



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES.**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA,
AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL**

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO EN ELECTRÓNICA, AUTOMATIZACIÓN Y
CONTROL**

**TEMA: DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN SISTEMA
INTEGRADO DE CONTROL DE ACCESOS, VIDEO VIGILANCIA Y
CONTRA INCENDIOS PARA UNA EMPRESA METALÚRGICA**

AUTOR: PALACIOS MOREJÓN, RONALD JAVIER

DIRECTOR: ING. ORTIZ TULCÁN, HUGO RAMIRO

SANGOLQUÍ

2019



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA, AUTOMATIZACIÓN Y
CONTROL

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, ***“DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN SISTEMA INTEGRADO DE CONTROL DE ACCESOS, VIDEO VIGILANCIA Y CONTRA INCENDIOS PARA UNA EMPRESA METALÚRGICA”***, fue realizado por el señor ***Palacios Morejón, Ronald Javier*** el mismo que ha sido revisado en su totalidad, analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 15 de julio del 2019

A handwritten signature in black ink is enclosed within a circular stamp. The signature is stylized and appears to be 'H. Ortiz'. The stamp is positioned above a horizontal line.

Ing. Hugo Ramiro Ortiz Tulcán



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA, AUTOMATIZACIÓN Y
CONTROL

AUTORIZACIÓN

Yo, Palacios Morejón, Ronald Javier, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: “DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN SISTEMA INTEGRADO DE CONTROL DE ACCESOS, VIDEO VIGILANCIA Y CONTRA INCENDIOS PARA UNA EMPRESA METALÚRGICA” en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Sangolquí, 15 de julio del 2019

A handwritten signature in black ink, which appears to read 'Ronald J. Palacios Morejón', is written over a horizontal line.

Palacios Morejón Ronald Javier

C.C.: 1720947082



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA, AUTOMATIZACIÓN Y
CONTROL

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, *Palacios Morejón, Ronald Javier* declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **“DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN SISTEMA INTEGRADO DE CONTROL DE ACCESOS, VIDEO VIGILANCIA Y CONTRA INCENDIOS PARA UNA EMPRESA METALÚRGICA”**, es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciado las citas bibliográficas.

Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

Sangolquí, 15 de julio del 2019

A handwritten signature in blue ink, which appears to read 'Ronald Javier Palacios Morejón', is positioned above a horizontal line.

Palacios Morejón Ronald Javier

C.C.: 1720947082

DEDICATORIA

A mis padres que han estado conmigo incondicionalmente, aconsejándome, comprendiéndome, pero sobre todo dándome todo el amor que unos padres pueden dar a sus hijos. Por guiarme siempre por el camino correcto y no dejar rendirme cuando se complica alguna situación.

A mis hermanos, Danny y Dome por seguir conmigo frente las adversidades, por compartir muchos momentos, por los malos instantes que pasamos y aun así seguimos contando con nosotros para cualquier situación, de los dos he aprendido muchas cosas valiosas.

A mi abuelito Marthus, que a pesar que ya no se encuentra con nosotros siempre lo recordamos y nos ha quedado todas sus valiosas enseñanzas.

Al resto de mi familia, que siempre han estado conmigo en todo momento y por toda la felicidad que han sabido trasmitirme.

Al resto de personas que han pasado por mi vida, de cada uno de ustedes he aprendido algo valioso para seguir adelante.

Ronald Javier Palacios Morejón

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer primeramente a Dios por haberme dado la salud a mí y a toda mi familia.

A mis padres Oscar y María Belén que es lo mejor que tengo en la vida, gracias por el amor, la educación y la salud que me han dado, soy muy afortunados al tenerlos.

A mis hermanos, Danny y Dome por estar conmigo en los buenos y malos momentos. A mi hermano Danny por darme un tesoro que es mi sobrino que nos alegra la vida a toda la familia.

A mi actual pareja y futura acompañante de vida por todo su apoyo, comprensión y amor que me ha dado en todo el tiempo que hemos estado juntos.

A mi abuelito Marthus, que a pesar que ya no se encuentra con nosotros siempre lo recordamos y nos ha quedado todas sus valiosas enseñanzas.

A mi querida Universidad ESPE, por haberme formado no solo académicamente sino también como persona.

A todos los profesores que me han brindado sus conocimientos y ayudado a formarme académicamente como un profesional, en especial al Ing. Hugo Ortiz por habernos guiado en el proyecto y guiarme hasta lograr el objetivo.

A todos mis amigos y amigas que me han apoyado, por cada uno de los momentos vividos y que nunca se van a olvidar, esta etapa ha sido una de las mejores de mi vida.

Ronald Javier Palacios Morejón

INDICE GENERAL

CAPÍTULO I	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Justificación e importancia.....	3
1.3. Alcance	5
1.4. Objetivos	9
1.4.1. Objetivo general.....	9
1.4.2. Objetivos específicos.....	9
1.5. Descripción del proyecto.....	9
CAPÍTULO II.....	11
2. MARCO DE REFERENCIA	11
2.1. Sistemas de seguridad	11
2.1.1. Robo y atraco.	11
2.1.2. Incendio.	12
2.1.3. Especiales.....	12
2.2. Metodología HAZOP	12
2.3. Normativas.....	17
2.3.1. Norma NFPA 72.....	17
2.3.2. Protocolo BACnet.....	18
2.3.3. Guía GEDIS.	20
2.4. Software Wonderware INTOUCH.....	26
2.4.1. Wonderware HMI Reports	27
2.5. Sistema de seguridad inteligente.....	28
CAPÍTULO III	30
3. DISEÑO DEL SISTEMA.....	30
3.1. Descripción de la planta	30
3.2. Evaluación de riesgos aplicando método HAZOP.....	34

3.3. Elección del protocolo de comunicación.	48
3.3.1. Criterios de usuario	48
3.3.2. Criterios técnicos.....	48
3.3.3. Otros criterios.....	48
3.4. Central principal de alarmas	51
3.5. Sistema contra incendios	58
3.5.1. Requisitos generales.....	58
3.5.2. Requisitos específicos.....	58
3.5.3. Central de incendios	64
3.5.5. Luces estroboscópicas.....	76
3.5.6. Estaciones manuales	80
3.6. Sistema de control de accesos	86
3.6.1. Lector de tarjeta.....	90
3.7. Sistema de video vigilancia	95
3.7.1. DVR.....	98
3.7.2. Cámara IP	98
CAPÍTULO IV	101
4. DESARROLLO DE SOFTWARE	101
4.1. LÓGICA DE CONTROL.....	101
4.2. HMI	107
4.2.1. Diseño de la consola de operaciones	107
4.2.2. Arquitectura de pantallas	109
4.2.3. Distribución de pantallas	111
4.2.4. Plataforma de desarrollo del HMI	115
4.2.5. Diseño de la Interfaz Humano – Maquina.....	119
CAPÍTULO V	131
5. PRUEBAS Y RESULTADOS	131

5.2. Tablas HAZOP resultados.....	131
5.3. Resultados de la simulación de la HMI del sistema	137
CAPÍTULO VI.....	142
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	142
6.1. Conclusiones	142
6.2. Recomendaciones	143
Referencias Bibliográficas	144
Tabla 1 <i>Matriz de clasificación de riesgos (Freedman, HAZOP, 2003)</i>	<i>14</i>
Tabla 2 <i>Palabras guías aplicando el método HAZOP (González Villareal, 2017).....</i>	<i>16</i>
Tabla 3 <i>Modelo orientado de tabla HAZOP (González Villareal, 2017).....</i>	<i>17</i>
Tabla 4 <i>Características Intouch. (Wonderware, Wonderware Spain, 2017).....</i>	<i>27</i>
Tabla 5 <i>Distribución de las áreas de la planta.....</i>	<i>34</i>
Tabla 6 <i>Matriz de clasificación de riesgos (Freedman, HAZOP , 2003)</i>	<i>46</i>
Tabla 7 <i>Clasificación de nivel de riesgos</i>	<i>46</i>
Tabla 8 <i>Promedio de nivel de riesgos de cada área.....</i>	<i>47</i>
Tabla 9 <i>Comparación entre BACnet y Lonworks</i>	<i>49</i>
Tabla 10 <i>Características central DSC 585.....</i>	<i>53</i>
Tabla 11 <i>Características central BOSCH.....</i>	<i>53</i>
Tabla 12 <i>Características central de alarmas hikvision</i>	<i>54</i>
Tabla 13 <i>Características de las tres centrales.....</i>	<i>54</i>
Tabla 14 <i>Ventajas y desventajas de cada central</i>	<i>55</i>
Tabla 15 <i>Valoración de cada criterio</i>	<i>57</i>
Tabla 16 <i>Puntaje total de cada equipo</i>	<i>57</i>
Tabla 17 <i>Especificaciones área 1</i>	<i>59</i>

Tabla 18 <i>Especificaciones área 2</i>	59
Tabla 19 <i>Especificaciones área 3 planta baja</i>	60
Tabla 20 <i>Especificaciones área 3 planta alta</i>	60
Tabla 21 <i>Especificaciones área 3 parqueadero</i>	60
Tabla 22 <i>Total de equipos en cada área</i>	64
Tabla 23 <i>Características central DSC 1832</i>	65
Tabla 24 <i>Características central BOSCH FPD 7024</i>	66
Tabla 25 <i>Características central HONEYWELL VISTA-250BP</i>	66
Tabla 26 <i>Características de las tres centrales</i>	67
Tabla 27 <i>Ventajas y desventajas de cada central</i>	67
Tabla 28 <i>Valoración de cada criterio</i>	69
Tabla 29 <i>Puntaje total de cada equipo</i>	70
Tabla 30 <i>Características del detector de humo honeywell</i>	71
Tabla 31 <i>Características del detector de humo BOSCH D273</i>	72
Tabla 32 <i>Características del detector de humo ESL 500N</i>	72
Tabla 33 <i>características de las tres centrales</i>	72
Tabla 34 <i>Ventajas y desventajas de cada detector de humo</i>	73
Tabla 35 <i>Valoración de cada criterio</i>	75
Tabla 36 <i>Puntaje total de cada equipo</i>	75
Tabla 37 <i>Características de la luz estroboscópica SAFE</i>	77
Tabla 38 <i>Características de la luz estroboscópica VIP-LES</i>	77
Tabla 39 <i>características de los dos tipos de luces estroboscópicas</i>	78
Tabla 40 <i>Ventajas y desventajas de cada dispositivo</i>	78
Tabla 41 <i>Valoración de cada criterio</i>	79

Tabla 42 <i>Puntaje total de cada equipo</i>	80
Tabla 43 <i>Características de la estación manual HONEYWELL</i>	81
Tabla 44 <i>Características de la estación manual BOSCH</i>	82
Tabla 45 <i>Características de los dos tipos de luces estroboscópicas</i>	82
Tabla 46 <i>Ventajas y desventajas de cada dispositivo</i>	83
Tabla 47 <i>Valoración de cada criterio</i>	84
Tabla 48 <i>Puntaje total de cada equipo</i>	84
Tabla 49 <i>Total de equipos en cada área</i>	89
Tabla 50 <i>Características de la estación manual HONEYWELL</i>	91
Tabla 51 <i>Características de la lectora de tarjeta SOYAL</i>	91
Tabla 52 <i>Características de los dos tipos de luces estroboscópicas</i>	92
Tabla 53 <i>Ventajas y desventajas de cada dispositivo</i>	92
Tabla 54 <i>Valoración de cada criterio</i>	93
Tabla 55 <i>Puntaje total de cada equipo</i>	93
Tabla 56 <i>Total de equipos en cada área</i>	97
Tabla 57 <i>Características del rack</i>	100
Tabla 14 <i>Requisitos de Instalación para obtener Archestra IDE</i>	115
Tabla 59 <i>Listado de Pantallas y su Función</i>	124
Tabla 60 <i>Navegación entre niveles</i>	125
Tabla 61 <i>Resultados de método HAZOP aplicado en área 1</i>	131
Tabla 62 <i>Resultados método HAZOP aplicado en área 2</i>	133
Tabla 63 <i>Resultados método HAZOP aplicado en área 3</i>	136

Figura 1 Estructura del HMI.....	6
Figura 2: Esquema general de la distribución arquitectónica.....	6
Figura 3: Medios físicos de comunicación (INDELMAR, 2017)	19
Figura 4: Trama protocolo BACnet.....	20
Figura 5: Estandarización (Modelo ISA 101) (ISA, s.f.).....	21
Figura 6: Filosofía del HMI.....	22
Figura 7: Postura en el puesto de Trabajo. (TICBEAT, 2018).....	25
Figura 8: Componentes de un sistema de seguridad inteligente.....	29
Figura 9: Esquema general del sistema.....	32
Figura 10: Área 1: Comedor.....	33
Figura 11: Área 2: Dobladora.....	33
Figura 12: Área 3:Planta de almacenamiento (planta baja)	33
Figura 13: Área 3: Planta de almacenamiento (plana alta).....	33
Figura 14: Clasificación de áreas.....	47
Figura 15: Central DSC 585 (Todo alarmas)	53
Figura 16: Central BOSCH (Rigotech, 2013)	54
Figura 17: Central de alarmas hikvision.....	54
Figura 18: Criterios evaluados para la elección de la central.....	57
Figura 19: Espaciamiento entre detectores de humo. (SAC, 2017)	61
Figura 20: Espaciamiento entre notificaciones visibles. (SAC, 2017)	62
Figura 21: Distribución de sensores en área 1 siguiendo norma NFPA 72	62
Figura 22: Distribución de sensores en área 2 siguiendo norma NFPA 72.....	62
Figura 23: Distribución de sensores en área 3 (P.B.) siguiendo norma NFPA 72	63
Figura 24: Distribución de sensores en área 3 (P.A.) siguiendo norma NFPA 72.....	63

Figura 25: Central DSC 1832 (Todo alarmas).....	66
Figura 26: Central BOSCH FPD 7024 (Rigotech, 2013)	66
Figura 27: Central HONEYWELL VISTA-250BP.....	67
Figura 28: Criterios evaluados para la elección de la central.....	70
Figura 29: Detector de humo honeywell (Innotec, 2017).....	71
Figura 30: Detector de humo BOSCH D273 (Rigotech, 2013).....	72
Figura 31: Detector de humo ESL 500N (Rigotech, 2013).....	72
Figura 32: Criterios evaluados para la elección del detector de humo	75
Figura 33: Luz estroboscópica SAFE (Rigotech, 2013).....	77
Figura 34: Luz estroboscópica VIP-LES (Rigotech, 2013)	78
Figura 35: Criterios evaluados para la elección de la luz estroboscópica	80
Figura 36: Estación manual HONEYWELL (Nexus).....	82
Figura 37: Estación manual BOSCH (Rigotech, 2013).....	82
Figura 38: Criterios evaluados para la elección de la estación manual	85
Figura 39: Esquema de sistema contra incendios	85
Figura 40: Distribución de dispositivos en área 1	88
Figura 41: Distribución de dispositivos en área 2	88
Figura 42: Distribución de dispositivos en área 3 planta baja	89
Figura 43: Distribución de dispositivos en área 3 planta alta	89
Figura 44: Lector de tarjetas (HIKVISION, 2015).....	91
Figura 45: Lector de tarjeta SOYAL (Rigotech, 2013).....	91
Figura 46: Criterios evaluados para la elección del lector de tarjeta	94
Figura 47: Esquema del sistema de control de accesos	94
Figura 48: Distribución de cámaras área 1	96

Figura 49: Distribución de cámaras área 2	96
Figura 50: Distribución de cámaras área 3 planta baja.....	97
Figura 51: Distribución de cámaras área 3 planta alta	97
Figura 52: DVR (HIKVISION, 2015).....	98
Figura 53: Cámara tipo domo (HIKVISION, 2015)	100
Figura 54: Esquema del sistema de video vigilancia	100
Figura 55: Esquema del sistema integrado	102
Figura 56: Control de central de incendios en área 1	103
Figura 57: Control de estación manual de sistema de video vigilancia del área 1	103
Figura 58: Control de estación manual de sistema de control de accesos del área 1	103
Figura 59: Control de estación manual de sistema de los rociadores del área 1	103
Figura 60: Control de la central de incendios del área 24	104
Figura 61: Control de estación manual de sistema de video vigilancia del área 2.....	104
Figura 62: Control de estación manual de sistema de control de accesos del área 2.....	105
Figura 63: Control de estación manual de sistema de los rociadores del área 2	105
Figura 64: Control de la central de incendios del área 3	106
Figura 65: Control de estación manual de sistema de video vigilancia del área 3.....	106
Figura 66: Control de estación manual de sistema de control de accesos del área 3.....	106
Figura 67: Control de estación manual de sistema de los rociadores del área 3	106
Figura 68: Jerarquía general de la consola Industrial.....	108
Figura 69: Arquitectura de pantallas	110
Figura 70: Distribución general de las pantallas.....	111
Figura 71: Intouch a través de la IDE Orchestra.....	116
Figura 72: Ventana de creación de una nueva galaxia.....	117

Figura 73: Pantalla principal de una galaxia creada.....	117
Figura 74: Interfaz gráfica del ToolBox de Archestra	118
Figura 75: Diseño de Consola	120
Figura 76: Proceso de Diseño.....	123
Figura 77: Arquitectura de pantalla.....	123
Figura 78: Navegación entre Pantalla	125
Figura 79: Barra de Menús del HMI	126
Figura 80: Esquemático de la Distribución de Pantalla de Acceso de Usuario.....	127
Figura 81: Esquemático de la Distribución de Pantalla del Proceso General.....	127
Figura 82: Esquemático de la Distribución de Pantalla del Subproceso	128
Figura 83: Esquemático de la Distribución de Pantalla de Alarmas.....	129
Figura 84: Esquemático de la Distribución de Pantalla de Ayuda.....	130
Figura 85: Estructura del HMI	138
Figura 86: Pantalla de ingreso a inicio.....	138
Figura 87: Inicio de sesión de ingeniero.....	139
Figura 88: Pantalla general, proceso de producción	139
Figura 89: Incendio en área de proceso de producción (área 2)	139
Figura 90: Pantalla de s. contra incendios	140
Figura 91: Pantalla de s. video vigilancia.....	140
Figura 92: Pantalla de s. control de accesos.....	140
Figura 93: Pantalla de alarmas	141
Figura 94: Pantalla de ayuda	141

RESUMEN

Las empresas metalúrgicas al ser parte de las grandes industrias deben cumplir con el control adecuado de sus procesos, en lo que respecta a seguridad tanto para el personal que labora en la organización como para el desarrollo efectivo y de calidad de sus productos, por esta razón el presente proyecto establece el diseño y simulación de un sistema integrado de contra incendios, control de accesos y video vigilancia para una empresa metalúrgica ubicada en la ciudad de Cuenca-Ecuador. Para llevar a efecto el diseño del sistema se adquirió información general de todas las instalaciones de la empresa, haciendo énfasis en las dimensiones de todo el perímetro y las específicas por área o sección de trabajo. El diseño del sistema se lo realizó aplicando la norma NFPA 72. Para la comunicación e integración de los sistemas se utilizó el protocolo BACnet, el cual permite al usuario escoger varias marcas de dispositivos lo que proporciona la ventaja de ocupar varios medios físicos para comunicarse. Se realizó una evaluación de riesgos utilizando el método HAZOP, el cual encuentra las posibles desviaciones de cada área ayudándose de las causas que puedan tener estas desviaciones junto a las consecuencias de las mismas. Todo esto con la finalidad de entregar varias posibles soluciones o correcciones para las desviaciones encontradas. Finalmente, la simulación se la realizó por medio de un HMI, tomando recomendaciones de la guía GEDIS, logrando verificar el funcionamiento de cada uno de los sistemas por medio de una demostración del proceso de producción de alambre y sus derivados.

PALABRAS CLAVE:

- **CONTRA INCENDIOS**
- **CONTROL DE ACCESOS**
- **VIDEO VIGILANCIA**
- **HAZOP**

ABSTRACT

The metallurgical companies, being part of the big industries, must accomplish an adequate control of their processes, with regard to safety of both the personnel that work in the organization and for the effective and quality development of their products, for this reason the present project establishes the design and simulation of an integrated system of fire protection, access control and video surveillance for a metallurgical company located in the city of Cuenca-Ecuador. To carry out the design of the system, general information was acquired of all the company's facilities, emphasizing the dimensions of the entire perimeter and the specific ones by area or section of work. Once the necessary data was obtained, the architectonic survey of the facilities was carried out, which will be of vital utility in the application of each system, the system design was carried out applying the NFPA 72 norm. The BACnet protocol was used for the communication and integration of the systems, which allows the user to choose several brands of devices which provides the advantage of occupying several physical media to communicate. A risk assessment was carried out using the HAZOP method, which finds the possible deviations of each area using the causes that these deviations may have together with their consequences. All this in order to deliver several possible solutions or corrections for the deviations found. Finally, the simulation was carried out by an HMI, taking recommendations from the GEDIS guide, making it possible to verify the operation of each of the systems by means of a demonstration of the process of producing wire and its derivatives.

KEYWORDS:

- **FIRE PROTECTION**
- **ACCESS CONTROL**
- **VIDEO SURVEILLANCE**
- **HAZOP**

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

Según la página oficial de la empresa (Rojas, 2015), “su historia se inicia en 1940 en Ambato, donde la familia Kohn, con un pequeño capital y mucho trabajo establece Ideal Industria de Alambre, dedicada a fabricar telas metálicas. Con una producción cada vez más grande, una justa rentabilidad y permanentes reinversiones, se fueron incorporando nuevas tecnologías y productos y es así como en 1947 se empieza a producir alambre de púas, trasladando su planta a Quito” (Valladares Rojas, 2016).

“En los años 70 se comienza a producir alambres de todo tipo y productos derivados del mismo con el aporte del conocido Grupo BEKAERT de Bélgica, líderes en la producción mundial de alambres y sus derivados. En 1974 se inauguró la planta industrial Alambrec y en 1983 se fusionan las dos empresas conformando lo que hoy es Ideal Alambrec. A partir de 1991 la empresa se expande con la adquisición de la Fábrica de Clavos Guayas, Alalit y Multiacero y se hacen inversiones en compañías del exterior como Prodac en Perú y Proalco en Colombia” (Rojas, 2015).

El cuerpo de bomberos más cercano, se encuentra a 5 km de distancia de la planta en la cual se va a desarrollar el sistema, lo cual hace que su respuesta esté disponible en 15 minutos o más. Esta condición, produce la necesidad que los responsables de la empresa requieran el desarrollo de un proyecto para el control y eliminación de los factores de incendio a través de un sistema propio, adaptado a la eventualidad y posibilidad de riesgos en cada una de las áreas de producción.

“Desde 1896, la NFPA (asociación nacional de protección contra el fuego) se ha dedicado a proteger vidas y bienes de los efectos devastadores de los incendios y otros peligros. A través de los Códigos Nacionales contra Incendios de la NFPA, desarrollo profesional, educación, programas de asistencia a la comunidad, e investigación, la NFPA continúa siendo la asesora mundial en seguridad contra incendios, eléctrica y de edificación” (NFPA, 2014).

El método a utilizar para evaluar los riesgos de la empresa es HAZOP o AFO (Análisis Funcional de Operatividad), “técnica de identificación de riesgos inductiva basada en la premisa de que los accidentes se producen como consecuencia de una desviación de las variables de proceso con respecto de los parámetros normales de operación” (Abarca, 2017).

La guía ergonómica de diseño de interfaz de supervisión GEDIS ofrece un método de diseño especializado en sistemas de control supervisor industrial basado en niveles donde se van concretando los diseños de los distintos tipos de pantalla y contenidos (Ponsa, 2014)

“El protocolo BACnet fue desarrollado por la ASHRAE (Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Acondicionamiento de Aire). Este desarrollo comenzó en Tennessee, Estados Unidos, en 1987 en la Primera Reunión del Comité de Proyecto de Estandarización del ASHRAE. El comité se enfrentó a la tarea de definir un protocolo de comunicación para el control y manejo de energía de edificios, para estandarizar el método de comunicación entre los dispositivos de automatización de fabricantes diferentes” (TecnoSeguro, 2011).

1.2. Justificación e importancia

En la actualidad una de las mayores preocupaciones en la Industria es la seguridad electrónica de sus instalaciones, está relacionada con el establecimiento de servicios basados en dispositivos electrónicos que ayudan a la implementación de controles y avisos automáticos para complementar planes de seguridad diseñados previamente. Por esta razón si realizamos un estudio de la planta industrial, puede encontrarse amenazas presentes de diferentes aspectos, uno de los más importantes es la seguridad, como detección de incendios, control de accesos y video vigilancia.

En el ámbito de la detección de incendios, existen varios peligros, tales como; la causa de incendios dentro del proceso de fundición, esto se da porque los hornos trabajan a temperaturas altas que sobrepasan los 600°C; quemaduras, ya sean éstas, por proyección de material fundido o por contacto con escoria; y almacenamiento de material combustible como petróleo, carbón, gas natural, gas líquido de petróleo.

Por esta razón es indispensable implementar un sistema de seguridad contra incendios versátil y eficiente, el cual tenga la capacidad de controlar un caso de incendio mediante la instalación de sensores y dispositivos que pueden ser inalámbricos o cableados, equipos homologados con la normativa legal vigente, sirenas y pulsadores, dispositivos de emergencia, etc.

Con respecto al control de acceso, es de gran importancia al momento de realizar un control de ingreso de personas a la empresa y sobre todo al área de la planta de almacenamiento, ya que al ser una instalación que sobrepasa los 1000m², existe la oportunidad de pasar inadvertido. Áreas como la sala de generadores, donde sólo entra personal autorizado, el de despacho o el área de la dobladora donde existe la materia prima como los propios metales,

herramientas pequeñas de fácil acceso, combustible y elementos adicionales para el proceso productivo.

Es necesario un sistema de seguridad que brinde acciones diseñadas previamente para cualquier ataque con fines delictivos; se convierte en un elemento fundamental ya que permite detener a individuos sospechosos ante su ingreso a áreas restringidas dentro de la empresa, para posible robo de información o materia prima utilizada en la producción. Un buen sistema de control de acceso debe estar en capacidad de generar varios tipos de reportes, siempre con la finalidad de perfeccionar cada vez más la gestión de seguridad.

Finalmente, cuando nos referimos a cámaras de vigilancia, lo relacionamos con un aspecto estrictamente de seguridad, ya sea para las personas o para alguna instalación, con el único fin de reducir o disuadir a esa persona con fines delictivos.

La seguridad va a mejorar con la inclusión relación de estos dos sistemas (control de acceso y video vigilancia), ya que por medio de imágenes que entregan las cámaras en tiempo real, se puede verificar si los empleados están utilizando los implementos de seguridad adecuadamente en el área de la planta, la razón de una posible activación de alguna alarma, si existe algún tipo de inactividad por parte de los operadores, y también poder captar el ingreso de personas no autorizadas al área administrativa como son las oficinas donde se almacena toda la información de la producción.

Contar con estos sistemas de seguridad en la planta, es un proceso cuya finalidad es evitar una catástrofe con la debida preparación del personal encargado de supervisar sistemas, también en lo posible, evitar las pérdidas y daños producidos por el fuego, incumplimiento de

normas y hurto de información, además de proteger la vida de las personas que se encuentren en el interior de las instalaciones.

1.3. Alcance

Mediante el presente proyecto, se procura diseñar y simular tres sistemas electrónicos de seguridad para una planta industrial encargada de procesos metalúrgicos, ubicada en la ciudad de Cuenca; estos sistemas son: contra incendios, control de acceso y video vigilancia, los cuales serán diseñados mediante normas y protocolos. Se diseñará una central para cada uno de estos sistemas, que trabajará bajo el protocolo Bacnet, el cual, aparte de tener la capacidad de integrar los tres sistemas, entrega datos de manera nativa a InTouch como a cualquier cliente compatible con OPC (software a utilizarse para la realización del HMI) de tal manera que, si a futuro se requiriese implementar este diseño, no existirá ningún inconveniente con la comunicación de éste con el Hardware apropiado.

En cuanto a las normas a utilizar, se define la IEC61511, la misma que proporciona información sobre la seguridad funcional en las instalaciones de procesos de producción. Por otro lado, la NFPA72, la cual proporciona disposiciones de seguridad para cumplir con la detección de incendios y con las demandas de comunicación de emergencia. Y el protocolo ya antes mencionado, Bacnet, es aplicable a cualquier clase de sistema de edificios, HVAC, Seguridad, Control de Acceso, Detección de Incendio, Mantenimiento, Iluminación, etc. Ofrece compatibilidad con dispositivos hechos por diferentes fabricantes.

Para la simulación del sistema, se realizará un HMI en la plataforma Wonderware InTouch, el cual mostrará el proceso de la producción de la planta y el estado de los sistemas en base al funcionamiento de la misma. En el diseño de la interfaz, se utilizará la guía GEDIS, la cual aporta con ciertos parámetros para el desarrollo de la misma, los cuales son: manejo de color,

manejo de información, visibilidad, interactividad, entre otros. Estos criterios proveen a la interfaz características de sencillez y eficacia para la persona que la va a operar.

En la Figura 1 se presenta el esquema de cómo va a ir estructurado el HMI.

Así mismo, en la Figura 2, se presenta un esquema general de la distribución arquitectónica de la planta industrial, en la cual se va a diseñar el sistema de seguridad contra incendios, con sus respectivas dimensiones reales, tanto de cada una de las áreas, como de la instalación de la planta.

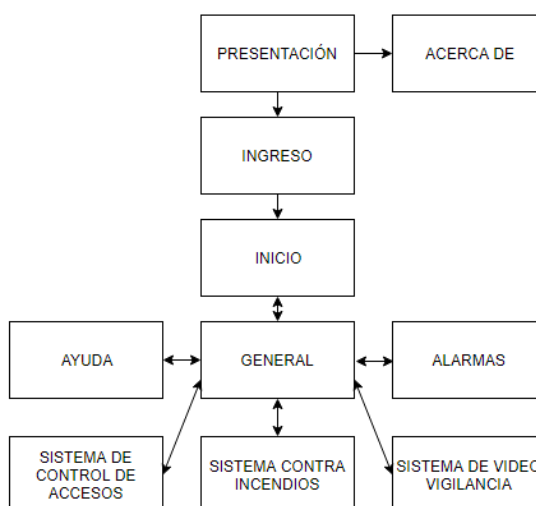


Figura 1: Estructura del HMI

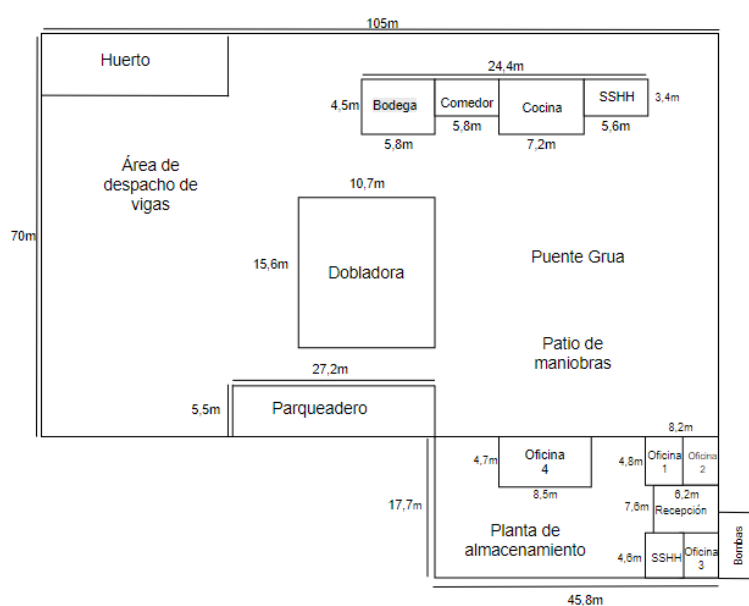


Figura 2: Esquema general de la distribución arquitectónica

Inicialmente, se realizará una evaluación general de riesgos de la planta industrial, con el fin de conocer y controlar los posibles riesgos y amenazas para las personas que se encuentren en el interior de las instalaciones, ahorrando de esta manera, posibles calamidades para la propia empresa. Además, se realizará un análisis de los equipos de trabajo que posteriormente serán utilizados, tales como detectores de humo, panel de incendios, módulos de monitoreo, lectores de tarjeta, cámaras, entre otros. También será necesario un análisis acerca de las medidas preventivas que deben aplicarse en el diseño del mismo.

Para la evaluación de riesgos se va a utilizar el método llamado HAZOP, el cual tiene como objetivo principal “identificar los potenciales riesgos en las instalaciones y evaluar los problemas de operabilidad. Esto se logra identificando cuatro elementos claves como son: la causa del riesgo, la consecuencia de la exposición a este riesgo, las salvaguardas destinados a prevenir la ocurrencia de la causa o mitigar las consecuencias asociadas y por último las recomendaciones o acciones que pueden ser tomadas si se consideran los que los controles implementados son inadecuados” (Freedman, Hazop, 2003).

Posteriormente, se realizará un levantamiento arquitectónico del área completa de la planta industrial, seguido de una revisión y un estudio de las normas que van a ser aplicadas en el diseño, el mismo que una vez concluido lo anteriormente mencionado, estará listo para iniciarse.

Debido a que las dimensiones de la planta superan los $1000m^2$, estudios recomiendan realizar inicialmente el levantamiento de las áreas internas, por esta razón, se realizará directamente el levantamiento y las medidas de áreas como: oficinas, comedor, bodegas, dobladora y planta de almacenamiento, donde están designados la mayoría de los equipos; posteriormente, se realizará el levantamiento del área exterior, donde está proyectada la ubicación de las tuberías para el cableado.

Para lograr un diseño adecuado para estos sistemas, se aplica la norma NFPA72, la cual indica el tipo de sensor más conveniente, la distancia y la cantidad de éstos para una instalación correcta de acuerdo con algunos factores que influyen en este procedimiento, tales como el área determinada en la que se trabaja, si ésta es rectangular o no, el espacio de cada área, la altura interior, los ángulos, entre otros.

En cuanto a los sistemas de control de acceso y video vigilancia, se pretende diseñar con dispositivos robustos, acorde a una industria, por esta razón serán lectores de tarjeta para mayor seguridad, comodidad, estética y sobre todo el acceso a personas autorizadas, las cámaras tipo domo, las cuales serán impermeables, soportarán vibraciones, temperaturas altas y evitará puntos ciegos.

El diseño del sistema contará con los siguientes elementos:

- Panel de incendios
- Estaciones manuales
- Detectores de humo/calor
- Módulos de monitoreo
- Módulos de control
- Puertas cortafuego
- Luces estroboscópicas
- Señalética
- Lectores de tarjeta
- Cámaras tipo domo
- Monitores

Todos instalados acorde con las normas ya mencionadas.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general.

Diseñar y simular un sistema integrado de control de accesos, video vigilancia y contra incendios para una empresa metalúrgica.

1.4.2. Objetivos específicos.

- Mejorar la seguridad de la planta mediante el diseño del sistema contra incendios basado en la utilización de la norma NFPA.
- Simular tanto el proceso de la planta como los sistemas a diseñar por medio de una interfaz hombre-máquina (HMI) acorde al funcionamiento de la planta, con el fin de demostrar el funcionamiento de los mismos.
- Integrar los sistemas contra incendios, accesos y video vigilancia por medio del protocolo Bacnet, para obtener un diseño robusto, eficiente y normalizado.
- Evitar falsas alarmas ocasionadas por eventos fortuitos por medio de las imágenes en tiempo real, entregadas por las cámaras por medio del sistema de video vigilancia.
- Mejorar el tiempo de respuesta ante un siniestro mediante el diseño integrado.
- Evitar el robo de información y materia prima necesaria para la producción, con un control de acceso a personas no autorizadas a áreas restringidas.

1.5. Descripción del proyecto

El siguiente proyecto trata sobre el diseño y simulación de un sistema integrado de contra incendios, control de acceso y video vigilancia para una empresa metalúrgica ubicada en la ciudad de Cuenca. Cada sistema se diseñó por medio de los estándares adecuados para un

funcionamiento óptimo y eficiente, lo cual conlleva a que todo el sistema integrado es confiable, robusto y fiable ante cualquier necesidad.

Para lograr una integración de estos tres sistemas se usó el protocolo Bacnet, el cual es un protocolo de comunicación abierto que tiene la facilidad de trabajar a la vez con varias funciones dentro de un mismo sistema, los cuales pueden ser: climatización, ventilación, refrigeración, iluminación, control de accesos, así como los sistemas de incendios, con esto se aseguró un diseño totalmente integrado implementado con las normas correctas de acuerdo a cada sistema, esto se reflejó en los planos realizados en el software Autocad.

Por otro lado, la simulación se lo realizó por medio de un HMI, empleando el software Wonderware INTOUCH, ya que este software se es posible comunicar con las centrales de los sistemas diseñados por medio del protocolo Bacnet, esto para una posible implementación en un futuro.

Para el diseño del HMI se siguió las recomendaciones de la guía GEDIS, la cual muestra cómo debe ir estructurada la pantalla de trabajo, tanto los colores como cada una de las partes que forman las ventanas, con esto se asegura una interfaz sencilla, intuitiva para el operador y así asegurar un trabajo óptimo.

CAPÍTULO II

2. MARCO DE REFERENCIA

2.1. Sistemas de seguridad

Un sistema de seguridad se puede definir como un método que sirve para asegurar o proteger algún objeto, vivienda, establecimientos, entre otros, a través de sistemas de componentes que se relacionan entre sí para cumplir con lo deseado.

Un sistema de seguridad está formado por un conjunto de redes electrónicas las cuales se integran, las más comunes son:

- Panel de control: funciona como controlador del sistema
- Sensores: de movimiento, distancia, temperatura, los cuales se activan por medio de comandos realizados en el controlador.
- Alarmas: Notifican de algún suceso
- Actuadores: cámaras, puertas, ventanas, los cuales se activan por medio de los sensores

A continuación, se presenta una clasificación de los 4 tipos de aplicación de los sistemas de seguridad:

2.1.1. Robo y atraco.

- Sensores y centrales de alarma
- Defensa física
- Aviso central receptora de alarma
- Señalización del robo
- Dispositivos de acceso
- Circuito cerrado de TV

2.1.2. Incendio.

- Sensores y centrales de incendio
- Aviso a central receptora de alarmas
- Accionamiento de dispositivos de extinción
- Accionamiento de sistemas de aviso y señalización
- Extinción manual
- Bocas de incendio equipadas
- Equipo de bombeo
- Puertas cortafuegos
- Alumbrado de emergencia

2.1.3. Especiales.

- Detector de metales
- Sonda detectora de niveles
- Sonda detectora de humedad
- Detector de sustancias químicas
- Detector de presión
- Detector de drogas
- Detector de gases

2.2. Metodología HAZOP

HAZOP es una metodología que tiene como objetivo identificar y analizar los riesgos que pueden existir en cualquier operación productiva que se esté desarrollando. Aparte, este método se enfoca en los problemas de operabilidad, estos tienen que ser revelados cuando tengan un impacto negativo, es decir, cuando sean causantes de más riesgos.

El estudio de HAZOP se basa en analizar en forma metódica y sistemática el proceso, la operación, la ubicación de los equipos y del personal en las instalaciones, la acción humana (de rutina o no) y los factores externos, revelando las situaciones riesgosas. (Freedman, Hazop, 2003)

Para lograr hacer un HAZOP óptimo se debe tener toda la información necesaria para lograrlo, es decir, es fundamental que exista una calidad y cantidad importante de información para tener un estudio de HAZOP de calidad. Para ello se debe contar con documentos como: diagramas P&ID's, descripción del proceso, diagramas de proceso, también es de ayuda y soporte la información de los equipos e instrumentos, matriz de causa y efecto, planos de clasificación eléctrica, entre otros.

Según (ISO4, 2019) La metodología HAZOP se basa en identificar 4 elementos claves para un análisis correcto de los riesgos:

1. La causa del riesgo
2. El impacto o la consecuencia de este riesgo
3. Las salvaguardas o el control que se tiene para prevenir la ocurrencia de estos riesgos
4. Y por último se tiene las recomendaciones o acciones que se toman si las salvaguardas tomadas son incorrectas o no existen.

Para realizar un correcto análisis de HAZOP, según (Freedman, Hazop, 2003) se debe subdividir el proceso general en procesos pequeños, esto para simplificar y estudiar detenidamente cada información obtenida, planos o datos de instrumentos, equipos, que para el estudio se llamarán “nodos”. Estos nodos tienen que ser correctamente seleccionados para que no tengan impactos negativos en el estudio del método.

Una vez seleccionados estos nodos, se debe revisar cada nodo y ver las posibles desviaciones que pudieran ocurrir, como pueden ser:

- Alto/Bajo flujo
- Flujo inverso
- Alto/Bajo nivel
- Alta/Baja presión
- Alta/Baja temperatura
- Fuego

Para cada desviación existente se propone las posibles causas que originaron esas desviaciones, por último, para cada causa propuesta, se determinan las consecuencias y las salvaguardas existentes para poder mitigar o evitar su ocurrencia. Las consecuencias encontradas se categorizan, asignándoles el Ranking de Riesgo en función de la Probabilidad y Severidad que se determina para dicho evento.

Tabla 1
Matriz de clasificación de riesgos

		SEVERIDAD			
PROBABILIDAD		1	2	3	4
		(Insignificante)	(Marginal)	(Crítica)	(Catastrófica)
1	(Improbable)	1	2	3	4
2	(Remota)	2	4	6	7
3	(Poco frecuente)	2	6	7	8
4	(Frecuente)	3	7	8	9

Fuente: (Freedman, Hazop, 2003)

Descripción del ranking de la tabla de severidad

- Ranking de riesgo 1 a 3: Baja prioridad. Se deberá tomar acción cuando los medios estén disponibles
- Ranking de riesgo 4 a 6: Media prioridad. Deben tomarse acciones en un corto periodo de tiempo.
- Ranking de riesgo 7 a 9: Muy alta prioridad. Se deben tomar acciones inmediatas.

Otro paso importante es aplicar la palabra guía (no, mas, menos...) de forma secuencial según corresponda el nodo. Estas palabras guías permiten identificar de mejor manera las desviaciones de cada nodo seleccionado.

“Estas palabras-guía que caracterizan el método, son utilizadas cualificando o cuantificando a todas y cada una de las variables en vistas a estimular la reflexión sobre la diversidad de situaciones en que puede encontrarse la instalación, algunas inverosímiles y que dejarán de ser consideradas, pero otras por la posibilidad de producirse y/o por sus consecuencias serán analizadas” (Bestratén Villoví, 1988)

Estas desviaciones producen consecuencias dentro de la empresa, y a su vez tienen causas que dan origen a las mismas. Una desviación es considerada cuando tiene consecuencias importantes en la línea de producción de la empresa y causas razonables por las que se originaron.

A continuación, se muestra en la siguiente tabla las palabras guías que se aplican en este método.

Es importante saber que “Tales palabras guía no son las únicas que pueden emplearse y son admisibles ciertas modificaciones para expresar mejor determinadas situaciones” (Bestratén Villoví, 1988).

Tabla 2
Palabras guías aplicando el método HAZOP

Palabra guía	Significado	Parámetro de proceso	Ejemplos de desviación
No	Negación de la intención de diseño	Temperatura Presión	No + caudal = falta de caudal
Menos	Disminución cuantitativa	Nivel Composición	Menos + nivel = bajo nivel
Más	Aumento cuantitativo	Caudal Velocidad	Más + presión = presión excesiva
Otro	Sustitución parcial o total	Tiempo Viscosidad	Otra + presión = presencia de impurezas
Inversa	Función opuesta a la intención de diseño	Tiempo Mezcla Voltaje Adición Separación	Inverso + caudal = flujo inverso

Fuente: (González Villareal, 2017)

Posterior a que se tiene los nodos, palabras guías, desviaciones, causas, consecuencias, el último paso es encontrar las posibles soluciones correctoras a esas desviaciones y si se requiere evaluar su coste.

A continuación, se muestra cómo quedaría la tabla final del método aplicado en determinado proyecto.

Tabla 3

Modelo orientado de tabla HAZOP

Nodo	Palabra guía	Desviación	Causas	Consecuencias	Medidas correctoras
-------------	-------------------------	-------------------	---------------	----------------------	--------------------------------

Fuente: (González Villareal, 2017)

2.3. Normativas

Según (García, 2013) La normalización es una actividad colectiva encaminada a establecer soluciones a situaciones repetitivas. En particular, esta actividad consiste en la elaboración, difusión y aplicación de normas”, por lo tanto, para el diseño del presente proyecto es necesaria la aplicación de diferentes normativas que permitan desarrollar el sistema en base a modelos y estándares, los cuales se describen a continuación:

2.3.1. Norma NFPA 72

Para el diseño del sistema contra incendios es fundamental la norma NFPA 72 (Asociación Nacional de Protección contra el Fuego) “la cual fue preparada por los Comités Técnicos sobre Fundamentos de los Sistemas de Alarmas de Incendio, Equipos de Advertencia de Incendios Domiciliarios, Dispositivos Iniciadores para Sistemas de Alarmas de Incendio, Aparatos de Notificación para Sistemas de Alarmas de Incendio, Sistemas de Alarma de Incendio en los Predios Protegidos, Sistemas de Alarma de Incendio de las Estaciones de Supervisión, y

Ensayos y Mantenimiento de los Sistemas de Alarma de Incendio, emitidos por el comité de Correlación Técnica para el Código Nacional de Alarmas de Incendio” (NFA-FUN, 1996).

Esta norma proporciona disposiciones de seguridad para cumplir con las reglas o leyes de la detección de incendios, que cambian a medida que pasa el tiempo, dependiendo de las leyes provenientes de cada país.

Por otra parte, esta norma hace referencia a la aplicación, instalación, ubicación, funcionamiento, inspección, prueba y mantenimiento de sistemas de alarma contra incendios, sistemas de estaciones de supervisión de alarmas, sistemas de notificación de alarma de emergencia pública, equipo de alarma de incendios y sistemas de comunicación de emergencia (ECS), y sus componentes. (RTQ, 2015)

2.3.2. Protocolo BACnet.

“BACnet es un protocolo de comunicación abierto creado por ASHRAE en 1995 para Redes de Control y Automatización de Edificios (**B**uilding **A**utomation and **C**ontrol **NET**works) a nivel mundial” (Automation, 2014), tiene la capacidad de integrar varias funciones en un mismo sistema, como son: climatización, ventilación, refrigeración, iluminación, control de accesos, así como los sistemas de incendios, con esto se asegura una reducción en los costos permanente en la empresa, ya que al ser un estándar internacional abierto que tienen todos los fabricantes del mercado, se reduce la dependencia con el fabricante, esta reducción de costos se visualiza en las etapas de mantenimiento e ingeniería que resulta ser mucho más económico.

Usar el protocolo BACnet con una plataforma de seguridad y administración permite a los sistemas de detección de intrusión, monitoreo de video, control de acceso, HVAC y otros sistemas de automatización hechos por una compañía, comunicarse con sistemas hechos por

otra compañía. Esto simplifica la integración de todos los sistemas y permite el uso de una interfaz única para controlar monitorear todos los sistemas. (TecnoSeguro, 2011)

Este protocolo utiliza los siguientes medios físicos para comunicarse:

- Ethernet
- BACnet/IP
- Serie(RS232/RS485)
- ARCnet
- MS/TP
- Lontalk

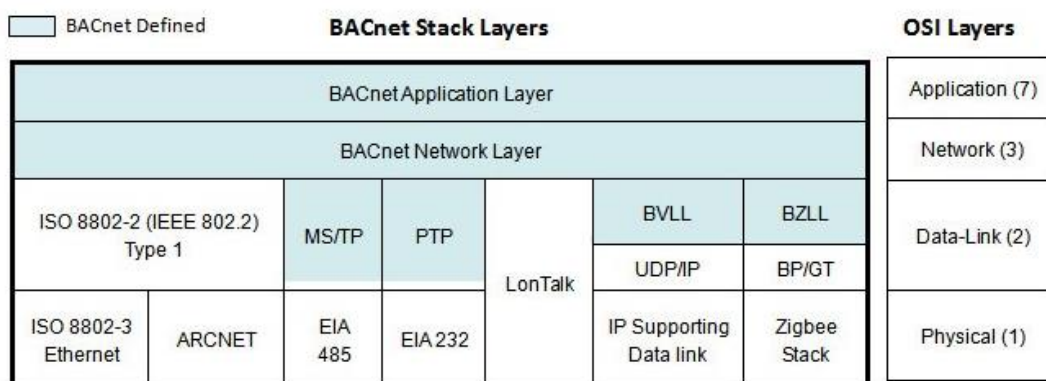


Figura 3: Medios físicos de comunicación
Fuente: (Palermo, 2017)

La estructura de la trama del protocolo BACnet es de la siguiente manera

0x55	Preámbulo	2 Octetos
0xFF		
Tipo de marco		1 Octeto
Dirección de destino		1 Octeto
Dirección de la fuente		1 Octeto
Longitud		2 Octetos, primer octeto más significativo
Encabezado CRC		1 Octeto
Dato		(Presente si la longitud no es cero) longitudes de octetos

CRC de datos		(Presente si la longitud no es cero) 2 octetos
0xFF	Almohadilla	(opcional) a lo sumo, 1 octeto

Figura 4: Trama protocolo BACnet

2.3.3. Guía GEDIS.

La primera fase para el estudio de la guía GEDIS consiste en la especificación de los principales elementos de la interfaz, tales como la arquitectura, distribución de las pantallas gráficas, uso del color, fuentes de información textual, simbología y representación de los estatus de los equipos de proceso, representación de valores de proceso, tablas de datos, gráficos de tendencia y de barras, comandos y selecciones del operario, diálogos y entradas de datos por el operario. (Erwin, 2010)

La guía GEDIS consta de diez indicadores que cubren todos los detalles del diseño de una interfaz, los cuales son:

- Estructura
- Distribución
- Navegación
- Color
- Texto
- Estado de los dispositivos
- Valores de proceso
- Gráficos y tablas
- Comandos de entrada de datos
- Alarmas

2.3.3.1. Estandarización del Sistema HMI.

“HMI significa “Human Machine Interface”, es decir es el dispositivo o sistema que permite el interfaz entre la persona y la máquina. Tradicionalmente estos sistemas consistían en paneles compuestos por indicadores y comandos, tales como luces pilotos, indicadores digitales y análogos, registradores, pulsadores, selectores y otros que se interconectaban con la máquina o proceso” (Cobo, 2008).

Este punto tiene como objetivo caracterizar la interfaz, dando criterios para su diseño y uso. De la misma manera se darán las especificaciones del operador.

Se define los siguientes puntos para el proceso de estandarización:

- Filosofía HMI
- Guía de estilo
- Plataforma de desarrollo HMI

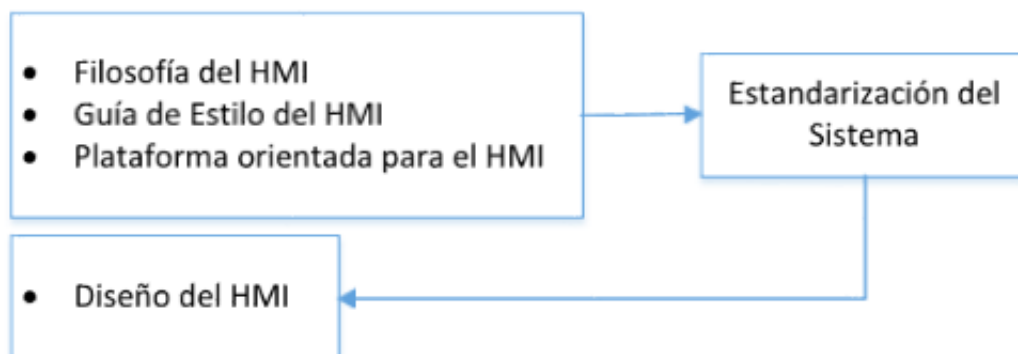


Figura 5: Estandarización
Fuente: (Modelo ISA 101) (ISA, 2016)

En la Figura 5 se muestra el modelo de la norma ISA 101 que determina el desarrollo de las interfaces humano máquina.

2.3.3.2. Filosofía de HMI

“La interacción hombre-máquina ayuda a entender como la gente interactúa con las nuevas tecnologías” (Polo Cabezas, 2008). Es decir que el talento y los recursos son destinados a la creación de un diseño estandarizado para una interfaz sencilla y eficaz.

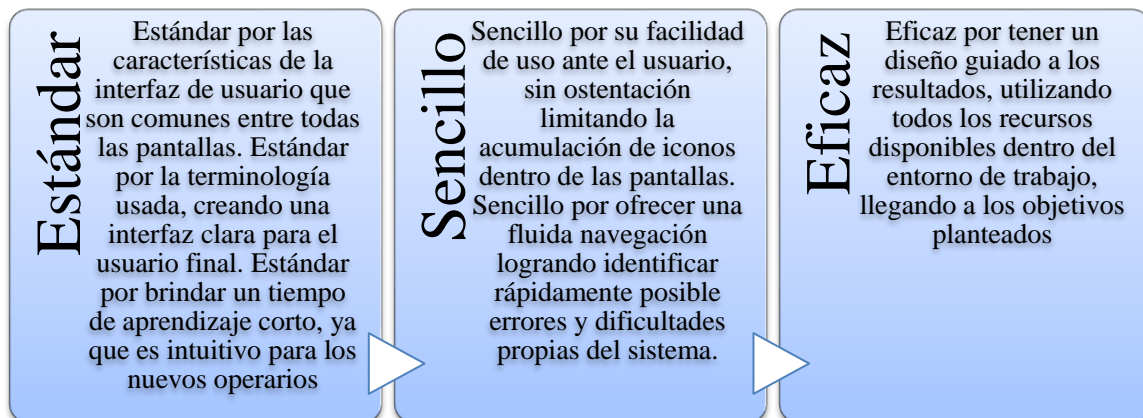


Figura 6: Filosofía del HMI.

2.3.3.3. Criterios para el diseño del HMI

La interfaz HMI debe cumplir con algunas especificaciones gráficas y estéticas tales como proporcionalidad y simetría. Para el diseño de cada una de las pantallas se ha utilizado los siguientes criterios:

- **Manejo del Color:** según la intensidad se permite dar relevancia a partes que necesiten ser tomadas con mayor importancia.
- **Manejo de la Información:** Dentro del mímico de la interfaz, se debe mostrar indicadores visuales y datos relevantes que permitan conocer parámetros del proceso.
- **Interactividad:** El operario puede activar comandos desde la interfaz.
- **Perceptibilidad:** Se da conocimiento del estado del proceso, para la toma de decisiones por parte del operario.

- **Visibilidad:** Todos los objetos colocados dentro de la HMI son visibles, con un tamaño adecuado evitando la confusión de información por parte del usuario.

2.3.3.4. Estrategias para el diseño de las interfaces

“El objetivo del HMI es el diseño, evaluación e implementación de sistemas interactivos eficaces, eficientes y satisfactorios para los usuarios” (Sastoque, 2016), por lo tanto en este ítem se verán los principios relevantes que existen para el diseño de las interfaces, los cuales se han tomado en cuenta para la implementación de la HMI del sistema.

- **Anticipación:** Las aplicaciones deberían intentar anticiparse a las necesidades del usuario y no esperar a que el usuario tenga que buscar la información, recopilarla o invocar las herramientas que va a utilizar.
- **Autonomía:** Todo el entorno de trabajo debe estar a disposición del usuario. Se debe dar al usuario el ambiente flexible para que pueda aprender rápidamente a usar la aplicación. Sin embargo, este debe ser explorable pero no fortuito.
- **Valores por Defecto:** Los valores por defecto deberían ser opciones inteligentes y sensatas. Además, los mismos tienen que ser fáciles de modificar.
- **Consistencia:** La interfaz HMI concuerda con el entorno de trabajo físico.
- **Eficiencia del usuario:** Se debe considerar la productividad del usuario antes que la productividad de la máquina. “Una respuesta lenta del usuario puede significar pérdidas económicas para la organización. Los mensajes de ayuda deben ser sencillos y proveer respuestas a los problemas. Los menús y etiquetas de botones deberían tener las palabras claves del proceso” (Diseño de Interfaces de Usuario).

2.3.3.5.Descripción y análisis del Usuario

La interfaz HMI debe estar guiado hacia un usuario, por lo que previo a su diseño se debe establecer las características y habilidades de los operadores, los cuales serán encargados de su manejo.

El Diseño Centrado en el Usuario es un enfoque de diseño multidisciplinario, basado en la participación activa de las personas, que busca mejorar la comprensión de las necesidades del usuario y la tarea a través de la iteración de los procesos de diseño y evaluación. (Sastoque, 2016).

2.3.3.5.1. Fundamentos técnicos del usuario

El diseño del HMI se basa en sus operadores, quienes tienen un bajo conocimiento en tecnología y procesos industriales, pero deben tener un conocimiento básico del funcionamiento del sistema que se irá incrementando conforme lo vayan manipulando.

Además, el diseño del HMI debe ser robusto evitando posibles daños por parte del operador causado por su mal manejo.

2.3.3.5.2. Fundamentos Fisiológicos del usuario

Este análisis determina como los operadores realizaran sus funciones, tales como mirar, escuchar, tocar, etc.

Una de las características que se encuentran en cualquier sistema, es el prolongado tiempo de uso, para poder realizar el estudio adecuado de este. Por ello este análisis dependerá directamente del nivel de captación de los usuarios con respecto al aprendizaje del funcionamiento del sistema con el objetivo de su dominio total.

Se ha considerado el entorno de la pantalla de la interfaz y las condiciones del medio o puesto de trabajo de la siguiente manera.

Condiciones propias del entorno de la pantalla

- Uso de colores claros para evitar reflejos.
- Contraste entre letras y fondo para la correcta información.
- Brillo y contraste se acomodarán a cada preferencia.

Condiciones del puesto de trabajo

- El ambiente debe estar iluminado de manera natural y artificial.
- Correcta postura de acuerdo con la mesa de trabajo.
- Descansar 5 min cada hora de trabajo o 10 min cada dos horas, mirando escenas lejanas para relajar la postura en el sitio de trabajo.

En la Figura 7 se muestra la postura adecuada que deberán mantener los usuarios mientras se encuentren dentro de la mesa de trabajo.



Figura 7: Postura en el puesto de Trabajo.
Fuente: (Ticbeat, 2018)

2.4. Software Wonderware INTOUCH

InTouch permite que los operarios optimicen las interacciones entre las personas y los sistemas de automatización industrial. El resultado es un aumento neto y cuantificable de la efectividad del operario. (Wonderware, Wonderware Spain, 2017).

- Amplia gama de opciones de comunicación para las principales marcas de PLC (Programmable Logic Controllers)
- Compatible con la tecnología OPC UA (OLE for Process Control Unified Architecture).
- Ofrece el medio para conectarse cualquier servidor OPC UA de terceros.
- Se conecta a centenares de I/O y servidores OPC disponibles, y el toolkit de Wonderware DA Server le permite crear servidores de datos especializados de forma sencilla si es necesario.
- Ofrece conectividad a la gama más diversa de servidores de integración de dispositivos.
- Objetos DI (Device Integration Objects) para una total conectividad con dispositivos de campo.
- Permite la creación de plantillas que se pueden utilizar con cualquier fabricante de PLC/DCS/RTU con diferentes convenciones de denominación para las direcciones para una mayor rapidez de instalación y despliegue.

•

“El software InTouch, utilizado en más de un tercio de las instalaciones industriales de todo el mundo, prácticamente en todos los países y en todos los sectores, sigue ofreciendo valor al negocio por su sencillez, agilidad operativa y prestaciones en tiempo real” (Wonderware, Wonderware Spain, 2017).

Tabla 4
Características Intouch

Especificaciones	Requerimientos
Procesador	2.8 GHz Intel Core i5 o superior Mínimo: 2.8 GHz Pentium IV
Sistemas operativos del cliente	<ul style="list-style-type: none"> • Microsoft® Windows® 7 SP1 y 8 Embedded (32 bit) [Windows 7.1 SP 1 Embedded debe utilizar Application Compatibility Template. Windows 8 Embedded debe utilizar la imagen completa con todos los módulos]. • Microsoft Windows 7 SP1 Professional, Enterprise, Ultimate (32/64 bit). • Microsoft Windows 8, 8.1 y 10 Professional y Enterprise (32/64 bit). • Windows 10 Embedded, Standard, Enterprise.
Sistemas operativos del servidor	<ul style="list-style-type: none"> • Microsoft Windows 2008 R2 SP1 Standard y Enterprise (32/64-bit). • Microsoft Windows 2008 R2 SP1, 2012 y 2012 R2 Embedded (32/64-bit). • Microsoft Windows Server 2012 y 2012 R2 Standard y Data Center (32/64-bit).
Almacenamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Requerido: 20 GB o más. • Mínimo: 10 GB de almacenamiento
Soporte multilingüe	<ul style="list-style-type: none"> • Permite el desarrollo de aplicaciones en diferentes idiomas, entre ellos inglés, francés, alemán, español, japonés y chino simplificado. • Permite pasar de inglés a otro idioma en el tiempo de ejecución.

Fuente: (Wonderware, Wonderware Spain, 2017)

2.4.1. Wonderware HMI Reports

Wonderware HMI Reports es la solución de informes más intuitiva y fácil de usar. Da la capacidad de crear rápida y fácilmente informes de Wonderware InTouch HMI, y muchas otras fuentes de datos.

Características

- Los objetos de informes inteligentes incluyen tablas basadas en datos, gráficos circulares, gráficos de barras, gráficas de línea y de gráficos XY

- Permite definir quién tiene acceso a los informes y quién puede crear, modificar o generar informes con seguridad incorporada. Incluso puede personalizar estas configuraciones para cada informe.
- Genera informes personalizados automáticamente en Excel, formato Adobe Acrobat (PDF) y formato de correo electrónico.
- Permite configurar los informes que se generarán en función de los Eventos (por ejemplo, Batch Complete), Horarios (por ejemplo, Turnos) o bajo demanda (ad-hoc).
- Es fácil extraer datos de InTouch, Wonderware Historian / InSQL y cualquier fuente de datos que use OPC, OLEDB, ODBC, incluidos otros HMI de proveedores. (Wonderware, Wonderware Benelux, 2017)

2.5. Sistema de seguridad inteligente

Hoy en día, las industrias son más grandes y más complejas que hace algunos años, es por esta razón que se necesita un sistema de alarmas más sofisticado para dar mayor ayuda y facilidad a los operadores de la planta para evitar posibles fallas, ya que existen varios procesos diferentes ejecutándose simultáneamente y tal vez para solventar algunos, dejan de lado otras alarmas que pueden causar daños de gravedad, es más, pueden desactivar algunas alarmas que teóricamente no son de gravedad para solucionar otras alarmas prioritarias, sin embargo estas alarmas desactivadas pueden dar problemas graves a corto o largo plazo.

Todo esto se ha ido solventando gracias a la tecnología y a la eficiencia de ésta en los sistemas de seguridad electrónicos, más versátiles y más confiables para la empresa y así poder entregar a su cliente un producto de calidad. Con un sistema de seguridad innovado y de tecnología de punta, se asegura tanto los bienes y las personas dentro y fuera de la planta, así

como de una línea de producción eficaz y de calidad, por esta razón, todas las empresas están optando por esta opción que es la más confiable, de implementar un sistema de seguridad inteligente en su empresa.

Este sistema de seguridad inteligente de basa en una conexión integrada de todos los dispositivos que brinda una seguridad total a todo momento, básicamente este sistema está conformado por:

- Sistema de alarmas
- Sistema de detección y contra incendios
- Sistema de control de accesos
- Sistema de video vigilancia

Estos sistemas trabajan entre sí para brindar un funcionamiento seguro, óptimo y confiable que evite fallos hacia el operario y cuidar el bienestar de las personas y el proceso de la producción.



Figura 8: Componentes de un sistema de seguridad inteligente

CAPÍTULO III

3. DISEÑO DEL SISTEMA

3.1. Descripción de la planta

La planta en estudio está ubicada en la provincia de Azuay, en la ciudad de Cuenca, cuenta con unas dimensiones que sobrepasan los $1000m^2$ y en ella existen varias instalaciones en las cuales se cumplen diversas tareas.

Las instalaciones están divididas por bloques: un bloque es la parte administrativa que incluye oficinas, comedor, cocina, bodega o cuarto de alarmas; por otro lado, el área de bodega, donde existe un espacio donde se almacena toda la mercadería que será exportada, de igual manera existen oficinas y recepción, donde se administra toda la información de la producción. El área de la dobladora, en donde se realiza todo el proceso de elaboración de alambre y los diferentes productos que se realizan con ello. Por último, el área del parqueadero, la cual se encuentra entre la dobladora y el área de almacenamiento.

La empresa en cuestión cuenta con dos tipos de áreas: cubiertas y descubiertas, para la implementación del diseño en la presente investigación serán consideradas las áreas que presenten coberturas tal como se las menciona en el párrafo anterior, y las que no constarán de forma directa son: el área de despacho de vigas, un patio de maniobras, un huerto y un parqueadero descubierto a la entrada de la planta.

En el diseño del sistema general se elaborará a cada subsistema por separado, los cuales son: sistema contra incendios, video vigilancia y control de accesos. Existirá una central principal que gobierne la coordinación de los tres sistemas.

Para que el sistema cumpla con un desempeño óptimo, se consideró varios factores como son: fiabilidad, referido al nivel de confianza en la funcionalidad que tenga el sistema, otro factor es la simplicidad, que se relaciona con la fiabilidad, ya que mientras más simple sea el sistema, menos propenso a fallas será, y en el caso de existir fallas las soluciones se podrán aplicar de manera fácil y rápida.

Otros factores importantes que conlleva el diseño, así como también en una posible implementación en el futuro, es la robustez y un alto nivel de protección, ambos factores van de la mano, puesto que el sistema no puede dejar pasar por alto ningún ataque ni problema, y la detección de los mismos tiene que ser inmediata. Aparte de eso el sistema es fiable a largo plazo, con un mantenimiento casi nulo.

Como último factor indispensable se encuentra la eficiencia en la utilización de los recursos económicos, para que de existir una implementación en el futuro no exista ningún inconveniente con el presupuesto de la empresa.

Para que en el sistema no se desperdicien recursos, y sobre todo no sea complejo en su funcionamiento, se ha optado por dividir en módulos pequeños, es decir de la central principal dividir en sub-centrales, una por cada sistema, mismos que se pueden observar en la figura 9, en las áreas existentes de la planta, las cuales son las siguientes:

- Área 1: Cocina, comedor, bodega
- Área 2: Dobladora
- Área 3: Planta de almacenamiento, parqueadero (planta baja)
- Área 3: Cuarto de Rack, almacén, bodega (planta alta)

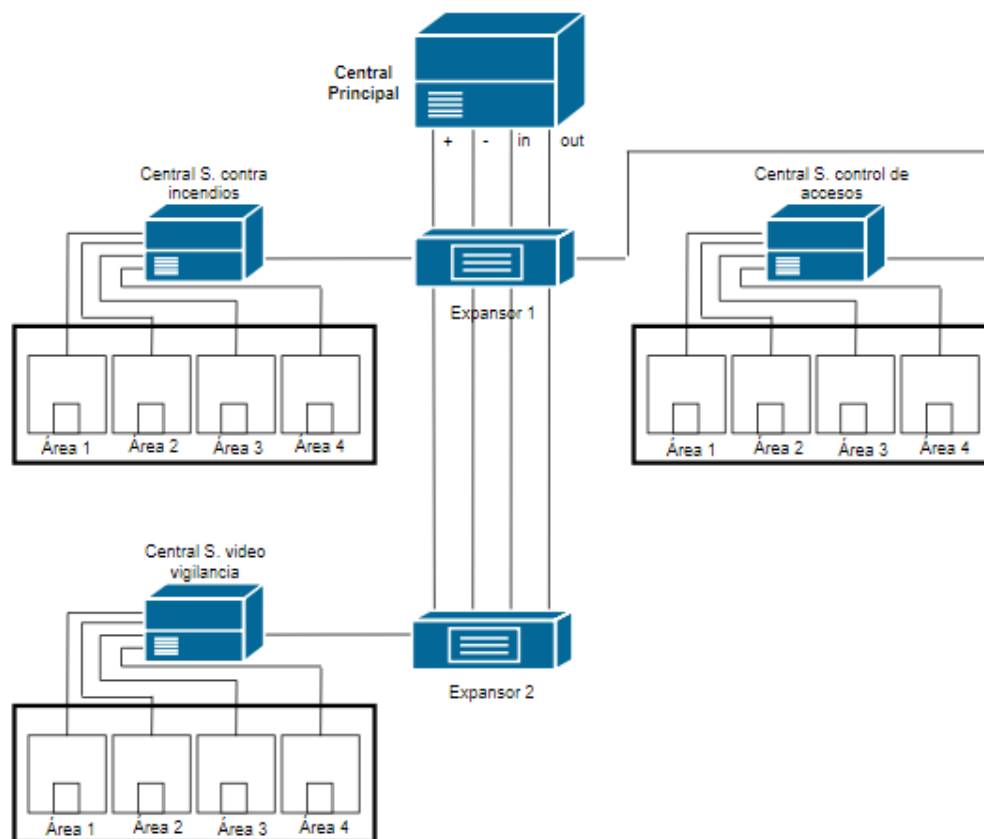


Figura 9: Esquema general del sistema

Los sistemas se podrán encontrar en cada uno de estos sectores siguiendo los estándares acordados. La central principal estará ubicada en un lugar estratégico debido a la coordinación necesaria en el funcionamiento de los subsistemas.

Para un correcto diseño del sistema se debe conocer a fondo cada una de las instalaciones, es importante considerar que la empresa no cuenta con salidas de emergencia, por tal razón, ante un posible incendio se optará por ocupar las salidas normales para que las personas puedan evacuar, el sistema de control de accesos se diseñará teniendo presente este detalle.

En las figuras 10, 11, 12 y 13 se muestra la distribución de cada área y las instalaciones en cada una de ellas, en la tabla 5 se detalla la descripción de dichas instalaciones.

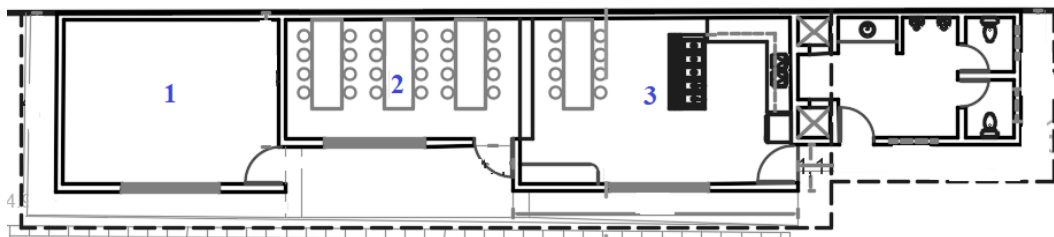


Figura 10: Área 1: Comedor

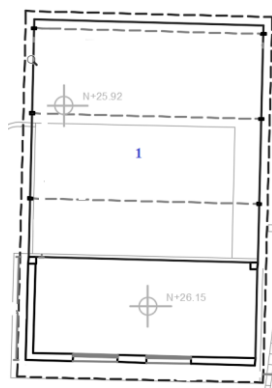


Figura 11: Área 2: Dobladora

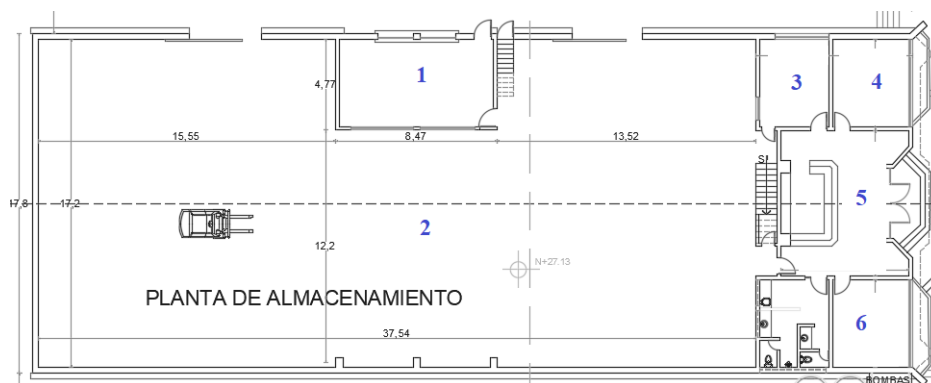


Figura 12: Área 3: Planta de almacenamiento (planta baja)

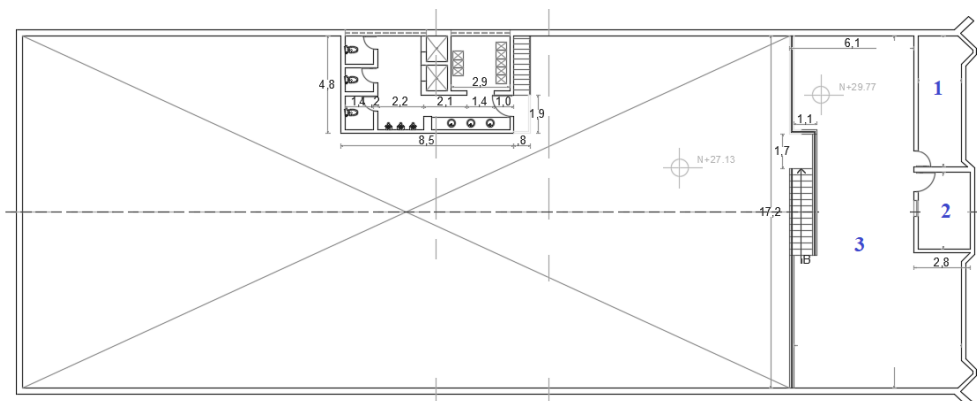


Figura 13: Área 3: Planta de almacenamiento (plana alta)

Tabla 5
Distribución de las áreas de la planta

Área	Número	Descripción
Área 1	1	Bodega
	2	Comedor
	3	Cocina
Área 2	1	Dobladora
Área 3 (planta baja)	1	Oficina 4
	2	Planta
	3	Oficina 1
	4	Oficina 2
	5	Recepción
	6	Oficina 3
Área 3 (planta alta)	1	Bodega
	2	Cuarto del Rack
	3	Almacén

3.2. Evaluación de riesgos aplicando método HAZOP

El estudio HAZOP se basa en analizar en forma metódica y sistemática el proceso, la operación, la ubicación de los equipos y del personal en las instalaciones, la acción humana (de rutina o no) y los factores externos, revelando las situaciones riesgosas. Se enfoca en determinar cómo un proceso puede apartarse de sus condiciones de diseño y sus condiciones normales de operación, planteando las posibles desviaciones que pudieran ocurrir. (Suárez, 2014)

Ahora bien, en la planta se realizará la evaluación de riesgos en cada área descrita, se tomó en cuenta los equipos y maquinarias que pudieran ocasionar un riesgo sobre el personal de trabajo de esa área, de estos equipos se analizará su posición dentro de la instalación y si ésta produce algún tipo de riesgo. A continuación, se realiza los nodos considerando cada una de

las áreas en la que se dividieron las instalaciones, siguiendo el proceso del método, se estudiarán las posibles desviaciones de las variables a considerar en cada nodo.

Área 1: oficinas, comedor, cocina, bodega

- Nodo 1: Cocina a gas
- Nodo 2: Cilindro de GLP
- Nodos 3: Equipos de computo

NODO 1: Cocina a gas

VARIABLE: Fuga de GLP

PALABRA CLAVE: No

DESVIACIÓN: Fuga de gas por quemadores

Para limitar esta desviación el mantenimiento debe ser frecuente tanto para las hornillas como para las mangueras que se usan en las conexiones.

Posibles causas:

- Fugas de gas en hornillas
- Mangueras en mal estado
- Horno con sobre salida de gas
- Fósforos o velas encendidas tras una fuga de gas

Consecuencias:

- Explosión de cocina por medio de mezcla de GLP, aire y algún fósforo, tabaco, vela encendido

- Incendio en toda el área de cocina, comedor
- Quemaduras a personas cercanas a hornillas de cocina

NODO 2: Cilindro de GLP

VARIABLE: Presión

PALABRA CLAVE: No

DESVIACIÓN: Fuga de gas por válvulas

Para considerar esta desviación, se toma como referencia los bajos niveles de conocimiento e información que poseen los encargados acerca del producto.

Posibles causas:

- Fugas en válvula de presión del cilindro
- Mangueras deterioradas
- Sin anillos de seguridad en las conexiones
- Insumos y conexiones mal hechas

Consecuencias:

- Salida de llama al tener válvula en mal estado al momento de conectar con manguera, quemaduras graves a personal que opera en la cocina
- Incendio en toda el área de cocina, comedor
- Explosión grande lo que provoca destrucción en toda el área, caída de paredes, techos, incendios.

NODO 3: Equipos de cómputo**VARIABLE: Corriente eléctrica****PALABRA CLAVE: No****DESVIACIÓN: Contactos de enchufes, fuentes de voltaje con líquidos**

Para considerar esta desviación, se tiene como referencia una gran cantidad de corto circuitos generados en su mayoría por contacto de líquidos con toma corrientes, enchufes y fuentes de voltajes, provenientes de las computadoras que se encuentran en las oficinas.

Posibles causas:

- Fugas de agua por fuertes aguaceros
- Tomas corrientes en mal estado
- Riego de líquido en algún equipo, enchufes
- Cables en mal estado

Consecuencias:

- Incendios en equipos de cómputo, quemaduras en personal y pérdida de información
- Apagón en toda el área, evitando evacuación de personal y se genera una pérdida total de información
- Explosión de elementos críticos en equipos, incendio provocado por fallas en toma corrientes, líquidos y cables en mal estado

Área 2: Dobladora

- Nodo 1: Máquina Tejedora

- Nodo 2: Desplazamiento de producción
- Nodo 3: Máquinas electromecánicas

NODO 1: Máquina tejedora

VARIABLE: Precisión

PALABRA CLAVE: Más

DESVIACIÓN: Problemas con motor principal

Para considerar esta desviación, se toma como referencia a aquellos motores que presenten problemas en engranajes y riego de combustible.

Posibles causas:

- Máquina sin mantenimiento
- Mantenimiento nulo en motor
- Incorrecta operación

Consecuencias:

- Posibles daños en partes internas lo que provoca mal funcionamiento y posibles daños en motor principal.
- Fuga de combustible el cual produciría posibles incendios
- Posibles daños en máquinas lo que provoca una producción sin la calidad adecuada

NODO 2: Desplazamiento de producción

VARIABLE: Control

PALABRA CLAVE: No

DESVIACIÓN: Movimiento de producción inadecuado

Para limitar esta desviación, se toma como referencia aquellas traslaciones de producción por áreas no adecuadas, lo cual provoca colisión y daños en el producto.

Posibles causas:

- No se siguen las normas establecidas
- Negligencia por parte de operarios
- Montacargas en mal estado

Consecuencias:

- Colisiones provocando posibles explosiones
- Producto sin el control de calidad debido
- Daños tanto en producción como en operadores

NODO 3: Máquinas electromecánicas

VARIABLE: Voltaje

PALABRA CLAVE: Más

DESVIACIÓN: Corto circuitos, fallos en motores, electroválvulas

Para limitar esta desviación, la referencia considerada son los corto circuitos en partes electrónicas y máquinas, lo cual es causado por no respetar las normas establecidas y por ende se presenta un uso indebido las máquinas.

Posibles causas:

- Máquinas sin mantenimiento
- Uso inadecuado
- Daños por presencia de líquidos en tableros de control

Consecuencias:

- Incendios provocados por corto circuitos
- Posibles explosiones generadas por fugas de combustible en motores
- Daños en línea de producción terminada

Área 3: Planta de almacenamiento (planta baja, planta alta), parqueadero

- Nodo 1: Proceso de galvanizado
- Nodo 2: Limpieza del alambre
- Nodo 3: Aleación entre alambre y zinc
- Nodo 4: Tratamiento de efluentes
- Nodo 5: Cuarto de Rack
- Nodo 6: Combustible de automóviles y montacargas
- Nodo 7: Colisión de montacargas y automóviles

NODO 1: Proceso de galvanizado

VARIABLE: Temperatura

PALABRA CLAVE: Más

DESVIACIÓN: Picos muy altos de temperatura

Para considerar esta desviación, se tiene como referencia la fundición del alambre y las quemaduras por salpicadura debido a temperaturas excesivas, mayores a 900°C.

Posibles causas:

- Tiempo exagerado del alambre en el horno
- Temperatura excesiva en el horno
- Ácido clorhídrico a temperaturas muy elevadas
- Salpicadura de elementos de limpieza del alambre

Consecuencias:

- Fundición de alambre lo que provoca daños en horno y riesgo a explosión del mismo
- Incendio en todo el proceso de galvanizado al alcanzar temperaturas fuera de límite en hornos y tinas de agua y zinc.
- Humo y vapor dentro de toda el área de galvanizado por temperaturas fuera del límite

NODO 2: Limpieza del alambre

VARIABLE: Nivel

PALABRA CLAVE: Más

DESVIACIÓN: Fugas de ácido clorhídrico en tinas

Para limitar esta desviación, se considera aquellas tinas en mal estado o que presenten fugas, ya que esto conlleva a la contaminación e incendios si llega a ser mezclado con otros elementos.

Posibles causas:

- Tinas sin mantenimiento

- Ingreso incorrecto del alambre a las tinas
- Nivel de ácido clorhídrico fuera de límite
- Sal amoniacal con temperaturas elevadas

Consecuencias:

- Mezcla de ácido clorhídrico con demás elementos de limpieza de alambre provocando explosiones dentro de esa área
- Inhalación de vapores por temperaturas inadecuadas en tinas
- Quemaduras a personal y posibles incendios por alambres sueltos a muy altas temperaturas

NODO 3: Aleación entre alambre y zinc

VARIABLE: Temperatura

PALABRA CLAVE: Más

DESVIACIÓN: Temperatura fuera de rango

Para limitar esta desviación, se tiene como referencia las fugas de zinc, mismas que provocan incendios al tener contacto con elementos inflamables.

Posibles causas:

- Zinc a elevadas temperaturas, mayores a 500°C
- Máquinas con mal funcionamiento
- Mezcla de zinc con elementos inflamables

Consecuencias:

- Derrame de zinc hirviendo lo que provocaría incendios junto a la mezcla de otros elementos
- Una mala aleación entre alambre y zinc provocando daños en procesos posteriores
- Vapores excesivos por una mala aleación provocando posibles explosiones

NODO 4: Tratamiento de efluentes

VARIABLE: Nivel

PALABRA CLAVE: Otro

DESVIACIÓN: Nivel fuera de rango de pozos y tanques

Para considerar esta desviación, se tiene como referencia el derrame de efluentes que provocan incendios al ser mezclados con residuos y elementos inflamables.

Posibles causas:

- Tanques deteriorados
- Niveles muy altos de efluentes en pozos
- Agitadores sin mantenimiento
- Fugas de líquidos en mangueras

Consecuencias:

- Posibles explosiones con elementos inflamables al momento de existir derrame de efluentes
- Incendios y quemaduras provocados por sobre llenado de pozos

- Daño en toda la línea de producción provocando daños en hornos y tinas con temperaturas mayores a 700°C.

NODO 5: Cuarto de Rack**VARIABLE: Corriente****PALABRA CLAVE: Otro****DESVIACIÓN: Corto circuito en equipos**

Para limitar esta desviación, se tiene antecedentes de incendios provocados por corto circuitos en equipos conectados al rack.

Posibles causas:

- Puertos en mal estado
- Líquido en equipos
- Picos de voltajes altos
- Mala refrigeración de cuarto

Consecuencias:

- Incendios provocados por corto circuitos en equipos conectados al switch
- Para obligada en proceso de producción por daños en equipos y máquinas
- Daños en toda la parte de comunicación de la línea de producción

NODO 6: Combustible de automóviles y montacargas**VARIABLE: Combustible****PALABRA CLAVE: No**

DESVIACIÓN: Fuga de combustible en automóviles

Para limitar esta desviación, se tiene como referencia incendios en parqueaderos debido a riesgo de combustible

Posibles causas:

- Fuga de combustible en parqueaderos
- Colillas de tabaco en el suelo
- Tabacos encendidos dentro de parqueadero

Consecuencias:

- Incendio generado por explosión a causa de fuga de combustible
- Personal con graves quemaduras, daños en instalaciones

NODO 7: Colisión de montacargas y automóviles

VARIABLE: Combustible

PALABRA CLAVE: No

DESVIACIÓN: Derrame de combustible a causa de colisión

Para limitar esta desviación, se tiene antecedentes de explosión por derrame de combustible causado por colisión o volcamiento de automóviles o montacargas.

Posibles causas:

- Desconcentración por parte de operadores o personal
- Manejo de vehículos fuera del rango de velocidad
- Negligencia por parte de trabajadores

Consecuencias:

- Incendio generado por colisión o volcamiento en el área de parqueo
- Daños y quemaduras en áreas cercanas al parqueadero, posible peligro en línea de producción
- Incendio causado por derrame de combustible de montacargas en mal estado o accidentado

Siguiendo con lo descrito en la Tabla 6: Matriz de clasificación de riesgos, se debe realizar una clasificación de riesgos con las consecuencias halladas de las desviaciones de cada área. En la tabla 7 se muestra dicha clasificación.

Tabla 6

Matriz de clasificación de riesgos

		SEVERIDAD			
PROBABILIDAD		1 (Insignificante)	2 (Marginal)	3 (Crítica)	4 (Catastrófica)
1 (Improbable)		1	2	3	4
2 (Remota)		2	4	6	7
3 (Poco frecuente)		2	6	7	8
4 (Frecuente)		3	7	8	9

Fuente: (Freedman, Hazop, 2003)

Tabla 7

Clasificación de nivel de riesgos

ÁREA	NODOS	PROBABILIDAD	SEVERIDAD	NIVEL
1	1	Remota	Crítica	6
	2	Remota	Crítica	6
	3	Remota	Crítica	6
	PROMEDIO			6
2	1	Poco frecuente	Crítica	7
	2	Remota	Marginal	4
	3	Poco frecuente	Crítica	7
	PROMEDIO			6
3	1	Frecuente	Crítica	8
	2	Frecuente	Catastrófica	9
	3	Frecuente	Catastrófica	9

4	Frecuente	Catastrófica	9
5	Poco frecuente	Catastrófica	7
6	Remota	Crítica	6
7	Remota	Crítica	6
PROMEDIO			7.7

Como se observa, las consecuencias encontradas en los nodos del área 3, contienen un nivel alto de riesgo, por lo tanto, existe una muy alta prioridad de que se den estas desviaciones.

Se tiene los promedios de los resultados de la tabla 8, con eso se realiza una gráfica que ilustre en qué área existe más probabilidad de que ocurran estos riesgos.

Tabla 8

Promedio de nivel de riesgos de cada área

ÁREAS	PROMEDIO
Área 1	6
Área 2	6
Área 3	7,7

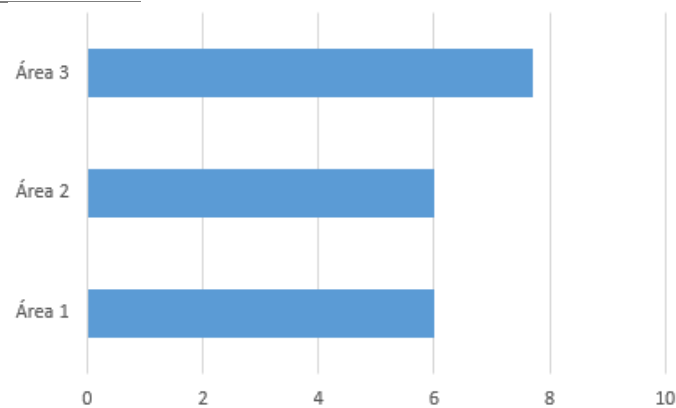


Figura 14: Clasificación de áreas

El área 3, al tener un nivel alto de que ocurran esos riesgos, se debe considerar soluciones apropiadas para mitigar dichas desviaciones, para ello, se ha estimado utilizar una redundancia tanto en los sensores de humo, como en los rociadores, con esto se puede decir que aumenta el precio del sistema, pero garantiza una respuesta eficiente e inmediata ante cualquier emergencia.

El controlador para el sistema contra incendios que se utilizará, debe contener las características necesarias para abarcar todos los dispositivos a usar en cada área, considerando cada una de las desviaciones para que sean corregidas en su totalidad y los criterios presentados más adelante.

En el capítulo V se detallan los resultados obtenidos de las desviaciones encontradas al momento de aplicar el método HAZOP para la evaluación de riesgos de cada área.

3.3. Elección del protocolo de comunicación.

La elección del protocolo de comunicación se realizó en base a los siguientes criterios.

3.3.1. Criterios de usuario

- Diseño sencillo de utilizar
- Implementación de estándares
- Facilidad de incorporación de nuevos sistemas

3.3.2. Criterios técnicos

- Comunicación con interfaz HMI
- Topología
- Medio de transmisión de datos
- Accesibilidad de integración de varios fabricantes

3.3.3. Otros criterios

- Expectativa de implementación
- Costo del sistema

- Disponibilidad de equipos en el mercado
- Simplicidad de instalación de los equipos

Debido al análisis de varios protocolos de comunicación, los que se ajustan más a los criterios mencionados anteriormente, son los protocolos Lonworks y BACnet. A continuación de muestra una tabla comparativa entre los dos protocolos y poder observar las ventajas y desventajas de cada uno.

Tabla 9

Comparación entre BACnet y Lonworks

PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN			
	BACNET	LONWORKS	
DIFERENCIAS	Capas	Utiliza 4 capas (física, de datos, de red, de aplicación)	Utiliza 6 capas (física, de datos, de red, de transporte, de sesión, de presentación).
	Protocolos soportados	MS/TP PTP ARCnet Ethernet Bacnet IP Lon talk	Lon Talk propietario
	Velocidad de transmisión	Varía en función del protocolo MS/TP PTP LonTalk Ethernet ARCnet	Twisted pair FTT twisted pair Link power twisted pair.
	Hardware	Depende del fabricante	Neuron Chip
	Conectividad	Orientada a objetos	Hay que hacer un binding para cada SNVTs
	Red	Grande	Pequeña
	Sistema	Complejo	Sencillo
VENTAJAS	Protocolo abierto, no está asociado a ningún hardware Soporta todos los fabricantes Brinda accesibilidad a varios equipos en dependencia de los requerimientos Facilita la comunicación del sistema central e interfaz.	Tecnología que requiere de un chip denominado neuron, es decir no es un sistema abierto. Bajo costo Flexibilidad con componentes de otros fabricantes. Presenta una gran versatilidad en su uso debido a su estructura física.	

	Tiene la opción de una tipología centralizada	
DESVENTAJAS	Requiere herramientas específicas de los fabricantes al no tener una proyección común	Al tener una proyección común en sus herramientas presenta menos flexibilidad que Bacnet

Por estas razones, BACnet es el protocolo ideal para aplicar a un sistema, brinda accesibilidad a varios equipos, se puede comunicar a través de varios medios físicos, además de tener la opción de una topología centralizada.

Se ajusta a los criterios requeridos para el presente proyecto al ser un protocolo abierto, de menor costo, que abarca redes grandes y facilita la comunicación con mayor eficiencia que otros protocolos, tiene un manejo mucho más personalizado, permitiendo mayor resolución de problemas, por lo tanto, es un protocolo calificado para realizar el diseño, proporciona seguridad y eficiencia al sistema integrado

Dicho esto, el sistema se lo realizará siguiendo cada uno de estos puntos descritos anteriormente, factores importantes a tomar en cuenta, así como los requisitos y criterios mencionados. El sistema será centralizado, con la ayuda del protocolo BACnet que es ideal para dichos sistemas, dicho sistema será gobernado por la central de alarmas principal.

El diseño está enfocado en caso de una futura implementación, por ello, se pretende utilizar la siguiente tecnología para cada una de las áreas.

Se utilizará un sistema de extinción dependiendo del foco del incendio.

- En casos donde exista incendio provocado por combustibles sólidos (madera, papel, residuos) se utilizará agua para extinguir el fuego.

- En casos de incendios provocados por líquidos inflamables o combustibles utilizados en la línea de producción, se tratará la mayor capacidad con espuma.
- En casos de incendios provocados por corto circuitos, entre otros, enfocado principalmente en el área administrativa, ya que cuenta con equipos electrónicos e informáticos, se utilizará gases, ya que el agua dañaría estos equipos.
- La tecnología final que será usada en este diseño, son los extintores basados en polvo, ya que tienen un alto poder de extinguir el fuego donde estén implicados combustibles líquidos o gaseosos que tiendan a propagarse rápido, áreas como la planta de almacenamiento, dobladora o en la propia cocina.

Por consiguiente, se tiene diseño conceptual apropiado para el sistema, a continuación, se procede a elegir los dispositivos correctos para un funcionamiento eficiente del mismo.

3.4. Central principal de alarmas

La función primordial de la central principal de alarmas es recibir todas las alertas, alarmas de emergencia que los sistemas: contra incendios, control de accesos y video vigilancia notifiquen.

Gracias a que es un sistema centralizado, desde la central principal se puede observar y monitorear en tiempo real cada una de las áreas donde se encuentren las cámaras de seguridad, si existe algún salto de alarma, todo ese proceso queda registrada de forma automática ya que la alarma lleva asociada para que empiece a grabar en ese instante.

De igual manera, permite activar y desactivar el sistema de control de accesos, el sistema contra incendios, los equipos de energía y sensores a distancia, por esta razón la central tendrá una ubicación estratégica en la planta alta del área de almacenamiento.

Para la central de alarmas se va a realizar la selección con el fin de que cumpla con las características deseadas para un funcionamiento correcto del sistema

3.4.1 Requisitos mínimos de la central

- Entrada: 120/230 Vca
- Tensión de salida: 12VCC - 24VCC
- Entradas programables
- Salidas programables
- Puerto de comunicación ethernet (RJ45)
- Salida de sirena: mínimo 700mA
- Requerimiento de 4 zonas de detección mínimo
- Memoria EEPROM para no perder información
- Monitoreo 24 horas
- Bajo costo
- Proveedores existentes en el mercado ecuatoriano

3.4.2. Selección

Para la selección de la central de alarmas más adecuada, se procederá con la selección de tres centrales más utilizados en el mercado ecuatoriano actual, lo cual se tendrá:

- Central de alarmas DSC, modelo 585
- Central de alarmas BOSCH, modelo ICC-CC408
- Central de alarmas HIKVISION DS-PWA32

Central de alarmas DSC, modelo 585

Tabla 10*Características de la central DSC 585*

CARÁCTERÍSTICAS	DSC 585
Alimentación	12VCC
Rango de temperatura	0°C a 57°C
Salida de sirena	700mA
Zonas de detección	8 expandible a 32
Tipo de memoria	EEPROM
Capacidad de teclados	8
Salidas programables	18

**Figura 15:** Central DSC 585

Fuente: (Bernal, 2016)

Central de alarmas BOSCH, modelo ICC-CC408**Tabla 11***Características de la central BOSCH*

CARÁCTERÍSTICAS	BOSCH
Alimentación	12VCC
Rango de temperatura	0°C a 49°C
Salida de sirena	700mA
Zonas de detección	8 expandible a 32
Tipo de memoria	EEPROM
Capacidad de teclados	6
Salidas programables	12



Figura 16: Central BOSCH

Fuente: (Rigotech, 2013)

Central de incendios Hikvision, modelo DS-PWA32

Tabla 12

Características de la central de alarmas Hikvision

CARÁCTERÍSTICAS	HIKVISION
Alimentación	5VCC
Rango de temperatura	-10°C a 55°C
Salida de sirena	700mA
Zonas de detección	32
Tipo de memoria	EEPROM
Capacidad de teclados	13
Salidas programables	12



Figura 17: Central de alarmas Hikvision

Tabla 13

Características de las tres centrales

SISTEMA	EQUIPO	TIPO	ALIMENTACIÓN	RANGO TEMPERATURA	MEMORIA	SIRENA	ZONAS
Contra incendios	Central de incendios	DSC 585	12VCC	0°C a 57°C	EEPROM	700mA	8
		BOSCH	12VCC	0°C a 49°C	EEPROM	700mA	8
		HIKVISION	5VCC	-10°C a 55°C	EEPROM	700mA	32

A continuación, se realiza una tabla comparativa para observar de mejor manera las ventajas y desventajas de cada central seleccionada

Tabla 14

Ventajas y desventajas de cada central

		
<p>DSC Ventajas: Mayor rango de temperatura 32 zonas de detección Tamaño modular Bajo costo Desventajas: Uso de fuente de alimentación externa</p>	<p>BOSCH Ventajas: Resistencia de humedad mayor Desventajas: Alto costo Rango de temperatura limitada Ambientes limitados Tamaño excesivo</p>	<p>HIKVISION Ventajas: Corriente de sirena Tamaño modular Tres métodos de expansión. Mayor rango de temperatura Desventajas: Precio elevado</p>

3.4.3. Criterios a evaluar

Los criterios a evaluar en la tabla de valoración van a tener distintos valores, los cuales deben sumados debe dar un total de 100 puntos, con esto el que tenga un puntaje más alto será el que cumpla mejor con los requisitos. Los criterios a evaluar son:

- **Mantenimiento:** Es necesario que el equipo tenga un mantenimiento ya sea preventivo o correctivo cada cierto periodo de tiempo para que no disminuya su vida útil. A este criterio se asignó el valor de 20 (más alto) cuando sea más fácil su mantenimiento y cero (más bajo) cuando su mantenimiento sea complejo de acuerdo al razonamiento del diseñador.

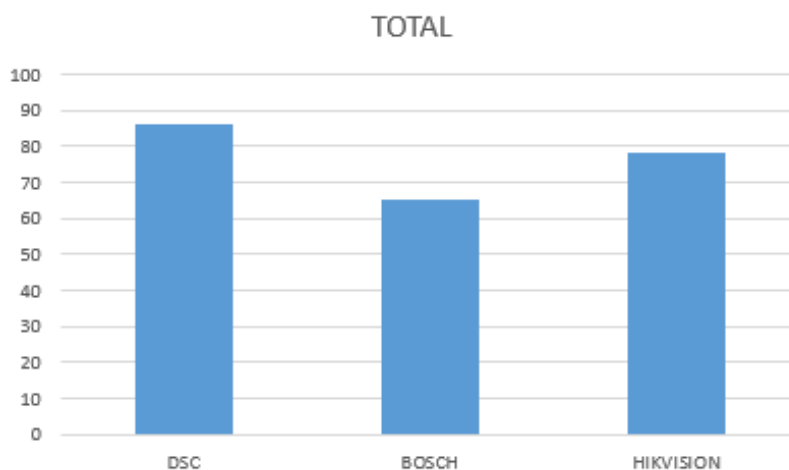
- Costo: Para adquirir un equipo debe ser lo más rentable posible, para ello se busca un equipo que cumpla con todos los requisitos y que se ajuste a un presupuesto considerado bajo sabiendo que un controlador siempre va a necesitar de un cableado o circuito extra para su correcto funcionamiento. A este criterio se asignado un valor de 15 puntos, siendo 15 (más alto) cuando el equipo sea más barato y cero (más bajo) cuando este sea más costoso de acuerdo al razonamiento del diseñador.
- Interfaz humano máquina: Es importante que exista una interfaz que comunique al operador con la central, con esto se asegura una mejor interpretación y monitorización de cada proceso de la producción. A este criterio se asignó un valor de 30 puntos, siendo 30 (más alto) cuando exista una buena comunicación, a tiempo real con una interfaz sencilla de usar, de una buena visualización y de fácil interpretación y cero (más bajo) el cual no permita la opción de utilizar la interfaz o no permita una correcta comunicación con la interfaz existente
- Tamaño: Es necesario conocer el tamaño que va a tener la central, ya que permita instalar todos los elementos en un área más reducido, haciendo más conveniente su cableado y disminuyendo costos. A este criterio se asignó un valor de 15 (más alto) cuando la central sea compacta, con un encapsulado robusto y cero (más bajo) cuando la central no sea robusta, teniendo un tamaño excesivo para el área delimitado, de acuerdo al criterio del diseñador.
- Acoplamiento: Una central que sea capaz de comunicarse tanto con los tres sistemas, así como con los sensores y actuadores con la menor interacciones posibles sería lo adecuado. A este criterio se asignó un valor de 20 puntos (más alto) cuando no exista ningún inconveniente en su integración con los demás equipos y cero (más bajo) cuando este tenga un acoplamiento dificultoso.

Tabla 15*Valoración de cada criterio*

Criterios a evaluar	Símbolo	Valoración
Mantenimiento	M	20
Costo	C	15
Interfaz hombre máquina	HMI	30
Tamaño	T	15
Acoplamiento	A	20
		100

Tabla 16*Puntaje total de cada equipo*

SISTEMA	EQUIPO	CRITERIOS						
		Tipos	M	C	HMI	T	A	TOTAL
Central Principal	Central	DSC	17	13	25	13	18	86
		BOSCH	12	10	18	11	14	65
		HIKVISION	19	9	20	14	16	78

**Figura 18:** Criterios evaluados para la elección de la central

Con esto se concluye que una central DSC 585 cumple con los requisitos propuestos para el sistema, siendo este confiable en su comunicación con el HMI, integración con los demás dispositivos, de un mantenimiento apropiado y costo relativamente reducido.

3.5.Sistema contra incendios

Este sistema está encargado de detectar y extinguir posibles eventos de incendio en áreas descritas anteriormente. La central principal recibe este aviso de fuego y señala el lugar de ocurrencia del evento.

El sistema contra incendios debe cumplir con los siguientes requisitos:

3.5.1. Requisitos generales

- Proteger la integridad de todo el personal dentro de la empresa
- Ofrecer una respuesta rápida ante cualquier suceso de incendio en cualquiera de las áreas especificadas.
- Asegurar todos los equipos, maquinaria que se encuentren dentro de la empresa, ya que contienen información útil de toda la producción.
- Cuidar el medio ambiente utilizando un agente limpio que no sea dañino tanto para las personas y elementos en la empresa.

3.5.2. Requisitos específicos

- Asegurar una línea de producción constante y sin retrasos.
- Evitar eventos siniestros en la etapa de aleación entre alambre y zinc ocurridos anteriormente.
- Brindar una mayor seguridad a los operadores en las etapas de producción en donde se trabaje con hornos, piscinas y pozos de líquidos hirviendo, entre otros.
- Evitar incendios por corto circuitos provocados en equipos de cómputo en el área administrativa y planta de almacenamiento.

A continuación, se describen los componentes que conforman este sistema:

- Central de incendios
- Detectores de humo
- Sensores de temperatura
- Luces estroboscópicas
- Estaciones manuales

Por otro lado, para un correcto funcionamiento y evitar conflictos al momento de implementar el diseño en caso que se requiera, es fundamental conocer el material del cual están construidas las instalaciones, tales como puertas, techos, paredes, ya que dispositivos como sensores, actuadores, y medios físicos de comunicación deberán funcionar acorde a las áreas de la planta. A continuación, en las siguientes tablas se muestran las especificaciones de las instalaciones de cada área.

Tabla 17

Especificaciones área 1

ÁREA	PUERTAS	PAREDES	TECHO
BODEGA	Metal	Bloque enlucido	losa
COMEDOR	Madera	Bloque enlucido	losa
COCINA	Madera	Bloque enlucido	losa

Tabla 18

Especificaciones área 2

ÁREA	PUERTAS	PAREDES	TECHO
DOBLADORA	No hay	Estructura metálica	Estructura autoportante

Tabla 19*Especificaciones área 3 planta baja*

ÁREA	PUERTAS	PAREDES	TECHO
PLANTA DE ALMACENAMIENTO	Metal	Bloque enlucido	Zinc a dos aguas
OFICINA 4	Madera	Bloque enlucido	Losa
OFICINA 1	Madera	Bloque enlucido	Losa
OFICINA 2	Madera	Bloque enlucido	Losa
RECEPCION	Madera	Bloque enlucido	Losa
OFICINA 3	Madera	Bloque enlucido	Losa

Tabla 20*Especificaciones área 3 planta alta*

ÁREA	PUERTAS	PAREDES	TECHO
ALMACEN	Metal	Bloque enlucido	Eternit
BODEGA	Metal	Bloque enlucido	Eternit
RACK	Madera	Bloque enlucido	losa

Tabla 21*Especificaciones área 3 parqueadero*

ÁREA	PUERTAS	PAREDES	TECHO
PARQUEADERO	Malla	Malla	No hay

Con estas especificaciones se puede hacer una elección correcta de cada dispositivo que se utilizará en los subsistemas.

Para una elección correcta de estos equipos se tomó en cuenta lo descrito previamente:

- Especificaciones de las instalaciones de cada área mostradas en las tablas de la 17 a la 21.
- Elección del protocolo de comunicación descrito en el punto 3.3.
- Elección de fabricante, el cual sea capaz de comunicarse con el software seleccionado para desarrollar el HMI.

- Para la elección de la central, se tomó en cuenta el número de sensores y actuadores que existirán en cada área, con esto se verifica las entradas y salidas que debe contener dicho controlador para el sistema.

Para la disposición de cada dispositivo que se empleará en el sistema para cada una de las áreas, se sigue las recomendaciones que muestran los capítulos 2, 17, 18, entre otros de la norma NFPA 72, las cuales indican:

“2-5.2.1.6 Los detectores de humo no deberán estar ubicados en cocinas o garajes, ni en otros lugares en donde las temperaturas puedan caer por debajo de 40°F(4°C) o exceder los 100°F (38°C).” (NFPA72)

“17.7.3.2.3.1 Ante la ausencia de criterios específicos de diseño basados en el desempeño, el espaciamiento del detector de humo debe ser un valor nominal de 30 pies (9.1m)” (NFPA72)

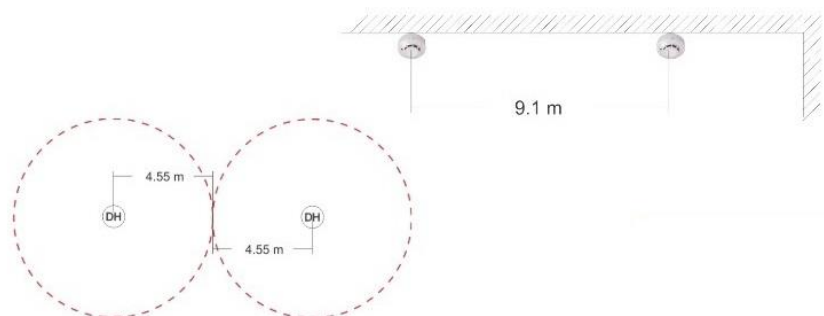


Figura 19: Espaciamiento entre detectores de humo
Fuente: (SAC, 2017)

“18.5.4.4.5 Los aparatos de notificación visible deben ser ubicados a no más de 15 pies (4.57m) del extremo del corredor, con una separación no superior a 100 pies (30.5m) entre los aparatos. (NFPA72)



Figura 20: Espaciamiento entre notificaciones visibles
Fuente: (SAC, 2017)

Dicho esto, cada área estaría cubierto de la siguiente manera, verificando el rango de cada sensor.

Área 1: Comedor

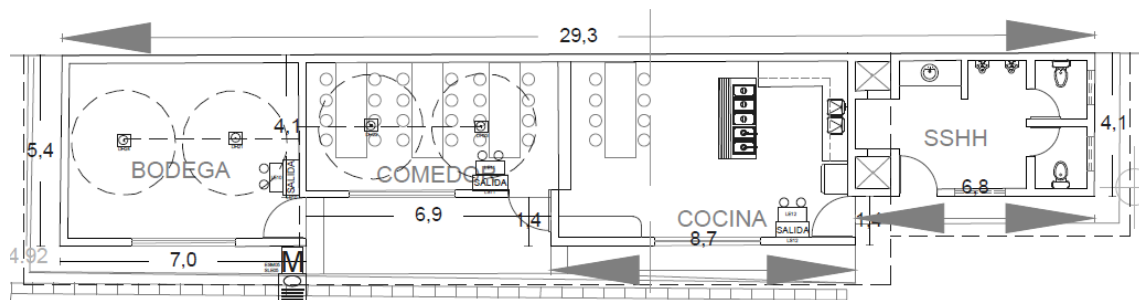


Figura 21: Distribución de sensores en área 1 siguiendo norma NFPA 72

Área 2: Dobladora

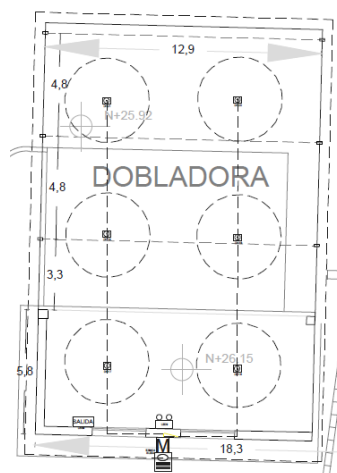


Figura 22: Distribución de sensores en área 2 siguiendo norma NFPA 72

Área 3: Planta de almacenamiento (Planta baja)

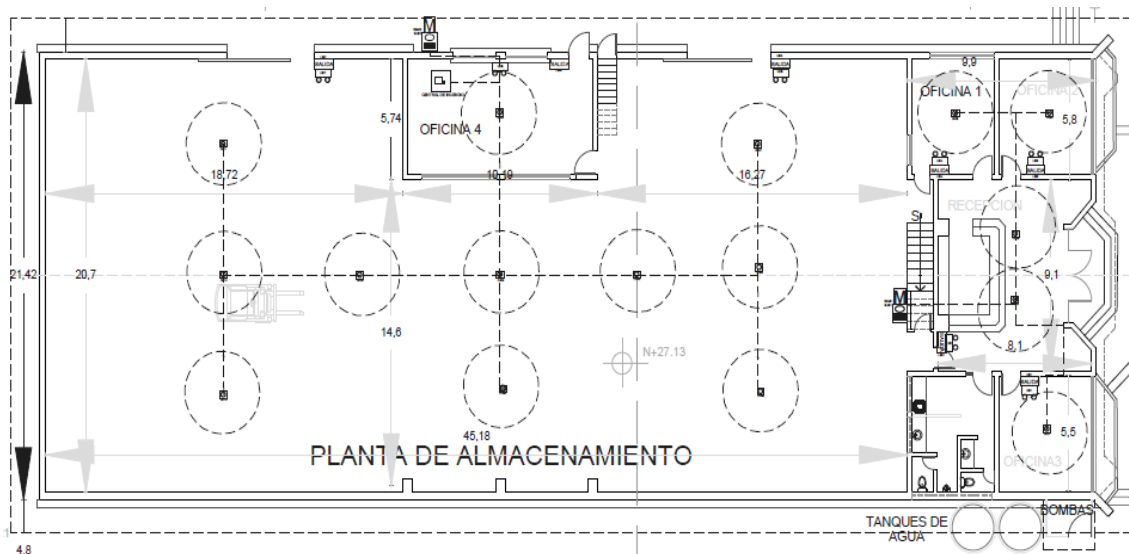


Figura 23: Distribución de sensores en área 3 (planta baja) siguiendo norma NFPA 72

Área 3: Planta de almacenamiento (Planta alta)

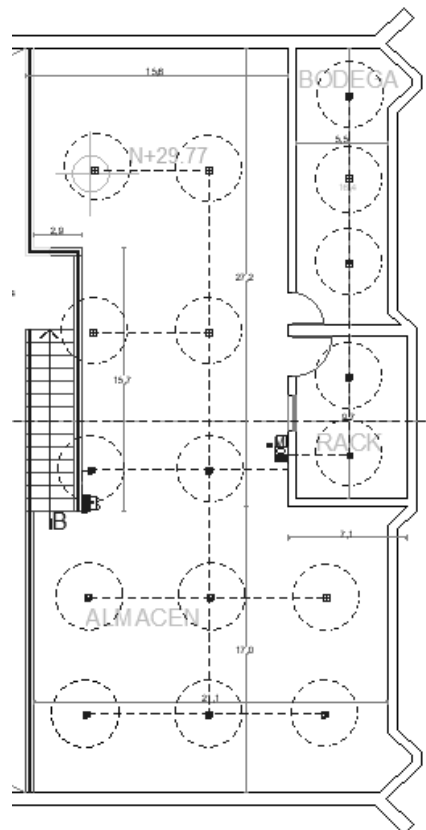


Figura 24: Distribución de sensores en área 3 (planta alta) siguiendo norma NFPA 72

En la siguiente tabla se puede visualizar el número total de sensores y actuadores existentes en cada área.

Tabla 22

Total de equipos en cada área

ÁREA	S. CONTRA INCENDIOS						CENTRAL
	DHXX	LEXX	ESMXX	SLEXX	LSXX	RCDXX	
1	4	3	1	1	3	4	0
2	6	1	1	1	1	6	0
3	33	9	4	4	9	33	1
TOTAL	43	13	6	6	13	43	1

Donde:

- DHXX: Detector de humo. Ej: DH05
- LEXX: Lámpara de emergencia con batería. Ej: LE11
- ESMXX: Estación manual. Ej: ESM01
- SLEXX: Luces estroboscópicas y sirena. Ej: SLE02
- LSXX: Letrero salida. Ej: LS04
- RCD: Rociadores
- CENTRAL: Central de incendios

3.5.3. Central de incendios

Para la central de incendios se va a realizar la selección que cumpla con las características deseadas para un funcionamiento correcto del sistema

3.5.3.1. Requisitos mínimos de la central

- Entrada: 120/230 Vca
- Tensión de salida: 12 Vcc / 0,5 A

- Módulo de entradas: mínimo 40 puertos (baja 50mA y alta 500mA corriente)
- Módulo de salidas: mínimo 40 puertos (baja 50mA y alta 500mA corriente)
- Puerto de comunicación ethernet (RJ45)
- Salida de sirena: 700mA
- Temperatura de operación -5°C a 65°C
- Cuatro zonas de detección mínimo, para cubrir cada una de las áreas mencionadas
- Bajo costo
- Proveedores existentes en el mercado ecuatoriano

3.5.3.2. Selección

Para la selección de la central más adecuada, se procederá con la selección de 3 centrales de incendios más utilizados en el mercado ecuatoriano actual, lo cual se tendrá:

- Central de incendios DSC, modelo 1832 LCD POWER SERIES
- Central de incendios BOSCH, modelo BO-FPD-7024
- Central de incendios Honeywell, modelo NFW-100X

Central de incendios DSC, modelo 1832 LCD POWER SERIES

Tabla 23

Características de la central DSC 1832

CARÁCTERÍSTICAS	DSC 1832
Alimentación	16,5VCA/40VA @60Hz
Rango de temperatura	0°C a 49°C
Humedad máxima	humedad relativa del 93%
Zonas con hilo	32
Zonas inalámbricas	32
Sirena	700mA
Consumo de corriente (Panel)	110mA



Figura 25: Central DSC 1832
Fuente: (Bernal, 2016)

Central de incendios BOSCH, modelo BO-FPD-7024

Tabla 24

Características de la central BOSCH FPD 7024

CARÁCTERÍSTICAS	FPD 7024
Alimentación (primaria)	120VCA 1,2A @60Hz
Rango de temperatura	0°C a 49°C
Humedad máxima	humedad hasta 95%
Zonas de detección	4
Ambiente	interior, seco
Sirena	700mA
Corriente de alarma	380mA



Figura 26: Central BOSCH FPD 7024
Fuente:(Rigotech, 2013)

Central de incendios Honeywell, modelo VISTA-250BP

Tabla 25

Características de la central HONEYWELL VISTA-250BP

CARÁCTERÍSTICAS	VISTA-250BP
Particiones	8
Zonas de detección	8
Métodos de expansión	Cableado, inalámbrico y Vplex

Sirena	1,7A
Corriente auxiliar	600mA



Figura 27: Central HONEYWELL VISTA-250BP

Fuente: (Rosero, 2015)

Tabla 26

Características de las tres centrales

SISTEMA	EQUIPO	TIPO	ALIMENTACIÓN	RANGO TEMPERATURA	HUMEDAD	SIRENAS	ZONAS
Contra incendios	Central de incendios	DSC 1832	16,5VCA	0°C a 55°C	relativo 93%	700mA	32
		BOSCH FPT-7024	120VCA	0°C a 49°C	hasta 95%	700mA	4
		HONEYWELL VISTA-250BP	120VCA	0°C a 49°C	no tiene	1,2A	8

A continuación, se realiza una matriz morfológica para observar de mejor manera las ventajas y desventajas de cada central seleccionada

Tabla 27

Ventajas y desventajas de cada central



3.5.3.3. Criterios a evaluar

Los criterios a evaluar en la tabla de valoración van a tener distintos valores, los cuales deben sumados debe dar un total de 100 puntos, con esto el que tenga un puntaje más alto será el que cumpla mejor con los requisitos. Los criterios a evaluar son:

- **Mantenimiento:** Es necesario que el equipo tenga un mantenimiento ya sea preventivo o correctivo cada cierto periodo de tiempo para que no disminuya su vida útil. A este criterio se asignó el valor de 20 (más alto) cuando sea más fácil su mantenimiento y cero (más bajo) cuando su mantenimiento sea complejo de acuerdo al razonamiento del diseñador.
- **Costo:** Para adquirir un equipo debe ser lo más rentable posible, para ello se busca un equipo que cumpla con todos los requisitos y que se ajuste a un presupuesto considerado bajo sabiendo que un controlador siempre va a necesitar de un cableado o circuito extra para su correcto funcionamiento. A este criterio se asignado un valor de 15 puntos,

siendo 15 (más alto) cuando el equipo sea más barato y cero (más bajo) cuando este sea más costoso de acuerdo al razonamiento del diseñador.

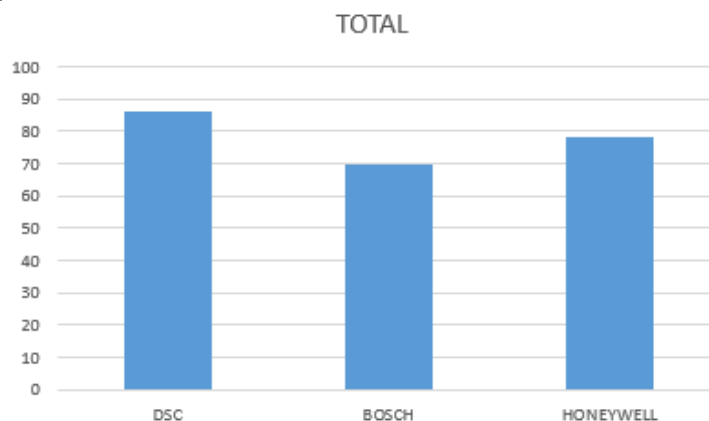
- **Funcionalidad:** Es necesario conocer las zonas en la que la central va a funcionar, se necesita un sistema el cual tenga una respuesta inmediata ante cualquier temperatura elevada provocada por incendios o explosiones. A este criterio se asignó un valor de 30 puntos, siendo 30 (más alto) cuando exista una buena comunicación, respuesta a tiempo real en todas las zonas de detección y cero (más bajo) el cual no se tenga una respuesta rápida de las alarmas activas en determinada área.
- **Tamaño:** Es necesario conocer el tamaño que va a tener la central, ya que permita instalar todos los elementos en un área más reducido, haciendo más conveniente su cableado y disminuyendo costos. A este criterio se asignó un valor de 15 (más alto) cuando la central sea compacta, con un encapsulado robusto y cero (más bajo) cuando la central no sea robusta, teniendo un tamaño excesivo para el área delimitado, de acuerdo al criterio del diseñador.
- **Acoplamiento:** Una central que sea capaz de comunicarse tanto con los sensores, actuadores, y centrales de otros sistemas con la menor interacciones posibles sería lo adecuado. A este criterio se asignó un valor de 20 puntos (más alto) cuando no exista ningún inconveniente en su integración con los demás equipos y cero (más bajo) cuando este tenga un acoplamiento dificultoso.

Tabla 28
Valoración de cada criterio

Criterios a evaluar	Símbolo	Valoración
Mantenimiento	M	20
Costo	C	15
Funcionalidad	F	30
Tamaño	T	15
Acoplamiento	A	20
		100

Tabla 29*Puntaje total de cada equipo*

SISTEMA	EQUIPO	CRITERIOS						TOTAL
		Tipos	M	C	F	T	A	
Contra incendios	Central	DSC	17	13	25	13	18	86
		BOSCH	15	10	18	13	14	70
		HONEYWELL	15	14	20	13	16	78

**Figura 28:** Criterios evaluados para la elección de la central

Con esto se concluye que una central DSC 1832 cumple con los requisitos propuestos para el sistema, siendo este confiable en su comunicación con el HMI, integración con los demás dispositivos, de un mantenimiento apropiado y costo relativamente reducido.

3.5.4. Detector de humo

Para la selección del detector de humo, se va a realizar una preselección el cual cumpla con las características deseadas para un funcionamiento correcto del sistema

Requisitos mínimos del detector de humo

- Rango de voltaje de funcionamiento: 7 a 14V
- Rango de temperatura de operación: -5°C a 70°C según recomendaciones de norma NFPA 72
- Certificación UL
- Bajo consumo de corriente

- Apropriado para varias instalaciones como losa, cielorraso, vigas, gypsum, etc
- Bajo costo
- Proveedores existentes en el mercado ecuatoriano

3.5.4.2. Selección

Para la selección del detector de humo más adecuado, se procederá con la selección de 3 tipos de detectores de humo más utilizados en el mercado ecuatoriano actual, lo cual se tendrá:

- Detector de humo Honeywell, modelo viplex
- Detector de humo Bosch, modelo D273
- Detector de humo ESL, modelo 500N

Detector de humo Honeywell, modelo viplex

Tabla 30

Características del detector de humo Honeywell

CARÁCTERÍSTICAS	DSC 1832
Voltaje de funcionamiento	7VCC a 14VCC
Sensor de temperatura	57.2°C
Rango de humedad	0% a 95%
Rango de temperatura	-20°C a 70°C
Diametro	13.46cm



Figura 29: Detector de humo Honeywell

Fuente: (Anrango, 2017)

Detector de humo Bosch, modelo D273

Tabla 31

Características del detector de humo BOSCH D273

CARÁCTERÍSTICAS	DSC 1832
Voltaje de funcionamiento	12VCC o 24VCC
Sensor de temperatura	57°C
Humedad	Hasta 93%
Rango de temperatura	0°C a 40°C
Dimensiones	12.7cm x 5.1cm



Figura 30: Detector de humo BOSCH D273

Fuente: (Rigotech, 2013)

Detector de humo ESL, modelo 500N

Tabla 32

Características del detector de humo ESL 500N

CARÁCTERÍSTICAS	DSC 1832
Voltaje de funcionamiento	6VCC a 24VCC
Sensor de temperatura	57.2°C
Humedad	0 a 95%
Rango de temperatura	0°C a 37°C
Diametro	14cm



Figura 31: Detector de humo ESL 500N

Fuente: (Rigotech, 2013)

Tabla 33

Características de las tres centrales

SISTEMA	EQUIPO	TIPO	ALIMENTACIÓN	SENSOR TEMPERATURA	HUMEDAD	RANGO T (°C)	DIMENSION.
Contra incendios	Detector de humo	HONEYWELL	7 a 14VCC	57.3°C	0 a 95%	-20°C a 70°C	13.46cm
		BOSCH	12VCC o 24VCC	57°C	hasta 93%	0°C a 40°C	12.7cm x 5.1cm
		ESL	6VCC a 24VCC	57.2°C	0 a 95%	0°C a 37°C	14cm

A continuación, se realiza una tabla comparativa para observar de mejor manera las ventajas y desventajas de cada detector de humo seleccionado

Tabla 34

Ventajas y desventajas de cada detector de humo

		
<p>HONEYWELL Ventajas: Mayor rango de temperatura Tamaño compacto Bajo costo Rango de humedad mayor</p>	<p>BOSCH Ventajas: Tamaño compacto Desventajas: Rango de temperatura limitado Alimentación limitada Alto costo</p>	<p>ESL Ventajas: Rango mayor de humedad Bajo costo Rango de humedad. Desventajas: Rango de temperatura limitado Dimensiones</p>

3.5.4.3. Criterios a evaluar

Los criterios a evaluar en la tabla de valoración van a tener distintos valores, los cuales deben sumados debe dar un total de 100 puntos, con esto el que tenga un puntaje más alto será el que cumpla mejor con los requisitos. Los criterios a evaluar son:

- **Mantenimiento:** Es necesario que el equipo tenga un mantenimiento ya sea preventivo o correctivo cada cierto periodo de tiempo para que no disminuya su vida útil. A este criterio se asignó el valor de 20 (más alto) cuando sea más fácil su mantenimiento y cero (más bajo) cuando su mantenimiento sea complejo de acuerdo al razonamiento del diseñador.
- **Costo:** Para adquirir un equipo debe ser lo más rentable posible, para ello se busca un equipo que cumpla con todos los requisitos y que se ajuste a un presupuesto considerado bajo sabiendo que un detector de humo tenga un detector de humedad de rango apropiado para evitar falsas activaciones. A este criterio se asignado un valor de 15 puntos, siendo 10 (más alto) cuando el equipo sea más barato y cero (más bajo) cuando este sea más costoso de acuerdo al razonamiento del diseñador.
- **Temperatura de operación:** Es necesario que el detector incorpore un sensor de temperatura con un rango de temperatura apropiado para temperaturas que sobrepasen los 55°C, con esto se asegura una mejor respuesta ante algún incendio. A este criterio se asignó un valor de 30 puntos, siendo 30 (más alto) cuanto mayor rango de temperatura tenga y cero (más bajo) el cual tenga un límite de temperatura bajo según el criterio del diseñador
- **Tamaño:** Es necesario conocer el tamaño que va a tener la central, ya que sea de fácil instalación en áreas reducidas y que sea lo menos invasivo con el sistema. A este criterio se asignó un valor de 10 (más alto) de dimensiones reducidas y cero (más bajo) cuando el detector sea de dimensiones excesivas, de acuerdo al criterio del diseñador.

- **Funcionalidad:** Este criterio es importante ya que debe satisfacer las necesidades del usuario, en este caso, el detector debe operar en el rango de temperatura especificado. A este criterio se asignó un valor de 30 puntos (más alto) cuando opere sin inconveniente en ese rango establecido (más bajo) cuando se limite a ese rango de temperatura.

Tabla 35
Valoración de cada criterio

Criterios a evaluar	Símbolo	Valoración
Mantenimiento	M	20
Costo	C	10
Temperatura de operación	TO	30
Tamaño	T	10
Funcionalidad	F	30
		100

Tabla 36
Puntaje total de cada equipo

SISTEMA	EQUIPO	CRITERIOS	Tipos					TOTAL
			M	C	TO	T	F	
Contra incendios	Central	HONEYWELL	17	8	25	8	28	86
		BOSCH	15	5	17	7	20	64
		ESL	15	7	17	6	18	63
TOTAL								

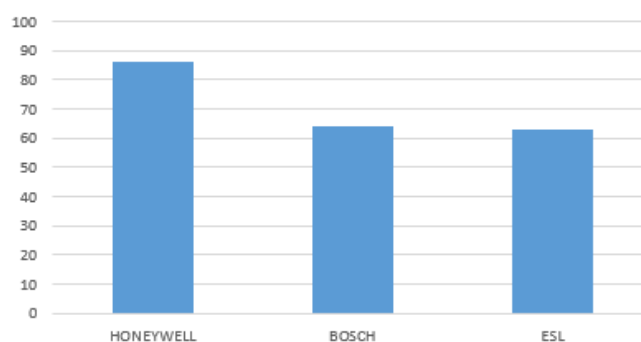


Figura 32: Criterios evaluados para la elección del detector de humo

Con esto se concluye que el detector de humo HONEYWELL VIPLEX cumple con los requisitos propuestos para el sistema, siendo este confiable en el rango de temperatura de

operación para un funcionamiento apropiado, de fácil acceso en áreas reducidas y siendo este rentable.

3.5.5. Luces estroboscópicas.

Para la selección de las luces estroboscópicas, se va a realizar una preselección el cual cumpla con las características deseadas para un funcionamiento correcto del sistema

3.5.5.1.Requisitos mínimos de las luces estroboscópicas:

- Voltaje de entrada de 12 a 24VDC
- Corriente estándar 100mA
- Voltaje de funcionamiento entre 11-26VDC según especificaciones de fabricantes
- Salida de sonido >85dB
- Temperatura de funcionamiento -10° a 55°C
- Carcasa robusta
- Bajo costo
- Proveedores existentes en el mercado ecuatoriano

3.5.5.2.Selección.

Para la selección de las luces estroboscópicas más adecuadas para el sistema, se procederá con la preselección de dos tipos de luces estroboscópicas de humo más utilizados en el mercado ecuatoriano actual, lo cual se tendrá:

- Luces estroboscópicas Safe BLE24V
- Luces estroboscópicas Vip-Les

Luces estroboscópicas Safe

Tabla 37*Características de la luz estroboscópica SAFE*

CARÁCTERÍSTICAS	SAFE BLE24V
Voltaje de entrada	12 - 24VCC
Corriente estándar	100mA
Salida de sonido	Mayor a 91dB
Temperatura de operación	-10°C a 50°C
Voltaje de funcionamiento	11 – 26VCC

**Figura 33:** Luz estroboscópica SAFE

Fuente: (Rigotech, 2013)

Luces estroboscópicas Vip-Les**Tabla 38***Características de la luz estroboscópica VIP-LES*

CARÁCTERÍSTICAS	VIP-LES
Corriente estándar	120mA
Salida de sonido	Mayor a 85dB
Temperatura de operación	-10°C a 50°C
Voltaje de funcionamiento	12VCC



Figura 34: Luz estroboscópica VIP-LES

Fuente: (Rigotech, 2013)

Tabla 39

Características de los dos tipos de luces estroboscópicas

SISTEMA	EQUIPO	TIPO	ALIMENTACIÓN	VOLTAJE OPERACIÓN	RANGO T (°C)	SONIDO
Contra incendios	Luz estroboscópica	SAFE	12 a 24VCC	11 a 26VCC	-10°C a 50°C	91dB
		VIP-LES	12 a 24VCC	12VCC	-10°C a 50°C	85dB

A continuación, se realiza una tabla comparativa para observar de mejor manera las ventajas y desventajas de cada luz estroboscópica seleccionado

Tabla 40

Ventajas y desventajas de cada dispositivo

SAFE	VIP-LES
 <p>Ventajas: Mayor sonido de alarma Tamaño compacto Bajo costo Rango moderado de temperatura</p>	 <p>Ventajas: Tamaño compacto Bajo costo Rango moderado de temperatura</p> <p>Desventajas: Sonido de alarma reducido</p>

3.5.5.3. Criterios a evaluar.

Los criterios a evaluar en la tabla de valoración van a tener distintos valores, los cuales deben sumados debe dar un total de 100 puntos, con esto el que tenga un puntaje más alto será el que cumpla mejor con los requisitos. Los criterios a evaluar son:

- **Mantenimiento:** Es necesario que el equipo tenga un mantenimiento ya sea preventivo o correctivo cada cierto periodo de tiempo para que no disminuya su vida útil. A este criterio se asignó el valor de 20 (más alto) cuando sea más fácil su mantenimiento y cero (más bajo) cuando su mantenimiento sea complejo de acuerdo al razonamiento del diseñador.
- **Costo:** Para adquirir un equipo debe ser lo más rentable posible, para ello se busca un equipo que cumpla con todos los requisitos y que se ajuste a un presupuesto considerado bajo sabiendo que existirá varios de estos dispositivos en cada una de las áreas. A este criterio se asignado un valor de 15 puntos, siendo 10 (más alto) cuando el equipo sea más barato y cero (más bajo) cuando este sea más costoso de acuerdo al razonamiento del diseñador.
- **Sonido de alarma:** Es necesario que la luz estroboscópica cuente con un alto volumen de alarma, con esto se asegura alertar de mejor manera a los usuarios. A este criterio se asignó un valor de 30 puntos, siendo 30 (más alto) cuanto mayor rango de volumen tenga y cero (más bajo) el cual tenga un límite menor a 85Db.
- **Tamaño:** Es necesario conocer el tamaño que va a tener la luz estroboscópica, ya que sea de fácil instalación en muros, paredes apropiadas en cada tipo de área. A este criterio se asignó un valor de 10 (más alto) de dimensiones reducidas y cero (más bajo) cuando exista inconvenientes al instalar el dispositivo
- **Funcionalidad:** Este criterio es importante ya que debe satisfacer las necesidades del usuario, en este caso, la luz estroboscópica debe tener una respuesta rápida de alerta hacia el usuario. A este criterio se asignó un valor de 30 puntos (más alto) cuando opere sin inconveniente (más bajo) cuando su aviso no sea receptado.

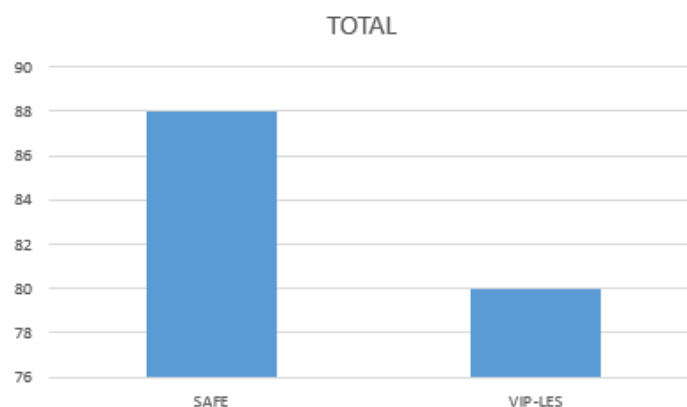
Tabla 41

Valoración de cada criterio

Criterios a evaluar	Símbolo	Valoración
Mantenimiento	M	20
Costo	C	10
Temperatura de operación	SA	30
Tamaño	T	10
Funcionalidad	F	30
		100

Tabla 42*Puntaje total de cada equipo*

SISTEMA	EQUIPO	CRITERIOS						
		Tipos	M	C	SA	T	F	TOTAL
Contra incendios	Central	SAFE	18	7	27	8	28	88
		VIP-LES	18	7	23	8	24	80

**Figura 35:** Criterios evaluados para la elección de la luz estroboscópica

Con esto se concluye que la luz estroboscópica SAFE BLE24V cumple con los requisitos propuestos para el sistema, siendo este confiable en la respuesta rápida y alerte de manera eficiente a los usuarios.

3.5.6. Estaciones manuales

Para la selección de las estaciones manuales, se va a realizar una preselección el cual cumpla con las características deseadas para un funcionamiento correcto del sistema

3.5.6.1. Requisitos mínimos de las luces estroboscópicas:

- Relé: 1 Amp / 30 VDC.
- Voltaje de operación: 12V a 24VDC
- Rango de temperatura: 0°C a 55°C
- Doble acción
- Corriente de alarma sonora: 5mA a 10mA según especificaciones de fabricantes
- Bajo costo
- Proveedores existentes en el mercado ecuatoriano

3.5.6.2. Selección.

Para la selección de la estación manual más adecuadas para el sistema, se procederá con la selección de dos tipos de dispositivos más utilizados en el mercado ecuatoriano actual, lo cual se tendrá:

- Estación manual Honeywell 5140MPS-2
- Estación manual BOSCH, modelo BO-FMM-7045

Estación manual Honeywell 5140MPS-2

Tabla 43

Características de la estación manual HONEYWELL

CARÁCTERÍSTICAS	HONEYWELL
Voltaje de operación	12 - 24VCC
Corriente de operación	5mA a 10mA
Acción	Doble
Temperatura de operación	0°C a 65°C



Figura 36: Estación manual HONEYWELL
Fuente: (Carrion, 2016)

Estación manual BOSCH, modelo BO-FMM-7045

Tabla 44

Características de la estación manual BOSCH

CARÁCTERÍSTICAS	VIP-LES
Voltaje de operación	24VCC
Humedad	90%
Temperatura de operación	-40°C a 66°C
Acción	doble



Figura 37: Estación manual BOSCH
Fuente: (Rigotech, 2013)

Tabla 45

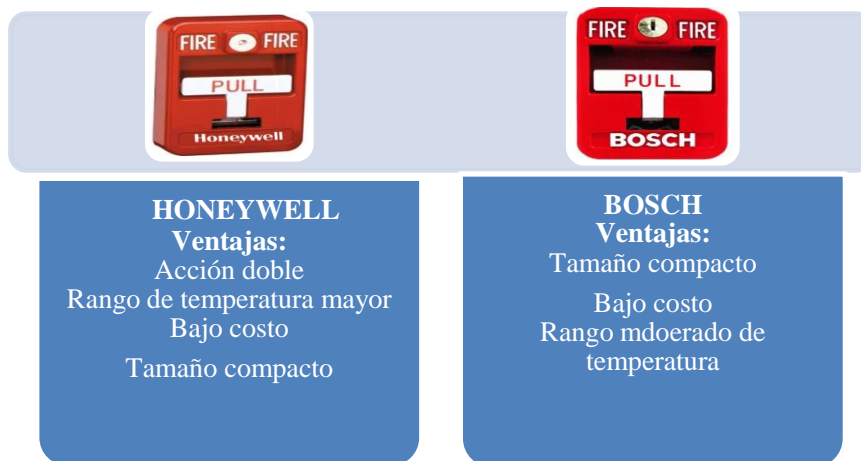
Características de los dos tipos de luces estroboscópicas

SISTEMA	EQUIPO	TIPO	VOLTAJE OPERACIÓN	RANGO T (°C)	ACCIÓN
Contra incendios	Estación manual	Honeywell	12 a 24VCC	-0°C a 65°C	Doble
		BOSCH	24VCC	-40°C a 55°C	Doble

A continuación, se realiza una tabla comparativa para observar de mejor manera las ventajas y desventajas de cada estación manual seleccionado

Tabla 46

Ventajas y desventajas de cada dispositivo



3.5.6.3. Criterios a evaluar.

Los criterios a evaluar en la tabla de valoración van a tener distintos valores, los cuales deben sumados debe dar un total de 100 puntos, con esto el que tenga un puntaje más alto será el que cumpla mejor con los requisitos. Los criterios a evaluar son:

- **Mantenimiento:** Es necesario que el equipo tenga un mantenimiento ya sea preventivo o correctivo cada cierto periodo de tiempo para que no disminuya su vida útil. A este criterio se asignó el valor de 20 (más alto) cuando sea más fácil su mantenimiento y cero (más bajo) cuando su mantenimiento sea complejo de acuerdo al razonamiento del diseñador.
- **Costo:** Para adquirir un equipo debe ser lo más rentable posible, para ello se busca un equipo que cumpla con todos los requisitos y que se ajuste a un presupuesto considerado bajo sabiendo que existirán varios de estos dispositivos en cada una de las áreas. A este criterio se asignado un valor de 20 puntos, siendo 20 (más alto) cuando el equipo sea

más barato y cero (más bajo) cuando este sea más costoso de acuerdo al razonamiento del diseñador.

- **Respuesta rápida:** Es necesario que la estación manual cuente con una doble acción con respuesta inmediata ya que ante una emergencia se debe activar inmediatamente. A este criterio se asignó un valor de 40 puntos, siendo 40 (más alto) cuanto mayor respuesta de trabajo tenga y cero (más bajo) una respuesta tardía.
- **Tamaño:** Es necesario conocer el tamaño que va a tener la estación manual, ya que sea de fácil instalación en muros, paredes apropiadas en cada tipo de área. A este criterio se asignó un valor de 20 (más alto) de dimensiones reducidas y cero (más bajo) cuando exista inconvenientes al instalar el dispositivo

Tabla 47

Valoración de cada criterio

Criterios a evaluar	Símbolo	Valoración
Mantenimiento	M	20
Costo	C	20
Temperatura de operación	R	40
Tamaño	T	20
		100

Tabla 48

Puntaje total de cada equipo

SISTEMA	EQUIPO	CRITERIOS					TOTAL
		Tipos	M	C	R	T	
Contra incendios	Estación manual	HONEYWELL	18	17	35	18	88
		BOSCH	18	14	30	18	80

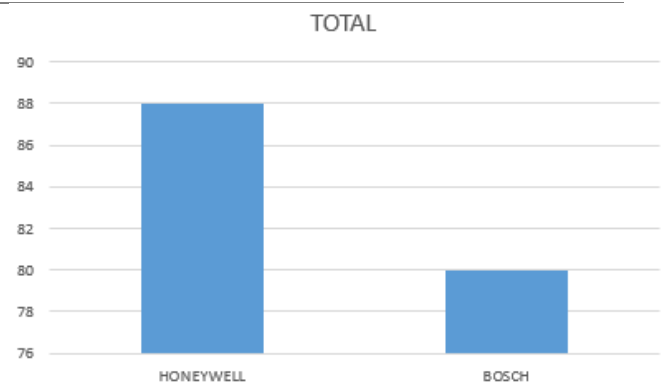


Figura 38: Criterios evaluados para la elección de la estación manual

Con esto se concluye que la estación manual HONEYWELL 5140MPS-2 cumple con los requisitos propuestos para el sistema, siendo este confiable en la respuesta rápida y alerte de manera eficiente a los usuarios.

Los dispositivos (sensores y actuadores) que constan en el diseño son: sensor de humo, estaciones manuales, luces estroboscópicas, entre otros, de un área específica están conectados en serie, por ende, el momento de su activación, la central principal recibe la señal de la zona afectada, dando a conocer que es una alarma de fuego y de que área proviene.

Para una correcta elaboración del diseño, se utilizó varias recomendaciones publicadas en los capítulos de la norma NFPA 72 los cuales están descritos en el punto 2.5. Las recomendaciones principales tomadas en cuenta en los capítulos 2, 17 y 18 muestran la distribución de cada dispositivo, distancia entre ellos, distancia que deben instalarse tomando en cuenta las paredes, muros, suelo, y en qué áreas se deben ir instaladas, en la figura 31 se muestra un esquema de cómo se encuentra estructurado el sistema.

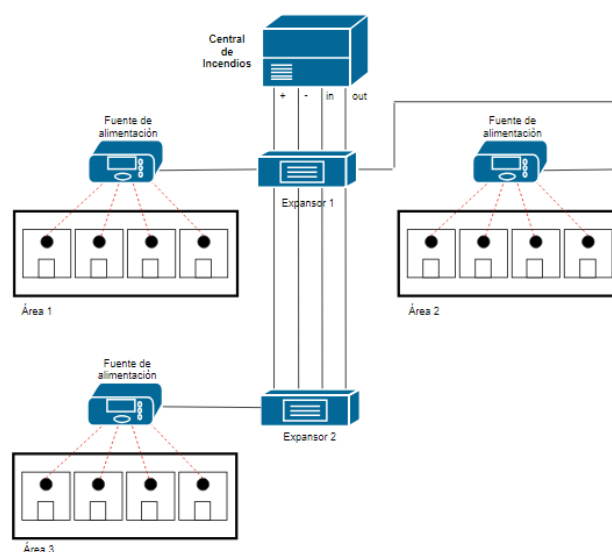


Figura 39: Esquema de sistema contra incendios

3.6. Sistema de control de accesos

El sistema de control de accesos básicamente cuenta con un lector de tarjeta, el cual envía una señal al panel de control, éste interactúa con el software específico que constará en un ordenador (en caso de implementación) que se encuentre en el cuarto de control. Por lo tanto, se tomó en cuenta estos tres elementos para el diseño del mismo.

Los criterios que se tomó en cuenta para la elección del tipo de control de accesos son los siguientes:

Criterios de usuario:

- Control de horario
- Registro de incidencias en tiempo real
- Control personal
- Comodidad de uso

Criterios técnicos:

- Topología
- Tipo de control
- Nivel de seguridad

Otros criterios:

- Costo
- Número de accesos

- Instalación sencilla

Como requerimiento del cliente, se requiere que además de un control de la hora de entrada y de salida, también un registro de alguna eventualidad que exista dentro de la planta, por estas razones se optó por un sistema centralizado, ya que con esta topología se cubre la necesidad de tener un control de horario y aparte un registro de las incidencias que existan, con esto se cubre dos de los requerimientos principales del cliente, además, un sistema centralizado permite obtener acceso a más datos, y controlar de mejor manera a los usuarios.

Por otra parte, el tipo de tecnología para el sistema se escogió en base a un nivel de control y de seguridad, tomando estos criterios se hizo un análisis de cada tecnología de control de accesos.

El sistema de identificación por clave o código PIN es eficaz y económico, pero también es el menos personal. Es fácil que los usuarios compartan su contraseña y por lo tanto pongan en peligro la seguridad o incluso se suplante la identidad del usuario autorizado. Las tarjetas y llaveros de proximidad permiten mayor control, ya que, al existir un único dispositivo de identificación por usuario, es más difícil de compartir (Fermax, 2016).

Sin embargo, un sistema de huella dactilar será siempre más fiable, pero tomando los demás criterios como: comodidad de uso, costo, la mejor opción de tecnología de control de accesos para el diseño es tarjetas de proximidad.

A continuación, se muestra la distribución de dispositivos siguiendo varias referencias de normas como la ISO, NFPA, las cuales indican en qué puertas debe ir instalado el sistema, la

colocación de los mismos, debe existir un pulsador dentro del área el cual facilite abrir manualmente, la central de alarma debe ser ubicada en un lugar estratégico, entre otros.

Área 1: Comedor

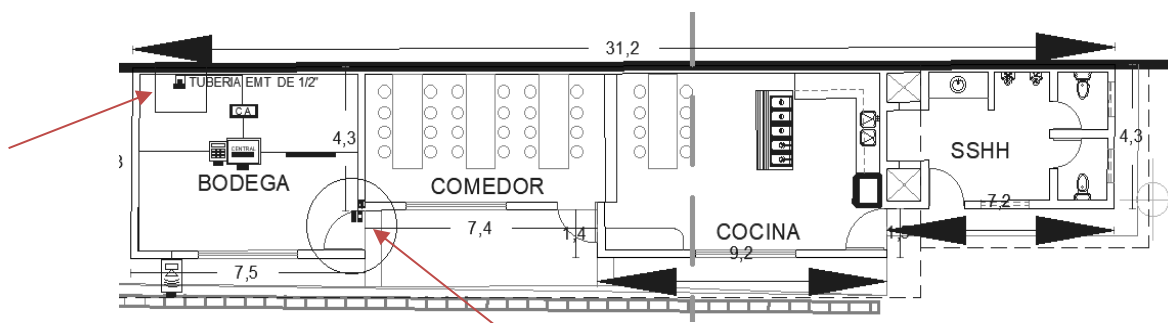


Figura 40: Distribución de dispositivos en área 1

Área 2: Dobladora

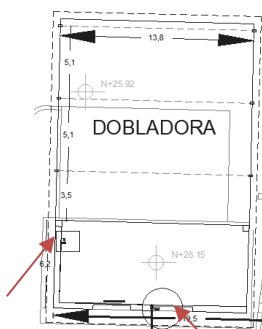


Figura 41: Distribución de dispositivos en área 2

Área 3: Planta de almacenamiento planta baja

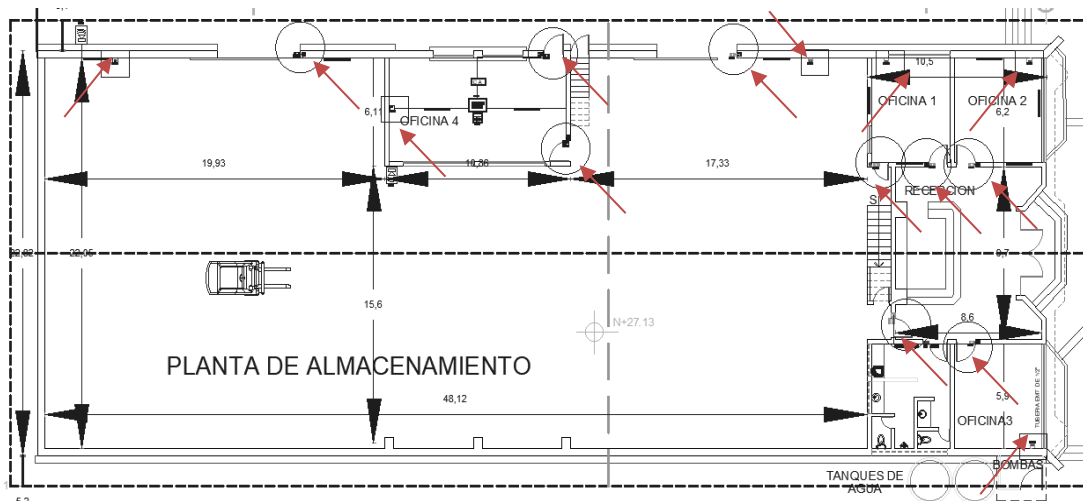


Figura 42: Distribución de dispositivos en área 3 planta baja

Área 3: Planta de almacenamiento planta alta

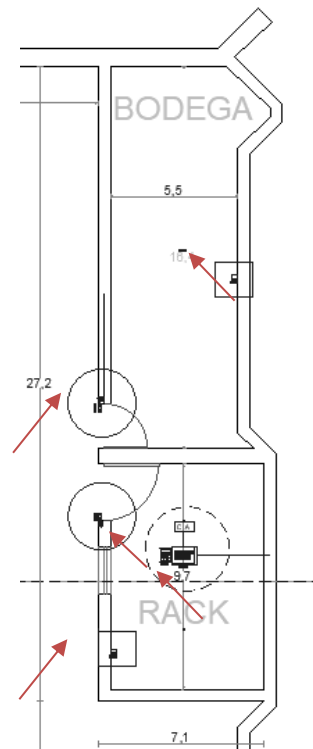


Figura 43: Distribución de dispositivos en área 3 planta alta

En la siguiente tabla se puede visualizar el número total de sensores y actuadores existentes en cada área.

Tabla 49

Total de equipos en cada área

AREA	S. CONTROL DE ACCESOS		
	CMXX	PSXX	CAXX
1	1	1	0
2	1	1	0
3	11	9	1

TOTAL	13	11	1
-------	----	----	---

Donde:

- CMXX: Contacto magnético. Ej: CM09
- PSXX: Pulsador de salida Ej: PS02
- CAXX: Central de alarma Ej: CA01

3.6.1. Lector de tarjeta

Los lectores de tarjeta que el diseño necesita debe poseer las siguientes características principales:

- Alimentación 12VDC / 500mA
- Alcance moderado (10-15mm)
- Soporte de protocolo Rs485
- A prueba de polvo y manipulaciones
- Bajo costo
- Proveedores existentes en el mercado ecuatoriano

3.6.2. Selección

Para la selección de la lectora de tarjeta más adecuada para el sistema, se procederá con la selección de dos tipos de dispositivos más utilizados en el mercado ecuatoriano actual, lo cual se tendrá:

- Lector de tarjeta Hikvision, modelo DS-K1101M

- Lector de tarjeta Soyal, modelo SY-AR-721U

Lector de tarjeta Hikvision, modelo DS-K1101M

Tabla 50

Características de la estación manual HONEYWELL

CARÁCTERÍSTICAS	HIKVISION
Voltaje de alimentación	12VCC
Alcance moderado	30mm a 50mm
Protocolo	Rs485
Corriente de trabajo	500mA



Figura 44: Lector de tarjetas
Fuente: (Hikvision, 2015)

Lector de tarjeta Soyal, modelo SY-AR-721U

Tabla 51

Características de la lectora de tarjeta SOYAL

CARÁCTERÍSTICAS	SOYAL
Voltaje de alimentación	9 a 16VCC
Alcance moderado	30mm a 80mm
Frecuencia de trabajo	125kHz
Corriente de trabajo	500mA



Figura 45: Lector de tarjeta SOYAL

Fuente: (Rigotech, 2013)

Tabla 52
Características de los dos tipos de luces estroboscópicas

SISTEMA	EQUIPO	TIPO	ALIMENTACIÓN	ALCANCE	FRECUENCIA
Control de accesos	Lector de tarjeta	Hikvision	12VCC	30mm a 50mm	125kHz
		Soyal	9 s 16VCC	30mm a 80mm	125kHz

A continuación, se realiza una tabla comparativa para observar de mejor manera las ventajas y desventajas de cada estación manual seleccionado

Tabla 53
Ventajas y desventajas de cada dispositivo



3.6.3. Criterios a evaluar.

Los criterios a evaluar en la tabla de valoración van a tener distintos valores, los cuales deben sumados debe dar un total de 100 puntos, con esto el que tenga un puntaje más alto será el que cumpla mejor con los requisitos. Los criterios a evaluar son:

- **Mantenimiento:** Es necesario que el equipo tenga un mantenimiento ya sea preventivo o correctivo cada cierto periodo de tiempo para que no disminuya su vida útil. A este

criterio se asignó el valor de 20 (más alto) cuando sea más fácil su mantenimiento y cero (más bajo) cuando su mantenimiento sea complejo de acuerdo al razonamiento del diseñador.

- **Costo:** Para adquirir un equipo debe ser lo más rentable posible, para ello se busca un equipo que cumpla con todos los requisitos y que se ajuste a un presupuesto considerado bajo sabiendo que existirán varios de estos dispositivos en cada una de las áreas. A este criterio se asignado un valor de 20 puntos, siendo 20 (más alto) cuando el equipo sea más barato y cero (más bajo) cuando este sea más costoso de acuerdo al razonamiento del diseñador.
- **Respuesta a proximidad:** Es necesario que el lector de tarjeta cuente con una respuesta inmediata a una distancia establecida, con esto se lleva un control rápido y seguro. A este criterio se asignó un valor de 30 puntos, siendo 30 (más alto) cuanto mayor respuesta de trabajo tenga y cero (más bajo) una respuesta tardía.
- **Frecuencia** Es necesario conocer la frecuencia en la que va a trabajar el lector, ya que se pueda configurar para las tarjetas de los usuarios y no sea violada la seguridad con otro tipo de tarjeta. A este criterio se asignó un valor de 30 (más alto) de una mayor seguridad y cero (más bajo) cuando exista inconvenientes al intentar violar la seguridad.

Tabla 54

Valoración de cada criterio

Criterios a evaluar	Símbolo	Valoración
Mantenimiento	M	20
Costo	C	20
Temperatura de operación	RP	30
Tamaño	F	30
		100

Tabla 55

Puntaje total de cada equipo

SISTEMA	EQUIPO	CRITERIOS					TOTAL
		Tipos	M	C	RP	F	

Control de accesos	Lector de tarjeta	TOTAL				
		HIKVISION	18	16	28	28
	SOYAL	18	15	25	28	86

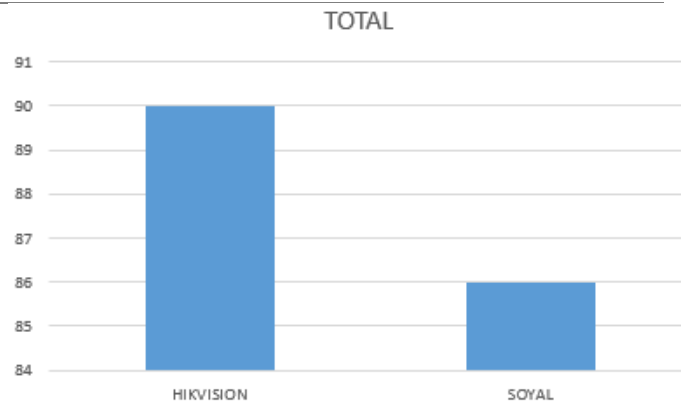


Figura 46: Criterios evaluados para la elección del lector de tarjeta

Con esto se concluye que el lector de tarjeta HIKVISION DS-K1101M cumple con los requisitos propuestos para el sistema, siendo este confiable con una respuesta rápida y segura para los usuarios.

Como se puede apreciar en la Figura 47 el esquema de este sistema, existe un panel de control por cada área en donde se encuentre implementado el sistema, cada panel está interconectado entre sí, los cuales van conectados al software que se encuentra en el ordenador.

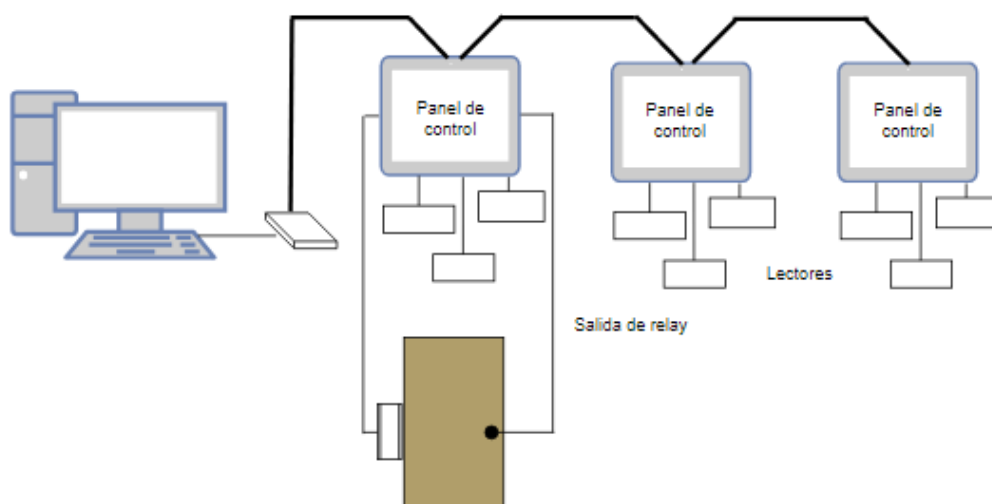


Figura 47: Esquema del sistema de control de accesos

3.7. Sistema de video vigilancia

Las cámaras de video se encuentran ubicadas tanto en el edificio administrativo como en el parqueadero, en la planta de almacenamiento y en el área de la dobladora. Cada cámara cuenta con una entrada en el DVR para poder grabar las imágenes, el cual por medio de cable UTP transmitirá la imagen hacia el monitor que estará ubicado en el cuarto del rack y en guardianía, con el fin de que se controle y monitoree de forma remota todas las áreas de la empresa.

Para la elección de los equipos necesarios para el sistema, se tomó en cuenta los siguientes criterios:

Criterios de usuario:

- Seguridad 24 horas
- Visión nocturna
- Vista de todas las áreas

Criterios técnicos:

- Comunicación ethernet
- Tecnología IP
- Alta definición
- A prueba de polvo y agua
- DVR mínimo 16 canales

Otros criterios:

- Costo
- Fácil instalación

Considerando estos criterios, a pedido del cliente se optó por escoger el fabricante HIKVISION, ya que, al ser un fabricante conocido en estos sistemas, le da mayor confianza y seguridad para una posible implementación. Por esta razón se escogió el siguiente modelo del fabricante HIKVISION.

De igual manera en las cámaras de seguridad, se tomó en cuenta su ángulo de visión en las partes más necesarias y estratégicas de cada área, a continuación de muestra su distribución.

Área 1: Comedor

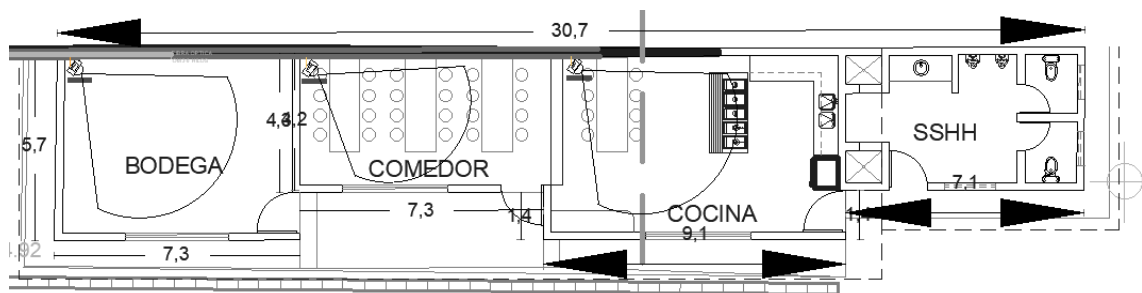


Figura 48: Distribución de cámaras área 1

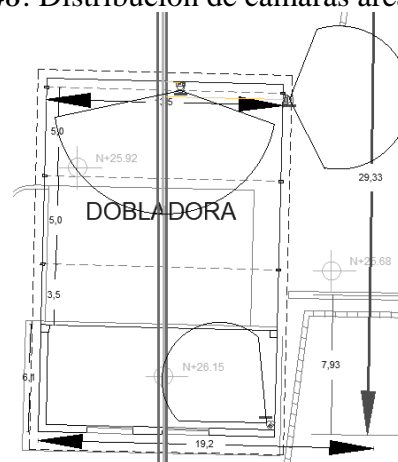


Figura 49: Distribución de cámaras área 2

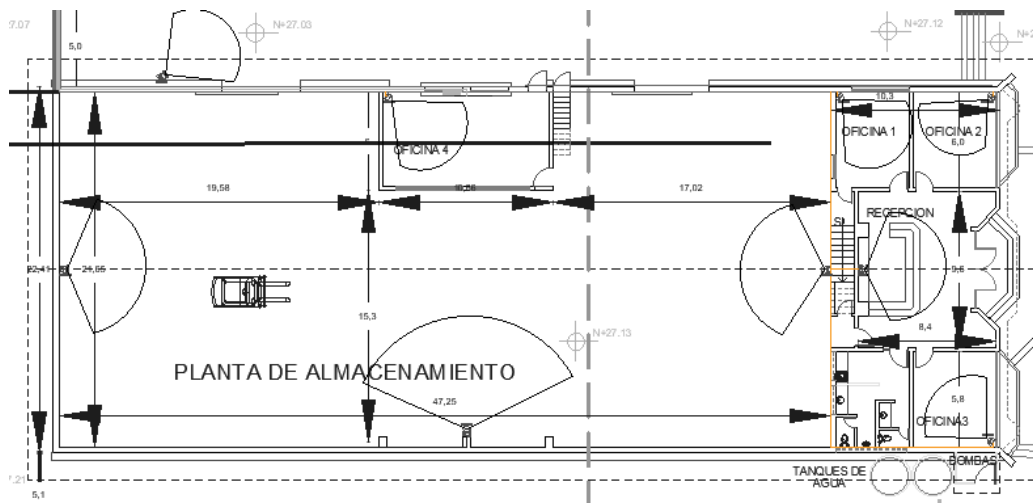


Figura 50: Distribución de cámaras área 3 planta baja

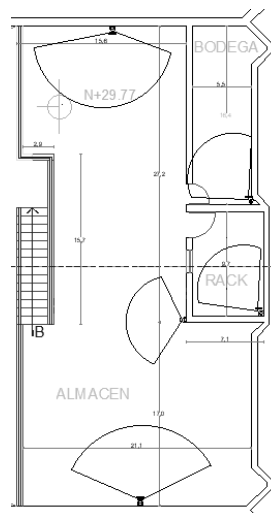


Figura 51: Distribución de cámaras área 3 planta alta

En la siguiente tabla se puede visualizar el número total de sensores y actuadores

existentes en cada área.

Tabla 56

Total de equipos en cada área

	S. CONTROL DE ACCESOS		
	CAMXX	RXX	DVRXX
AREA 1	3	0	0
AREA 2	3	0	0

AREA 3	14	1	1
TOTAL	20	1	1

Donde:

- CAMXX: Cámaras de seguridad. Ej: CAM-05
- RXX: Rack. Ej: R1
- DVRXX: DVR Ej: DVR-01

3.7.1. DVR

El DVR que el diseño necesita debe poseer las siguientes características principales:

- 8/16/32 canales para cámaras IP
- Calidad mínima de salida HD 720p
- Salida de 12 a 24V
- Grabación en tiempo real 24h
- Bajo costo
- Fabricantes existentes en el mercado ecuatoriano



Figura 52: DVR

Fuente: (Hikvision, 2015)

Con estas características se optó por el siguiente modelo:

DVR HIKVISION modelo DS-7204

3.7.2. Cámara IP

Las cámaras que el diseño necesita debe poseer las siguientes características principales:

- Entrada de 12-24V

- Resolución mínima HD 720p
- Visión nocturna
- IP66-67
- Bajo costo
- Fabricantes existentes en el mercado ecuatoriano

Se realizó un análisis de los tipos de cámaras existentes en el mercado, por seguridad, robustez, necesidad del cliente por determinadas áreas, se optó por utilizar las cámaras de tipo domo.

La cámara domo tiene una gran ventaja sobre otros tipos de cámaras: debido a la lente de color oscuro, una persona no puede decir si la cámara está grabando o no. De esta manera, las cámaras domo actúan como elemento disuasorio, incluso si no están grabando en ese momento (Camara-seguridad, s.f.).

Con estas especificaciones, el modelo de cámaras del fabricante HIKVISION que más se ajusta al diseño es el siguiente:

Cámara IP HIKVISION modelo DS-2CD2742FWD-I



Figura 53: Cámara tipo domo

Fuente: (Hikvision, 2015)

De igual manera se encuentra ubicada una cámara en el cuarto de seguridad con el fin de supervisar el trabajo y la seguridad de los propios guardias. Las cámaras utilizadas para el diseño de este sistema son de tipo domo, ya que son de fácil manejo, estáticas y de movimiento para evitar puntos ciegos y de alta resolución para poder monitorear sin ningún inconveniente todas las áreas.

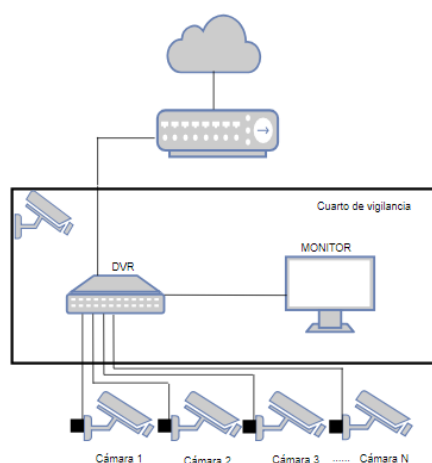


Figura 54: Esquema del sistema de video vigilancia

Como último punto a considerar, el UPS es de gran importancia al momento de no contar con energía eléctrica, este equipo suministra a todos los dispositivos conectados al rack, por tal razón se debe conocer sus características para estar seguros que no ocurrirá ningún inconveniente con los equipos propios del sistema diseñado. La planta cuenta con un UPS Tripp Lite 10KVA de doble conversión para alimentar a los equipos del rack. En la siguiente tabla se muestra las características principales del rack.

Tabla 57

Características del rack

ENTRADA ELÉCTRICA	
Voltaje nominal	208Y/120 Vac
Frecuencia nominal (rango)	50/60 Hz (45-65 Hz)

Configuración del conductor de entrada	Tres hilos + neutral + conexión a tierra
---	--

OTROS

Conexión a tierra aislada	
Temperatura de operación	0°C a 50°C (32°F a 122°F)
Dos puertos de Ethernet aislados RJ-45 para redundancia	
Ranuras de ventilación, ventilación 110 volts para enfriamiento	

CAPÍTULO IV

4. DESARROLLO DE SOFTWARE

4.1. LÓGICA DE CONTROL

En este apartado se mostrará la lógica que se utilizó para el control de los sistemas diseñados dentro del presente proyecto por medio de la central de alarmas como gobernante.

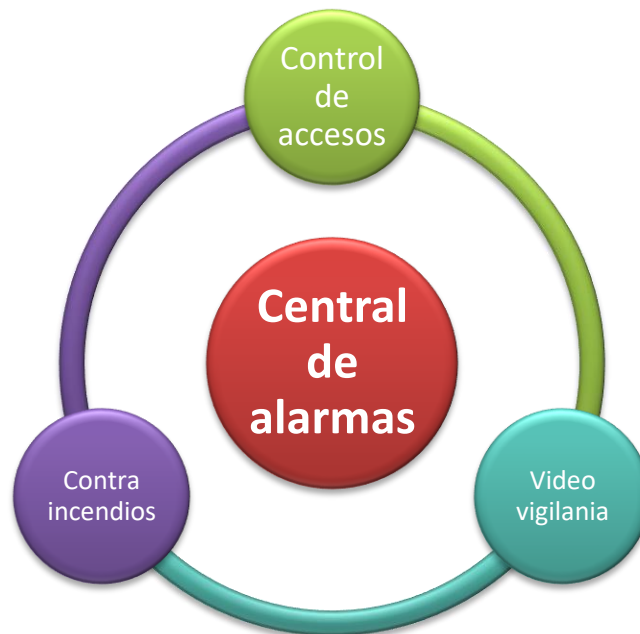


Figura 55: Esquema del sistema integrado

La lógica se realizó por cada área, debido a que la temperatura está sujeta a cambios en diferentes momentos de forma independiente, de esta forma los sensores y actuadores serán activados dependiendo el sector y el tiempo.

El control de los sistemas se detalla en los siguientes diagramas graficet, mismos que muestran el funcionamiento de la central de incendios dependiente de la temperatura que se tenga en cada área.

En los graficet secundarios se muestra el funcionamiento de las estaciones manuales, tanto de los sistemas como de los rociadores por si se requiere activarlos manualmente.

Área 1: Cocina, comedor y bodega

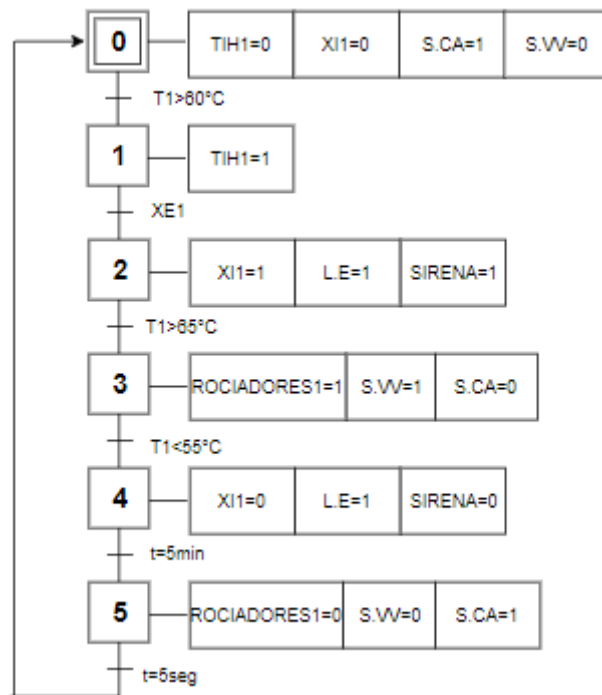


Figura 56: Control de central de incendios en área 1

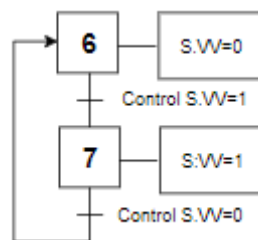


Figura 57: Control de estación manual de sistema de video vigilancia del área 1

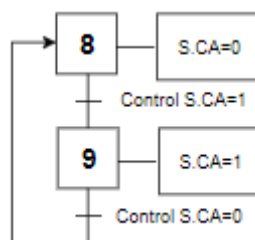


Figura 58: Control de estación manual de sistema de control de accesos del área 1

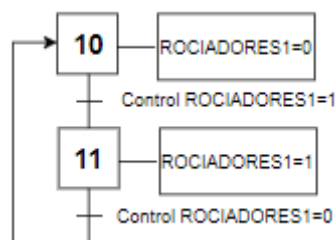


Figura 59: Control de estación manual de sistema de los rociadores del área 1

Donde:

- TIH1: Indicador de temperatura alta de área 1
- XI1: Indicador de humo de área 1
- S.CA: Sistema de control de accesos
- S.VV: Sistema de video vigilancia
- L.E: Luces estroboscópicas
- T1: Temperatura de área 1
- t: tiempo de activación

Área 2: Dobladora

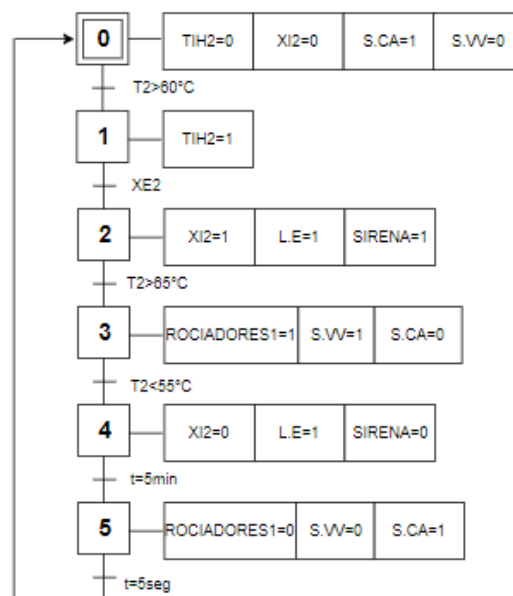


Figura 60: Control de la central de incendios del área 2

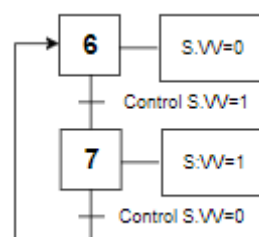


Figura 61: Control de estación manual de sistema de video vigilancia del área 2

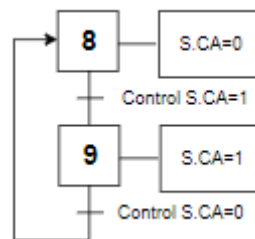


Figura 62: Control de estación manual de sistema de control de accesos del área 2

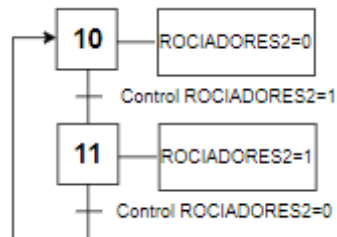


Figura 63: Control de estación manual de sistema de los rociadores del área 2

Donde:

- TIH2: Indicador de temperatura alta de área 2
- XI2: Indicador de humo de área 2
- S.CA: Sistema de control de accesos
- S.VV: Sistema de video vigilancia
- L.E: Luces estroboscópicas
- T2: Temperatura de área 2
- t: tiempo de activación

Área 3: Planta de almacenamiento

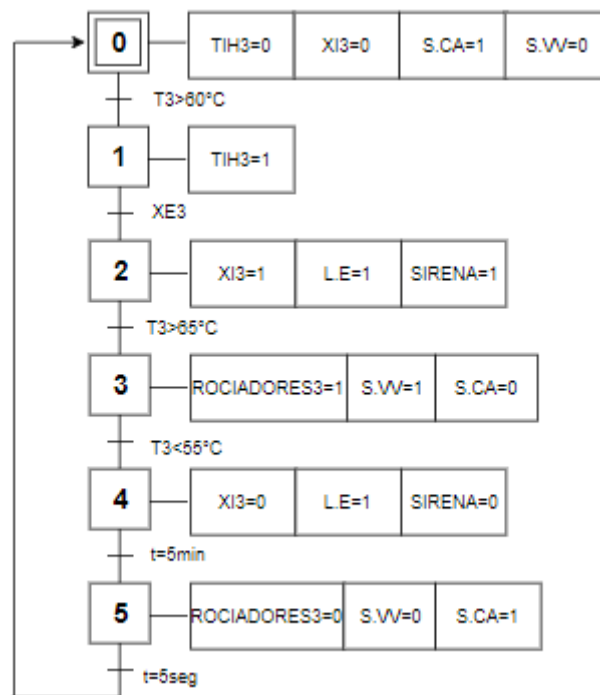


Figura 64: Control de la central de incendios del área 3

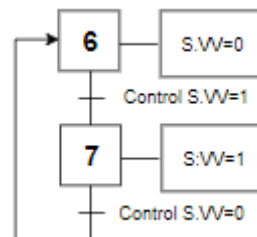


Figura 65: Control de estación manual de sistema de video vigilancia del área 3

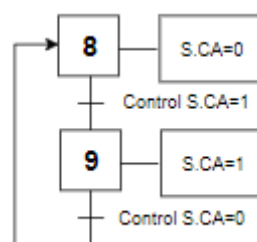


Figura 66: Control de estación manual de sistema de control de accesos del área 3

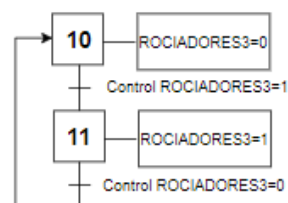


Figura 67: Control de estación manual de sistema de los rociadores del área 3

Donde:

- TIH3: Indicador de temperatura alta de área 3
- XI3: Indicador de humo de área 3
- S.CA: Sistema de control de accesos
- S.VV: Sistema de video vigilancia
- L.E: Luces estroboscópicas
- T3: Temperatura de área 3
- t: tiempo de activación

Con esto se obtiene el correcto del funcionamiento del sistema integrado según el diseño realizado, adicional se puede observar que todo el sistema se basa en la temperatura que exista en las tres áreas descritas anteriormente.

4.2. HMI

Este punto tiene como objetivo definir los principios de diseño general y estándares de implementación que se utilizaron para realizar el HMI, reforzando las bases para el desarrollo del mismo.

4.2.1. Diseño de la consola de operaciones

De darse una posible implementación en el futuro, se procede a detallar de una manera general la consola industrial de trabajo, la cual consta de un soporte donde se encuentran montados los PC o monitores industriales. Cada consola se encuentra integrada por los dispositivos externos necesarios para el uso y manipulación correspondientes a cada computador o monitor industriales. En la Figura 68 se puede observar la Jerarquía general de la consola Industrial.

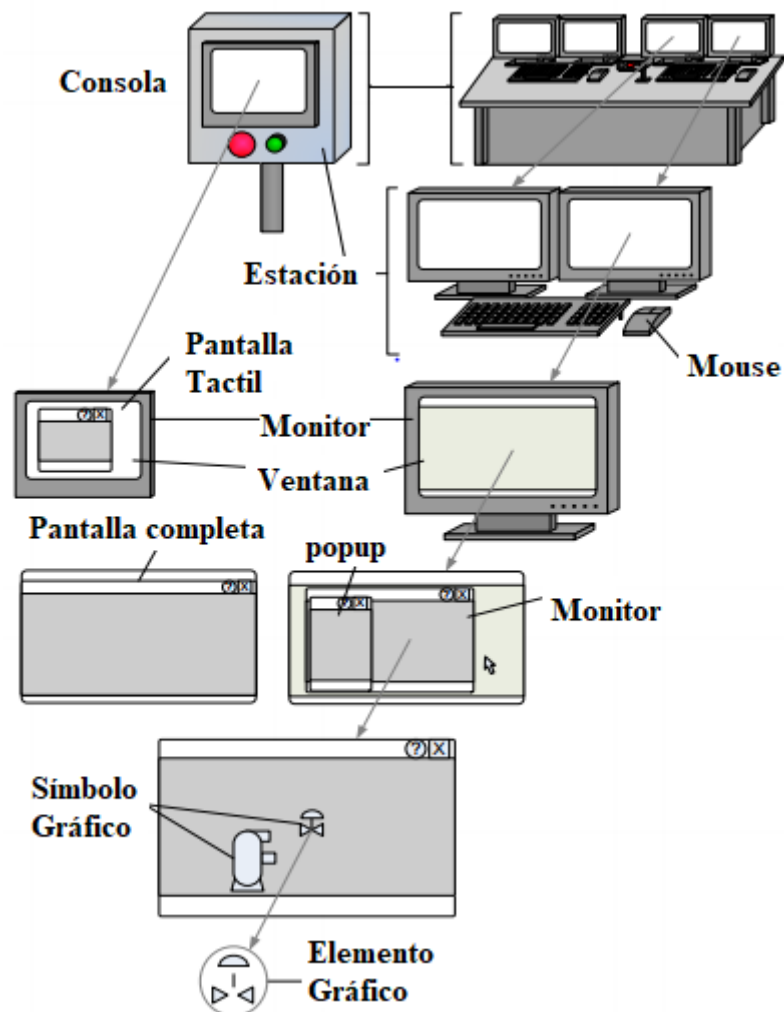


Figura 68: Jerarquía general de la consola Industrial

Mediante el uso adecuado de los elementos de entrada y salida para esta interfaz se ha determinado una consola de operaciones la cual contiene la definición básica del HMI del sistema a diseñar, esta debe constar de los siguientes elementos claves para obtener un óptimo uso y mantenimiento del mismo:

- CPU
- Dispositivo Señalador (Mouse)
- Teclado
- Pantalla

- Ventanas
- Símbolos Gráficos
- Elementos Gráficos

4.2.2. Arquitectura de pantallas

La interfaz hombre - máquina (HMI) es de gran importancia para la visualización y control de procesos industriales, en este caso monitorear el funcionamiento de los sistemas electrónicos de seguridad por medio del proceso de la producción, contando también con una arquitectura de pantallas para realizar una correcta navegación de forma vertical y horizontal.

La arquitectura de pantallas se encuentra definida de forma horizontal para brindar a los operarios, un manejo sencillo y ordenado de la interfaz. Por esto es importante no sobrepasar los 3 niveles de arquitectura evitando una sobrecarga de información para el operador.

Haciendo alusión a lo mencionado se definen 3 niveles de pantallas, los cuales son necesarios para el manejo de sistemas de producción.

Figura 69 se ha establecido el Mapa de la Arquitectura de Pantallas a ser empleado en el HMI.

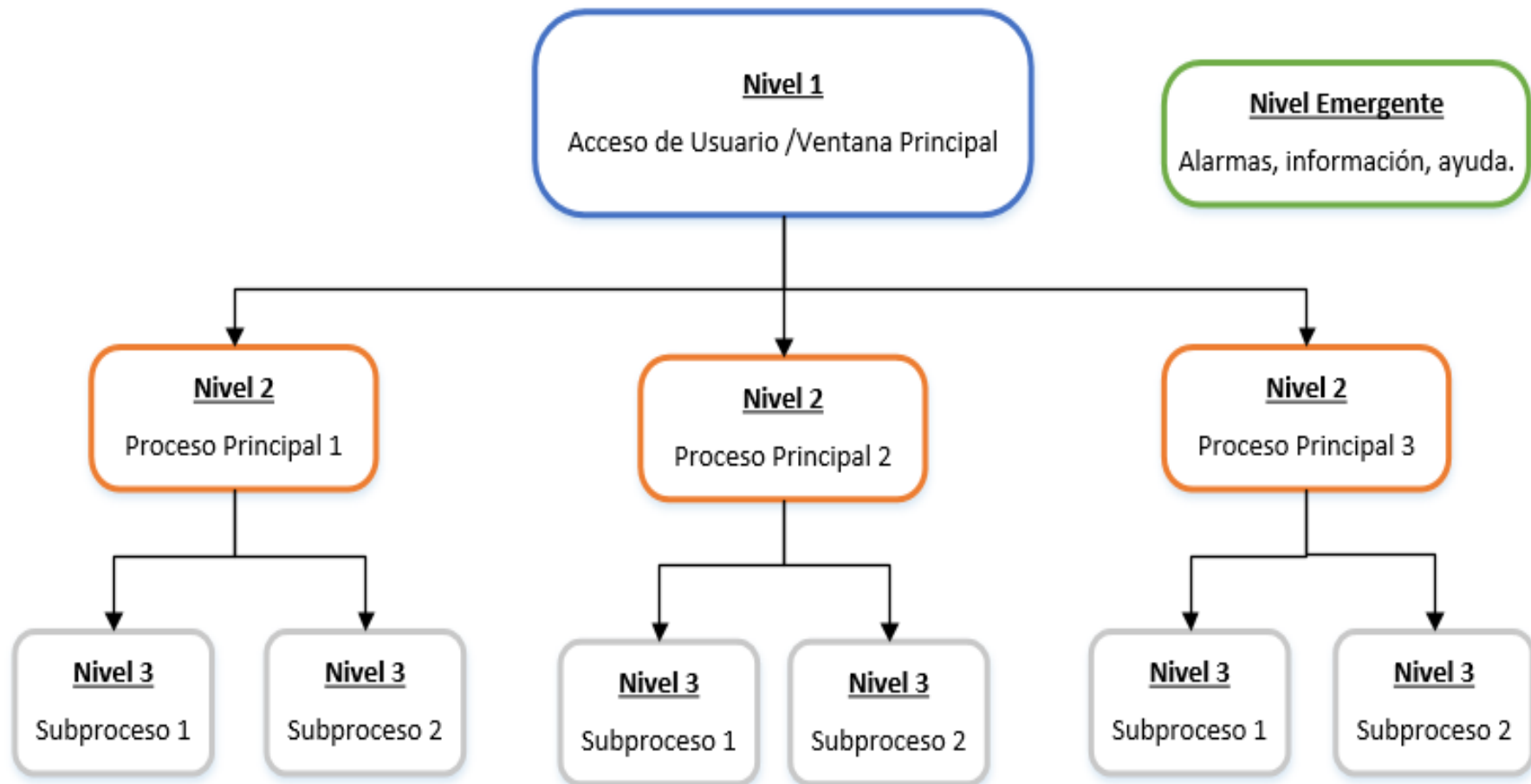


Figura 69: Arquitectura de pantallas

4.2.3. Distribución de pantallas

Las diferentes pantallas de un HMI deben contar con una correcta distribución de su espacio de trabajo cumpliendo las normas establecidas para el diseño de las mismas, para la cual, se realizó plantillas siguiendo la guía GEDIS para una correcta visualización, monitoreo y manejo de las pantallas, evitando poner información innecesaria.

La guía GEDIS nos da ciertas directrices a seguir para realizar la distribución de pantallas del HMI, entre estas se encuentran:

- Ubicación del título, hora, fecha y logotipo.
- Ubicación del menú del sistema
- Ubicación de las alarmas del proceso
- Ubicación del mímico del área o subárea
- Ubicación de funciones genéricas (Confirmación)
- Recorrido ocular vertical de arriba hacia abajo y horizontal de derecha a izquierda

En base a estas directrices se ha definido la distribución de pantalla que será utilizada como plantilla para el diseño del HMI. Ver Figura 70.

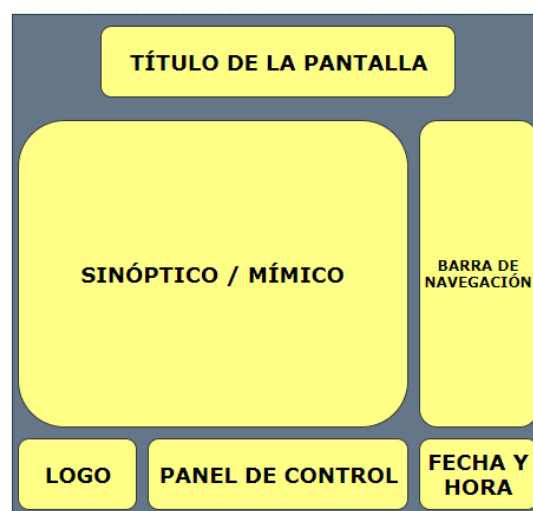


Figura 70: Distribución general de las pantallas

Título de la pantalla: Nombre correspondiente a la pantalla actual.

Mímico/Sinóptico: Presenta gráficamente las principales partes y características de la pantalla actual, así como información, o históricos.

Panel de control: Presenta y realiza las principales acciones de control.

Barra de Navegación: Submenú que permite moverse de una pantalla a otra tanto del mismo nivel, como de nivel inferior o superior.

Logo: Ubicado en la parte inferior izquierda de la pantalla, presenta la imagen del logo del departamento de electrónica.

Fecha-Hora: Ubicado en la parte inferior izquierda de la pantalla presenta la fecha y hora actuales en formato digital.

4.2.3.1.Navegación

Según la guía GEDIS si existen pocos dispositivos de visualización, se debe usar una navegación horizontal, lo cual permite que no sea un obstáculo para el operador, por esta razón se ha utilizado este tipo de navegación basándose en la arquitectura diseñada anteriormente.

Se siguieron las siguientes directrices para establecer la navegación:

- Para facilidad del usuario el área de activación de los botones se ha planteado lo suficientemente grande. De igual manera para la pantalla táctil de acceso remoto.
- Se brinda ayudas textuales en los íconos para asistencia al usuario.
- Se han utilizado zonas predefinidas de la pantalla para los diferentes bloques que compondrán la misma.
- Dentro de la distribución de la pantalla se han agrupado los iconos en diferentes bloques en base a su funcionalidad, en el espacio de la pantalla.

- El orden está basado de acuerdo a como se muestran las opciones de los menús en conceptos como la importancia de la función o su frecuencia de uso.
- El texto que describe las funciones es corto y conciso.
- Los Botones y Menús están agrupados en base a la similitud funcional de sus elementos. En el caso de las Pantallas de Alarmas, Información, Ayuda y Autores se las podrá ingresar directamente desde cualquier pantalla del proceso.

4.2.3.2. Uso de Colores

Dentro de la interfaz es importante una buena aplicación de los colores ya que esto crea un mejor ambiente de trabajo y evita la sobrecarga visual para el usuario. El color es uno de los elementos más importantes dentro del contexto de las interfaces HMI se prefiere que este sea conservador, convencional y consistente.

Basados en la norma GEDIS se ha seguido los estándares y criterios que se muestran a continuación los cuales son determinantes para la generación de una excelente interfaz:

- Representar el estado de los equipos de la planta, tales como: marcha, para, falla, manual, etc. Por medio de colores.
- Especificar por medio de color los materiales: materia prima
- Color de las alarmas, tales como: mensaje, advertencias, críticas, etc.
- Color del texto en general, tales como: títulos, etiquetas, etc.
- Colores del fondo de la pantalla, tales como: general, de detalle, etc.

Se han definido criterios, tomando en cuenta que sean congruentes, sin que se presenten contradicciones, y que sean guiados al usuario para garantizar su rápida interacción ante anomalías durante la producción:

- Se han definido colores distinguibles entre sí, es decir alto contraste.

- El uso del color se ha utilizado para enfatizar la información y no para ser una característica de belleza en el entorno de trabajo.
- Se ha verificado que el uso de gradiente de colores no se encuentre en elementos estáticos de la pantalla.
- El color se ha usado conservadoramente y consistentemente.
- Durante el diseño se han considerado las deficiencias de la percepción del color y las combinaciones del mismo.
- Se han usado destellos sobre los colores de los símbolos lo que permite prestar una atención directa del operador sobre el desarrollo de nuevas situaciones durante el proceso.

Particularmente para el uso de color de las pantallas se han seguido las siguientes directrices:

- Usar colores neutros para el fondo de la pantalla tales como: gris, beige, arena o azul.
- No usar blanco y negro dado que dan mucho resplandor.
- Los colores de fondo deben ser contrastantes con los demás elementos.
- El uso de diferentes colores de fondo puede ser utilizado para diferenciar o agrupar procesos o áreas de la planta.
- Evitar el uso de colores primarios o fuertes en zonas grandes de la pantalla. (Pere Ponsa)

4.2.3.3. Menús y barras de herramientas.

En el funcionamiento del HMI es esencial que la navegación sea fluida, para ello se ha incluido dentro del mismo, menús y barras de herramientas que permitan un manejo fácil de la interfaz.

Un menú está ligado de forma directa a la interacción con el usuario permitiendo realizar acciones concretas dentro del HMI; la navegación es parte primordial dentro de los menús, si bien existe navegación de pantallas existe también una navegación de menús.

4.2.4. Plataforma de desarrollo del HMI.

Es importante detallar que herramientas fueron usadas para el desarrollo del diseño de la interfaz HMI sobre el sistema. Se destinaron los recursos más avanzados, mismos que pudieron que fueron aplicados en la parte de hardware, como en la de software. La plataforma sobre la que se trabajó es ArchestrA IDE, el cual es un entorno de desarrollo de interfaces humano máquina de altísimas prestaciones y cumple con los requerimientos necesarios para desarrollar una interfaz adecuada para el sistema.

4.2.4.1. Requisitos de Instalación.

Para poder utilizar la herramienta ArchestrA IDE fue necesario instalar los siguientes componentes con antelación, debido a que maneja una base datos propia. Los softwares que necesitan ser previamente instalados son los siguientes:

Tabla 58
Requisitos de Instalación para obtener ArchestrA IDE

Software	Versión
Wonderware Intouch	Versión 2010 o superior
Aplication Server	Versión 3.0 o superior
SQLServer	Versión 2008 o superior
Service Pack	Versión 1

4.2.4.2. Manejo del software Intouch a través de la Plataforma Archestra

El esquema de la Figura 71 muestra como la aplicación de Intouch es manejada utilizando la IDE Archestra.

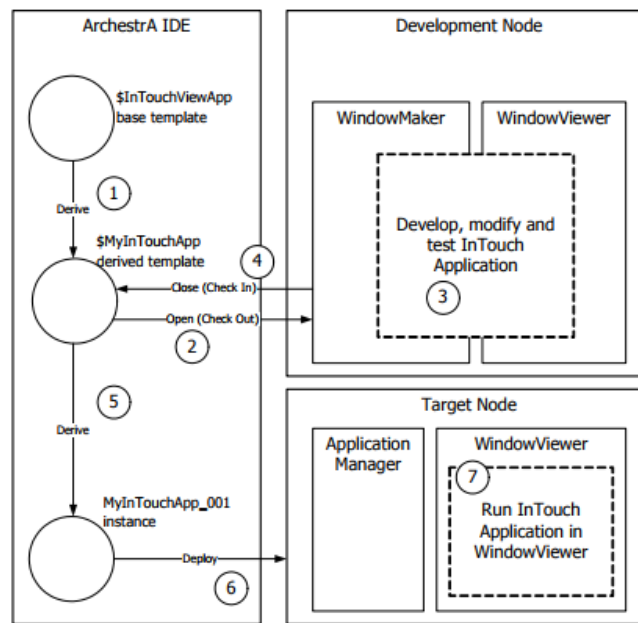


Figura 71: Intouch a través de la IDE Archestra

Además, opcionalmente con la plataforma Archestra IDE se pueden realizar las siguientes funciones:

- Se importa y exporta objetos creados por medio del Symbol Editor para ser intercambiados para varias aplicaciones de la misma plataforma.
- Se importa y exporta las ventanas que se hayan desarrollado en el Windows Maker con las mismas funciones que se manejan en InTouch.
- Los símbolos de Archestra pueden ser publicados y ejecutados de forma independiente con la aplicación InTouch.

4.2.4.3. Entorno Archestra

La plataforma de Archestra IDE permite desarrollar aplicaciones llamadas Galaxias como se muestra a continuación:

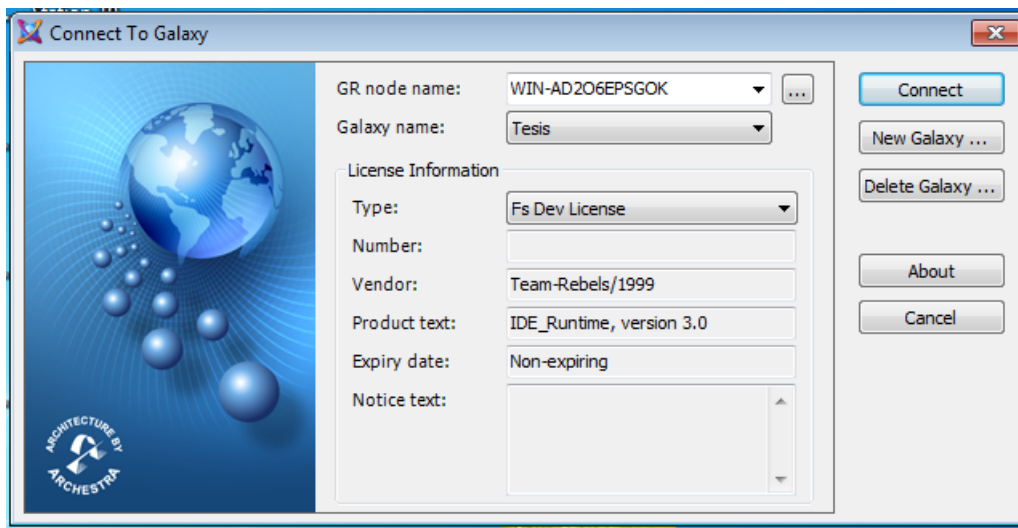


Figura 72: Ventana de creación de una nueva galaxia

Una vez creada la galaxia y conectándose a esta se despliega la pantalla principal, la cual consta de una barra de herramientas donde se pueden realizar varias funciones, entre las que destacan el Template Tollbox y Graphic Tollbox

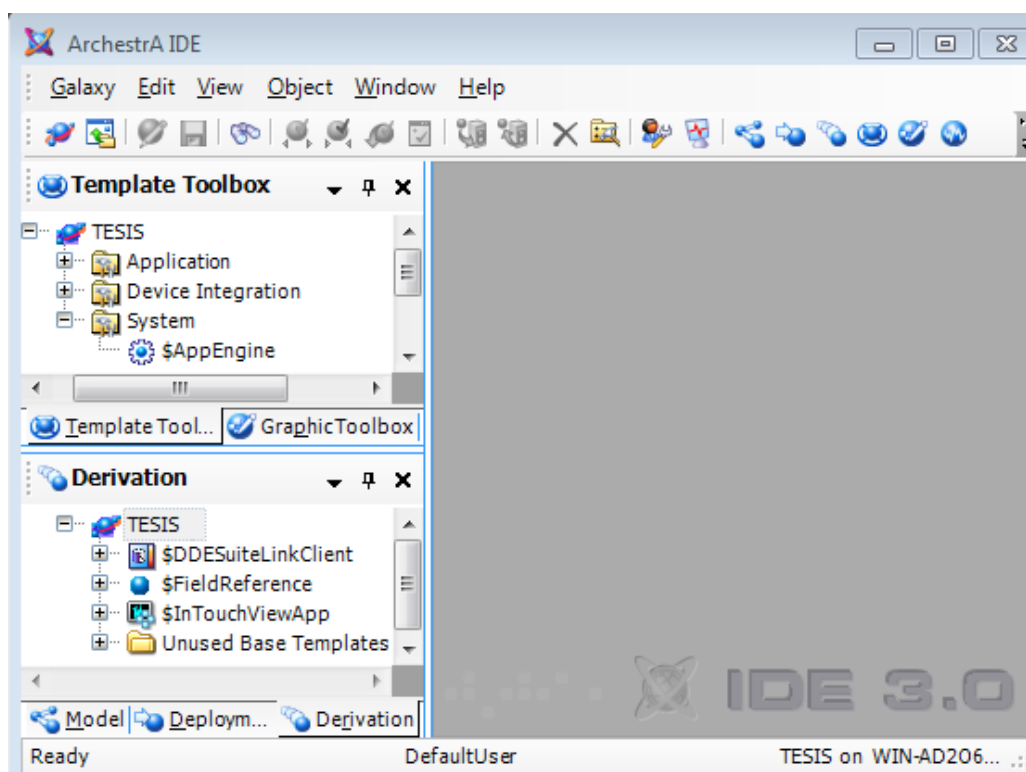


Figura 73: Pantalla principal de una galaxia creada

Características Gráficas de Archestra

La característica de crear varios símbolos propios da una gran flexibilidad al diseñador de la interfaz para tener aplicaciones más versátiles. La herramienta Symbol Editor Archestra incluye el asistente de edición de símbolos, que se puede utilizar para crear diferentes configuraciones visuales y funcionales de un símbolo. Estos símbolos multi-configurables son llamados Symbol Wizards. A continuación, se presenta un ejemplo de la herramienta e interfaz Graphic ToolBox de Archestra.

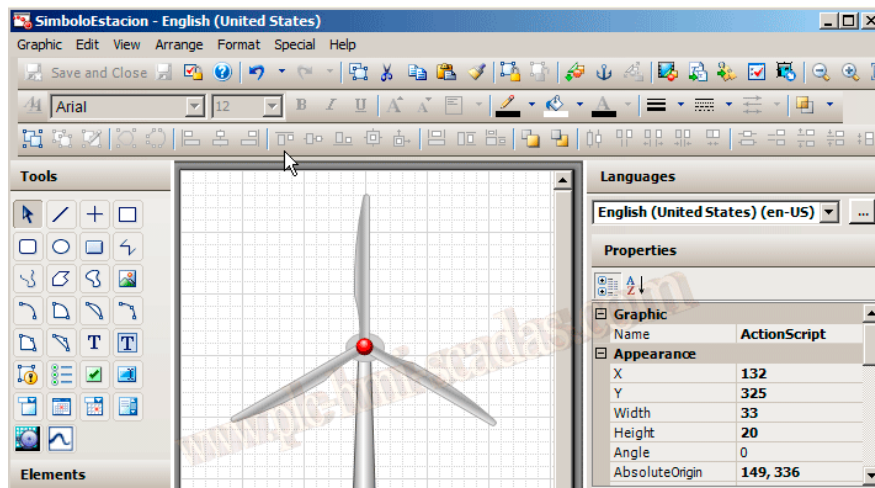


Figura 74: Interfaz gráfica del ToolBox de Archestra

El editor muestra un excelente trabajo al manejar varias herramientas de personalización gráfica, el número de símbolos que se pueden crear es ilimitado. Para guardar los símbolos se procede a crear una nueva carpeta.

La animación en el desarrollo de producción de alambre, consta de dos procesos el primero es elegir la acción que va realizar la animación, el que puede ser tanto de visualización, como de monitoreo para este caso se ha elegido la acción de visibilidad, para posteriormente es realizar la animación del mismo.

Archestra IDE, tiene el enfoque de ingeniería que se necesita para este trabajo de investigación, basados en objetos y entornos de desarrollo integrados, hacen que sea más fácil y más rápido para crear aplicaciones HMI estandarizadas e implementarlas. Todos los aspectos

del sistema pueden ser capturados en plantillas de aplicaciones reutilizables, motivo por el cual esta aplicación no será difícil de mantener y ampliar, es decir que tiene flexibilidad y características escalables.

En el sistema se realizaron varios aspectos conjuntamente con el IDE Archestra, que se mencionan a continuación:

- Creación y edición de nuevos símbolos mediante el Graphic Toolbox de Archestra.
- Animación de símbolos gráficos, con el objetivo de realizar la simulación de las etapas que constan en el sistema.
- Posibilidad de elegir varios modelos dinámicos y estáticos mediante el Template Toolbox de Archestra IDE.
- Una ilimitada capacidad de creación de variables, como también el importar y exportar las ventanas y símbolos creados.

4.2.5. Diseño de la Interfaz Humano – Maquina

4.2.5.1.Generalidades de Diseño

Para el diseño de la HMI se siguió los puntos nombrados dentro de la guía GEDIS, la filosofía, la guía de estilo y las herramientas de la plataforma. Definiendo su estructura, el tipo de usuario, parámetros ergonómicos y los requerimientos de la interfaz para un funcionamiento óptimo.

Dentro del proceso de diseño se establece desarrollar los siguientes puntos:

- Diseño de la consola
- Diseño del sistema HMI
- Requerimientos funcionales
- Diseño de pantallas

Los cuales se detallan su desarrollo en los siguientes literales.

4.2.5.1.1. Diseño de consola

El proceso de producción se monitorea y controla a través de la computadora que se utilizaría en caso de que se implementara, la estación de trabajo cuenta con aparatos de maniobra y un HMI basado sobre la plataforma Wonderware que conjuntamente proveen un control del proceso de fabricación de alambre y productos derivados. El proceso necesita a un operario de consola el cual realice acciones de control, monitoreo y mantenimiento por medio del HMI. La disposición de la consola se muestra en la Figura 75.

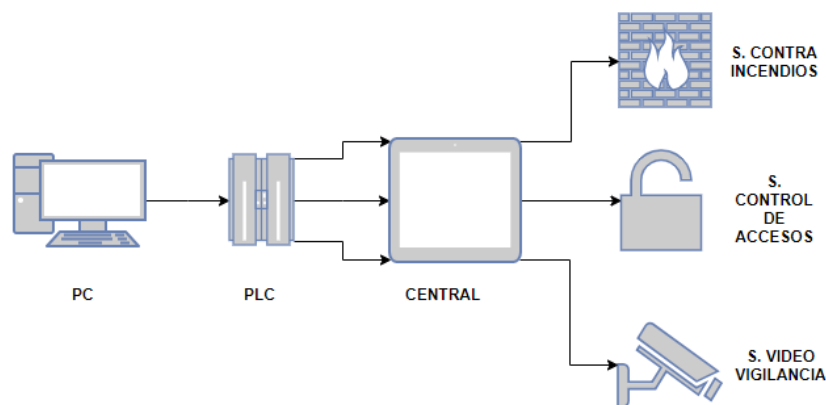


Figura 75: Diseño de Consola

4.2.5.1.1.1. Caracterización de Hardware

Los equipos necesarios para el correcto desempeño del proceso de producción del sistema, se describen a continuación:

- Fuente de alimentación
- Panel de control
- Switch
- Computadoras Windows 7 de 32 bits

4.2.5.1.1.2.Caracterización del Software

Con el fin de poder poner en marcha el sistema mediante los softwares señalados en los capítulos anteriores es necesario un PC, con un sistema operativo Windows 7 Profesional Ultimate de 32 bits para que exista la total compatibilidad con Orchestra.

La PC deberá disponer de un puerto de conexión ethernet para poder conectar e integrar las conexiones con cada dispositivo de los sistemas.

4.2.5.1.2. Diseño del sistema HMI

Como ya se dijo en la descripción de las “*Estrategias de diseño para un HMI*”, este debe ser intuitivo para los usuarios, la interfaz del sistema ha sido diseñada de manera que sea sencilla, cómoda y de fácil uso.

El diseño del HMI se ha centrado en las siguientes directrices:

- Consistencia
- Dar control al usuario
- Reducir la carga de información

4.2.5.1.2.1.Requisitos Primarios

Los requisitos primarios que debe contener el HMI se basan en la información, tareas y situaciones generales durante el proceso de producción que influyen en los sistemas.

De acuerdo con esto se dieron las características para dar control al operador, las cuales son:

- Permitir una cómoda navegación dentro del sistema y una fácil salida del mismo.
- Utilizar mensajes y textos descriptivos
- Por medio del HMI se da la impresión de manipularse directamente con la estación que se esté trabajando.

La interfaz evita al usuario tener que almacenar y recordar información, para ellos se determinaron las siguientes características:

- Presentar la información necesaria
- Aliviar la carga de memoria de corto alcance
- Basarse en el reconocimiento y no en lo recordado

4.2.5.1.2.2.Requisitos Secundarios

Es de vital importancia que exista una buena comunicación entre el proceso productivo y la HMI, para mantener informado al usuario de todo lo que está sucediendo, de forma que él pueda analizar las diferentes anomalías que se presenten, además de ajustar los diversos parámetros relacionados al proceso de control.

Para esto se han tomado en cuenta las siguientes consideraciones durante el proceso de diseño:

- No colocar demasiados objetos en la pantalla, y los que existen deben estar bien distribuidos
- El diseño este guiado al usuario
- Presentar la información necesaria

4.2.5.1.3. Requerimientos funcionales

Las necesidades presentadas por el sistema se encuentran orientadas a la visualización de los procesos individuales que realiza cada uno de los sistemas independientemente de la configuración en la que se encuentren ubicadas.

4.2.5.1.4. Diseño de pantallas

El proceso del diseño de las pantallas se rige en base a la estandarización previa de la interfaz, en la Figura 76, se establece qué procesos serán necesarios para obtener una interfaz funcional:

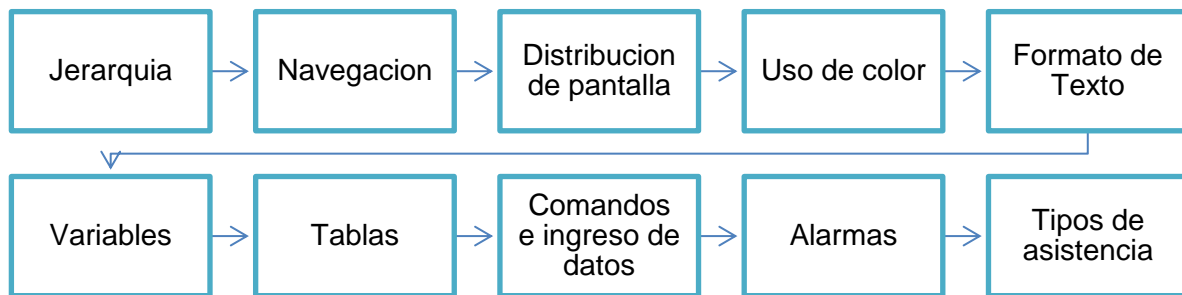


Figura 76: Proceso de Diseño

4.2.5.1.4.1. Jerarquía

En la Figura 77 se ha establecido el Mapa de la Arquitectura de Pantallas a ser empleado en el HMI para el sistema correspondiente al diseño planteado.

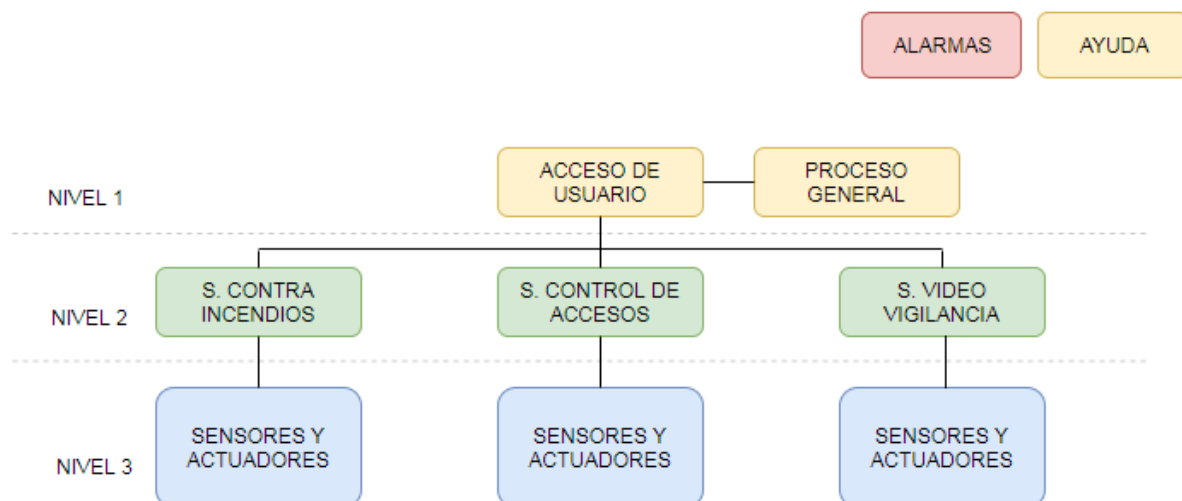


Figura 77: Arquitectura de pantalla

En la cual se indica que la interfaz cuenta con 7 pantallas las cuales han sido categorizadas en 3 niveles.

En la Tabla 59 se muestra un listado de pantallas con su función específica, tipo de nivel, la configuración con la que cuentan y sus dimensiones.

Tabla 59
Listado de Pantallas y su Función

Jerarquía de Pantallas				
Pantalla	Función	Tipo de nivel	Configuración de la Pantalla	Dimensiones
Acceso de Usuario	Permitir el ingreso al proceso general por medio de un usuario y contraseña.	Nivel 1	Replace	718x578
Proceso General	Mostrar información general y relevante tanto del proceso de la planta como de los sistemas	Nivel 1	Replace	1357x686
S. contra incendios S. control de accesos S. video vigilancia	Mostrar información específica y relevante de cada uno de los sistemas y su proceso en cada pantalla mencionada.	Nivel 2	Replace	1356x686
Alarmas	Muestra las alarmas que se presentan en el sistema.	Nivel emergente	Replace	1357x687
Ayuda	Muestra información de ayuda para el uso de las pantallas.	Nivel emergente	Replace	1370x687

Estos niveles de jerarquía establecen como se ha estructurado las pantallas de la HMI, lo cual determina una correcta navegación. Cada una se ha diseñado cumpliendo con la estandarización descrita del sistema.

4.2.5.1.4.2.Navegación

Según la guía GEDIS si existen pocos dispositivos de visualización, se debe usar una navegación horizontal, lo que permita que no sea un obstáculo para el operador, para ello se ha utilizado este tipo de navegación en base a la Arquitectura diseñada anteriormente.

En todas las pantallas se puede realizar una navegación a la pantalla anterior, siguiente, regresar a la de inicio y permitir el cierre de la pantalla.

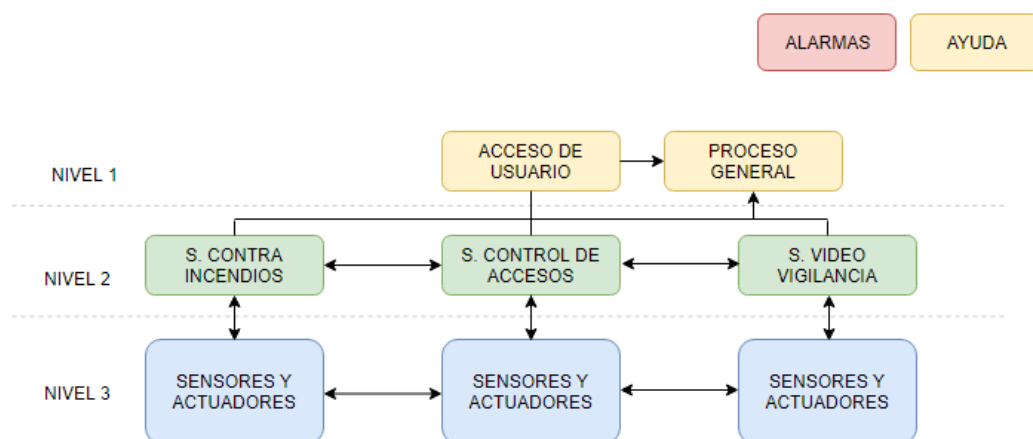


Figura 78: Navegación entre Pantalla

Los métodos de navegación a utilizar en cada una de las pantallas del HMI se muestran a continuación:

- Botones Gráficos
- Menús y Submenús

La jerarquía de las pantallas ha sido determinada según la importancia de cada una de ellas, y cual engloba varios procesos o información que pueden ser agrupados.

Es fundamental establecer la relación que van a tener para que sea posible la navegación y resolver los eventos que se puedan presentar de manera más rápida.

4.2.5.1.4.2.1. Navegación entre Niveles

En la Tabla 60 se muestra como está distribuida la navegación entre las pantallas de acuerdo con los niveles de jerarquía planteadas anteriormente.

Tabla 60

Navegación entre niveles

Nivel	Navegación
Nivel 1	Existe un flujo horizontal entre el nivel 1 Se tiene acceso únicamente al nivel 2
Nivel 2	Existe un flujo horizontal entre el nivel 2 Se tiene acceso con el nivel 1 y 3
Nivel 3	Existe un flujo horizontal entre el nivel 3 Se tiene acceso únicamente al nivel 2
Nivel emergente	Todos los niveles tienen acceso a este nivel

Se tomó en cuenta todos los criterios descritos dentro de la estandarización de la HMI, fundamentalmente el fácil acceso a todas las pantallas desde cualquier punto.

4.2.5.1.5. Menú y Submenús

El menú de la interfaz indicará cada una de las ventanas de la HMI, estableciendo botones alineados en la parte inferior de la pantalla. La información que tendrán los botones del menú se determina de acuerdo con la pantalla que se encuentra en ese momento.

La presentación de los menús es de una forma estática para todos los niveles.

La navegación de menús definidas en el diseño de las barras de herramientas que se muestra en la Figura 79.

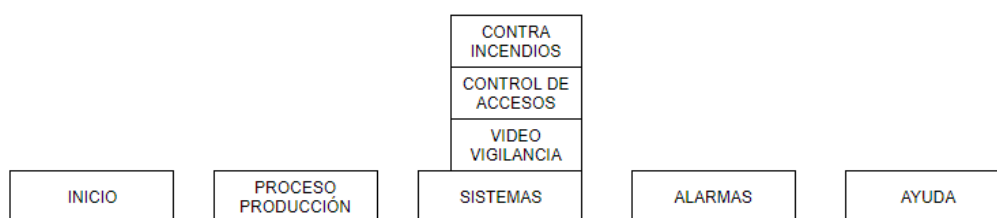


Figura 79: Barra de Menús del HMI

4.2.5.1.6. Distribución de pantalla

Las diferentes pantallas del HMI para el sistema cuentan con una correcta distribución de espacio de trabajo cumpliendo los estándares descritos para el diseño de las mismas, por lo tanto, se realizó plantillas siguiendo la guía GEDIS para una correcta visualización, monitoreo y manejo de las diferentes pantallas, evitando poner información innecesaria.

En base a las directrices establecidas en el capítulo anterior se han definido las diferentes pantallas a ser utilizadas como plantilla para el diseño del HMI. Estableciendo:

- Ubicación del título, hora, fecha y logotipo.

- Ubicación del menú del sistema
- Ubicación de las alarmas del proceso
- Ubicación del mímico del área o subárea
- Ubicación de funciones genéricas (Confirmación)

4.2.5.1.6.1. Acceso de Usuario

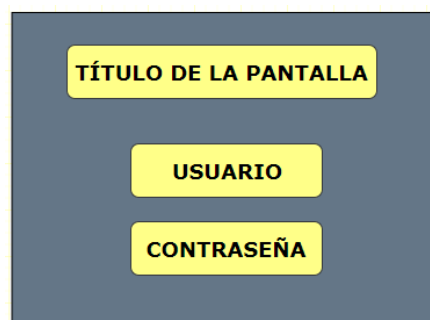


Figura 80: Esquemático de la Distribución de Pantalla de Acceso de Usuario

La pantalla de acceso al usuario contiene los siguientes elementos dentro de su espacio:

Usuario: Cuadro de texto donde se ingresará el nombre de usuario perteneciente al tipo de usuario (ingeniero u operario) que desea ingresar al sistema.

Contraseña: Cuadro de texto donde se ingresará la contraseña única perteneciente al tipo de usuario que desea ingresar al sistema.

4.2.5.1.6.2. Proceso General

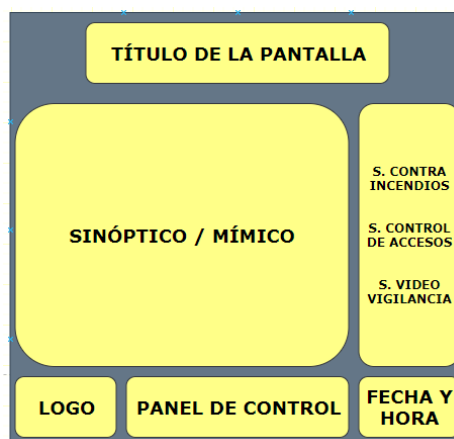


Figura 81: Esquemático de la Distribución de Pantalla del Proceso General

La pantalla del proceso general contiene los siguientes elementos dentro de su espacio:

Título del proyecto: Ubicado en la parte superior de la pantalla presenta el título principal que abarca a todo el proyecto.

Panel de control: Menú para poder dirigirse a varias pantallas: alarmas, ayuda, regresar a la principal.

Mímico del Proceso: Presenta gráficamente las principales partes y características del proceso de la presente estación de trabajo.

Barra de navegación de sistemas: Menú desplegable por el cual se podrá navegar hacia el panel de cada sistema.

Fecha-Hora: Ubicado en la parte inferior izquierda de la pantalla presenta la fecha y hora actuales en formato digital.

4.2.5.1.6.3.Subproceso de cada sistema

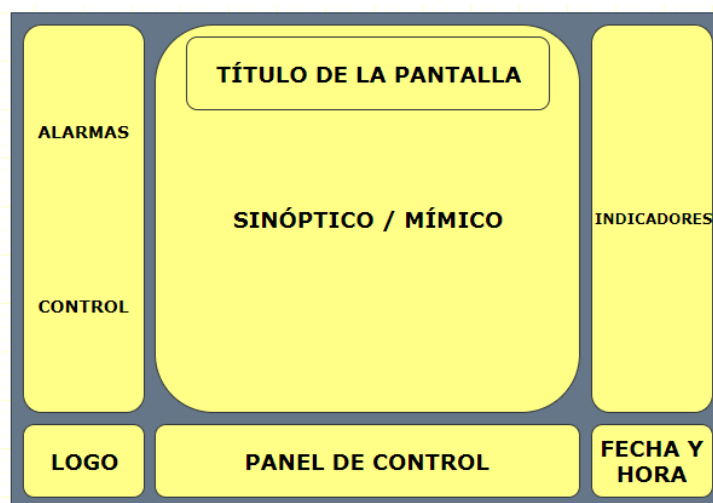


Figura 82: Esquemático de la Distribución de Pantalla del Subproceso de cada sistema

La pantalla del proceso contiene los siguientes elementos dentro de su espacio:

Título del proceso: Nombre correspondiente a la estación de trabajo actual

Barra de Alarmas: Presenta las posibles alarmas que pueden generarse y su importancia mediante indicadores lumínicos de diferentes colores

Mímico del sistema: Presenta gráficamente las principales partes y características del sistema actual.

Panel de control: Presenta y realiza las principales acciones de control del proceso (start, stop, reset, emergency stop).

Barra de Navegación: Submenú que permite moverse de una pantalla a otra tanto del mismo nivel, como de nivel inferior o superior.

Logo: Ubicado en la parte inferior izquierda de la pantalla, presenta la imagen del logo del departamento de electrónica.

Fecha-Hora: Ubicado en la parte inferior izquierda de la pantalla presenta la fecha y hora actuales en formato digital.

4.2.5.1.6.4.Alarmas

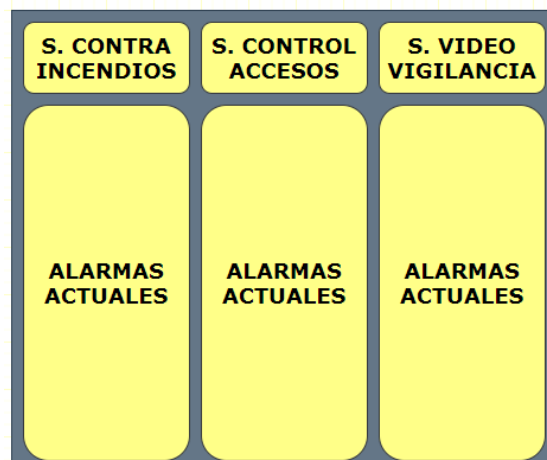


Figura 83: Esquemático de la Distribución de Pantalla de Alarmas

Barra de Alarmas: Presenta las posibles alarmas que pueden generarse y su importancia mediante indicadores lumínicos de diferentes colores

Tabla de Alarmas: Presenta las alarmas que han sido registradas a lo largo del tiempo.

Navegación: Submenú que permite navegar a través de las diferentes pantallas del sistema.

4.2.5.1.6.5. Ayuda

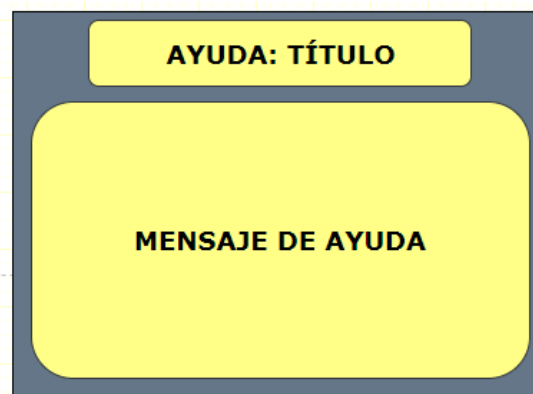


Figura 84: Esquemático de la Distribución de Pantalla de Ayuda

Nombre de la pantalla: Presenta el nombre o título de la actual pantalla.

Mensaje de ayuda: Indica una breve descripción de qué se refiere la pantalla y como utilizarla.

CAPÍTULO V

5. PRUEBAS Y RESULTADOS

5.2. Tablas HAZOP resultados

Para poder realizar adecuadamente las tablas HAZOP, inicialmente se obtienen los resultados de las desviaciones encontradas en los nodos de cada área, una vez obtenidos los resultados, se van detallando cada uno de los parámetros y se crean las medidas correctas para las consecuencias que existirán en cada desviación. A continuación, se muestra los resultados finales en las siguientes tablas HAZOP.

5.2.2. Tabla HAZOP del método aplicado en área 1.

Tabla 61

Resultados de método HAZOP aplicado en área 1

NODOS	VARIABLES	PALABRA GUÍA	DESVIACIÓN	POSIBLES CAUSAS	POSIBLES CONSECUENCIAS	MEDIDAS CORRECTAS
1.Cocina a gas	Presión	No	Fuga de gas por quemadores	Hornillas deterioradas	Explosión de cocina por medio de mezcla de GLP, aire y algún fosforo, tabaco, vela encendido	Mantenimiento o programado cada cierto tiempo de cocina
				Mangueras en mal estado	Incendio en toda el área de cocina, comedor	Revisión de estado de mangueras constantemente

CONTINÚA



2. Cilindro de GLP

			Horno con sobresalida de gas Concentración de GLP en área cerrada	Quemaduras a personas cercanas a hornillas de cocina	Capacitación a personal de cocina a realizar mantenimiento preventivo
Presión	No	Fuga de gas por válvulas	Fugas en válvula de presión del cilindro	Salida de llama al tener válvula en mal estado al momento de conectar con manguera, quemaduras graves a personal que opera en la cocina	Revisión de estado de válvulas, mangueras previo a uso
			Mangueras deterioradas	Incendio en toda el área de cocina, comedor	Revisión de tanque de gas, limpieza de anillos y conexiones
			Sin anillos de seguridad en las conexiones	Explosión grande lo que provoca destrucción en toda el área, caída de paredes, techos, incendios.	Adquirir cilindros de gas con clientes confiables y seguros
			Insumos y conexiones mal hechas		

CONTINÚA



3. Equipos de computo	Corrientes eléctricas	No	Contactos de enchufes, fuentes de voltaje con líquidos	Fugas de agua por fuertes aguaceros	Incendios en equipos de cómputo, quemaduras en personal y pérdida de información	Revisión de parte eléctrica cada cierto periodo de tiempo
				Tomas corrientes en mal estado	Apagón en toda el área, evitando evacuación de personal y se genera una pérdida total de información	Mantenimiento a equipos de computo
				Riego de líquido en algún equipo, enchufes	Explosión de elementos críticos en equipos, incendio provocado por fallas en toma corrientes, líquidos y cables en mal estado	Respaldo de toda la información
				Cables en mal estado		No contener bebidas ni líquidos cerca de equipos de computo

5.2.3. Tabla de resultados del método HAZOP aplicado en el área 2.

Tabla 62

Resultados método HAZOP aplicado en área 2

NODOS	VARIABLES	PALABRAS GUÍA	DESVIACIONES	POSIBLES CAUSAS	POSIBLES CONSECUENCIAS	MEDIDAS CORRECTAS
-------	-----------	---------------	--------------	-----------------	------------------------	-------------------

CONTINÚA



1. Proceso de galvanizado	Temperatura	Más	Picos altos de temperatura	Límite de tiempo exagerado del alambre en el horno	Fundición de alambre lo que provoca daños en horno y riesgo a explosión del mismo	Mayor control y supervisión de medidas de temperatura
				Temperatura excesiva en el horno	Incendio todo el proceso de galvanizado a contraer temperaturas fuera de límite en hornos y tinas de agua y zinc.	Mantenimiento preventivo a hornos
				Ácido clorhídrico en temperaturas muy elevadas	Humo y vapor dentro de toda el área de galvanizado por temperaturas fuera del límite	Limpieza de tinas y revisión de elementos
				Salpicadura de elementos de limpieza del alambre		
2. Limpieza del alambre	Nivel	Más	Fuga de ácido clorhídrico en tinas	Tinas sin mantenimiento	Mezcla de ácido clorhídrico con demás elementos de limpieza de alambre provocando explosiones dentro de esa área	Mayor control del nivel de ácido clorhídrico en tinas
				Ingreso incorrecto del alambre a las tinas	Inhalación de vapores por temperaturas inadecuadas en tinas	Mantenimiento o programado de tinas y recipientes
				Nivel de ácido clorhídrico fuera de límite	Quemaduras a personal y posibles incendios por alambres sueltos a muy altas temperaturas	Capacitación a operadores de mayor seguridad en la línea de limpieza del alambre

CONTINÚA



				Sal amoniacal con temperaturas elevadas		
3. Aleación entre alambre y zinc	Temperatura	Más	Temperatura fuera de rango	Zinc en elevadas temperaturas, mayores a 500°C	Derrame de zinc hirviendo lo que provocaría incendios junto a la mezcla de otros elementos	Mayor monitoreo y control de tinas de zinc
				Máquinas con mal funcionamiento	Una mala aleación entre alambre y zinc provocando daños en procesos posteriores	Mantenimiento preventivo a maquinarias y tinas del proceso
				Funcionamiento inadecuado	Vapores excesivos por una mala aleación provocando contaminación en el ambiente y posibles explosiones	Alertas sobre posibles vapores con altos grados de temperatura y contaminación
				Mezcla de zinc con elementos inflamables		
4. Tratamiento de efluentes	Nivel	Otro	Nivel fuera de rango de pozos y tanques	Tanques deteriorados	Posibles explosiones con elementos inflamables al momento de existir derrame de efluentes	Control y cuidado al momento de trasladar efluentes a tanques y pozos
				Niveles muy altos de efluentes en pozos	Incendios y quemaduras provocados por sobre llenado de pozos	Aplicar normas de seguridad en área de efluentes para no existir mezcla de elementos que generen peligro

CONTINÚA



	Agitadores sin mantenimiento	Daño en toda la línea de producción provocando daños en hornos y tinas con temperaturas mayores a 700°C.	Mayor control y monitoreo del nivel existente de los pozos y tanques
	Fugas de líquidos en mangueras		

5.2.4. Tabla de resultados del método HAZOP aplicado en el área 3.

Tabla 63

Resultados método HAZOP aplicado en área 3

	VARIABLE	PALABRA GUÍA	DESVIACIÓN	POSIBLES CAUSAS	POSIBLES CONSECUENCIAS	MEDIDAS CORRECTAS
1. Cuarto de rack	Corriente	Otro	Corto circuito en equipos	Puertos en mal estado	Incendios provocados por corto circuitos en equipos conectados al switch	Revisión programada de la parte eléctrica y conexiones del rack
				Líquido en equipos	Para obligada en proceso de producción por daños en equipos y máquinas	Mantenimiento a aire acondicionado para mantener una correcta temperatura
				Picos de voltajes altos	Daños en toda la parte de comunicación de la línea de producción	Alarma indicadora al momento de que exista algún aumento importante de temperatura
				Mala refrigeración de cuarto		
2. Combustible de automóviles y	Combustible	No	Fuga de combustible en vehículos	Fuga de combustible en parqueaderos	Incendio generado por explosión a causa de fuga de combustible	Mayor control y precaución en seguridad al momento de transportar tanto producción como en los peatones
				Colillas de tabaco en el suelo	Personal con graves quemaduras	Exigir cumplimiento de normas de seguridad

CONTINÚA



			Tabacos encendidos dentro de parqueadero	Daños en instalaciones	Revisión constante de montacargas	
3. Colisión de montacargas y automóviles	Combustible	No	Derrame de combustible a causa de colisión	Desconcentración por parte de operadores o personal	Incendio generado por colisión o volcamiento en el área de parqueo	Exigir cumplimiento de normas de seguridad
				Manejo de vehículos fuera del rango de velocidad	Daños y quemaduras en áreas cercanas al parqueadero, posible peligro en línea de producción	Mayor monitoreo de cumplimiento de normas
				Negligencia por parte de trabajadores	Incendio causado por derrame de combustible de montacargas en mal estado o accidentado	Revisión y mantenimiento de montacargas

5.3. Resultados de la simulación de la HMI del sistema

Se realizó una interfaz acorde a los componentes y características del sistema diseñado, siguiendo como referencia la guía GEDIS para su desarrollo, llevando a cabo sugerencias de colores, estructura y colocación de elementos en las pantallas del HMI, con esto ofreciendo un funcionamiento adecuado acorde al sistema y con un desempeño positivo por parte del operador, ya que está diseñado para que sea lo más intuitivo posible y sencillo de manejar.

La interfaz consta de 7 pantallas, las cuales se indican su desarrollo en el capítulo IV y en Anexos se podrá apreciar las pantallas de cómo están actualmente junto a su respectivo manual de usuario el cual muestra el funcionamiento del mismo.

A continuación, se presenta cómo está estructurada la interfaz y cada una de sus pantallas.

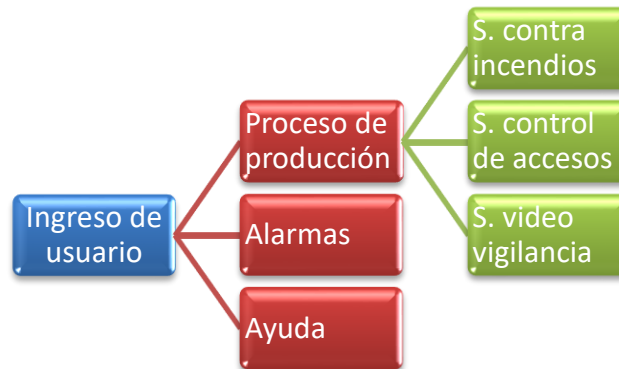


Figura 85: Estructura del HMI

La HMI está desarrollada de acuerdo a las especificaciones del diseño del sistema y a su lógica de control, consta de un simulador de estaciones manuales y de temperatura para poder apreciar su funcionamiento. En cada área delimitada el control varía de acuerdo a la temperatura, por lo tanto, el funcionamiento se centra en el área principal, siendo este el proceso de producción (dobladora) que será mostrado en la pantalla general y donde inicia todo el desarrollo del sistema.

A continuación, se muestra el funcionamiento del sistema diseñado en cada una de las pantallas con un ejemplo de incendio en el área 2 (dobladora).

Aquí se muestra la primera pantalla que es la de ingreso a la interfaz



Figura 86: Pantalla de ingreso a inicio

Se ingresa con el usuario de ingeniero



Figura 87: Inicio de sesión de ingeniero

Aquí se muestra la pantalla general donde se encuentra el proceso de la producción



Figura 88: Pantalla general, proceso de producción

La pantalla de proceso de producción cuando existe un incendio, se puede apreciar altas temperaturas, humo, fuego y los sensores, actuadores activos



Figura 89: Incendio en área de proceso de producción (área 2)

Pantalla del sistema contra incendios, incendio en área 2

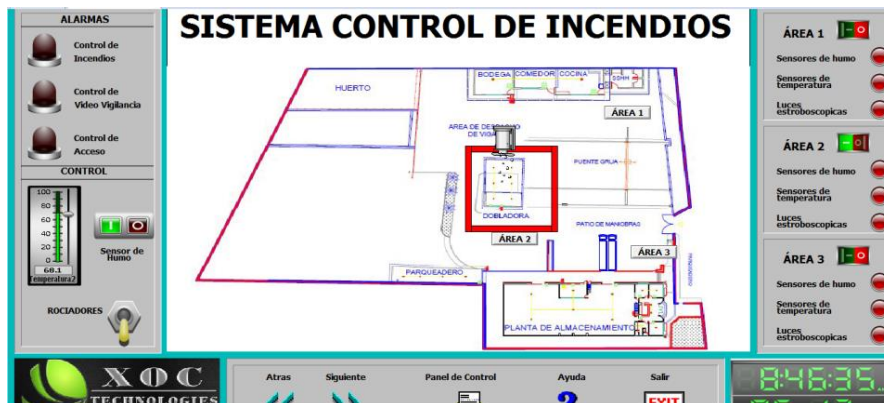


Figura 90: Pantalla de S. contra incendios

Pantalla de sistema de video vigilancia, cámaras activas en área 2



Figura 91: Pantalla de S. video vigilancia

Pantalla de sistema de control de accesos, puertas abiertas en el área 2

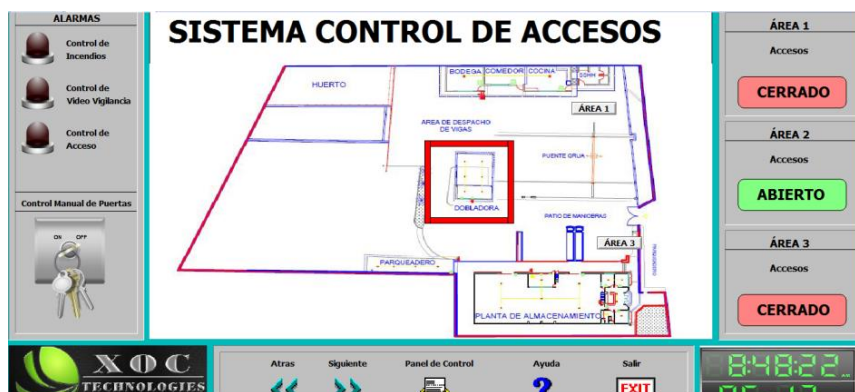


Figura 92: Pantalla de s. control de accesos

Pantalla de alarmas, sensores y actuadores activos en área 2

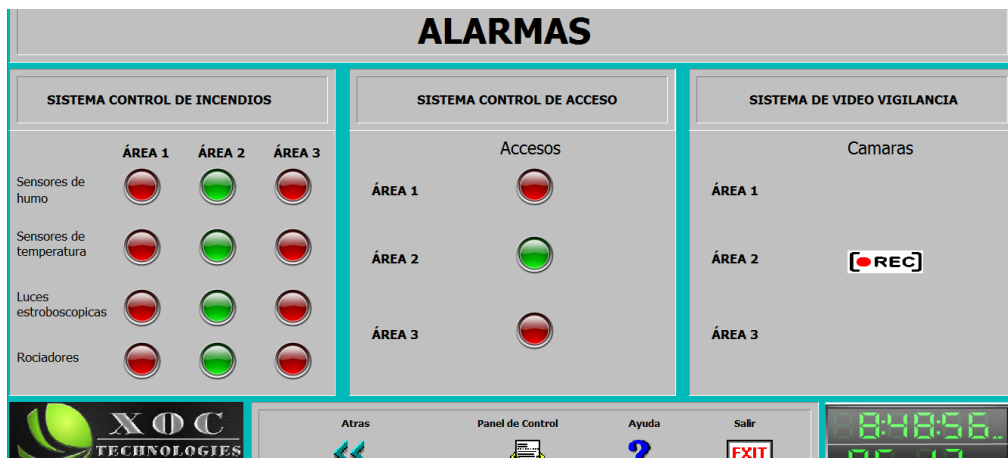


Figura 93: Pantalla de alarmas

Pantalla de ayuda

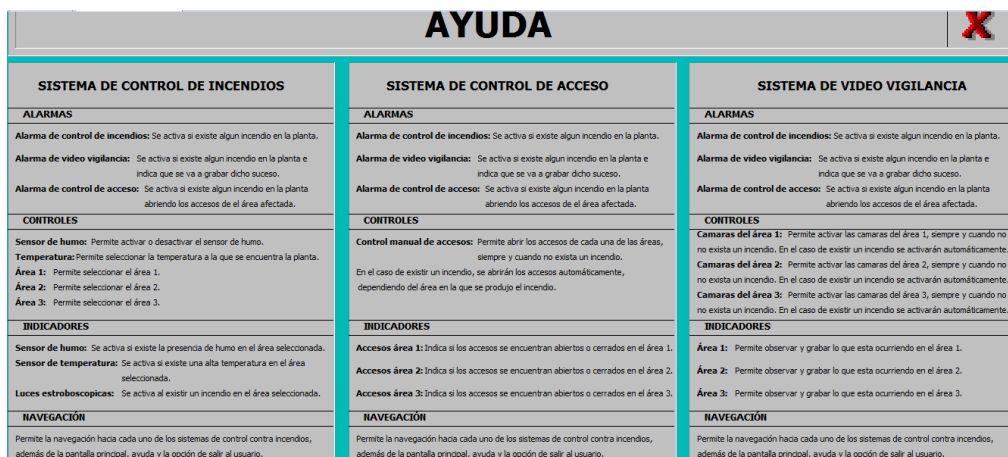


Figura 94: Pantalla de ayuda

CAPÍTULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- Se realizó el diseño y simulación de un sistema integrado contra incendios, control de accesos y video vigilancia para una empresa metalúrgica, aplicando cada una de las normas necesarias para un correcto y eficiente funcionamiento del sistema y de la simulación del mismo por medio de un HMI.
- Para la evaluación de riesgos se aplicó el método HAZOP, el cual encuentra las posibles desviaciones o riesgos que puedan existir en determinada área de una empresa según el trabajo que se esté realizando, en este caso donde más desviaciones se encontró fue en el área 2 (dobladora), el cual contiene todo el proceso de la fabricación de alambre y sus derivados, y es dónde más riesgos se tiene al momento de trabajar con temperaturas que sobrepasan los 400°C, se encontró las posibles soluciones a los riesgos existentes.
- Se logró desarrollar una interfaz agradable para la vista, intuitiva y eficiente para un correcto control y monitoreo de los sistemas diseñados, siguiendo las recomendaciones de la guía GEDIS.
- Finalmente, la realización de este proyecto ayudó a ampliar y aplicar los conocimientos obtenidos durante toda la carrera de electrónica en automatización y control, a su vez, se ayuda a la empresa a tener más opciones para brindar una mejor seguridad tanto a los trabajadores como a los bienes de la empresa.

6.2. Recomendaciones

- Para una implementación del sistema, se recomienda seguir las guías de instalación de cada uno de los equipos junto a los diagramas de conexión que se muestran en anexos para evitar falencias en su funcionamiento.
- En caso de instalar el sistema, se recomienda programar mantenimiento preventivo-correctivos cada cierto periodo de tiempo a todos los dispositivos con el fin de evitar mal funcionamiento y disminuir su vida útil.
- Se recomienda entregar el manual de usuario de la HMI a cada uno de los operarios que se encargarán del monitoreo del proceso mediante la interfaz.
- Se recomienda realizar capacitaciones de actualización de conocimientos sobre los sistemas diseñados con el fin de operar adecuadamente los equipos.
- En caso de instalar el sistema, es necesario realizar varias pruebas en diferentes circunstancias de trabajo, con el fin de detectar y corregir errores que se presenten en ese instante. Con esto se garantiza el bienestar tanto de los empleados como de los equipos.

Referencias Bibliográficas

- Abarca, J. (Marzo de 2017). *Guía técnica: Métodos cualitativos para el análisis de riesgos*. Obtenido de http://www.proteccioncivil.es/catalogo/carpeta02/carpeta22/guiatec/Metodos_cualitativos/cuali_215.htm
- Alarmas acusticas y visuales*. (18 de Noviembre de 2014). Obtenido de <http://alarmasacusticas.blogspot.com/2014/11/estacion-manual-de-alarma-contra.html>
- Anrango, E. (2017). *Innotec*. Obtenido de <http://www.innotec.com.ec/productos-sistema-contra-incendios.html>
- Automation. (3 de agosto de 2014). *PROTOCOLO BACNET EN ECOAUTOMATIZACIÓN*. Obtenido de <https://intrave.wordpress.com/2016/08/03/protocolo-bacnet-en-ecoautomatizacion/>
- Bernal, J. (22 de Agosto de 2016). *Todo alarmas*. Obtenido de <https://www.todoalarmas.cl/product/522232/central-de-alarmas-dsc-1832-8-zonas>
- Bestratén Villoví, M. (1988). *NTP 238: Los análisis de peligros y de operabilidad en*. Obtenido de https://www.insst.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_238.pdf
- Camara-seguridad*. (s.f.). Obtenido de <http://camara-seguridad.com.mx/blog/consejos/147-que-son-las-camaras-domo>
- Carrion, S. (Junio de 2016). *Nexus*. Obtenido de <http://www.nexus.com.pe:8081/productos-detalle/honeywell-5140mps-2-estacion-manual/>
- Cobo, R. (2008). *EL ABC DE LA AUTOMATIZACIÓN*. Obtenido de <http://www.aie.cl/files/file/comites/ca/abc/hmi.pdf>
- Digfineart.com*. (s.f.). Obtenido de <https://www.digfineart.com/Xb16gdWzJ/>
- Erwin. (Noviembre de 19 de 2010). *Guia GEDIS*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/Buzz80/gua-gedis>
- Fermax*. (24 de Noviembre de 2016). Obtenido de <https://blog.fermax.com/esp/que-tener-en-cuenta-al-elegir-un-sistema-de-control-de-acceso>
- Fire, S. (16 de Diciembre de 2014). *Central de deteccion de incendios*. Obtenido de <http://grupofire.com/central-de-deteccion-de-incendios/>
- Freedman, P. (2003). Hazop. *Tecna S.A.*
- Freedman, P. (2008). HAZOP como metodologia de analisis de riesgos. *Tecna S.A.*
- García, Á. (2013). *Normativa y reglamentación de proyectos industriales*. Cartagena: Universidad Politécnica de Cartagena.
- Giordano, J. L. (2 de Mayo de 2006). *Profisica*. Obtenido de <http://www.profisica.cl/comofuncionan/como.php?id=11>

- González Villareal, M. (2017). *Aplicación del análisis de riesgos y operabilidad HAZOP sobre planta de hidrocaronilación de dimetileter a media presión*. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- HIKVISION. (s.f.). Obtenido de <https://www.hikvision.com/es/Products/Access-Control/Card-Reader/11-Series/DS-K1101M/MK+--+>
- Hikvision. (Noviembre de 2015). *Hikvision*. Obtenido de <https://www.hikvision.com/es/Products/Access-Control/Card-Reader/11-Series/DS-K1101M/MK>
- ISA. (2016). *ISA 101. Human - Machine Interfaces*. Recuperado el 22 de 06 de 2017, de <https://www.isa.org/isa101/>
- ISO4. (2019). *ISO4DOCS*. Obtenido de <https://iso4docs.com/hazop-como-metodologia-de-analisis-de-riesgos/>
- NFA-FUN. (1996). *NFPA 72*. 1996.
- NFPA. (2014). NFPA en latinoamerica. *NFPA JLA E Newsletter*.
- NFPA72. (s.f.). *Codigo nacional de alarmas de incendio*. 1996.
- Palermo, I. (2017). *Ingeniería e instalaciones industriales de Maresme*. Obtenido de Ingeniería e instalaciones industriales de Maresme: <https://www.indelmar.com/?p=1063>
- Pere Ponsa, A. G. (s.f.). *Diseño de Pantalla*. Universidad Politecnica de Catalunya. Recuperado el 28 de junio de 2017
- Polo Cabezas, R. (2008). *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN REGISTRADOR DE TEMPERATURA ReTe8 VERSIÓN 1.0 BASADO EN EQUIPAMIENTO BRAINCHILD*. Obtenido de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/506/1/T-ESPE-019530.pdf>
- Ponsa, P. (2014). *Creación de guía ergonómica para el diseño de la interfaz de supervisión*. Barcelona.
- Rigotech. (2013). Obtenido de <http://www.rigotech.com.ec/es/productos/bosch-fpd-7024/bo-d7050th>
- Rigotech. (2013). Obtenido de <http://www.rigotech.com.ec/es/productos/bosch-fpd-7024/bo-w-hsr>
- Rigotech. (2013). Obtenido de <http://www.rigotech.com.ec/es/productos/bosch-fpd-7024/bo-fmm-7045>
- Rigotech. (2013). Obtenido de <http://www.rigotech.com.ec/es/productos/control-de-accesos-soyal/sy-ar-721u>
- Rojas, A. (2015). *Ideal Alambrec*. Obtenido de <https://idealalambrec.bekaert.com/es-MX>
- Rosero, W. (11 de Enero de 2015). *Prana INC*. Obtenido de http://www.prainc.com.ec/deteccion_incendios_honeywell_1.htm
- RTQ. (2015). *Prevencion de incendios*. Quito.
- SAC. (15 de Enero de 2017). *Sistema de deteccion y alarma contra incendio*. Obtenido de <https://www.slideshare.net/FritzAlanocaFlores/sistemas-de-deteccion-y-alarmas-contraincendio-71024880>

- Sastoque, S. (2016). *Metodología para la construcción de Interfaces Gráficas Centradas en el Usuario*. Nuevas Ideas en Informática Educativa. Obtenido de <http://www.tise.cl/volumen12/TISE2016/314-324.pdf>
- Suárez, M. (2014). La metodología HAZOP aplicada en el análisis de riesgos. México. *tdt Profesional*. (s.f.). Obtenido de <https://www.tdtprofesional.com/es/seguridad-cctv/accesorios-de-videovigilancia/baluns.html>
- TecnoSeguro. (26 de Junio de 2011). Obtenido de El protocolo BACnet en el Manejo y Seguridad de Edificios: <https://www.tecnoseguro.com/noticias/integracion/el-protocolo-bacnet-en-el-manejo-y-seguridad-de-edificios>
- TECNOseguro.com*. (26 de Junio de 2011). Obtenido de <https://www.tecnoseguro.com/noticias/integracion/el-protocolo-bacnet-en-el-manejo-y-seguridad-de-edificios>
- Ticbeat. (2018). *Cómo cuidar tu postura si trabajas frente a un ordenador*. Obtenido de <https://www.ticbeat.com/salud/como-cuidar-tu-postura-si-trabajas-frente-a-un-ordenador/>
- Valladares Rojas, I. (2016). *Análisis e implementación de mejoras en los mapas de riesgos del área básica de la empresa ideal Alambrec*. Quito: UDLA.
- Vivero, M. (15 de Agosto de 2015). *Luz estroboscópica*. Obtenido de <https://prezi.com/gnmc5w2phw4x/que-es-la-luz-estroboscopica/>
- Wonderware. (Noviembre de 2017). *Wonderware Benelux*. Obtenido de <http://www.wonderware-benelux.com/products/hmi-reports/>
- Wonderware. (Noviembre de 2017). *Wonderware Spain*. Obtenido de <http://www.wonderware.es/hmi-scada/intouch/>