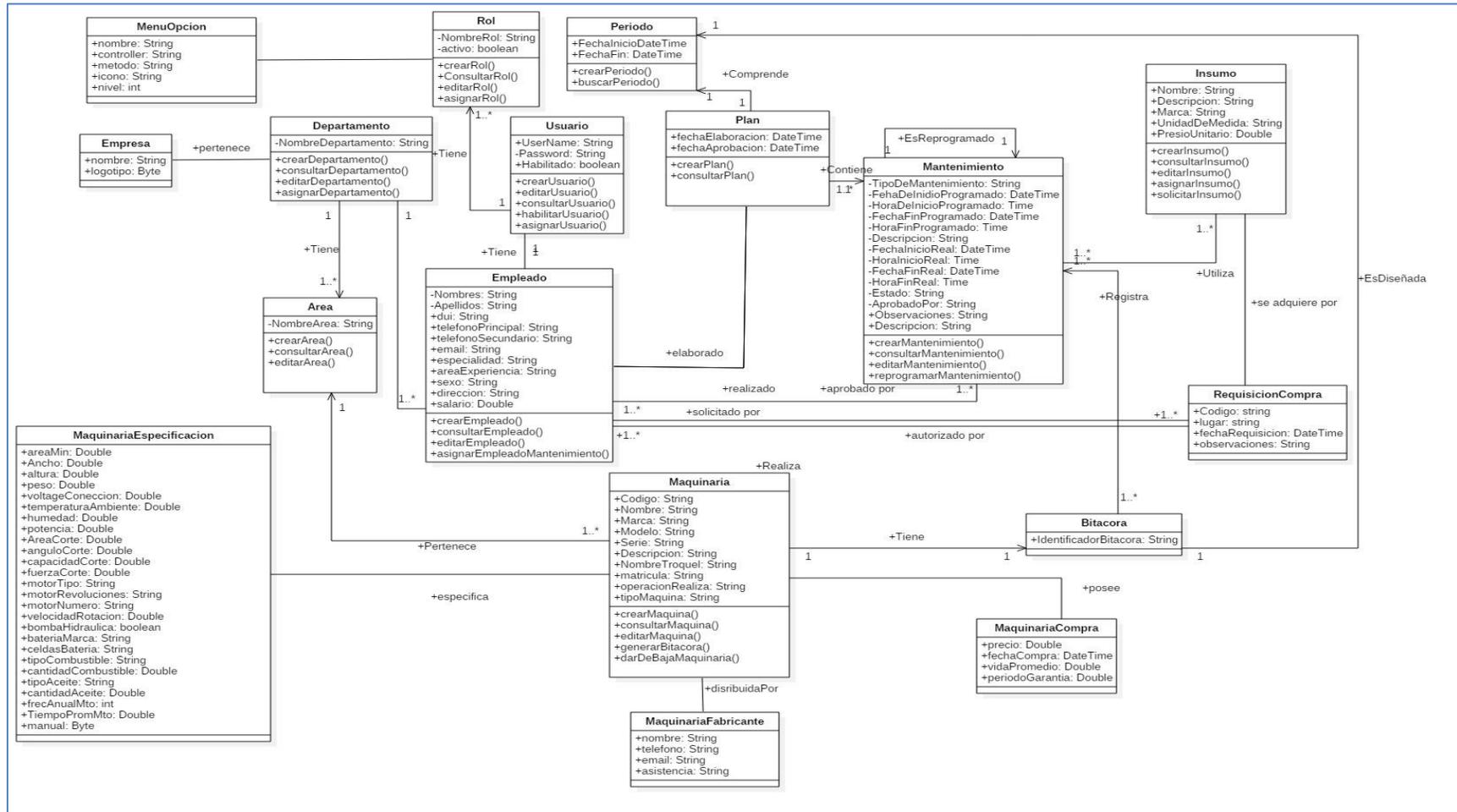


Ilustración 17: Diagrama de Clases

5.6 DISEÑO DE LA BASE DE DATOS

En este apartado daremos un breve repaso a conceptos relevantes acerca de las bases de datos relacionales antes de adentrarnos al diseño de la base de datos del sistema.

5.6.1 Introducción a las Bases de Datos Relacionales

Una base de datos relacional es una recopilación de elementos de datos con relaciones predefinidas entre ellos. Estos elementos se organizan como un conjunto de tablas con columnas y filas. Las tablas se utilizan para guardar información sobre los objetos que se van a representar en la base de datos. Cada columna de una tabla guarda un determinado tipo de datos y un campo almacena el valor real de un atributo. Las filas de la tabla representan una recopilación de valores relacionados de un objeto o entidad. Cada fila de una tabla podría marcarse con un identificador único denominado clave principal, mientras que filas de varias tablas pueden relacionarse con claves extranjeras. Se puede obtener acceso a estos datos de muchas formas distintas sin reorganizar las propias tablas de la base de datos.

5.6.2 Aspectos importantes de las bases de datos relacionales

5.6.2.1 SQL

SQL o lenguaje de consulta estructurada es la interfaz principal utilizada para comunicarse con bases de datos relacionales. SQL se convirtió en un estándar del American National Standards Institute (ANSI) en 1986. Todos los motores de bases de datos relacionales populares soportan SQL de ANSI estándar. Algunos de estos motores también tienen extensión al SQL de ANSI para soportar funcionalidades específicas de ese motor. SQL se utiliza para agregar, actualizar o eliminar filas de datos, recuperar subconjuntos de datos para aplicaciones de análisis y procesamiento de transacciones y para administrar todos los aspectos de la base de datos.

5.6.2.2 Integridad de los Datos

La integridad de los datos es la totalidad, precisión y coherencia general de los datos. Las bases de datos relacionales utilizan un conjunto de restricciones para aplicar la integridad de los datos en la base de datos. Esto incluye claves principales, claves externas, restricción "Not NULL", restricción "Unique", restricción "Default" y restricciones "Check". Estas restricciones de integridad ayudan a aplicar reglas de negocio en datos de las tablas para garantizar la precisión y fiabilidad de los datos. Además de las anteriores, la mayoría de las bases de datos relacionales también permiten la integración de código personalizado en disparadores que se ejecutan en función de una acción en la base de datos.

5.6.2.3 Transacciones

Una transacción de base de datos es una o más sentencias SQL que se ejecutan como una secuencia de operaciones que forman una unidad lógica única de trabajo. Las transacciones proporcionan una proposición "todo o nada", por lo que la transacción completa se debe completar como una sola unidad y se debe escribir en la base de datos; de lo contrario, ninguno de los componentes individuales de la transacción debería pasar. En la terminología de bases de datos relacionales, una

transacción genera un COMMIT o un ROLLBACK. Cada transacción se trata de forma coherente y fiable independiente de otras transacciones.

5.6.2.4 Conformidad con ACID

Todas las transacciones de base de datos deben ser conformes a ACID (atómicas, coherentes, aisladas y duraderas) para garantizar la integridad de los datos.

La atomicidad requiere que la transacción completa se ejecute correctamente; si una parte de la transacción falla, toda ella queda invalidada. La coherencia exige que los datos escritos en la base de datos como parte de la transacción deben cumplir todas las reglas definidas, así como las restricciones, cascadas y disparadores. El aislamiento es crítico para lograr el control de concurrencia y se asegura de que cada transacción sea independiente por sí misma. La durabilidad requiere que todos los cambios realizados en la base de datos sean permanentes una vez que la transacción se complete correctamente.

5.6.3 Modelos de Bases de Datos

Un modelo de datos es básicamente una "descripción" de algo conocido como contenedor de datos (algo en donde se guarda la información), así como de los métodos para almacenar y recuperar información de esos contenedores. Los modelos de datos no son cosas físicas: son abstracciones que permiten la implementación de un sistema eficiente de base de datos; por lo general se refieren a algoritmos, y conceptos matemáticos. Algunos modelos con frecuencia utilizados en las bases de datos:

5.6.3.1 Bases de datos jerárquicas

En este modelo los datos se organizan en una forma similar a un árbol (visto al revés), en donde un nodo padre de información puede tener varios hijos. El nodo que no tiene padres es llamado raíz, y a los nodos que no tienen hijos se los conoce como hojas. Las bases de datos jerárquicas son especialmente útiles en el caso de aplicaciones que manejan un gran volumen de información y datos muy compartidos permitiendo crear estructuras estables y de gran rendimiento. Una de las principales limitaciones de este modelo es su incapacidad de representar eficientemente la redundancia de datos.

5.6.3.2 Base de datos de red

Éste es un modelo ligeramente distinto del jerárquico; su diferencia fundamental es la modificación del concepto de nodo: se permite que un mismo nodo tenga varios padres (posibilidad no permitida en el modelo jerárquico). Fue una gran mejora con respecto al modelo jerárquico, ya que ofrecía una solución eficiente al problema de redundancia de datos; pero, aun así, la dificultad que significa administrar la información en una base de datos de red ha significado que sea un modelo utilizado en su mayoría por programadores más que por usuarios finales.

5.6.3.3 Bases de datos transaccionales

Son bases de datos cuyo único fin es el envío y recepción de datos a grandes velocidades, estas bases son muy poco comunes y están dirigidas por lo general al entorno de análisis de calidad, datos de producción e industrial, es importante entender que su fin único es recolectar y recuperar los datos a la mayor velocidad posible, por lo tanto la redundancia y duplicación de información no es un problema como con las demás bases de datos, por lo general para poderlas aprovechar al máximo permiten algún tipo de conectividad a bases de datos relacionales. Un ejemplo habitual de transacción es el traspaso de una cantidad de dinero entre cuentas bancarias. Normalmente se realiza mediante dos operaciones distintas, una en la que se decrementa el saldo de la cuenta origen y otra en la que incrementamos el saldo de la cuenta destino. Para garantizar la atomicidad del sistema (es decir, para que no aparezca o desaparezca dinero), las dos operaciones deben ser atómicas, es decir, el sistema debe garantizar que, bajo cualquier circunstancia (incluso una caída del sistema), el resultado final es que, o bien se han realizado las dos operaciones, o bien no se ha realizado ninguna.

5.6.3.4 Bases datos relacionales

Éste es el modelo utilizado en la actualidad para modelar problemas reales y administrar datos dinámicamente. Tras ser postulados sus fundamentos en 1970 por Edgar Frank Codd, de los laboratorios IBM en San José (California), no tardó en consolidarse como un nuevo paradigma en los modelos de base de datos. Su idea fundamental es el uso de "relaciones". Estas relaciones podrían considerarse en forma lógica como conjuntos de datos llamados "tuplas". Pese a que ésta es la teoría de las bases de datos relacionales creadas por Codd, la mayoría de las veces se conceptualiza de una manera más fácil de imaginar. Esto es pensando en cada relación como si fuese una tabla que está compuesta por registros (las filas de una tabla), que representarían las tuplas, y campos (las columnas de una tabla). En este modelo, el lugar y la forma en que se almacenen los datos no tienen relevancia (a diferencia de otros modelos como el jerárquico y el de red). Esto tiene la considerable ventaja de que es más fácil de entender y de utilizar para un usuario esporádico de la base de datos. La información puede ser recuperada o almacenada mediante "consultas" que ofrecen una amplia flexibilidad y poder para administrar la información.

5.6.4 Modelo Entidad – Relación

El modelo entidad-relación ER es un modelo de datos que permite representar cualquier abstracción, percepción y conocimiento en un sistema de información formado por un conjunto de objetos denominados entidades y relaciones, incorporando una representación visual conocida como diagrama entidad-relación.

5.6.4.1 Conceptos del Modelo E-R

5.6.4.1.1 Entidad

La entidad es cualquier clase de objeto o conjunto de elementos presentes o no, en un contexto determinado dado por el sistema de información o las funciones y procesos que se definen en un

plan de automatización. Dicho de otra forma, las entidades las constituyen las tablas de la base de datos que permiten el almacenamiento de los registros del sistema, quedando recogidos bajo la denominación o título de la tabla o entidad. Por ejemplo, la entidad usuarios guarda los datos personales de los usuarios de la biblioteca, la entidad catalogo registra todos los libros catalogado entre otros.

5.6.4.1.2 Atributos

Son las características, rasgos y propiedades de una entidad, que toman como valor una instancia particular. Es decir, los atributos de una tabla son en realidad sus campos descriptivos, el predicado que permite definir lo que decimos de un determinado sujeto. Por ejemplo, de una entidad o tabla catálogo, se pueden determinar los atributos título, subtítulo, título paralelo, otras formas del título, autor principal, otras menciones de responsabilidad, edición, mención de edición, editorial, lugar de publicación, fecha de publicación, etc.

5.6.4.1.3 Relación

Vínculo que permite definir una dependencia entre los conjuntos de dos o más entidades. Esto es la relación entre la información contenida en los registros de varias tablas. Por ejemplo, los usuarios suelen clasificarse según una lista de tipos de usuarios, ya sean profesores, alumnos o investigadores. Las relaciones son definidas de forma natural en un diagrama relacional para expresar un modelo cognitivo que dará lugar posteriormente a las interrelaciones de las entidades.

5.6.4.1.4 Interrelación

Las interrelaciones las constituyen los vínculos entre entidades, de forma tal que representan las relaciones definidas en el esquema relacional de forma efectiva. Esto no sólo la relación de los registros sino de sus tablas y de las características de la interrelación entre las entidades, a través de un campo clave que actúa como código de identificación y referencia para relacionar (es decir, como nexo de unión y articulación de la relación). Los tipos de interrelaciones entre entidades o tablas se realizan aplicando las reglas de cardinalidad y modalidad.

5.6.4.1.5 Entidades fuertes

Lo constituyen las tablas principales de la base de datos que contienen los registros principales del sistema de información y que requieren de entidades o tablas auxiliares para completar su descripción o información. Por ejemplo, la tabla *Usuario* es una entidad fuerte en relación a la tabla tipos de usuarios, que es una entidad débil dada su condición auxiliar para clasificar a los usuarios registrados en la biblioteca.

5.6.4.1.6 Entidades débiles

Son entidades débiles a las tablas auxiliares de una tabla principal a la que completan o complementan con la información de sus registros relacionados. Por ejemplo, también son consideradas entidades débiles las tablas intermedias que sirven para compartir información de varias tablas principales.

5.6.4.1.7 Clave

Es el campo o atributo de una entidad o tabla que tiene como objetivo distinguir cada registro del conjunto, sirviendo sus valores como datos vinculantes de una relación entre registros de varias tablas.

- ✚ *Superclave*: Es la combinación de campos clave que identifican unívocamente un registro en una tabla o entidad.
- ✚ *Clave principal primaria*: Permiten identificar unívocamente cada registro de una tabla. Por ejemplo, campo auto-numérico interno ID.
- ✚ *Clave candidata*: Campos que cumplen las condiciones de identificación única de registros, pero que no fueron definidos como principales por el diseñador.
- ✚ *Clave externa*: Campo clave conformado por el valor de una clave principal primaria de otra tabla.

5.6.4.1.8 Integridad referencial

Se denomina integridad referencial al tipo de interrelación que se produce entre tablas mediante un campo clave que deberá contener la cadena alfanumérica exacta al identificador de la tabla auxiliar para poder realizar la relación entre los registros. En caso contrario no se produce la relación. Además, se trata de un mecanismo que evita duplicidades e incorrecciones ya que la propiedad de integridad referencial conmina a que los datos de un usuario además de su identificador ID sean distintos al de los demás. Dicho de otra forma, no pueden existir dos registros iguales con los mismos datos.

5.6.5 Tipos de Relaciones

5.6.5.1 Según cardinalidad.

La cardinalidad se representan en un diagrama Entidad Relación (ER) como una etiqueta que se ubica en ambos extremos de la línea de relación de las entidades y que puede contener diversos valores entre los que destacan comúnmente el 1 y el *, obteniendo los siguientes tipos:

- ✚ *Relación 1 a 1*. La relación uno a uno, define que un único registro de la tabla puede estar relacionado con un único registro de la tabla relacionada.

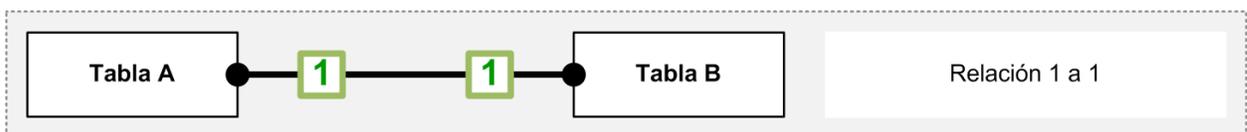


Ilustración 18: Representación Relación 1 a 1

- ✚ *Relación 1 a **. La relación de uno a varios, define que un registro dado de una tabla auxiliar o secundaria sólo puede estar vinculado con un único registro de la tabla principal con la que está relacionada.

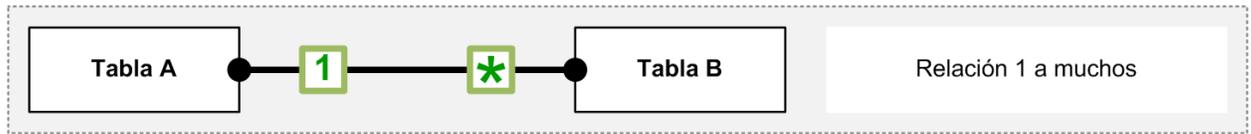


Ilustración 19: Representación Relación 1 a muchos

- ✚ *Relación * a **. La relación de varios a varios, define que un registro de una tabla puede estar relacionado con varios registros de la tabla relacionada y viceversa.

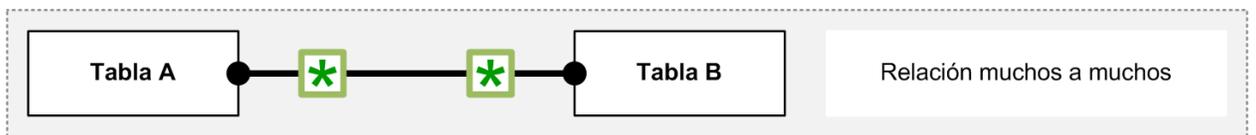


Ilustración 20: Representación Relación muchos a muchos

5.6.5. Según modalidad

- ✚ *Optativa*. La relación entre un registro de una tabla y varios de la tabla relacionada, puede existir o no.
- ✚ *Obligatoria*. La relación entre un registro de una tabla y otro de la tabla relacionada es obligada, debe existir siempre.

5.7 MODELO LÓGICO DE LA BASE DE DATO

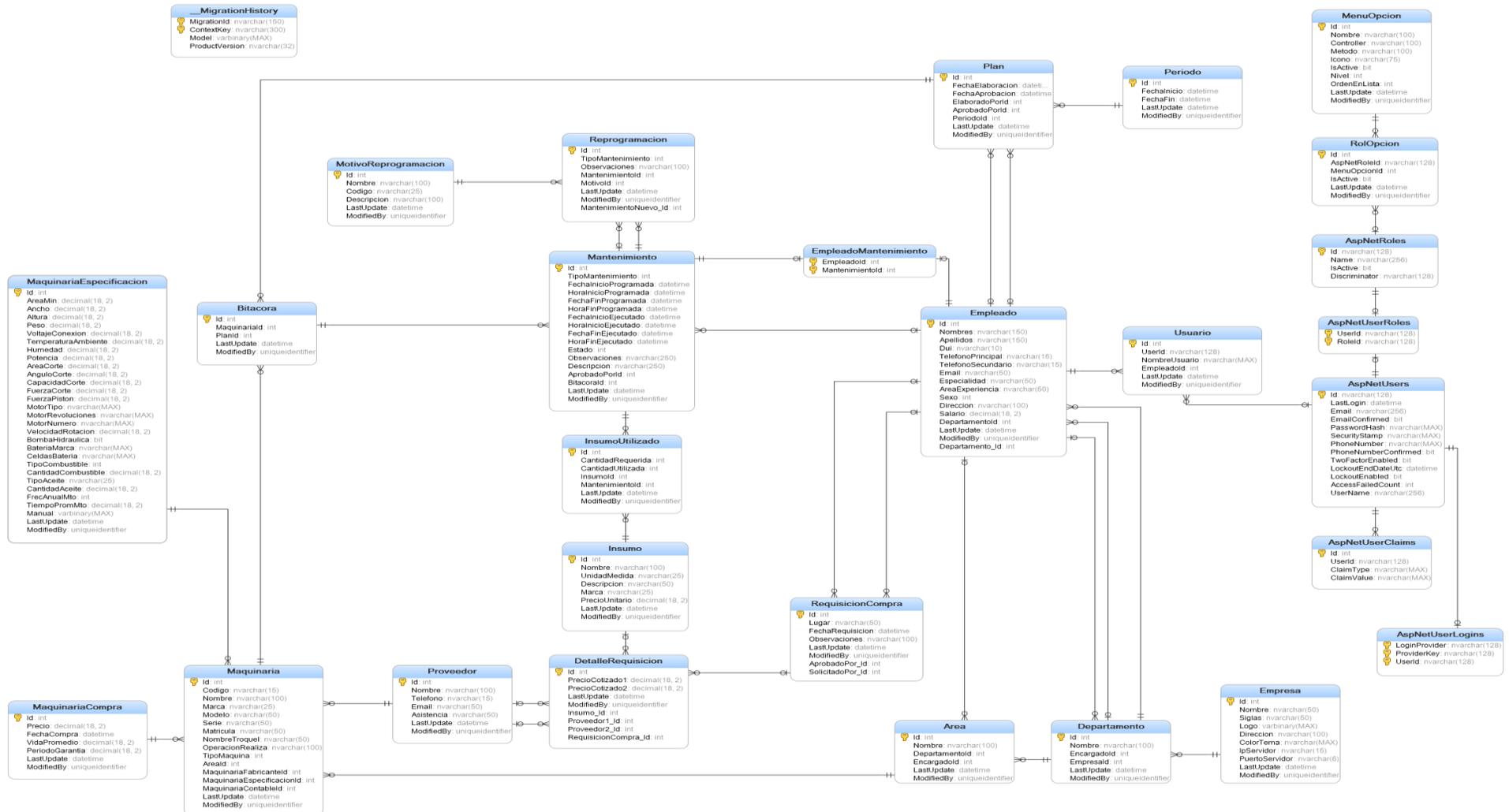


Ilustración 21: Modelo Lógico de la Base de Datos

5.8 MODELO FÍSICO DE LA BASE DE DATOS

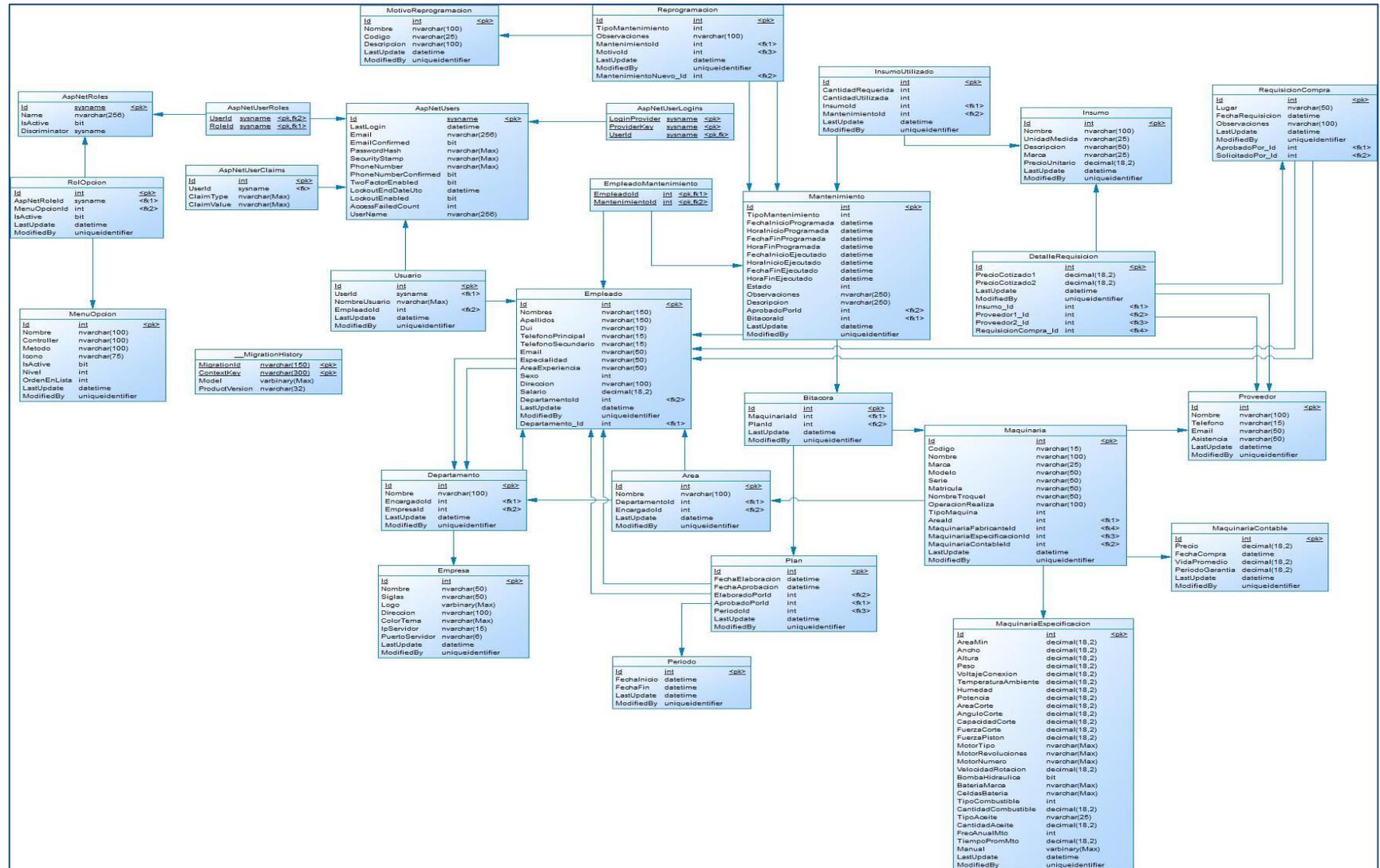


Ilustración 22: Modelo Físico de la Base de Datos



Para la revisión del modelo Lógico de la base de datos consultar el Anexo localizado en:CD\Diagramas\Modelo Lógico.svg



Para la revisión del modelo Físico de la base de datos consultar el Anexo localizado en:CD\Diagramas\Modelo Físico.svg

5.9 DICCIONARIO DE DATOS

Las entidades o tablas de la base de datos son un conjunto de estructuras que almacenan los registros de información del sistema informático, se estructuran con campos o atributos de un tipo de dato específico, solo pueden almacenar un elemento de dato y pueden ser atributos requeridos o no.

Las tablas se identifican en la base de datos por su nombre y los registros que contienen se identifican por una clave principal, un atributo especial que no se puede repetir ni obviar cuando se introducen los demás datos del registro.

La siguiente tabla presenta el listado de las entidades que componen la base de datos del sistema.

5.9.1 Listado de Tablas

Nombre	Código	Descripción
Área	AREA	Tabla que contiene las áreas que componen la empresa y que intervienen en el seguimiento del plan de mantenimiento anual de la maquinaria y equipo.
Bitácora	BITACORA	Tabla que almacena las bitácoras de mantenimientos de cada máquina registrada por cada periodo.
Departamento	DEPARTAMENTO	Tabla que almacena los departamentos en los que se compone el departamento de Producción de la empresa.
Empresa	EMPRESA	Tabla que almacena la información de la empresa.
Empleado	EMPLEADO	Tabla que almacena los empleados de la empresa que intervienen en el seguimiento del plan de

		mantenimiento anual de la maquinaria y equipo: Gerentes, Jefes, Técnicos, etc.
Insumo	INSUMO	Tabla que almacena los insumos que son utilizados en los mantenimientos de la maquinaria y equipo.
InsumoUtilizado	INSUMOUTILIZADO	Tabla que almacena el detalle de los insumos utilizados en un mantenimiento.
Mantenimiento	MANTENIMIENTO	Tabla que almacena toda la información referente a los mantenimientos de la maquinaria y equipo, tanto preventivo como correctivo.
Maquinaria	MAQUINARIA	Tabla que almacena los datos generales de las máquinas que son utilizadas para fabricar los productos.
MaquinariaEspecificaciones	MAQUINARIAESPECIFICACIONES	Tabla que almacena las especificaciones técnicas de las máquinas que son utilizadas para fabricar los productos.
MaquinariaCompra	MAQUINARIACOMPRA	Tabla que almacena la información de la compra de las máquinas que son utilizadas para fabricar los productos.
Proveedor	PROVEEDOR	Tabla que almacena los datos generales del proveedor de las máquinas que son utilizadas para fabricar los productos.
RequisicionCompra	REQUISICIONCOMPRA	Tabla que almacena la información relevante de la requisición de compra de insumos por un empleado.
DetalleRequisicion	DETALLEREQUISICION	Tabla que almacena el detalle de la requisición de compra de insumos por un empleado.

MenuOpcion	MENUOPCION	Tabla que almacena las opciones diferentes opciones o módulos del sistema.
RolOpcion	ROLOPCION	Tabla que almacena el detalle de los módulos asignados a cada rol de usuario del sistema.
Periodo	PERIODO	Tabla que almacena los periodos en los cuales se desarrollan los mantenimientos.
Plan	PLAN	Tabla que almacena los planes de mantenimiento de la maquinaria que se generan cada año para su seguimiento y ejecución.
Reprogramación	REPROGRAMACION	Tabla que almacena una copia de un mantenimiento que ha sido reprogramado ante un evento de fuerza mayor, con la nueva fecha de ejecución.
MotivoReprogramacion	MOTIVOREPROGRAMACION	Tabla que almacena el catálogo de los motivos por los cuales un mantenimiento puede reprogramarse.
Rol	ROL	Tabla que almacena los roles de los usuarios del sistema y que definen los privilegios de los mismos.
Usuario	USUARIO	Tabla que almacena a los usuarios y sus respectivas credenciales de acceso al sistema informático.

Tabla 17: Listado de Tablas en la base de datos

5.9.2 Descripción de las tablas

5.9.2.1 Tabla Área

Nombre	Área
Código	AREA
Descripción	Tabla que contiene las áreas que componen la empresa y que intervienen en el seguimiento del plan de mantenimiento anual de la maquinaria y equipo.

Tabla 18: Listado de Tablas en la base de datos

Nombre	Código	Tipo de Dato	Obligatorio
IdArea	IDAREA	Serial	X
NombreArea	NOMBREAREA	Variable characters (100)	
Departamentoid	DEPARTAMENTOID	Entero	
Encargad oíd	ENCARGADOID	Entero	

Tabla 19: Listado de Tablas en la base de datos



Para visualizar el diccionario de datos completo, consultar Anexo localizado en: CD\Documentos\Diccionario de Datos Solaire.pdf

5.10 DISEÑO DE PANTALLAS DEL SISTEMA

A continuación, presentamos los diseños de las pantallas correspondientes a los módulos del sistema informático que desarrollaremos para la empresa Solaire S. A. de C. V.

Pantalla de login

La pantalla de inicio (login) contará con un diseño minimalista presentando un campo para introducir el nombre de usuario y otro para introducir la contraseña además del botón para validar el acceso al sistema como se muestra a continuación en la figura 18.

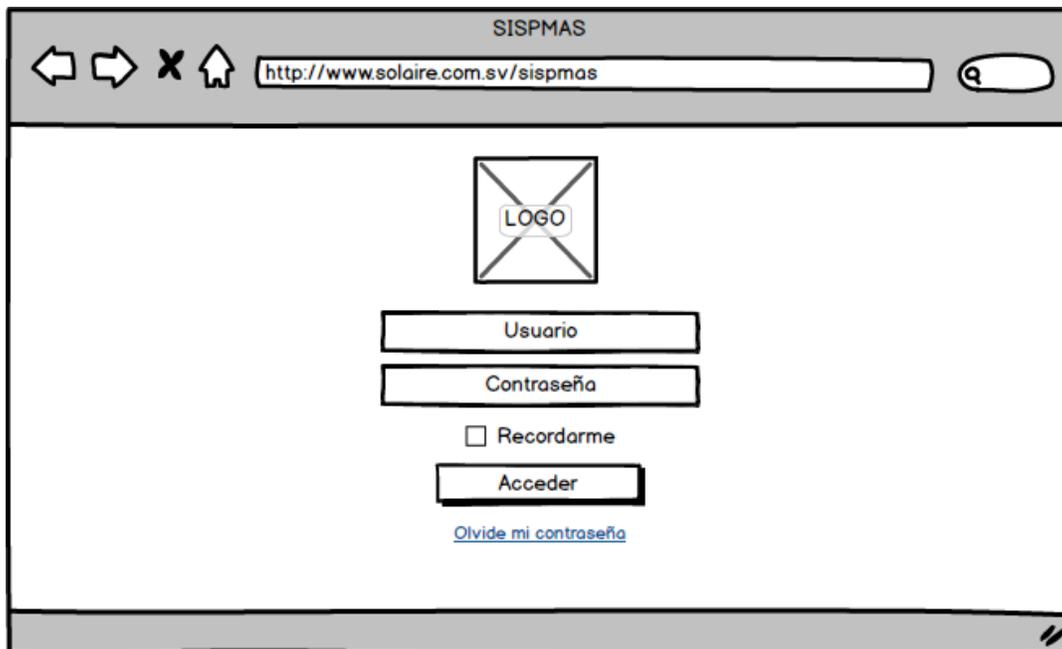


Ilustración 23: Pantalla de inicio de sesión

Nombre del campo	Tipo de dato	Longitud		Descripción
		Mínimo	Máximo	
UserName	Alfanumérico	6	16	Es el nombre de usuario asignado a un usuario para el ingreso al sistema
Password	Alfanumérico	8	16	Es la contraseña de acceso de usuario.
Logo	Imagen	n/a	n/a	Es el logotipo de la empresa.
Recordarme	Boolean	1	1	Este campo será utilizado para recordar usuario y contraseña en el navegador.

Tabla 20: Descripción de campos de pantalla de login

A continuación, se presentan algunos de los diseños de las pantallas que componen el sistema:

Módulo de Administración

Dentro de este módulo tenemos varias pantallas que nos sirven para gestionar elementos que son importantes para el funcionamiento de los demás módulos del sistema.

- a. *Gestión de áreas:* Dentro de este sub módulo tenemos las siguientes pantallas que nos permiten realizar la gestión de las áreas a las que pertenecen las máquinas de la empresa que participan de los procesos de producción.

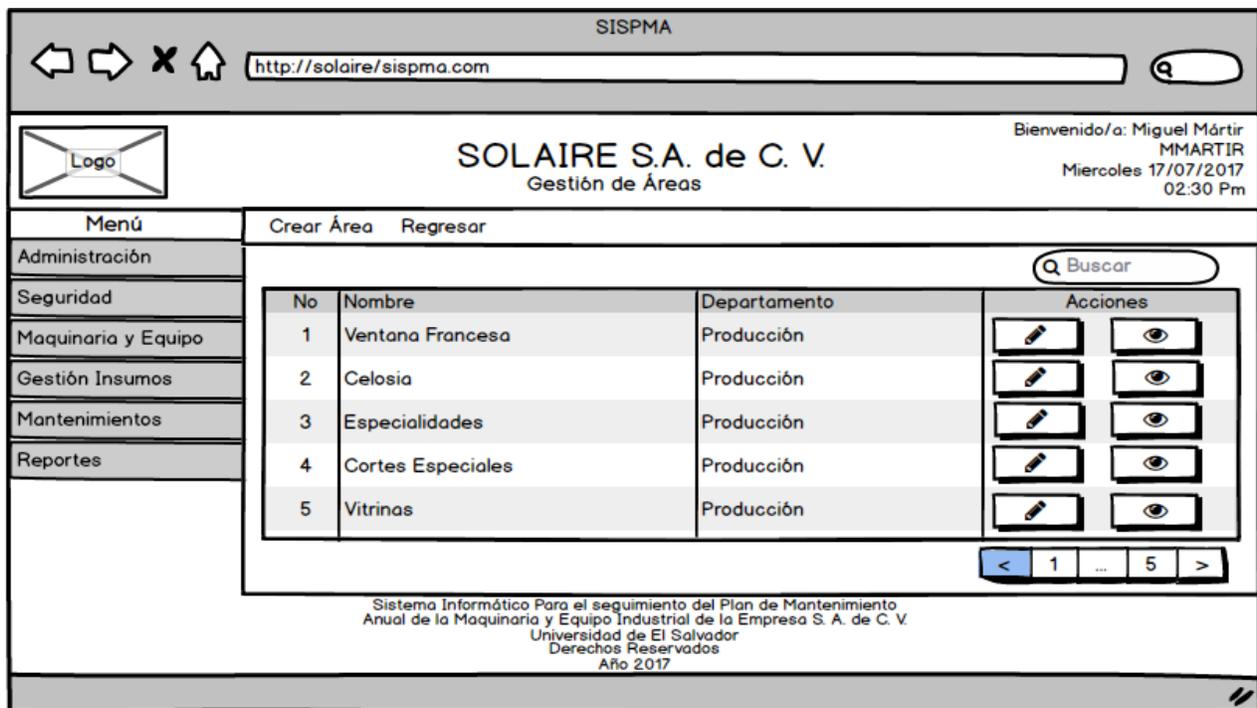


Ilustración 24: Pantalla de inicio de sesión

Módulo Seguridad del sistema.

En este módulo del sistema tenemos las pantallas que nos sirven para proveer de los aspectos claves en la seguridad de nuestra aplicación como lo es la gestión de los usuarios, Gestión de empleados y la asignación de roles a los mismos

- a. *Gestión de usuarios:* Dentro de este sub modulo tenemos las siguientes pantallas las cuales nos permitirán realizar la gestión de los usuarios (Crear, Editar y Consultar).

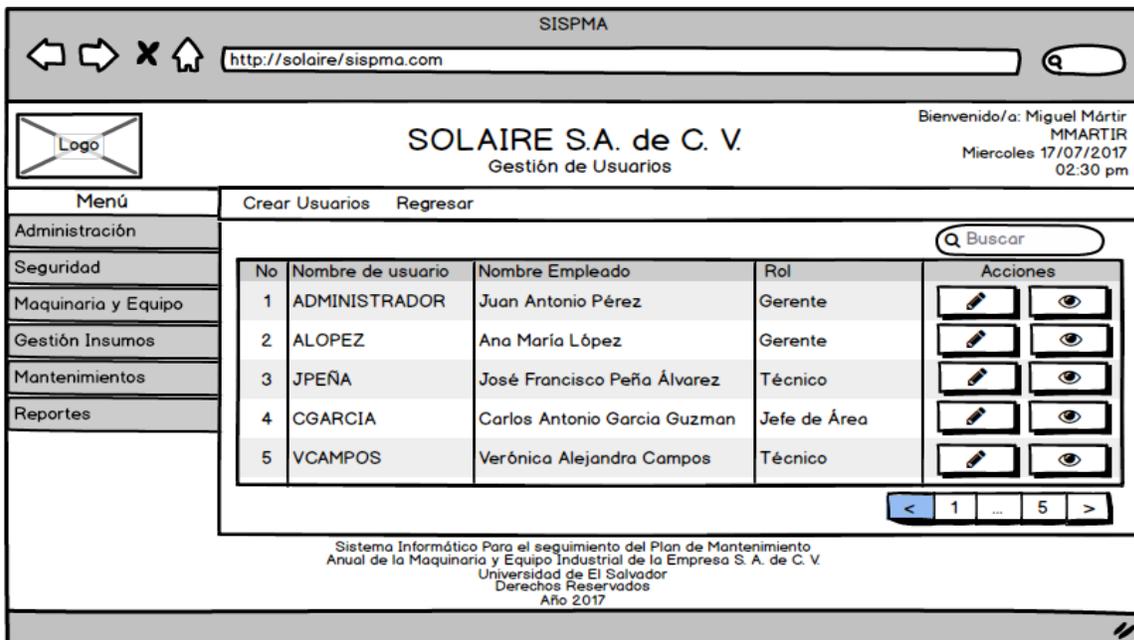


Ilustración 25: Pantalla principal de Gestión de Usuarios

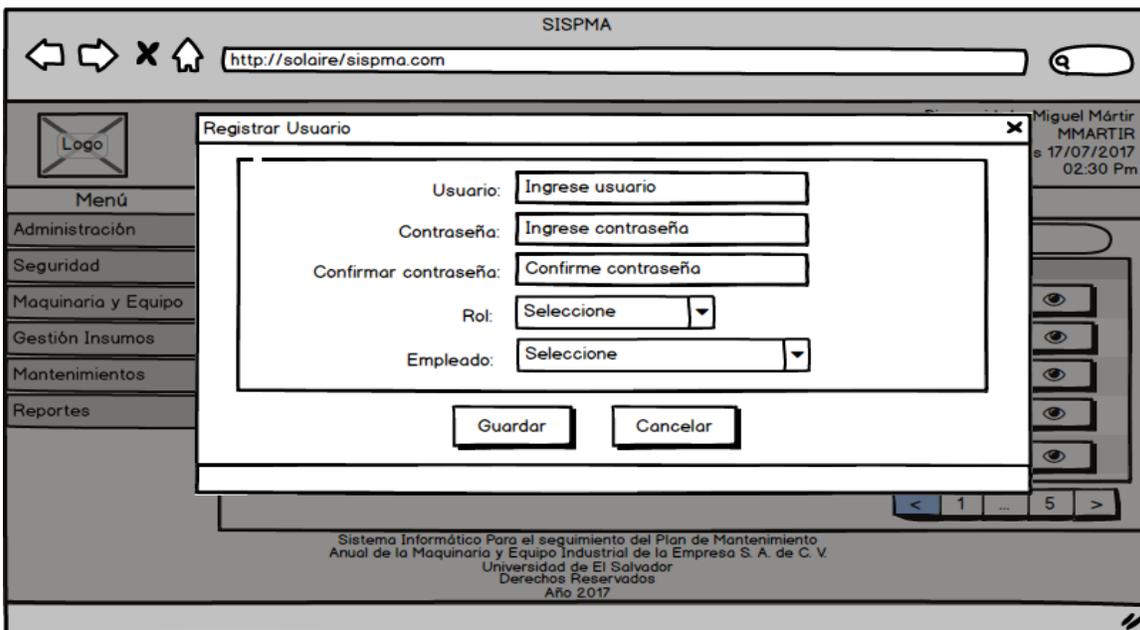


Ilustración 26: Pantalla de Registro de Usuario

Nombre del campo	Tipo de dato	Longitud		Descripción
		Mínimo	Máximo	
Usuario	Alfanumérico	6	16	Es el nombre de usuario asignado para el ingreso al sistema.
Contraseña	Alfanumérico	8	16	Es la contraseña de acceso de usuario.
Confirmar contraseña	Alfanumérico	8	16	Se debe ingresar la contraseña de nuevo para confirmarla.
Rol	Entero	-	-	Lista desplegable de la cual se escoge el rol del usuario a crear.
Empleado	Entero	-	-	Lista desplegable de donde se selecciona al empleado al que se le asignara el usuario crear.

Tabla 21: Descripción de campos de Registro de Usuario

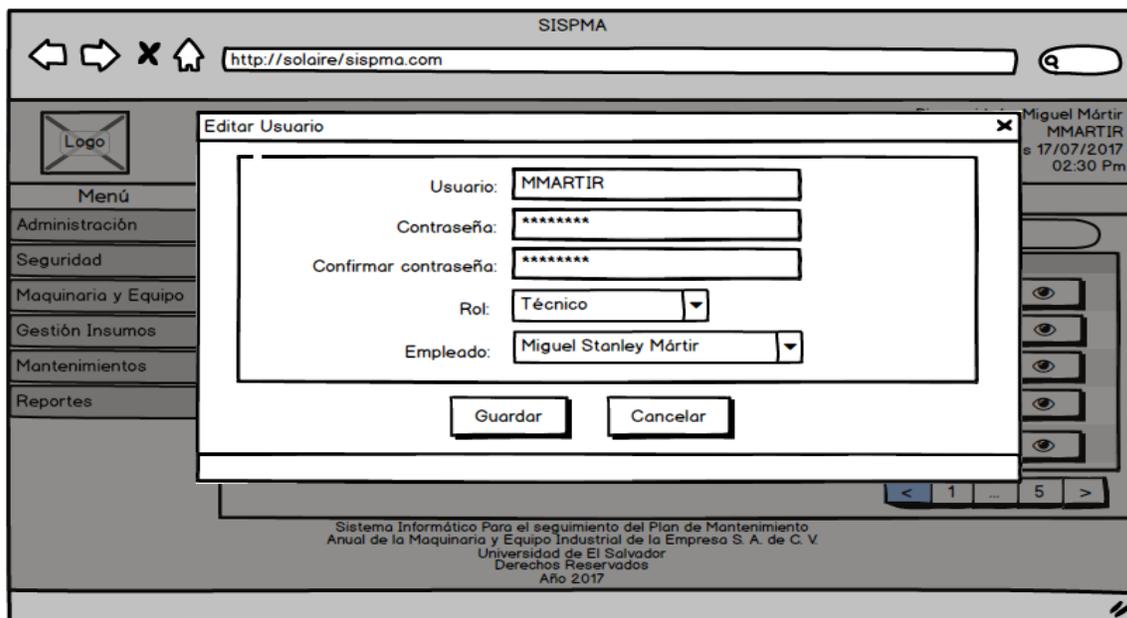


Ilustración 27: Pantalla de Edición de Usuario

Nombre del campo	Tipo de dato	Longitud		Descripción
		Mínimo	Máximo	
Usuario	Alfanumérico	6	16	Es el nombre de usuario asignado para el ingreso al sistema.
Contraseña	Alfanumérico	8	16	Es la contraseña de acceso de usuario.
Confirmar contraseña	Alfanumérico	8	16	Se debe ingresar la contraseña de nuevo para confirmarla.
Rol	Entero	-	-	Lista desplegable de la cual se escoge el rol del usuario a editar.

Empleado	Entero	-	-	Lista desplegable de donde se selecciona al empleado al que se le asignara el usuario editar.
-----------------	--------	---	---	---

Tabla 22: Descripción de campos de Edición de Usuario

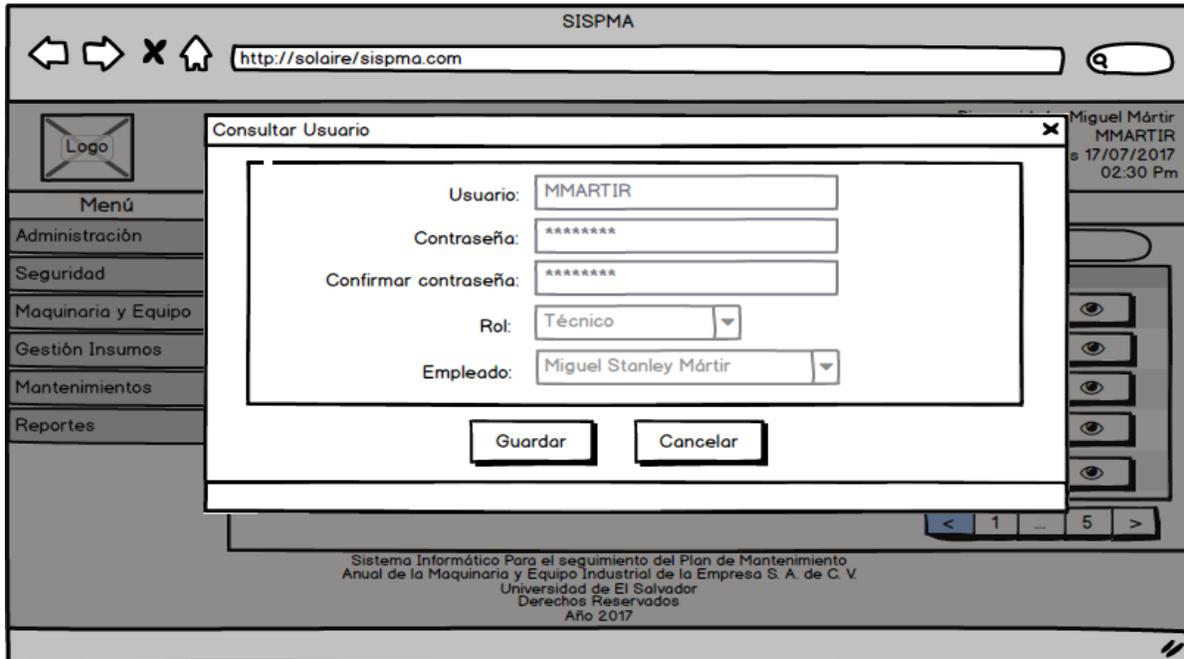


Ilustración 28: Pantalla de Consulta de Usuario

Nombre del campo	Tipo de dato	Longitud		Descripción
		Mínimo	Máximo	
Usuario	Alfanumérico	6	16	Es el nombre de usuario asignado para el ingreso al sistema. En este modo el campo no es editable
Contraseña	Alfanumérico	8	16	Es la contraseña de acceso de usuario. En este modo el campo no es editable.
Confirmar contraseña	Alfanumérico	8	16	Se debe ingresar la contraseña de nuevo para confirmarla. En este modo el campo no es editable
Rol	Entero	-	-	Lista desplegable de la cual se escoge el rol del usuario a crear. En este modo el campo no es editable
Empleado	Entero	-	-	Lista desplegable de donde se selecciona al empleado al que se le asignara el usuario crear. En este modo el campo no es editable

Tabla 23: Descripción de campos de Consulta de Usuario

Módulo Maquinaria y Equipo

En este módulo del sistema tenemos las pantallas que nos sirven para poder registrar toda la información referente a la maquinaria y equipo de la empresa, así mismo nos permitirá gestionar la misma ya que debe de estar actualizada constantemente.

- Gestión de maquinaria y equipo:* En este sub módulo tenemos las pantallas que nos permitirán realizar la gestión de la maquinaria y equipo (Crear, Editar y Consultar) de la empresa.

The screenshot shows a web browser window with the URL <http://solaire/sispma.com>. The page title is "SOLAIRE S.A. de C. V. Gestión de Maquinaria y Equipo". The user is logged in as Miguel Mártir (MMARTIR) on Wednesday, 17/07/2017 at 02:30 Pm. The main content area features a table with the following data:

Código	Nombre	Marca	Departamento	Acciones
AB123	Prensa hidraulica.	MASTER	Ventana Francesa	 

Below the table is a pagination control showing page 1 of 5. The footer contains the system name, university affiliation (Universidad de El Salvador), and copyright information (Año 2017).

Ilustración 29:Pantalla Principal de Gestión de Maquinaria

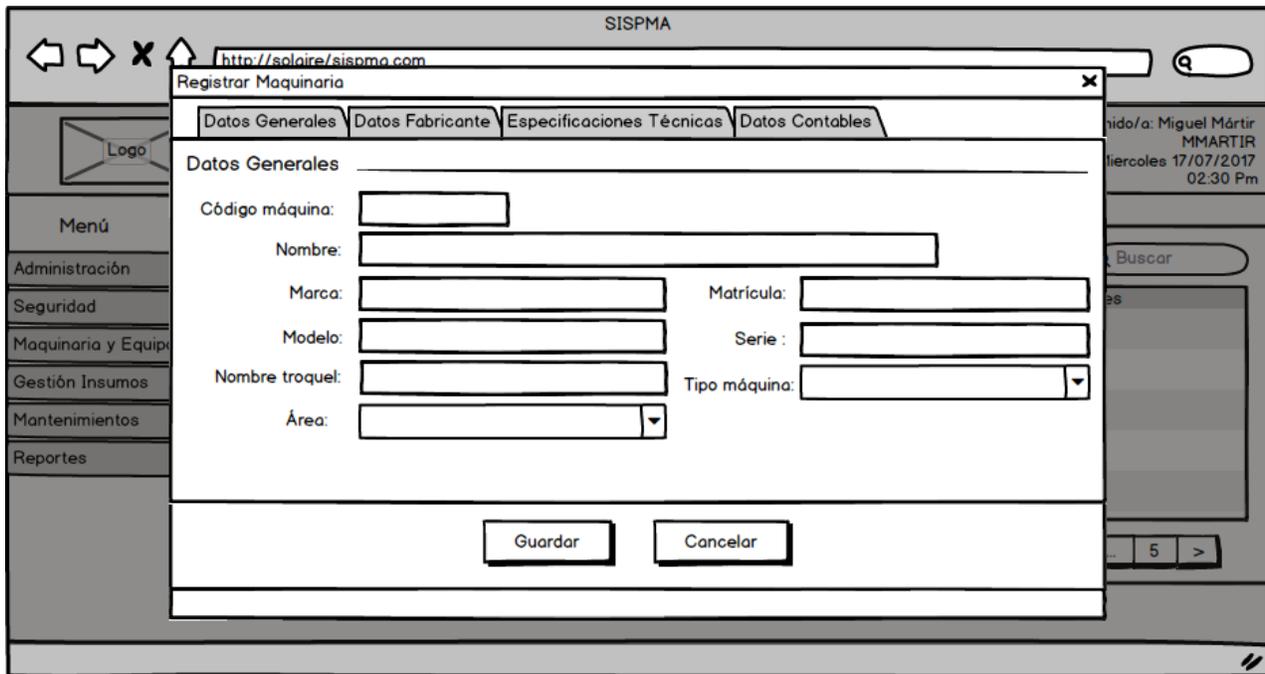


Ilustración 30: Pantalla de Registro de Maquinaria – Datos Generales

Nombre del campo	Tipo de dato	Longitud		Descripción
		Mínimo	Máximo	
Código máquina	Alfanumérico	6	20	Es el código de la máquina a ingresar, este campo se genera automáticamente en base a parámetros previamente establecidos.
Nombre	Alfanumérico	20	75	Es el nombre de la máquina que se está ingresando al sistema
Marca	Alfanumérico	20	50	Es la marca de la máquina.
Modelo	Alfanumérico	20	50	Es el modelo de la máquina.
Serie	Alfanumérico	20	50	Es el número o código serie de la máquina.
Descripción	Alfanumérico	50	500	Es la descripción donde se detallan algunos aspectos de la máquina como sus especificaciones técnicas básicas.
Frecuencia Mantenimiento	Entero	N/A	N/A	Es el número de veces que se le da mantenimiento al año a la máquina según sus especificaciones técnicas.
Nombre troquel	Alfanumérico	20	75	Es el nombre del troquel de la máquina, si lo posee.
Departamento	Alfanumérico	20	75	Es el departamento al que pertenece la máquina.

Tabla 24: Descripción de campos de Registro de Maquinaria-Datos Generales

Módulo de Mantenimientos.

En este módulo del sistema tenemos las pantallas que nos sirven para llevar el registro y gestión de los mantenimientos a realizarse en el plan de mantenimiento.

- a) *Gestión de mantenimientos*: Este sub módulo nos permitirá registrar los diferentes mantenimientos.

The screenshot shows the main interface of the SISPPMA system. At the top, there is a browser address bar with the URL <http://solaire/sispma.com>. Below the browser, the system header displays the company logo, the name "SOLAIRE S.A. de C. V.", and the subtitle "Gestion de mantenimientos". On the right side of the header, it shows the user's name "Bienvenido/a: Irvin Leiva ILEIVA" and the date and time "Miercoles 13/06/2017 10:30 am".

On the left side, there is a "Barra de Menú" (Navigation Menu) with the following items: Administración, Seguridad, Maquinaria y equipo, Gestion Insumos, Mantenimientos, and Reportes. The "Mantenimientos" item is currently selected.

The main content area features a table with the following columns: No, Máquina, Fecha Programada, Tipo, Estado, and Acciones. The table contains five rows of maintenance tasks:

No	Máquina	Fecha Programada	Tipo	Estado	Acciones
1	Prensa troqueladora neumática	01/01/2018	preventivo	En curso	[Edit] [View]
2	Prensa troqueladora neumática	01/01/2018	preventivo	no iniciado	[Edit] [View]
3	Prensa troqueladora mecánica	02/01/2018	preventivo	no iniciado	[Edit] [View]
4	Prensa troqueladora mecánica	02/01/2018	preventivo	no iniciado	[Edit] [View]
5	Taladro industrial	02/01/2018	preventivo	no iniciado	[Edit] [View]

Below the table, there is a pagination control showing page 1 of 5. At the bottom of the screen, there is a footer with the following text: "Sistema Informático Para el Seguimiento del Plan de Mantenimiento Anual de la Maquinaria y Equipo Industrial de la Empresa Solaire S.A de C.V. Universidad de El Salvador Derechos Reservados Año 2017".

Ilustración 31: Pantalla principal de Gestión de Mantenimientos

Ilustración 32: Pantalla principal de Registro de Mantenimientos

Nombre del campo	Tipo de dato	Longitud		Descripción
		Mínimo	Máximo	
Tipo Mantenimiento	Lista	1	2	Desplegable de tipos de mantenimiento (preventivo, correctivo)
Maquina	Lista	1	N	Lista de la maquinaria que están registradas en el sistema.
Fecha inicio programadas	Date	N/A	N/A	Fecha de inicio programada para el mantenimiento.
Hora inicio programadas	Time	N/A	N/A	Hora de inicio Programada para el mantenimiento.
Fecha finalización programadas	Date	N/A	N/A	Fecha de Finalización programada para el mantenimiento.
Hora finalización programadas	Time	N/A	N/A	Hora de finalización Programada para el mantenimiento.
Fecha inicio real	Date	N/A	N/A	Fecha real en la que se inició el mantenimiento.
Hora inicio real	Time	N/A	N/A	Hora real en la que se inició el mantenimiento.
Fecha finalización real	Date	N/A	N/A	Fecha real en la que se finalizó el mantenimiento.

Hora finalización real	Time	N/A	N/A	Hora real en la que se finalizó el mantenimiento.
-------------------------------	------	-----	-----	---

Tabla 25: Descripción de campos de Registro de mantenimientos

MÓDULO DE REPORTES

En este módulo del sistema tenemos las pantallas que nos sirven para poder generar los reportes que representan las salidas del Sistema.

a) Informe de Mantenimientos Preventivos y Correctivos

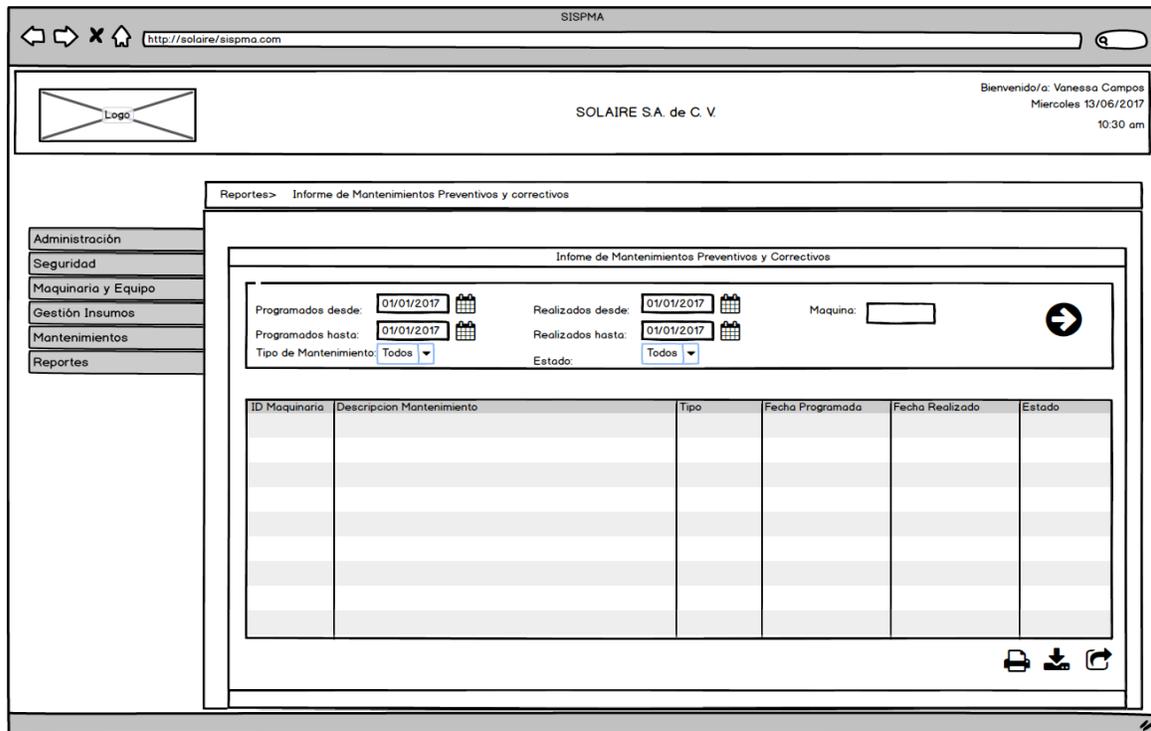


Ilustración 33: Pantalla principal de generación del Informe de Manttos Preventivos y correctivos.

Nombre del campo	Tipo de dato	Longitud		Descripción
		Mínimo	Máximo	
Programados desde	DateTime	N/A	N/A	Fecha inicial de programación de mantenimientos.
Programados hasta	DateTime	N/A	N/A	Fecha final de programación de mantenimientos.
Realizados desde	DateTime	N/A	N/A	Fecha inicial de realización de mantenimientos.
Realizados hasta	DateTime	N/A	N/A	Fecha final de realización de mantenimientos.
Tipo de Mantenimiento	Alfanumérico	9	15	Indica si el mantenimiento es Preventivo o Correctivo

Estado	Alfanumérico	20	50	Son los diferentes estados en los que puede encontrarse el mantenimiento: Iniciado, En Proceso, Reprogramado y Finalizado
Máquina	Alfanumérico	50	100	Máquina a la que se le realizará el mantenimiento.

Tabla 26: Descripción de campos que contiene el Informe de Mantenimientos Preventivos y correctivos



Para visualizar el diseño de las pantallas, consultar Anexo localizado en: CD\Documentos\Diseño de Pantallas.pdf

5.11 DISEÑO DE PRUEBAS

5.11.1 Características de las pruebas

La prueba es un proceso de ejecución de un programa con la intención de descubrir un error.

- ✚ Un buen caso de prueba es aquel que tiene una alta probabilidad de descubrir un error no descubierto hasta entonces.
- ✚ Una prueba tiene éxito si descubre un error no detectado hasta entonces.
- ✚ Una buena prueba tiene una alta probabilidad de encontrar un error.
- ✚ Una buena prueba no debe ser redundante. Uno de los objetivos de las pruebas es «encontrar el mayor número de errores con la menor cantidad de tiempo y esfuerzo posibles», por lo cual no se deben diseñar casos de prueba que tengan el mismo propósito que otros, sino que se debe buscar diseñar el menor número de casos de prueba que permitan probar adecuadamente el software y que permitan optimizar los recursos.
- ✚ Una buena prueba debería ser la mejor de la cosecha. La limitación en tiempo y recursos puede impedir que se ejecuten todos los casos de prueba de un grupo de pruebas similares por lo cual en estos casos se debería seleccionar la prueba que tenga la mayor probabilidad de descubrir errores.
- ✚ Una buena prueba no debería ser ni demasiado sencilla ni demasiado compleja.

También las pruebas servirán para demostrar hasta qué punto el software se ajusta a las especificaciones funcionales y a los requerimientos de rendimiento para los cuales se diseñó. Los datos obtenidos durante el transcurso de la prueba proporcionan una medida de la fiabilidad del

software y por tanto de la calidad del mismo. Pero hay que tener en cuenta que la prueba no puede asegurar la ausencia de errores, solo puede demostrar que existen defectos en el software.

A medida que se van obteniendo los resultados de la prueba se empieza a disponer de una medida cualitativa de la calidad y fiabilidad del software. Las situaciones posibles que pueden aparecer son:

- ✚ Se encuentran con regularidad serios errores que requieren modificación en el diseño. La calidad y fiabilidad no parecen ser idóneas.
- ✚ El funcionamiento del software parece ser correcto y los errores que se detectan son fácilmente corregibles. En ese caso puede suceder que:
 - La calidad y fiabilidad del software sean aceptables.
 - Las pruebas son inadecuadas para descubrir serios errores.
- ✚ La prueba no descubre errores. Puede darse el caso de que no se ha llevado a cabo una prueba correcta y los errores siguen presentes en el software.

5.11.2 Tipos de Prueba

- ✚ *Las pruebas de integración:* Están orientadas principalmente a validar el cumplimiento de los estándares de presentación y demás características visuales de la aplicación como la salida de los reportes.
- ✚ *Pruebas unitarias:* Una prueba unitaria es una forma de comprobar el correcto funcionamiento de una unidad de código. Esto sirve para asegurar que cada unidad funcione correctamente y eficientemente por separado. Además de verificar que el código hace lo que tiene que hacer, verificamos que sean correctos los nombres y tipos de los parámetros, el tipo de lo que se devuelve, que si el estado inicial es válido entonces el estado final es válido
- ✚ *Las pruebas de sistema:* Incluye muchos subtipos de prueba como son la funcionalidad, usabilidad, seguridad, confiabilidad y disponibilidad, capacidad, funcionamiento, recuperación y portabilidad.
- ✚ *Pruebas de validación y verificación con usuarios de negocios:* Se validan las diferentes entradas de los datos de acuerdo a los tipos de datos requeridos, después se verifica que el sistema únicamente permita estos tipos de datos, lo cual implica intentar introducir datos inválidos o incorrectos al sistema para verificar que este no permite la inserción de los mismos.
- ✚ *Las pruebas de aceptación:* Se realizan con los clientes y son ellos quienes definen la aceptación del sistema informático.

Las pruebas que se realizaron al sistema fueron del tipo unitarias y de integración para garantizar el buen funcionamiento del sistema.



Para visualizar la matriz de pruebas realizadas al sistema consultar Anexo localizado en: CD\Documentos\Matriz de Pruebas Solaire.xls

CAPÍTULO 6. DOCUMENTACIÓN

Esta etapa contiene la documentación necesaria para el sistema informático desarrollado y entre sus elementos principales está el manual de instalación como una guía que contiene los pasos necesarios para realizar la instalación en los diferentes equipos; el manual de especificaciones técnicas o manual como fuente de apoyo y soporte para el personal encargado del mantenimiento del SIPRUES y finalmente el manual de usuario, el cual como su nombre lo indica da soporte a los diferentes usuarios, para que estos conozcan la navegación y uso del mismo.

Para efectos de comodidad, legibilidad y compresión, manuales que comprenden la documentación de la aplicación, se encuentran por separado en el CD anexo a este documento.

6.1 MANUAL DE INSTALACIÓN



Para visualizar el Manual de Instalación consultar Anexo localizado en: CD\Documentos\Solaire Manual de Instalación.xls

6.2 MANUAL TÉCNICO



Para visualizar el Manual Técnico consultar Anexo localizado en: CD\Documentos\Solaire Manual Técnico.pdf

6.3 MANUAL DE USUARIO



Para visualizar el Manual de Usuario consultar Anexo localizado en: CD\Documentos\Solaire Manual de Usuario.pdf

CONCLUSIONES

Finalizado este proyecto se verifica el correcto cumplimiento de los objetivos planteados al inicio del mismo y la aplicación de los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera por cada uno de los integrantes del equipo de trabajo en el desarrollo del proyecto, lo cual resumimos de la siguiente manera

1. Partiendo del análisis de la situación actual del departamento de mantenimiento se ha conocido a profundidad los procesos que se realizan, así como las áreas que se ven afectadas con el desarrollo de los mismos y otros elementos que intervienen para que el plan de mantenimiento anual se ejecute.
2. Se ha identificado la principal problemática que tiene el departamento de mantenimiento de la empresa Solaire S. A. de C. V., haciendo uso de las técnicas del Árbol de problemas y el Diagrama de Pareto junto con la participación de los involucrados en los procesos relacionados a los mantenimientos, pudimos conocer las principales causas y efectos que deberán resolverse para dar una solución óptima.
3. Se determinó que el Sistema Informático para el Seguimiento al Plan de Mantenimiento Anual de la Maquinaria y Equipo es muy importante porque proporcionará una mejora en la gestión y organización del plan de mantenimiento anual, lo que conducirá a un cambio significativo en el seguimiento del mismo.
4. La metodología del Ciclo de Vida de Desarrollo de Proyectos tradicional nos permitió definir las actividades y entregables de cada etapa, dando una participación activa a los involucrados de las áreas y departamentos que participan en los procesos de mantenimientos de la maquinaria y equipo de la empresa Solaire S. A. de C. V.
5. Partir del análisis de la situación actual del departamento de mantenimientos, apoyándose del uso de las técnicas de análisis como recolección de datos, entrevistas, observación directa, y especificaciones del software, permite establecer los requerimientos informáticos, de desarrollo y operativos.
6. El diseño que satisfaga los requerimientos y necesidades establecidas por los usuarios de negocio en la etapa de análisis, permitió la construcción del sistema informático que de soporte al seguimiento del plan de mantenimiento anual de maquinaria y equipo, y que además brinde apoyo a la toma de decisiones.
7. El establecimiento de estándares para el desarrollo de cada etapa del proyecto permite uniformizar la información y facilitar el mantenimiento del sistema informático.
8. Un buen diseño de la base de datos del sistema informático, tanto de su estructura lógica como física, permite identificar los campos que conforman cada una de las tablas y facilitará la codificación del mismo.

9. El diseño de cada una de las interfaces externas del sistema da una buena perspectiva al usuario, acerca de cómo será la interfaz de este y a la vez permite validar junto con el equipo de desarrollo cada una de los elementos que dicho sistema contendrá.
10. La realización de pruebas tanto unitarias como de integración nos permite detectar algún posible error o fallo en el sistema para su posterior instalación y puesta en marcha.
11. Finalmente, mediante la documentación elaborada se establecen las configuraciones necesarias para el buen funcionamiento del sistema, detalles técnicos de las herramientas utilizadas para el desarrollo del mismo, así como una guía para los usuarios finales la cual servirá de apoyo para el uso adecuado de las funcionalidades del sistema.

RECOMENDACIONES

Para que el desarrollo del proyecto se dé sin mayores complicaciones se tienen que tomar en cuenta ciertos aspectos, que garanticen la obtención de los beneficios que se esperan del sistema en el plazo establecido.

A continuación, se citan algunas recomendaciones a tomar en cuenta:

1. Requerir la participación y cooperación oportuna de las partes involucradas en la realización del proyecto, a fin que pueda obtenerse toda la información que se necesite.
2. Se recomienda realizar las gestiones oportunas para llevar a cabo un proyecto cuyo propósito sea el de condicionar una infraestructura de red que permita conectividad amplia para el confiable transporte de la información que el sistema manejará.
3. Tomar en cuenta para la etapa de codificación todas las medidas de seguridad descritas en la elaboración del análisis y diseño del sistema informático, con el objetivo de proteger la integridad de los datos ingresados y almacenados.
4. Cada requerimiento que es definido debe de ser presentado ante el usuario final del sistema de manera que este pueda dar su opinión si dicho requerimiento se apega a sus actuales necesidades, de esta manera se asegura que el usuario se involucre en el uso del sistema, incluso antes de su creación.
5. Al momento de desarrollar cualquier sistema informático, es recomendable que se establezcan desde un inicio estándares de diseño y codificación del mismo, de manera que el tiempo empleado para comprender y alterar su funcionamiento sea el mínimo.
6. Es recomendable controlar todo el proceso de desarrollo, análisis, diseño y codificación del Sistema Informático para el Seguimiento del Plan de Mantenimiento Anual de Maquinaria y Equipo de la Empresa Solaire S. A. de C. V., porque permite verificar que se realicen las actividades como han sido planificadas y con ello garantizar el éxito del proyecto

BIBLIOGRAFÍA

- Arquitectura en El Salvador - Historia. Actores. Tendencias. (s/f), a partir de https://issuu.com/editorialalejandria/docs/arquitectura_en_el_salvador._histor/126
- Cárcel-Carrasco, F.-J. (2016). Evolución Histórica Del Mantenimiento Industrial En Relación a La Gestión Del Conocimiento. *DYNA - Ingeniería e Industria*, 91(6), 591–596. <https://doi.org/10.6036/7890>
- Figueroa, F., & Nicolás, O. (2015). Definición de plan de mantenimiento óptimo para equipos críticos de una planta de laminación. *Repositorio Académico - Universidad de Chile*. Recuperado a partir de <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/132720>
- Vidrio Insulado | Solaire S.A de C.V. (s/f), a partir de <http://www.solaire.com.sv/productos/detalle/53.html>
- Nancy, H., & Jaime, G. (2015). Árbol de Problemas del Análisis al Diseño y Desarrollo de Productos. *Conciencia Tecnológica, Iss 50, Pp 38-46 (2015)*, (50), 38.
- Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, Dpto. Organización Empresas y Marketing. Universidad de Vigo. (s/f). Gestión de la calidad, la seguridad y el medio ambiente Diagrama de Pareto
- Müller et al. (2010). Probador Certificado. Programa de estudio nivel básico.
- Kendall, Kenneth E. y Kendall, Julie E. (2011). Análisis y diseño de sistemas: octava edición México: Person Education S.A.
- J. Rumbaugh, I, Jacobson, G, Booch (2000). El lenguaje unificado de modelado. Manual de referencia Madrid: Person Education S.A.
- Instituto Radiofónico Fe y Alegría (2012). Diseño de Bases de Datos. Quito- Ecuador.

GLOSARIO

A

- **ACM:** (Aluminium Composite Material) Lámina de aluminio para decoración de fachadas de edificios, cenefas, decoración de interiores, cielos falsos, fabricación de stands, kioscos, vallas publicitarias, revestimiento de furgones, aplicaciones en construcción, publicidad, hogar, muebles, etc.
- **Actor:** Especifica un rol jugado por un usuario o cualquier otro sistema que interactúa con el sujeto.
- **Árbol de Problemas:** Es una herramienta participativa, que se usa para identificar los problemas principales con sus causas y efectos, permitiendo a los planificadores de proyectos definir objetivos claros y prácticos, así como también plantear estrategias para poder cumplirlos.
- **Atributo:** Un atributo representa alguna propiedad de la clase que se encuentra en todas las instancias de la clase. Los atributos pueden representarse solo mostrando su nombre, mostrando su nombre y su tipo, e incluso su valor por defecto.
- **ASP .NET:** Es un entorno para aplicaciones web desarrollado y comercializado por Microsoft. Es usado por programadores y diseñadores para construir sitios web dinámicos, aplicaciones web y servicios web XML

B

- **Base de Datos:** Es un conjunto de datos pertenecientes a un mismo contexto y almacenados sistemáticamente para su posterior uso.

C

- **Cardinalidad:** En UML, la cardinalidad de las relaciones indica el grado y nivel de dependencia, se anotan en cada extremo de la relación y éstas pueden ser: uno o muchos 1..* (1..n), 0 o muchos 0..* (0..n) y número fijo: m (m denota el número).

- **Casos de Uso:** Es una técnica para la captura de requisitos potenciales de un nuevo sistema o una actualización de software.
- **Celosía:** Elemento arquitectónico decorativo utilizado en ventanas y balcones, que impide ser visto pero permite ver y deja penetrar la luz y el aire.
- **Clase:** Es la unidad básica que encapsula toda la información de un Objeto (un objeto es una instancia de una clase). A través de ella podemos modelar el entorno en estudio (una Casa, un Auto, una Cuenta Corriente, etc.).

D

- **Diagrama de Casos de Uso:** Es una especie de diagrama de comportamiento, son a menudo confundidos con los Casos de Uso. Mientras los dos conceptos están relacionados, los casos de uso son mucho más detallados que los diagramas de casos de uso.
- **Diagrama de Clases:** El diagrama de clases es un tipo de diagrama estático que describe la estructura de un sistema mostrando sus clases, atributos y las relaciones entre ellos. Los diagramas de clases son utilizados durante el proceso de análisis y diseño de los sistemas, donde se crea el diseño conceptual de la información que se manejará en el sistema, y los componentes que se encargaran del funcionamiento y la relación entre uno y otro.
- **Diagrama de Pareto:** Diagrama permite mostrar gráficamente el principio de Pareto (pocos vitales, muchos triviales), es decir, que hay muchos problemas sin importancia frente a unos pocos muy importantes. Mediante la gráfica colocamos los "pocos que son vitales" a la izquierda y los "muchos triviales" a la derecha.
- **Diagrama de Secuencia:** Describe parte del comportamiento del Sistema como "Caja negra"; es decir, qué hace el sistema, sin explicar cómo lo hace.

F

- **Framework:** Es una estructura conceptual y tecnológica de asistencia definida, normalmente, con artefactos o módulos concretos de software, que puede servir de base para la organización y desarrollo de software. Típicamente, puede incluir soporte de programas, bibliotecas, y un

lenguaje interpretado, entre otras herramientas, para así ayudar a desarrollar y unir los diferentes componentes de un proyecto.

M

- **MVC:** Es un patrón de arquitectura de software, que separa los datos y la lógica de negocio de una aplicación de la interfaz de usuario y el módulo encargado de gestionar los eventos y las comunicaciones.

P

- **PVC:** Material termoplástico obtenido del cloruro de vinilo, cuyo residuo presenta problemas de contaminación.

R

- **Razor:** En una sintaxis basada en C# (aunque se puede programar en Visual Basic) que permite usarse como motor de programación en las vistas o plantillas de nuestros controladores. Es una de las novedades de ASP.NET MVC 3.

U

- **UML:** Es el lenguaje de modelado de sistemas de software más conocido y utilizado en la actualidad; está respaldado por el OMG (Object Management Group). Es un lenguaje gráfico para visualizar, especificar, construir y documentar un sistema.

ANEXOS

Los archivos anexos a los que hace referencia esta obra se encuentran en el CD entregado en conjunto a esta en las rutas especificadas.