

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**



**TESIS**

**“MODELO DE SISTEMA DE DETECCIÓN DE GASES CON  
PANELES FOTOVOLTAICOS Y LA DISMINUCIÓN DE RIESGO  
DE INCENDIOS EN LOCALES DE COMIDA RÁPIDA, CALLAO  
2021”**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO ELECTRICISTA**

**AUTORES:**

**Bach. CASTILLO CACEDA, Johan Cesar**

**Bach. GUZMAN ALVA, Pedro Sebastian**

**Bach. RAFAEL CHACON, José Miguel**

**ASESOR:**

**Dr. Ing. MENDOZA APAZA, Fernando**

**Callao, 2022**

**PERÚ**



## **HOJA DE REFERENCIA DEL JURADO Y APROBACIÓN**

**PRESIDENTE : Mg. Ing. Jessica Rosario Meza Zamata**  
**SECRETARIO : Mg. Ing. Marcelo Carlos Damas Flores**  
**VOCAL : Mg. Lic. Antenor Leva Apaza**  
  
**ASESOR : Dr. Ing. Fernando Mendoza Apaza**

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**  
**ACTA PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL POR LA**  
**MODALIDAD DE TESIS SIN CICLO DE TESIS**

A los 4 días del mes de marzo del 2022 siendo las 12:00 horas se reunió el Jurado Examinador de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica conformado por los siguientes Docentes Ordinarios de la Universidad Nacional del Calla, (Res. Resolución DECANAL N°013-2022-DFIEE)

Mg. Ing. JESSICA ROSARIO MEZA ZAMATA	Presidente
Mg. Ing. MARCELO CARLOS DAMAS FLORES	Secretario
Mg. Ing. PEDRO ANTONIO SÁNCHEZ HUAPAYA	Vocal
Mg. Lic. ANTENOR LEVA APAZA	Suplente

Con el fin de dar inicio a la exposición de Tesis de los señores Bachilleres CASTILLO CACEDA, JOHAN CESAR; GUZMAN ALVA, PEDRO SEBASTIAN y RAFAEL CHACON, JOSE MIGUEL quienes habiendo cumplido con los requisitos para obtener el Título Profesional de Ingeniero Electricista tal como lo señalan los Arts. N° 12 al 15 del Reglamento de Grados y Títulos, sustentarán la Tesis Titulada "MODELO DE SISTEMA DE DETECCIÓN DE GASES CON PANELES FOTOVOLTAICOS Y LA DISMINUCIÓN DE RIESGO DE INCENDIOS EN LOCALES DE COMIDA RÁPIDA, CALLAO 2021", con el quórum reglamentario de ley, se dio inicio a la exposición, considerando lo establecido en los Art. N° 14 y 17 del Reglamento de Grados y Títulos dado por Resolución N° 047-92-CU, en el Capítulo N° 06, corresponde al otorgamiento del Título Profesional con Tesis, efectuadas las deliberaciones pertinentes se acordó:

Dar por Aprobado Calificativo Bueno nota: 14 a los expositores CASTILLO CACEDA, JOHAN CESAR; GUZMAN ALVA, PEDRO SEBASTIAN y RAFAEL CHACON, JOSE MIGUEL con lo cual se dio por concluida la sesión, siendo las 13:15 horas del día del mes y año en curso.

Es copia fiel del folio N° 185 Del Libro de Actas de Sustentación de Tesis de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica – UNAC.

  
.....  
**JESSICA ROSARIO MEZA ZAMATA**  
**PRESIDENTE**

  
.....  
**MARCELO CARLOS DAMAS FLORES**  
**SECRETARIO**

.....  
**VOCAL**

  
.....  
**ANTENOR LEVA APAZA**  
**SUPLENTE**



## **DEDICATORIA**

El presente trabajo investigativo lo dedicamos principalmente a Dios, por ser el inspirador y darnos fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A nuestros padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes hemos logrado llegar hasta aquí y convertirnos en lo que somos. Ha sido el orgullo y el privilegio de ser sus hijos, son los mejores padres.

A nuestras hermanas (os) por estar siempre presentes, acompañándonos y por el apoyo moral, que nos brindaron a lo largo de esta etapa de nuestras vidas.

A todas las personas que nos han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a Dios por bendecirnos la vida, por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Gracias a nuestros padres, por ser los principales promotores de nuestros sueños, por confiar y creer en nuestras expectativas, por los consejos, valores y principios que nos han inculcado.

Agradecemos a nuestros docentes de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Nacional del Callao, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra profesión.

INDICE	
INDICE DE FIGURAS .....	9
INDICE DE TABLAS .....	11
RESUMEN .....	1
ABSTRACT .....	2
INTRODUCCIÓN .....	3
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	4
1.1 Descripción de la realidad problemática. ....	4
1.2 Formulación de problema .....	5
1.2.1 Problema General: .....	5
1.2.2 Problemas Específicos.....	5
1.3 Objetivos.....	5
1.3.1 Objetivo General: .....	5
1.3.2 Objetivos Específicos:.....	5
1.4 Justificación .....	6
1.4.1 Justificación Práctica.....	6
1.4.2 Justificación Social .....	6
1.5 Limitantes de la investigación .....	6
II. MARCO TEÓRICO.....	7
2.1 Antecedentes:.....	7
2.1.1 Internacional.....	7
2.1.2 Nacional. ....	9
2.2 Bases teóricas .....	11
2.2.1 Sistema de detección de gases .....	11
2.2.2 Riesgo de Incendio .....	11
2.2.2.1 Combustible. ....	12
2.2.2.2 Elementos que intervienen en el fuego:.....	12
2.2.2.3 Sistema de detección de incendios.....	12
2.2.2.4 Tipos de sistemas de detección.....	12
2.2.2.5 Detección humana .....	13
2.2.2.6 Detección automática .....	13
2.2.2.7 Convencional .....	13
2.2.2.8 Convencional direccionable .....	14
2.2.2.9 Análoga direccionable.....	15

2.3	Teorías relacionadas con el tema.....	36
2.4	Definición de términos básicos .....	38
2.4.1	Incendio.....	38
2.4.2	Causas de incendio.....	38
2.4.3	Riesgos de incendio.....	39
2.4.4	Sistemas de detección y alarmas.....	39
III.	HIPÓTESIS Y VARIABLES .....	40
3.1	Hipótesis.....	40
3.1.1	Hipótesis general: .....	40
3.1.2	Hipótesis específicas:.....	40
3.2	Definición conceptual de variables. ....	40
3.3	Operacionalización de variable.....	41
IV.	DISEÑO MÉTODOLÓGICO.....	42
4.1	Tipo y diseño de investigación.....	42
4.2	Método de investigación. ....	42
4.3	Población y muestra. ....	42
4.4	Lugar de estudio. ....	43
4.5	Técnicas e instrumentos para la recolección de la información.....	43
4.6	Análisis y procesamiento de datos. ....	43
4.7	Aspectos Éticos .....	44
V.	RESULTADOS .....	45
5.1	Sistema de protección contra incendios ILSA S.A.....	45
5.1.1	Sistema de detección.....	45
5.1.1.1	Componentes.....	46
5.1.1.2	D 7050-B6 base de detector de dos hilos .....	48
5.1.1.3	D 7039 Módulo de expansión multiplexado .....	49
5.1.1.4	Palancas de aviso.....	50
5.1.1.5	FMM 7045 estación de detección manual direccionable. ....	50
5.1.1.6	Distribución de dispositivos.....	52
5.1.1.7	D 7050 detector de humo fotoeléctrico direccionable .....	52
5.1.1.8	FMM 7045 estación de detección manual direccionable. ....	52
5.1.1.9	D 7050-B6 base de detector de dos hilos .....	53
5.1.1.10	D 7050 detector de humo fotoeléctrico direccionable. ....	54
5.1.1.11	FMM 7045 estación de detección manual direccionable .....	55

5.1.1.12 Componentes.....	58
5.1.1.13 Distribución de dispositivos.....	60
5.1.1.14 Instalación.....	61
5.1.2 Sistema de control .....	61
5.1.2.1 Componentes.....	62
5.1.2.2 Configuración.....	66
5.1.2.3 Instalación.....	72
5.1.3 Sistema de monitoreo .....	75
5.1.3.1 Componentes.....	75
5.1.3.2 Configuración de comunicación .....	79
5.1.3.3 Programación.....	83
5.1.3.4 Instalación.....	95
5.1.4 Listas de dispositivos implementados .....	96
5.2 Análisis de resultados técnicos .....	100
5.2.1 Verificación de alimentación.....	100
5.2.2 Pruebas realizadas.....	100
5.2.2.1 Estado normal.....	101
5.2.2.2 Estado alarma.....	103
5.3 Análisis de resultados técnicos.....	107
5.3.1 Verificación de alimentación.....	107
5.3.2 Pruebas realizadas .....	107
Estado normal .....	107
VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	114
6.1 Estadísticas .....	114
6.1.1 Proyección de los siguientes 5 años .....	115
6.1.2 Comparación de costos antes y después.....	117
6.2 Análisis de costos (costos de dispositivos y materiales).....	121
6.3 Análisis comparativo costo beneficio .....	121
CONCLUSIONES .....	123
RECOMENDACIONES .....	124
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	124
ANEXOS .....	125

## INDICE DE FIGURAS

Figura N°1	Producción de gas a nivel mundial.....	8
Figura N°2	Hogares que usan GLP.....	10
Figura N°3	Estilo de conexiones NFPA 4 Y 6 (estilos A y B) .....	15
Figura N°4	Tipos de detectores según la propagación de incendio .....	17
Figura N°5	Funcionamiento detector de humo por dispersión de luz.....	19
Figura N°6	Funcionamiento detector de humo por oscurecimiento.....	20
Figura N°7	Área cobertura detector radial.....	22
Figura N°8	Área cobertura detectores lineal haz de luz .....	23
Figura N°9	Área extensa, varios dispositivos .....	24
Figura N°10	Unión de sistemas detección lineal .....	24
Figura N°11	Reducción del nivel de sonido.....	29
Figura N°12	: Cobertura fuentes luminosas .....	31
Figura N°13	Descripción Extintor contra incendios .....	34
Figura N°14	Descripción boca de incendios BIES .....	35
Figura N°15	Dimensiones de ubicación sobre pared de extintor portátil .....	36
Figura N°16	Interrupción de señal sensores infrarrojos .....	46
Figura N°17	Detector D 7050 TH .....	47
Figura N°18	Base D 7050-B6 detector D 7050 TH.....	48
Figura N°19	Módulo D 7039.....	49
Figura N°20	Estación manual FMM 704.....	51
Figura N°21	Plano de distribución de detectores .....	52
Figura N°22	Plano distribución de estaciones manuales .....	53
Instalación.....		53
Figura N°23	Cableado en serie y tipo T .....	54
Figura N°24	Selección de dirección detector D7050.....	54
Figura N°25	Perillas asignación de dirección FMM7045.....	55
Figura N°26	Conexión FMM 7045 al bus de comunicación.....	56
Figura N°27	Diagrama eléctrico de conexiones dispositivos accionadores...	57
Figura N°28	Sirena D117 .....	58
Figura N°29	Luz estroboscópica W-HS.....	59
Figura N°30	Gabinete de central contra incendios.....	63
Figura N°31	Placa de elementos FPD 7024.....	63
Figura N°32	Diagrama placa de control D7024 .....	64
Figura N°33	Teclado incorporado panel D7024 .....	66

Figura N°34	Árbol de programador FPD 7024 .....	68
	.....	68
Figura N°35	Diagrama de flujo programación FPD 7024 .....	71
Figura N°36	Gabinete central contra incendios FPD 7024.....	73
	Fuente: (Bosch System).....	73
Figura N°37	Soporte instalación placa D 70234.....	74
Figura N°38	PLC S7 1200 CPU 1212C AC/DC/Rly.....	76
Figura N°39	Pantalla Touch KTP 600 basic mono PN .....	78
Figura N°40	Propiedades de conexión de área local, protocolo TCP/IP .....	80
Figura N°41	Asignación dirección IP PLC .....	81
Figura N°42	Asignación dirección IP KTP 600 .....	82
Figura N°43	Configuración subred PN/IE_1 .....	82
Figura N°44	Conexión LAN física entre PLC y KTP 600 .....	83
Figura N°45	Interfaz de programador TIA PORTAL V11.0.....	83
Figura N°46	Ventana creación de proyecto.....	84
Figura N°47	Seleccionar dispositivo a configurar .....	84
Figura N°48	Dispositivos Simatic Basic Panel .....	85
Figura N°49	Árbol de proyecto Basic Panel KTP 600 PN .....	85
Figura N°50	Pantallas Carátula y Principal .....	86
Figura N°51	Pantallas Estado del sistema y Evacuación .....	87
Figura N°52	Ejemplo animación objetos .....	87
Figura N°53	Diagrama de flujo programa KTP 600.....	88
Figura N°54	Árbol de programa PLC S7 1200 .....	89
Figura N°55	Plataforma de programación lenguaje KOP .....	90
Figura N°56	Diagrama de flujo programación PLC S7 1200.....	92
Figura N°57	Programación KOP bloque de función bodega_1 .....	93
Figura N°58	Llamada a FC1 bodega_1 desde MAIN .....	94
Figura N°59	Activación marca alarma .....	94
Figura N°60	Diagrama físico conexión panel de control.....	95
Figura N°61	Diagrama eléctrico panel de monitoreo.....	95
Figura N°62	PLC S7 1200 y KTP 600 instalados .....	96
Figura N°63	Pantalla principal estado normal .....	101
Figura N°64	Pantalla estado del sistema (normal) .....	102
Figura N°65	Secuencia rutas de evacuación .....	102

Figura N°66	Pantalla principal estado alarma bodega 1 .....	103
Figura N°67	Estado alarma área 1 .....	104
Figura N°68	Estado alarma área 2.....	104
Figura N°69	Pantalla principal estado alarma bodega 2 .....	104
Figura N°70	Estado alarma área 3.....	105
Figura N°71	Estado alarma área 4.....	105
Figura N°72	Pantalla principal estado alarma bodega 3 .....	106
Figura N°73	Estado alarma área 5.....	106
Figura N°74	Estado alarma área 6.....	106
Figura N°75	Pantalla principal estado normal .....	108
Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zaga.....		108
Figura N°76	Pantalla estado del sistema (normal) .....	108
Figura N°77	Secuencia rutas de evacuación .....	109
Figura N°78	Pantalla principal estado alarma bodega 1 .....	110
Figura N°79	Estado alarma área 1 .....	110
Figura N°80	Estado alarma área 2.....	111
Figura N°81	Pantalla principal estado alarma bodega 2 .....	111
Figura N°82	Estado alarma área 3.....	112
Figura N°83	Estado alarma área 4.....	112
Figura N°84	Pantalla principal estado alarma bodega 3 .....	112
Figura N°85	Estado alarma área 5.....	113
Figura N°86	Estado alarma área 6.....	113

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b>	Dimensiones áreas de cobertura detector radial .....	22
<b>Tabla 2.</b>	Dimensiones áreas e cobertura detectora lineal haz de luz .....	23
<b>Tabla 3.</b>	Reducción del nivel de sonido .....	30
<b>Tabla 4.</b>	Cobertura fuentes de luminosas.....	31
<b>Tabla 5.</b>	Eficacia de la intensidad de fuente luminosa según color de lente.....	32
<b>Tabla 6.</b>	Especificaciones técnicas D 7050 TH .....	47
<b>Tabla 7.</b>	Especificaciones Técnicas D 7050-B6 .....	49
<b>Tabla 8.</b>	Especificaciones técnicas D 7039 .....	50
<b>Tabla 9.</b>	Especificaciones técnicas FMM 7045.....	51
<b>Tabla 10.</b>	Distribución de áreas y dispositivos.....	56

<b>Tabla 11.</b>	Especificaciones técnicas.....	59
<b>Tabla 12.</b>	Especificaciones técnicas Luz estroboscópica W-HS .....	60
<b>Tabla 13.</b>	Alimentación para 12 y 24 VDC .....	60
<b>Tabla 14.</b>	Descripción placa de control D7024 .....	64
<b>Tabla 15.</b>	Especificaciones técnicas D7024 .....	65
<b>Tabla 16.</b>	Descripción teclado alfanumérico D7024 .....	67
<b>Tabla 17.</b>	Activación de dispositivos de control según áreas .....	72
<b>Tabla 18.</b>	Descripción gabinete para FPD 7024.....	73
<b>Tabla 19.</b>	Descripción soportes placa D 7024.....	74
<b>Tabla 20.</b>	Especificaciones técnicas PLC S7 1200 .....	77
<b>Tabla 21.</b>	Especificaciones técnicas KTP 600.....	79
<b>Tabla 22.</b>	Activación de marcas según estados de relés y NAC'S .....	90
<b>Tabla 23.</b>	Listado dispositivos implementados .....	96
<b>Tabla 24.</b>	Listado de cables.....	97
<b>Tabla 25.</b>	Listado de direcciones.....	98
<b>Tabla 26.</b>	Costos productos almacenados .....	114
<b>Tabla 27.</b>	Perdida mensual por incendio primer año .....	115
<b>Tabla 28.</b>	Perdida por incendio mensual de cada año .....	116
<b>Tabla 29.</b>	Pérdida por incendio acumulada por cada año. ....	116
<b>Tabla 30.</b>	Activos fijos .....	117
<b>Tabla 31.</b>	Gasto inicial.....	119
<b>Tabla 32.</b>	Gastos administrativos .....	120
<b>Tabla 33.</b>	Índices de evaluación .....	120
<b>Tabla 34.</b>	Costos comparativo.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

## **RESUMEN**

El proyecto muestra información del monitoreo de un modelo de sistema de detección de gases con paneles fotovoltaicos y la disminución de riesgo de incendios en locales de comida rápida.

En el primer capítulo, se desarrolla el problema principal: ¿Cómo un sistema de detección de gases eliminará el riesgo de incendio en Lugares de comida rápida, 2021?, así como los objetivos, alcances, limitantes y justificación.

En el segundo capítulo, se menciona el marco teórico (referencias nacionales e internacionales) así como información teórica relacionada al desarrollo de tesis.

En el tercer capítulo se incluye la hipótesis principal e hipótesis específicos, asimismo en el cuarto capítulo se realizó el diseño y método de investigación, población y muestra, lugar de estudio e instrumentos.

En el quinto capítulo se desarrolla las estadísticas y la proyección de 5 años, así como el análisis comparativo de costos del antes y después.

## **ABSTRACT**

The project shows information from the monitoring of a gas detection system model with photovoltaic panels and the reduction of fire risk in fast food outlets.

In the first chapter, the main problem is developed: How will a gas detection system eliminate the risk of fire in fast food places, 2021?, as well as the objectives, scope, limitations and justification.

In the second chapter, the theoretical framework is mentioned (national and international references) as well as theoretical information related to thesis development.

In the third chapter the main hypothesis and specific hypotheses are included, also in the fourth chapter the design and research method, population and sample, place of study and instruments were carried out.

In the fifth chapter, the statistics and the projection of 5 years are developed, as well as the comparative analysis of costs before and after.

## **INTRODUCCIÓN**

El presente trabajo busca diseñar e implementar un sistema de detección de fuga de gas en cocinas de restaurantes. Actualmente existen productos similares en el mercado por lo cual su función es alertar a las personas del peligro existe. Sin embargo, el sistema que se presente busca generar una acción en la infraestructura con el fin de reducir el riesgo tanto como para el personal como para los comensales.

La problemática se basa en el uso del gas licuado del petróleo, el cual es uno de los combustibles más utilizados a nivel mundial para la cocción de alimentos y en nuestro país no es la excepción, tanto las zonas rurales como en las urbanas, su consumo de este combustible es muy alto.

Debido a la falta de dispositivos de detección, existen casos como el sucedido el 18 de setiembre de este año, 2021, en el cual hubo un pequeño incendio horas antes de la apertura en Lugares de comida rapida ubicada en el distrito del Callao, habiendo solo 1 herido el cual era el encargado de la cocina. Este incidente manifiesta una problemática muy grave y frecuente en cualquier parte del mundo.

## **I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1 Descripción de la realidad problemática.**

(Ortiz, Giraldo y Canchari, 2008). El incendio “es la producción y propagación del fuego en zonas favorables de oxidación. El incendio es en sí un fenómeno químico conocido como combustión que resulta de la combinación del oxígeno del aire con sustancias carbonosas combustibles en presencia del calor”

(Béjar Barrueta, 2013).” El gas natural es un combustible fósil, formado por un conjunto de hidrocarburos. Se encuentra en la naturaleza como “gas natural asociado” cuando está acompañado de petróleo y como “gas natural no asociado”, si solamente tiene pequeñas cantidades de otros hidrocarburos o gases. La composición del gas natural incluye variedad de hidrocarburos gaseosos, con predominio del metano sobre el 90%, y en proporciones menores etano, propano, butano, pentano y pequeñas proporciones de gases inertes como dióxido de carbono y nitrógeno”. (Pág., 4).

(Béjar Barrueta, 2013). “Los analistas coincidieron, en señalar que se está produciendo una expansión del mercado de gas natural en américa latina, tendencia a la que el Perú no se mantiene ajeno. Lo que ha permitido asumir que se está produciendo cambios de gran importancia en el mercado nacional. El gas natural es una fuente de energía en abundancia; en nuestro país existen reservas importantes de gas natural que garantizan su disponibilidad a bajo costo para los próximos 50 años. Es el combustible que menos contamina, no ensucia y al ser suministrado por tubería se le utiliza en la medida que se le necesita; proporcionando un elevado grado de confort en los hogares y establecimientos comerciales tales como restaurantes, panaderías, hoteles, hospitales y oficinas” (Pág.6).

Debido a la gran demanda de los gases natural en los restaurantes y el poco manejo que se tiene para la exposición de estos gases inflamables en los restaurantes se optó por diseñar un circuito capaz de prevenir y avisar sobre una posible fuga de gas y así poder evitar la muerte, heridos y también la pérdida de bienes materiales.

## **1.2 Formulación de problema**

### **1.2.1 Problema General:**

¿Cómo un sistema de detección de gases eliminará el riesgo de incendio en Lugares de comida rápida, 2021?

### **1.2.2 Problemas Específicos**

Nº1: ¿Cómo un sistema de detección de gases eliminará el posible riesgo de intoxicación por incendio en los trabajadores y comensales en Lugares de comida rápida, 2021?

Nº2: ¿Cómo un sistema de detección de gases eliminará posibles daños a la infraestructura por incendio en Lugares de comida rápida, 2021?

Nº3: ¿Cómo un sistema de detección de gases eliminará los posibles daños en viviendas aledañas a Lugares de comida rápida, 2021?

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo General:**

Analizar en qué medida un sistema de detección de gases eliminará el riesgo de incendio en Lugares de comida rápida, 2021

### **1.3.2 Objetivos Específicos:**

Nº1: Implementar un sistema de detección de gases que eliminará el posible riesgo de intoxicación por incendio en los trabajadores y comensales en Lugares de comida rápida, 2021.

Nº2: Implementar un sistema de detección de gases que eliminará posibles daños a la infraestructura por incendio en Lugares de comida rápida, 2021.

Nº3: Implementar un sistema de detección de gases que eliminará los posibles daños en viviendas aledañas a Lugares de comida rápida, 2021.

## **1.4 Justificación**

La presente implementación nos permitirá evitar un posible riesgo de incendio de manera rápida y eficaz, el cual no solo estará al tanto de una fuga de gas, sino que también podrá actuar si en un caso se presenta un incendio. Esto genera una influencia a la protección de la vida humana.

### **1.4.1 Justificación Práctica**

Se podrán beneficiar muchas personas de este proyecto, no sólo los que trabajan en restaurantes, también familias cercanas por tener un sistema de prevención que podrían salvarlos de sufrir daños a la salud y por otro lado también evitar daños materiales a las viviendas aledañas.

### **1.4.2 Justificación Social**

El presente proyecto soluciona el problema de una manera eficiente y óptima, con el cual el usuario se sentirá convencido de que podrá realizar sus tareas con total normalidad en su ambiente laboral.

## **1.5 Limitantes de la investigación**

### **a) Acceso a la Información**

Se pudo obtener en su mayoría el acceso a la información con respecto a nuestro sistema de detección de gases, debido a que es algo muy común actualmente solo se hacen cambios en cuanto a optimización y cambios ligeros en el diseño.

### **b) Acceso al Financiamiento**

Existe acceso al financiamiento debido a que los componentes electrónicos de nuestro circuito no tienen un costo tan elevado.

## **II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Antecedentes:**

#### **2.1.1 Internacional.**

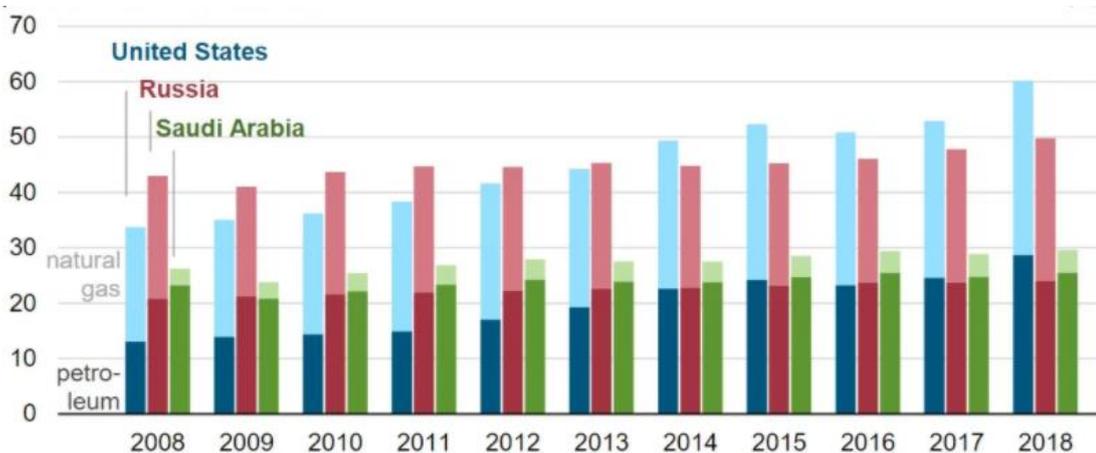
(Martínez y Zagal, 2014) en Ecuador, realizó la investigación “Análisis, diseño e implementación de un sistema de protección contra incendios en las bodegas de la empresa licorera Iberoamericana ILSA S.A.” En esta investigación, se detalla los sistemas existentes en materia de detección y protección contra incendios, tipos de dispositivos involucrados, las normas requeridas, especificaciones técnicas para la instalación de los diversos componentes y se describe el diseño y desarrollo de la instalación de la red de detección y monitoreo, así como las características principales de los elementos y materiales instalados.

Los resultados muestran que según el valor obtenido del TIR= 51,21%, lo que indica que el proyecto es viable. La relación costo beneficio del proyecto es de 33.99%, es decir, por cada \$0.40 de inversión se recupera \$1, lo que significa que el flujo de caja del proyecto es más del doble de la inversión, por lo que se considera que existe un gran beneficio vs el costo que representa el proyecto. Se concluye entonces que el proyecto de Análisis, Diseño e Implementación de un Sistema de Protección Contra Incendios en las Bodegas de la Empresa Licorera Iberoamericana ILSA S.A. es financieramente factible.

(Quintana, 2012) en España, realizó la investigación “Sistema de alarma de incendios”. Con el objetivo de desarrollar un sistema de detección de alarma de incendios mediante dos sensores de red inalámbrica (comúnmente conocidos como motes o WSN) modelo COU24 y un ordenador. Las funciones de los motes están diferenciadas: uno de ellos realiza la función de sensor remoto, y el otro, además de la función de sensor, se conecta al ordenador y coordina las comunicaciones entre la red inalámbrica y la aplicación de control. Como sensor, el mote monitoriza el estado de carga de las baterías, la temperatura ambiente y la pulsación manual de un botón. Cuando se exceden los parámetros

configurados o se detecta la pulsación del botón, el sensor envía una alarma al coordinador de red. Los estados del mote y del sistema de alarma se señalizan mediante los leds que los motes incorporan. Se ha desarrollado una aplicación que muestra las alarmas recibidas y el estado de la red de sensores, controla sus parámetros operativos y permite confirmar la recepción de alarmas. La entrega de alarmas a la aplicación se garantiza mediante una confirmación de recepción explícita, y en caso de no recibir dicha confirmación, el sensor reenvía la alarma.

(Forbes, 2010) A nivel mundial la producción del gas licuado de petróleo, GLP por sus siglas en español, ha fluctuado entre el aumento y la disminución. La British Petroleum (BP), una de las mayores compañías a nivel mundial de producción de Petróleo y Gas Natural según la revista Forbes. En dicha imagen, se aprecia la tendencia al aumento del consumo energético a lo largo de los años con excepción de años particulares como el año 2009, en el cual la producción energética se vio reducida en comparación al año anterior. Basados en la misma imagen se percibe que el mayor productor de GLP a nivel de regiones es Norteamérica.(pag.2)

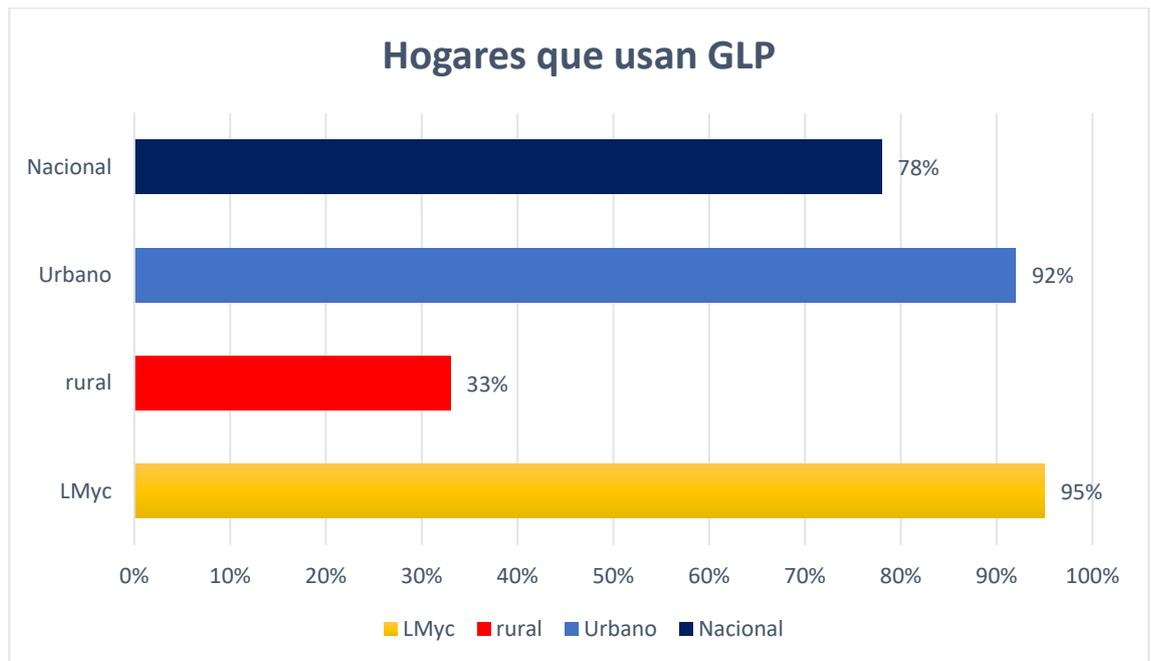


**Figura N°1 Producción de gas a nivel mundial**

### **2.1.2 Nacional.**

(OSINERGMIN, 2014) “El gas licuado de petróleo es un combustible usado ampliamente en Perú, siendo uno de los países con mayor consumo en el ámbito mundial tanto a nivel doméstico como industrial (SE (a), 1999). Su producción está registrada desde principios de siglo, aunque es hasta 1946 cuando se inicia su comercialización como una estrategia para sustituir el uso de combustibles vegetales como leña y carbón en las casas habitación. En los años sesenta adquiere una importancia relevante gracias al desarrollo tecnológico del proceso productivo que reduce su costo de elaboración, además de una mayor disponibilidad al mejorar su transporte y manejo, lo cual se reflejó al intensificar su uso, hasta lograr que en la actualidad tres de cada cuatro hogares mexicanos lo usen para satisfacer sus distintas necesidades. Este combustible este compuesto por una mezcla de propano y butano (61% y 39%, respectivamente); en condiciones normales se encuentra en estado gaseoso, aunque para fines prácticos de almacenamiento, distribución y transporte se licúa y maneja bajo presión para mantenerlo en estado líquido”. (pag.1)

(OSINERGMIN, 2014)“El 78% de hogares a nivel nacional utilizó el GLP como fuente de energía en el hogar. Este porcentaje alcanzó el 95% en Lima Metropolitana, el 92% a nivel urbano y sólo el 33% a nivel rural”. (pag.17)



**Figura N°2 Hogares que usan GLP**

(Velasco, 2014) Se realizó la investigación “Sistema automático de detección de incendio según normas NFPA 72 mediante comunicación de doble vínculo a una estación de monitoreo”, con el objetivo de diseñar un sistema de detección de incendios basándose en la norma NFPA 72. El método para implementar el sistema consiste en determinar el mejor criterio de diseño para cualquier aplicación requerida utilizando procedimientos adecuados basándose exclusivamente en las normas de seguridad NFPA 72, asimismo en la apropiada elección de equipos y formas de conexión para proteger las diferentes instalaciones de forma práctica y segura. También se propone un protocolo al realizar las pruebas de operatividad y funcionamiento. Para lograr la comunicación del sistema de detección de incendios a una central de monitoreo se propone el uso de una interface de doble vínculo vía Internet y GSM/GPRS. Se concluye que un sistema automático de detección de incendios se convierte en un sistema efectivo y eficaz mediante la aplicación de las normas de la NFPA 72 para el diseño, la construcción e instalación de este sistema, así como que es la reglamentación más adecuada ya que permite tener consideraciones normativas y técnicas específicas para diversas situaciones que se puedan presentar.

## **2.2 Bases teóricas**

Variable independiente: Sistema de detección de gases.

Variable dependiente: Riesgo de Incendios.

### **2.2.1 Sistema de detección de gases**

#### **Concepto:**

Una idea de los equipos de detección de gases es que son productos de tecnología de seguridad y principalmente se utilizan para proteger a los trabajadores y asegurar su seguridad del ambiente en donde se realizan los trabajos. Los sistemas de detección de gases están destinados a detectar concentraciones de gases para que se puedan activar alarmas y también por otra parte activar contramedidas antes de que se pueda producir una situación peligrosa tanto como para los empleados, infraestructura del ambiente laboral y también infraestructuras aledañas.

#### **Tipos:**

Los equipos para detección de gases pueden ser portátiles, (o semi-portátiles) o también fijos. La seguridad de una zona potencialmente afectada por gases y vapores depende principalmente de la fiabilidad del sistema de detección y también de la calidad de los sensores utilizados. A diferencia de los sensores de equipos portátiles, los sensores fijos están en constante funcionamiento, las 24 horas del día, sólo para estar disponibles para una fuga de gas.

### **2.2.2 Riesgo de Incendio**

#### **Conceptos:**

El incendio es un fuego incontrolado, sus efectos generalmente son no deseados, produciendo lesiones personales por el humo, gases tóxicos y altas temperaturas. Y aparte de esto también genera daños materiales a las instalaciones y edificios aledaños. El fuego se produce cuando existen simultáneamente en el tiempo y el espacio los tres siguientes factores:

### **2.2.2.1 Combustible**

Comburente, normalmente el oxígeno del aire.

Calor, que aporte la energía necesaria para activar la reacción.

Además, se considera necesario, para la producción de la llama, la existencia de reacciones en cadena provocadas por la auto inflamación de los gases desprendidos por el combustible, que a su vez generan nuevos gases que al calentarse se vuelven a inflamar, repitiéndose el proceso sucesivamente.

### **2.2.2.2 Elementos que intervienen en el fuego:**

Primero tenemos a los combustibles que son aquellos materiales que pueden ser oxidados o que pueden arder. Para ello, deben emitir vapores o gases, aunque a su temperatura ambiente los podemos encontrar, según su estado físico, en forma de sólidos, líquidos y gaseosos. Luego tenemos a los comburentes, la cual es aquella sustancia que al mezclarse con el combustible provoca la combustión de este último. El más frecuente es el oxígeno, aunque también existen otros.

Después tendríamos lo que vendría a ser la energía de activación, el cual es el calor necesario para situar la mezcla del combustible con el comburente en condiciones de temperatura suficiente para su combustión. Y finalmente tendríamos lo que vendría a ser la reacción en cadena, el cual es el fenómeno por el cual el mismo fuego produce su propia alimentación.

### **2.2.2.3 Sistema de detección de incendios**

Son sistemas capaces de detectar una condición de siniestro, de vital importancia en una edificación pues indican la presencia de riesgo por la presencia de fuego en una infraestructura, ayudan a dar aviso de peligro y a controlar el incendio suscitado.

### **2.2.2.4 Tipos de sistemas de detección**

Existen tres formas de detectar un incendio:

- ✓ Humana.

- ✓ Automática.
- ✓ Mixta.

#### **2.2.2.5 Detección humana**

Permite la detección de un incendio y su respectiva alarma de forma personalizada por medio de personal capacitado que accionan las estaciones manuales las cuales no necesariamente tienen que estar conectadas a un panel, simplemente son interruptores que activan una sirena, este sistema es muy limitado ya que requiere de vigilancia constante en las diferentes zonas de una edificación.

#### **2.2.2.6 Detección automática**

El funcionamiento de este sistema permite la detección, localización y puesta en marcha del plan de emergencia programado, accionando los dispositivos fijos de alarma y extinción. En la actualidad para la detección de incendios automática podemos encontrar tres alternativas tecnológicas:

#### **2.2.2.7 Convencional**

Este sistema es uno de los más utilizados en medianas y pequeñas construcciones por su facilidad de manejo, máxima duración y mínimo mantenimiento.

Los paneles desarrollados para este tipo de sistemas trabajan por zonas, que van desde 1 hasta 100, determinada por el fabricante y un número de 20 dispositivos asociados por zona.

Una zona consiste básicamente en los dispositivos de iniciación de acción o de control pertenecientes a un área específica de cada edificación, los elementos de iniciación informan al panel de control una situación de siniestro, por ejemplo: pulsador de emergencia, diferentes tipos de detectores.

Los dispositivos son de dos estados: encendido y apagado, cada uno con un nivel de sensibilidad determinado de fábrica.

Este sistema tiene la capacidad de expandirse utilizando módulos expansores diseñados por cada fabricante.

#### **2.2.2.8 Convencional direccionable**

Este tipo de sistema surge a partir de la necesidad de identificar el área específica en

la cual se ha producido un incendio, logrando así mejorar el sistema convencional que solo informa el estado de los dispositivos asociados a una determinada zona.

Para lograr este avance los fabricantes desarrollaron una tecnología que se basa en comunicación de tipo serie, logrando establecer un canal de datos entre los dispositivos de detección y actuación, esta comunicación se la denomina SLC (signal line circuit), la cual incorpora un mayor número de elementos en un lazo o bucle que reemplaza a las denominadas zonas de un sistema convencional.

Un SLC (Circuito de línea de señales traducción al idioma español) es precisamente un circuito en el cual se conectan todos los elementos asociados a un lazo, llamados puntos, capaces de informar al panel de control de una situación de iniciación (alarma de fuego), el panel es capaz de obtener niveles de información de un punto específico, desde su activación con la ubicación exacta hasta los datos de operación, actuación y funcionamiento. Cada circuito SLC suministra potencia, supervisión y comunicación a cada elemento perteneciente al lazo.

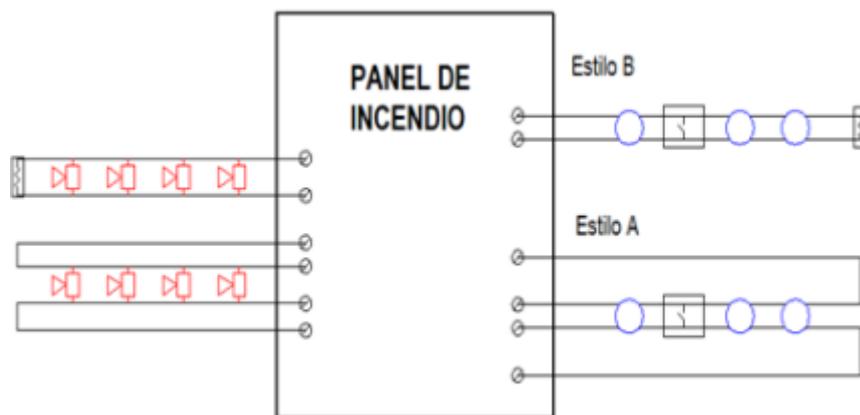
Un punto es un componente del sistema convencional direccionable que puede ser de iniciación o de control, cada elemento posee identificación, llamada dirección, la cual se utiliza para controlar otras funciones, un punto de iniciación son los dispositivos asociados a la detección y alarma de un incendio, un detector, una palanca de aviso o una válvula de flujo, en cambio un punto de control es aquel que por medio del panel de control realiza una acción asociada con el plan de emergencia como abrir puertas, activar una sirena, u otras acciones.

En la actualidad existen dos tipos de conexión para un SLC que son de tipo A y de tipo B.

**Conexión tipo A.-** Se lo conoce como estilo 6 según la norma NFPA, necesita de 4 hilos, dos de salida y dos de retorno, formando un canal de comunicación en lazo cerrado, no permite ramificación tipo T (ver figura 23), el ramal no debe exceder los 50 ohms.

**Conexión tipo B.-** También conocido como estilo 4 en la norma NFPA, posee dos hilos de comunicación con resistencia terminadora, permite ramificación en T y puede existir varias ramas pero limitándose a la distancia y la resistencia del lazo, la resistencia total de cada rama no debe exceder los 50 ohms.

Figura N°3 **Estilo de conexiones NFPA 4 Y 6 (estilos A y B)**



Fuente: (NFPA, 2007)

Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

La capacidad de un sistema convencional direccionable está establecido por la cantidad de lazos que posea, en este caso también está determinada por los diferentes fabricantes, existen paneles con más de dos lazos y cada lazo supera los 100 dispositivos direccionables asociados.

### 2.2.2.9 Análoga direccionable

El problema fundamental de los sistemas de detección de incendios es la generación de falsas alarmas. En la actualidad los fabricantes de

dispositivos para este sistema han desarrollado tecnologías que permiten mejorar la velocidad de detección, evitando la activación innecesaria del sistema de alarma.

Se facilita la integración con otros sistemas de seguridad de una edificación como iluminación, calefacción, movimiento, mejorando notablemente la conectividad.

A diferencia del sistema convencional direccionable, el sistema analógico utiliza

sensores en vez de detectores, logrando no solo detectar un incendio o enviar su dirección sino también tiene la capacidad de informar a la central los parámetros en cantidad de temperatura o cantidad de humo en niveles predeterminados, el sensor análogo direccionable es un dispositivo iniciador que informa los niveles de condición de las variables físicas medidas.

El panel análogo direccionable de control es capaz de realizar tareas de compensación a la deriva y sensibilidad ajustable por sensor.

**Compensación a la deriva.-** Los factores contaminantes del medio ambiente son las principales causas de iniciación de falsas alarmas, el polvo en especial genera suciedad en los dispositivos, la compensación a la deriva ajusta automáticamente al sensor para mantener una sensibilidad constante, compensando el nivel del umbral establecido por el programador, el límite de compensación se lo denomina “alerta de mantenimiento”, dependiendo del fabricante este límite se lo considera como una alarma o se señala la condición y el sistema sigue funcionando, pero el sensor puede no reportar los datos correctos.

**Sensibilidad ajustable por sensor.-** Para lograr una detección temprana, los sistemas con mayor tecnología ofrecen la posibilidad de cambiar la sensibilidad de los sensores dentro de una gama establecida, el programador establece el umbral en el rango de los parámetros preestablecidos, el nivel de sensibilidad es una cifra más exacta medida en porcentaje o en valores análogos.

El panel reconoce los valores programados de umbral y datos análogos y se encarga de tomar la decisión de dar aviso o alarma según las condiciones.

### **Detección mixta**

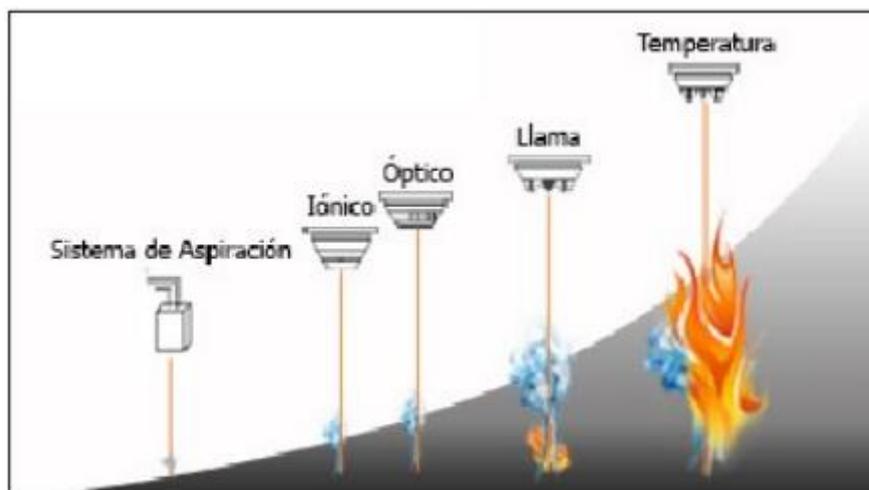
Este tipo de sistema combina la detección humana y la detección automática, los sistemas electrónicos de detección poseen dispositivos de activación manual, el personal de vigilancia puede accionar el iniciador en el momento de riesgo de incendio que no haya sido registrado por el sistema automático.

### **Clases de detectores**

La presencia de fuego se manifiesta a través de algunos fenómenos como: gases, humo, temperaturas elevadas, radiación sea; infrarroja, uv (ultra violeta) o visible.

A partir de la sucesión en las que los fenómenos van apareciendo se puede realizar la clasificación de los tipos de dispositivos.

**Figura N°4 Tipos de detectores según la propagación de incendio**



Fuente: (Fire Safety & Security, 2013)

### **Detector de gases**

Detectan gases de combustión, es decir partículas visibles o invisibles liberadas en un incendio.

### **Detector de gases por ionización**

Se los denomina iónicos o de ionización pues poseen dos placas cargadas positiva y negativamente, además cuenta con un material radioactivo para ionizar el aire, estas partículas de aire chocan con las placas generando una corriente, denominada intensidad de funcionamiento. Las partículas de combustión son más grandes que las partículas de aire ionizadas, cuando las partículas de combustión y las del aire ionizado colisionan, se genera un decremento en la intensidad de funcionamiento y cuando ésta sea inferior al valor preestablecido, se produce una señal de alarma.

### **Detectores de humo fotoeléctricos**

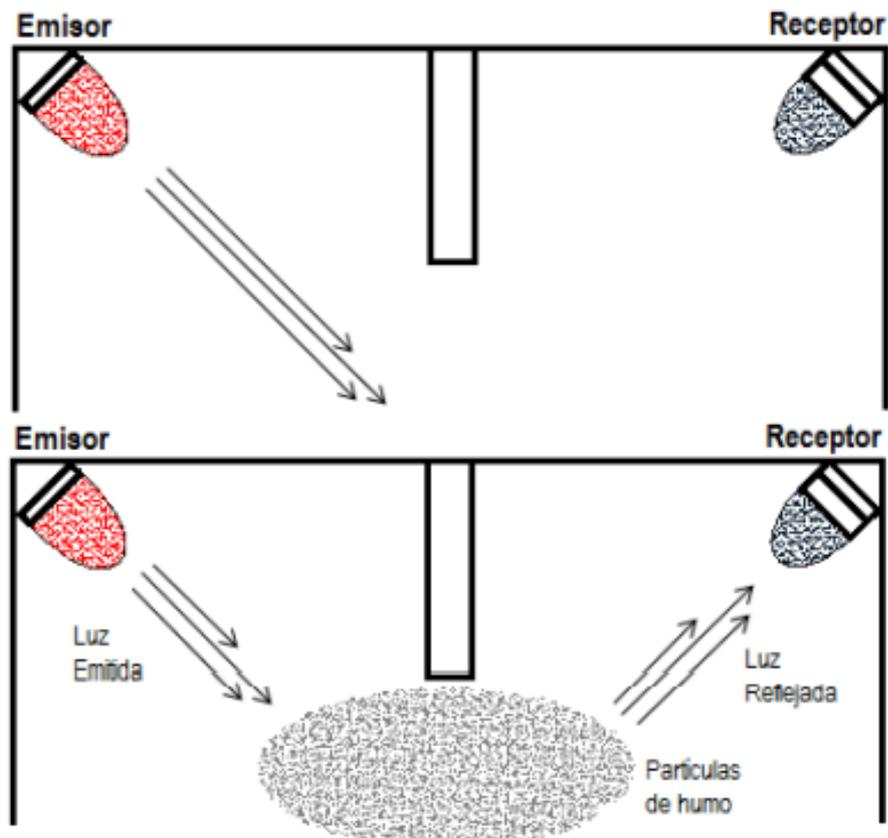
La característica principal y apreciable al ojo humano, de la presencia de fuego es el humo.

Estos dispositivos son fotoeléctricos pues su funcionamiento se basa en la emisión de luz desde un receptor a un emisor, el humo oscurece o bloquea completamente el medio en el que se transmite la luz visible, además el humo tiene la capacidad de dispersar la luz cuando las moléculas de luz se refractan en las moléculas de humo.

### **Detector de humo por dispersión de luz**

Este tipo de detector fotoeléctrico tiene cobertura puntual indirecta, que es incidir un haz de luz desde una foto emisor, sobre un área que no esté en el rango normal de captación de la foto receptor respectivamente, por lo general emisor y receptor son fotodiodos. Su principio de funcionamiento se basa en incidir el haz de luz del emisor sobre las partículas de humo, éstas se refractan y se reflejan sobre el receptor, se genera una señal eléctrica la cual es amplificada y utilizada para dar alarma de incendio.

**Figura N°5 Funcionamiento detector de humo por dispersión de luz**



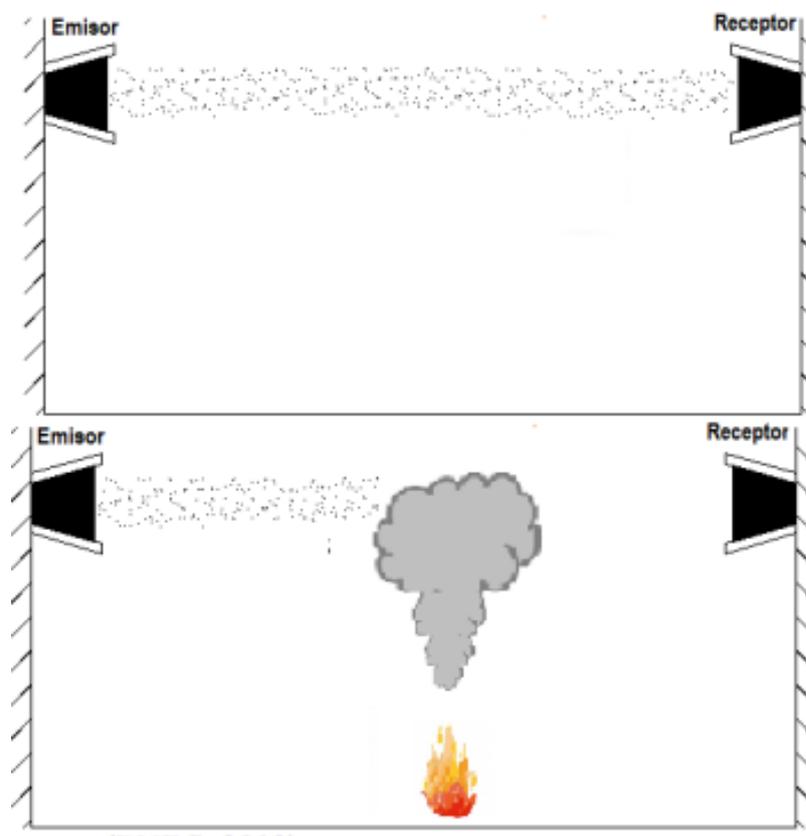
Fuente: (RNDS, 2013)

Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

### **Detector de humo por oscurecimiento**

Este tipo de dispositivo posee cobertura puntual directa o localizada, es decir, el haz de luz incide directamente desde el emisor al receptor, en línea recta, cubriendo un área mucho más grande, mejorando así al detector por dispersión de luz que cubre solo un área puntual o específica. Cuando las partículas de humo bloquean total o parcialmente el haz de luz se genera una corriente, que, comparada con el valor predeterminado, se genera la señal de alarma. Por lo general este tipo de dispositivos barre el área a proteger con el haz de luz generado por el foto-emisor.

**Figura N°6    Funcionamiento detector de humo por oscurecimiento**



Fuente:(RNDS, 2013)

Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

### **Detectores térmicos**

Conocidos también con el nombre de detectores de temperatura, se los utiliza en áreas que exista concentración de humos o polvo en suspensión, diferentes vapores generados por calderas, en las cuales no se puede instalar detectores de humo.

El detector térmico se activa con el incremento de la temperatura en una unidad de tiempo o cuando supera el umbral establecido por el programador.

El detector térmico se instala en lugares en los que se prevea un incendio de categoría rápida, en los cuales los detectores de humo generan falsas alarmas

## **Consideraciones para ubicación de detectores**

Las normas NFPA hacen referencia a la instalación de detectores, mas no a la distribución de los mismos, pues las consideraciones se rigen a las normas UL propias de cada dispositivo.

Las pruebas realizadas por UL, han fijado los requerimientos mínimos en cuestión de cantidad, ubicación y distribución de dispositivos por superficie a cubrir, dichas normas deben asegurar la invulnerabilidad de las personas que se encuentren en un área en la cual corre el riesgo de inicio de incendio.

## **Consideraciones generales**

- ✓ Leer los manuales de los dispositivos a instalar y verificar que cuenten con certificación UL
- ✓ Los detectores de incendios se deben colocar en lugares estratégicos en los cuales se pueda generar un siniestro.
- ✓ Los detectores no deben instalarse en espacios de aire muerto, cerca de salidas de ventilación o aire acondicionado.
- ✓ Para instalaciones en pared se debe montar a una distancia entre 10 y 30 centímetros desde el borde superior del dispositivo al techo.

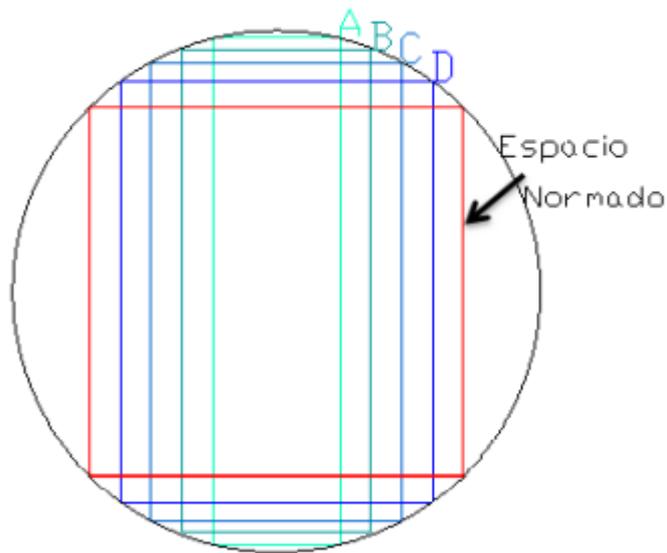
## **Área de cobertura**

Cada dispositivo presenta su rango de operatividad normado por UL, estas características son esenciales al momento de instalar más de dos componentes en una misma edificación.

## **Detectores de acción radial**

Los detectores de humo fotoeléctricos o iónicos, también presentan esta característica, existen dispositivos con un área a proteger de 12.87 metros de diámetro. Sin embargo, se presenta un área de cobertura normada por UL para instalaciones de más de un dispositivo.

**Figura N°7 Área cobertura detector radial**



Fuente: (UnderWriters Laboratories, 2013)

Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

**Tabla 1.** Dimensiones áreas de cobertura detector radial

	LARGO	ANCHO	AREA TOTAL
A	3.1m	12.5m	38.1m <sup>2</sup>
B	4.6m	11.9m	54.3m <sup>2</sup>
C	6.1m	11.3m	68.8m <sup>2</sup>
D	7.6m	10.4m	78.9m <sup>2</sup>
Espacio normado	9.1m	9.1m	83.6m <sup>2</sup>

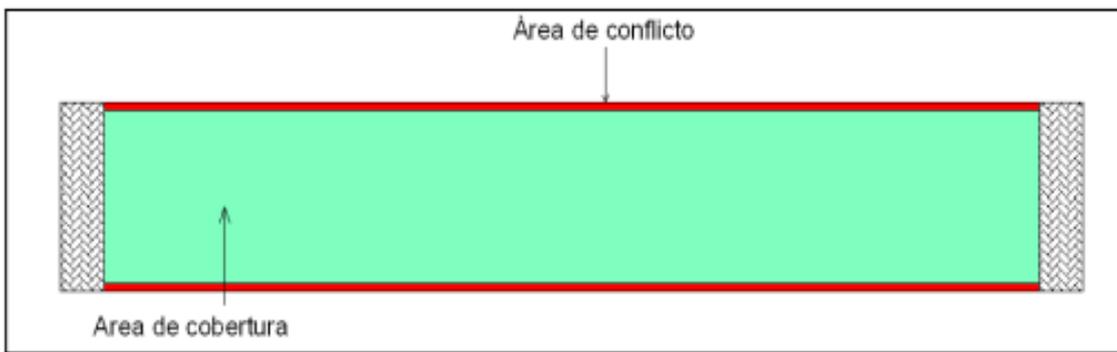
Fuente: (UnderWriters Laboratories, 2013)

Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

### **Detectores de acción lineal**

El alcance de los detectores lineales de haz de luz, va desde 9.2 a 106.8 metros entre emisor y receptor, dependiendo del fabricante y un espaciado entre dispositivos de hasta 20 metros, de igual forma UL norma una separación de 18.3 metros entre sistemas.

**Figura N°8 Área cobertura detectores lineal haz de luz**



Fuente: (UnderWriters Laboratories, 2013)

Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

**Tabla 2.** Dimensiones áreas e cobertura detectora lineal haz de luz

	<b>LARGO</b>	<b>ANCHO</b>	<b>AREA TOTAL</b>
<b>ALCANCE</b>	9.2m	20m	184m <sup>2</sup>
<b>CORTO</b>			
<b>ALCANCE</b>	106.8m	20m	2136m <sup>2</sup>
<b>LARGO</b>			
<b>NORMADO</b>	9.2m	18.3m	168.3m <sup>2</sup>
<b>CORTO</b>			
<b>NORMADO</b>	106.8m	18.3m	2942.64m <sup>2</sup>
<b>LARGO</b>			

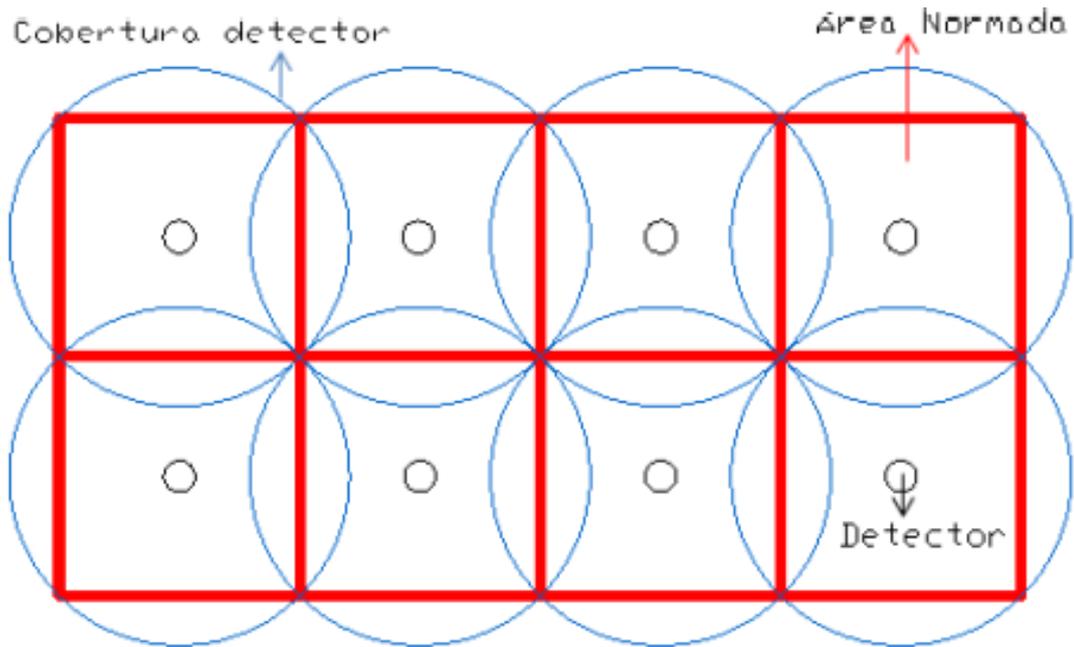
### **Consideraciones en Instalación**

La ubicación y espaciamiento entre detectores es primordial en el diseño de un sistema de detección de incendios.

### **Detectores de acción radial**

Se presenta la norma en un área extensa donde se necesita instalar más de un dispositivo.

**Figura N°9 Área extensa, varios dispositivos**



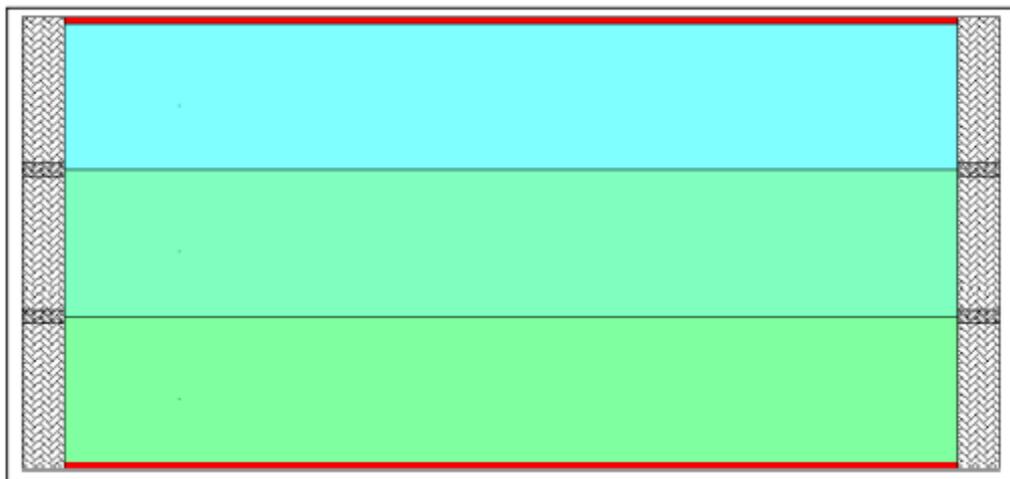
Fuente: (UnderWriters Laboratories, 2013)

Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

### **Detectores de acción lineal**

Se muestra la separación normada y propia entre sistemas

**Figura N°10 Unión de sistemas detección lineal**



Fuente: (UnderWriters Laboratories, 2013)

Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

## **Sistema de alarma de incendios**

Este sistema debe procesar las señales recibidas y/o fallas detectadas, generando alertas de forma audible y visual.

## **Tipos de sistemas de alarma**

Los sistemas de alarmas se van a clasificar de acuerdo a diferentes consideraciones

como:

- ✓ Por su respuesta
- ✓ Por su instalación eléctrica
- ✓ Por su aplicación

### **Por su respuesta:**

Son tres y se basan en la forma en que proveen su información.

#### **Alarmas conectadas a una central de monitoreo**

Provee de un servicio de monitoreo del sistema de alarma adicional al panel de control, que corresponde a compañías de seguridad.

La central de monitoreo está vigilante del sistema de manera permanente, permitiéndole saber el estado del mismo, tanto de los dispositivos de detección como de notificación o acción, de esta manera puede estar al tanto de una acción determinada y tomar las medidas correspondientes después de haber verificado la información recibida, evitando posibles falsas alarmas.

#### **Alarmas sin conexión a una central**

Actualmente los sistemas de alarma sin conexión a una central prestan las mismas utilidades que una que está conectada a una central receptora, ya que puede obtener la información detallada del estado del sistema sin intermediarios.

#### **Alarmas GSM**

Es un sistema de alarma que mediante la tecnología GSM (groupe spécial mobile),(Sumiseran S.L, 2013) informa a un dispositivo móvil cuando sucede algo inesperado. Se puede instalar en cualquier lugar, aunque el lugar de

instalación no disponga de línea telefónica fija. Su avanzada tecnología permite realizar avisos a receptores tanto de telefonía fija como móvil, o si se lo requiere a una Central Receptora.

### **Por su instalación eléctrica:**

Estas dependerán especialmente del tipo de construcción donde se vaya a instalar y se diferencia por el tipo de comunicación entre los dispositivos y el panel.

### **Alarmas cableadas**

Este tipo de alarmas son menos costosas, pero requiere mucho más tiempo para su instalación.

Al igual que el sistema de detección requiere de un circuito eléctrico de dos hilos o cuatro hilos que va conectado a cada dispositivo y estos al panel de control. (Ver sistema direccionable, página 17)

### **Alarmas inalámbricas**

El sistema de alarmas inalámbrico requiere de una frecuencia de radio para comunicarse con los dispositivos de notificación.

Utilizan un sistema redundante bidireccional que permite la comunicación entre el panel de control y los dispositivos detectores y de alarma.

### **Por su aplicación:**

Se basan en la magnitud de la infraestructura a instalar y en la robustez de los dispositivos utilizados.

### **Alarmas residenciales**

Las alarmas residenciales usualmente son básicas y el sistema de notificación viene incluido en cada dispositivo detector. Al activarse el sensor emite una señal sonora que alerta a las personas incluso en caso que estén dormidas.

### **Alarmas industriales**

De acuerdo a las características de la empresa y de la actividad que realiza se determina los dispositivos a utilizar.

El sistema de alarma debe contar con un panel de control que reporte los eventos de los diferentes dispositivos detectores, y de acuerdo a estos realizar las acciones correspondientes como activar alarmas sonoras y lumínicas que cubran toda el área donde exista personal. Por lo que los dispositivos de notificación son de mayor tamaño y existen en mayor cantidad.

### **Tipos de dispositivos de notificación**

Se refieren a los elementos del sistema de alarma, que generan las señales correspondientes de aviso, después que el panel de control ha detectado la activación de un sensor, la falla de algún dispositivo o irregularidad en el sistema.

Los dispositivos notificación pueden ser:

- ✓ Sonoros
- ✓ Lumínicos
- ✓ Mixtos

### **Dispositivos de notificación sonora**

Los dispositivos de notificación sonora tienen un nivel acústico muy fuerte que usualmente va entre los 100 y 130 dβ, ya que deben ser capaces de alertar a una persona sin que el ruido ambiental interfiera o despertarla en el caso que esté dormida, pero sin causar daños en el sistema auditivo.

### **Fuentes sonoras**

Los dispositivos de notificación sonora pueden tener diferentes fuentes de emisión como:

**Campana.-** La campana electrónica o timbre electrónico es capaz de provocar una señal acústica a la circular corriente por un electroimán que controla una terminación en forma de martillo que golpea una campana.

**Sirena.-** Se refiere a la sirena electrónica, que posee una unidad de control, la cual almacena en su interior la secuencia de tonos de alerta correspondiente, generalmente estos dispositivos funcionan con un circuito integrado NE556 conectado a altavoces.

**Bocina.-** Este dispositivo es un transductor electromecánico, que reproduce sonidos a partir de señales eléctricas, es decir convierte los impulsos eléctricos en movimientos mecánicos y a estos los convierte en ondas sonoras.

### **Dispositivos de notificación lumínicos**

Los dispositivos de notificación lumínicos o visuales son las llamadas también luces estroboscópicas, estas dan alerta de siniestro especialmente a personas que tienen problemas auditivos, además son una guía cuando las vías de evacuación se encuentran sin luz ya sea por falta de energía eléctrica o por que el flagelo ha provocado demasiado humo.

### **Fuentes luminosas**

Los dispositivos de alarma visuales pueden tener tres tipos de fuentes luminosas:

- ✓ **Incandescente.-** Esta consta de una lámpara incandescente convencional que produce luz mediante el calentamiento de un filamento metálico y se lo combina adicionalmente con un circuito llamado estroboscopio que estabiliza su intensidad y parpadeo, para maximizar su rendimiento se utiliza un denominado lente Fresnel que concentra la luz de la lámpara en un punto y aumenta de manera exponencial su densidad energética.
- ✓ **Xenón.-** Esta fuente emplea un tubo lleno de gas de xenón que emite luz al recibir una descarga eléctrica, funciona con alto voltaje, para lo que utiliza un circuito inversor y al igual que la fuente incandescente mejora su densidad energética utilizando un lente Fresnel, además utiliza también el mismo circuito que estabiliza su intensidad y parpadeo.
- ✓ **LED.-** utiliza un diodo emisor de luz (Light-Emitting Diode) que libera energía en forma de fotones al polarizarlo en forma directa, este dispositivo para generar luz necesita muy poca corriente sin embargo su potencia de iluminación es baja comparada con las anteriores fuentes por los que es mejor utilizarla como indicador en el panel.

## Dispositivos de notificación mixtos

Este tipo de dispositivos de notificación son los más utilizados ya que unen las características de los dispositivos de alarma sonora y lumínico.

Ambos dispositivos pueden ser utilizados para dar aviso de diferentes niveles de alarma.

## Consideración para ubicación de alarmas

Las principales consideraciones que debemos tener en cuenta para ubicación de alarmas son las características de los dispositivos y las características del área que se pretende cubrir.

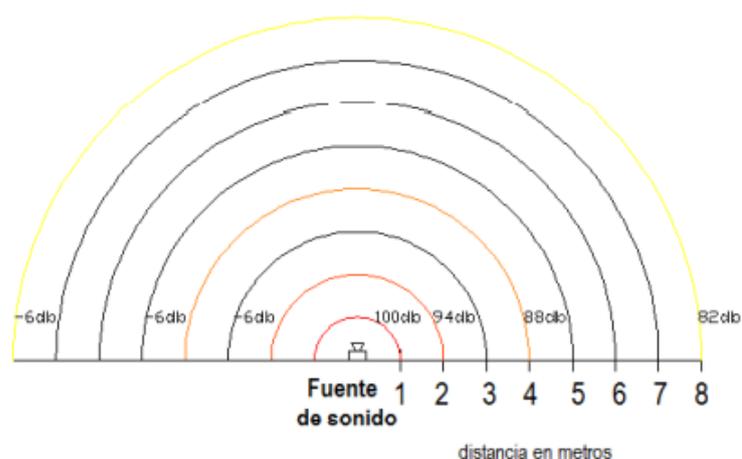
## Eficacia y alcance de dispositivos sonoros

Para que exista una mayor eficacia y alcance de los dispositivos de notificación hay que tener en cuenta cuatro factores:

### La distancia de alcance

Los fabricantes detallan el nivel de sonido que produce cada dispositivo en Decibeles (dB), este nivel de sonido es medido a 1 m de distancia de la fuente sonora. Los dispositivos disminuyen su intensidad acústica en 6 dB al ser escuchados al doble de la distancia de donde se encuentran.

**Figura N°11 Reducción del nivel de sonido**



Fuente: (e2S, 2010)

Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

**Tabla 3.** Reducción del nivel de sonido

<b>Distancia (m)</b>	<b>Reducción (dB)</b>
<b>1</b>	<b>0</b>
<b>2</b>	<b>-6</b>
<b>4</b>	<b>-12</b>
<b>8</b>	<b>-18</b>
<b>16</b>	<b>-24</b>
<b>32</b>	<b>-30</b>
<b>64</b>	<b>-36</b>
<b>128</b>	<b>-42</b>
<b>256</b>	<b>-48</b>
<b>512</b>	<b>-54</b>

Fuente: (e2S, 2010)

Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

### **El área a cubrir**

Se debe establecer la zona que se quiere cubrir para determinar los decibeles de alarma a utilizar, así como también la cantidad de dispositivos para optimizar recursos y evitar posibles daños por exceso de ruido.

Se recomienda realizar la ubicación de los dispositivos cada 15m para lograr tener un nivel de sonido uniforme en toda la instalación.

### **El ruido ambiental**

Se debe considerar que el dispositivo de notificación acústico tiene que superar al ruido ambiente de 5 a 15 dB.

### **Las frecuencias del tono**

Este factor es muy importante de considerar sobre todo en ambientes industriales ya que las frecuencias altas en sitios industriales tienden a atenuarse drásticamente en comparación de las frecuencias más bajas.

### **Eficacia y alcance de dispositivos lumínicos**

Los factores a tomarse en cuenta para que exista una mayor eficacia de los dispositivos lumínicos son cuatro:

### El área a cubrir

De acuerdo al área de distribución de cada zona a iluminar, se necesitan diferentes intensidades de las señales visuales, muchas de estas permiten seleccionar la intensidad requerida para una zona determinada. Se debe proporcionar una intensidad efectiva en el punto más lejano de 0,4037 lúmenes/m<sup>2</sup>. La cantidad de luz que proporciona cada dispositivo lumínico se puede regular dependiendo de los requerimientos de la instalación.

**Tabla 4.** Cobertura fuentes de luminosas

	Intensidad Efectiva	Cobertura máxima (m)
A	15	6.1x6.1
B	30	9.1x9.1
C	75	12.2x12.2
D	110	15.2x15.2

Fuente: (e2S, 2010)

Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

**Figura N°12 : Cobertura fuentes luminosas**



Fuente: (e2S, 2010)

Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

Se recomienda instalar los dispositivos visuales cada 13m y a 2.4 m del piso, para una mejor distribución y visualización.

### El color del lente

La eficacia y alcance de los dispositivos de alarma visuales van a depender especialmente del color de la señal visual, ya que el color del lente puede modificar la intensidad de la fuente luminosa como se aprecia en la siguiente tabla.

**Tabla 5.** Eficacia de la intensidad de fuente luminosa según color de lente

FUENTE LUMINOSA	COLOR DEL LENTE					
	Transparente	Amarillo	Ámbar	Rojo	Azul	Verde
Xenón	100%	93%	70%	23%	24%	25%
Incandescente	100%	93%	70%	17%	17%	12%

Fuente: (e2S, 2010)

Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

### La distancia de alcance

Generalmente el flujo luminoso que es emitido por una baliza se reduce en 1/4 cada vez que se duplica la distancia de observación, esto se debe tomar en cuenta también para determinar la eficacia y alcance de los dispositivos.

### La sincronización

Las señales visuales se deben sincronizar unas con otras para lograr un mayor efecto de luz y evitar flashes sin control. Es importante tener en cuenta esta consideración ya que el producir señales luminosas descontroladas puede causar convulsiones en las personas propensas a esta.

### Sistema de extinción de incendios

El sistema de extinción de incendios se basa en la forma con la cual se puede anticipar a una situación de peligro, sea de forma gráfica mediante señales, o con diferentes formas de combatir situaciones de un siniestro. En la actualidad existen sistemas de extinción autónomos que utilizan sprinklers también

conocidos como rociadores automáticos como dispositivos accionadores y de control, puesto que son capaces de detectar un incendio y controlarlo.

### **Extinción de incendios**

Para crear fuego se necesita de tres elementos en proporciones adecuadas: combustible, comburente y temperatura. Para eliminar el fuego y evitar una reacción en cadena se necesita eliminar uno de estos componentes.

### **Métodos de extinción:**

Según el tipo de material se puede extinguir el fuego creado por el mismo y dependiendo de esto se puede elegir el mejor agente extinguidor.

- ✓ **Eliminación del combustible**
- ✓ Se puede extinguir un incendio al eliminar el combustible que lo crea, se puede cerrar el acceso a él, como cerrar válvulas o remover el mismo a otro sitio donde no pueda ser alcanzado.
- ✓ **Exclusión de oxígeno**
- ✓ Este método de extinción logra la extinción del fuego al reducir la concentración de oxígeno que alimenta el fuego creado por el combustible mediante medios mecánicos o aplicación de gas inerte sobre el fuego.
- ✓ **Reducción de la temperatura**
- ✓ Este método es el más habitual y utiliza el agua para la extinción del fuego.
- ✓ El agua debe reducir la temperatura del flagelo a una velocidad superior a la de su generación, para esto hay que tomar en cuenta que el caudal que se aplique sea el adecuado.
- ✓ **inhibición de la reacción en cadena**
- ✓ Este método es muy efectivo sobre combustibles líquidos y gaseosos, ya que utiliza algunos agentes extintores limpios o con polvos especiales que interrumpen la producción de fuego.

### **Equipos de extinción**

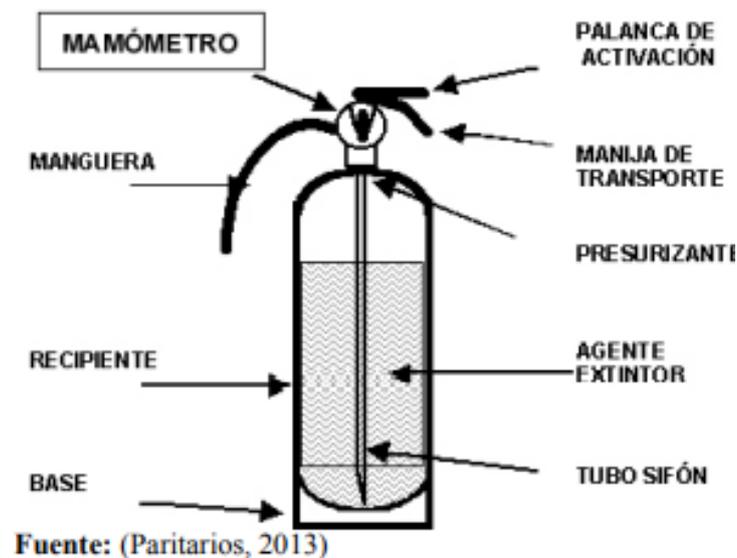
Los equipos de extinción se clasifican tomando en cuenta diferentes factores como:

### **Clasificación de los equipos extintores de acuerdo a su movilidad**

Los equipos de extinción pueden ser dos:

**Portátiles.-** Este extintor se ha diseñado para ser transportado y operado manualmente. Este equipo está conformado por un recipiente de metal o fibra que almacena un agente extintor. Se lo utiliza para incendios pequeños.

**Figura N°13 Descripción Extintor contra incendios**

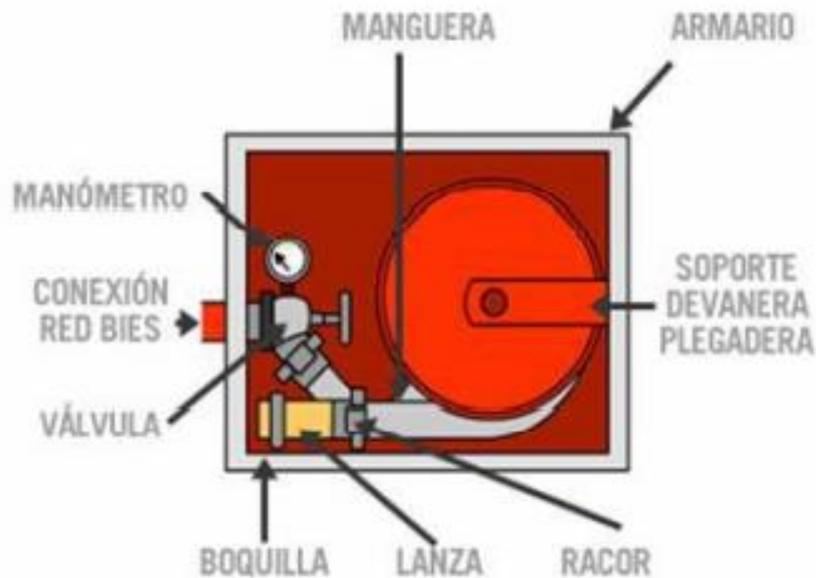


Existen extintores portátiles de diferentes tamaños y formas como los manuales que deben pesar máximo 20 kg, existen los más pesados que utilizan ruedas para ser transportados al lugar de conato y los de bombeo que son ligeramente pesados y se los lleva en hombros.

Los extintores portátiles tienen el agente extinguidor presurizado por un gas impulsador.

**Fijos.-** Estos se encuentran en un lugar fijo determinado. Existen los manuales que requieren de una manguera para llegar al lugar de incendio en el caso de BIES (Boca de incendios equipada) o en el caso de los hidrantes que se encuentran en el exterior de las edificaciones. También existen sistemas fijos autónomos como los sprinklers que se abren al alcanzar una temperatura determinada y suministran un agente extintor.

**Figura N°14 Descripción boca de incendios BIES**



Fuente: (Protección Contra Incendios S.L, 2012)

### **Clasificación de los equipos extintores de acuerdo al agente extintor**

De acuerdo al material o combustible almacenado se presenta el tipo e agente para extinguir un incendio.

### **Consideración para ubicación de extintores**

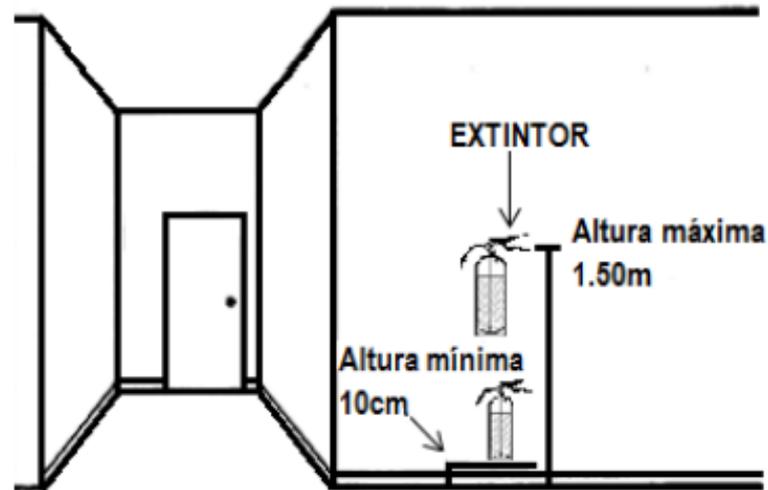
Se realiza las consideraciones técnicas de acuerdo a las normas vigentes en nuestro país.

### **Ubicación de extintor portable**

Se debe instalar un extintor próximo a aquellos lugares que debe proteger y presenta mayor riesgo, ya que en ellos existe mayor probabilidad de incendio. Los extintores tienen un alcance de 15 m a 20m dependiendo del tipo de extintor y del combustible del lugar. Es conveniente distribuidos de una forma regular, estando alguno cerca de las puertas y accesos, sin obstrucciones que impidan alcanzarlos y a una altura accesible que puede ir desde 10 cm del piso a máximo a 1.50m. Es importante señalar su posición, sobre todo en aquellos locales

cuyo tamaño o tipo de ocupación pueda dificultar la rápida localización del extintor.

**Figura N°15 Dimensiones de ubicación sobre pared de extintor portátil**



Fuente: (ORGAEZ, 2012)

Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

### **Ubicación de extintor fijo**

Se debe instalar extintores fijos en lugares en los que exista gran riesgo de un conato de incendio. Las bocas de incendio se disponen que estén ubicadas en un área 500m<sup>2</sup> o cada 50m de recorrido y al igual que los extintores portátiles deben estar en lugares de fácil acceso sin que exista ninguna clase de obstrucción a una altura asequible de máximo 1.50m con relación al suelo y con la señalización pertinente. Los hidrantes son ubicados cada 10 000m<sup>2</sup> de construcción o fracción, deben estar situados a máximo 100m de la misma.

## **2.3 Teorías relacionadas con el tema**

### **Variable independiente: Sistema de detección de gases.**

(Dräger, 2008) “En una primera aproximación los equipos de detección de gases son productos de tecnología de seguridad y son utilizados preferentemente para proteger a los trabajadores y asegurar la seguridad de la planta. Los sistemas de detección de gases están dedicados a detectar concentraciones de gas

peligrosas, para activar alarmas y – hasta donde sea posible – activar contramedidas antes de que se pueda producir una situación peligrosa para empleados, instalaciones y medioambiente”. (pág. 12)- de lo expuesto por Dräger, consideramos que nuestra variable independiente en nuestro trabajo se utiliza de manera importante para un manejo y prevención hacia nuestro principal problema que vendría a ser un incendio a lo cual nos responde a la siguiente pregunta ¿Qué representa el sistema de detección de gases para nuestro proyecto de investigación?

Así mismo, tenemos la siguiente dimensión:

### **D: Sistema de control**

(Alberto Perez, Perez Hidalgo, & Perez Berenguer, 2007) “Es un arreglo de componentes físicos conectados de tal manera que el arreglo pueda comandar, dirigir o regular, asimismo o a otro sistema. Estos sistemas comandan dirigen o controlan dinámicamente” (pág. 7) – de lo expuesto por el autor vemos que el sistema de control nos define a lo que viene ser un sistema de control a lo que responde a nuestra pregunta ¿Cómo la dimensión Sistema de control forma parte de la variable independiente?

Dimensión que contiene los siguientes indicadores:

Indicadores de la dimensión:

- Aislamiento eléctrico
- Tiempo de respuesta del sistema

### **Variable dependiente: Riesgo de Incendios.**

(Duarte Viejo, 2001) “Para que un incendio se inicie es necesario que el combustible y el comburente se encuentren en espacio y tiempo en un estado energético suficiente para que se produzca la reacción entre ambos. La energía necesaria para que tenga lugar dicha reacción se denomina energía de activación; esta energía de activación es la aportada por los focos de ignición. La reacción de combustión es una reacción exotérmica. De la energía desprendida, parte es disipada en el ambiente produciendo los efectos térmicos del incendio y parte calienta a más reactivos; cuando esta energía es igual o

superior a la necesaria, el proceso continúa mientras existan reactivos. Se dice entonces que hay reacción en cadena. Por lo tanto, para que un incendio se inicie tienen que coexistir tres factores: combustible, comburente y foco de ignición que conforman el conocido "triángulo del fuego"; y para que el incendio progrese, la energía desprendida en el proceso tiene que ser suficiente para que se produzca la reacción en cadena. Estos cuatro factores forman lo que se denomina el "tetraedro del fuego". El riesgo de incendio, al igual que cualquier otro riesgo de accidente viene determinado por dos conceptos clave: los daños que puede ocasionar y la probabilidad de materializarse." (pág. 1)- de lo expuesto por Duarte, consideramos que nuestra variable dependiente nos indica las posibles causas y precauciones que hay que tener, por ello es importante conocer estos primeros indicios, por lo cual nos responde a la siguiente pregunta ¿Qué representa el riesgo de incendios para nuestro proyecto de investigación?

Así mismo, tenemos las siguientes dimensiones.

Dimensiones de la variable dependiente de Riesgos de Incendios.

**D1: Riesgo de intoxicación por incendio.**

**D2: Daño a la infraestructura por incendio.**

**D3: Daño a viviendas aledañas al local.**

## **2.4 Definición de términos básicos**

### **2.4.1 Incendio.**

(Casey C.) Es un fuego proporcionalmente grande, que se propaga de forma descontrolada, esta puede generarse de manera instantánea producto de una ignición o de forma progresiva, esto causa interrupciones de las actividades o procesos de producción, impacto al medio ambiente y las pérdidas de vidas humanas.

### **2.4.2 Causas de incendio.**

(Casey C.) Fuentes de Ignición: son las superficies calientes, fricción, generación de chispas, cableado inadecuado, las reacciones químicas, compresión de gases, entre otros, estos representas a las fuentes de

ignición para que se desarrolle un incendio. **Materiales Inflamables:** son todo aquel material que tiene las propiedades de inflamación como: plásticos, madera, estos representan a los combustibles sólidos, también los combustibles líquidos gasolina, líquidos hidráulicos, aceites, solventes, entre otros.

#### **2.4.3 Riesgos de incendio.**

(FETE, 2015) Comprende la noción de exposición de cualquier tipo de combustible frente a una fuente de ignición, frente a ello es bastante vulnerable y una mayor probabilidad de que se origine un siniestro. El proceso de la evaluación para el peligro de los incendios de las diferentes actividades, se basa primeramente en la identificación del peligro, la evaluación, posteriormente dar los diferentes controles pertinentes.

#### **2.4.4 Sistemas de detección y alarmas.**

Los sistemas de detección y alarma tienen por objeto descubrir rápidamente el incendio y transmitir noticia para iniciar la extinción y la evacuación.

La detección de un incendio puede realizarse mediante:

##### **Detección humana**

La detección confiada en las personas, es importante una correcta formación y capacitación en materia de incendios el plan de emergencia debe establecer detalladamente, las acciones a seguir en caso de incendio.

##### **Detección automática**

Automáticamente el detector, sin necesidad de intervención humana, lleva a cabo la función de vigilancia del área que protege.

Los detectores automáticos proporcionan gran seguridad, son los equipos de detección de incendios más precoces y le avisaran por medio de sistemas e indicadores visuales asociados del posible incendio para proceder evacuación.

### **III. HIPÓTESIS Y VARIABLES**

#### **3.1 Hipótesis**

##### **3.1.1 Hipótesis general:**

**Hi:** Un sistema de detección de gases eliminará el riesgo de incendio en Lugares de comida rápida, 2021

**Ho:** Un sistema de detección de gases NO eliminará el riesgo de incendio en Lugares de comida rápida, 2021

##### **3.1.2 Hipótesis específicas:**

Hipótesis específicas N°1: Un sistema de detección de gases permitirá eliminar el posible riesgo de intoxicación por incendio en los trabajadores y comensales en lugares de comida rápida, 2021.

Hipótesis Específicas N°2: Un sistema de detección de gases permitirá eliminar posibles daños a la infraestructura por incendio en lugares de comida rápida, 2021.

Hipótesis Específicas N°3: Un sistema de detección de gases permitirá eliminar los posibles daños en viviendas aledañas de lugares de comida rápida, 2021.

#### **3.2 Definición conceptual de variables.**

##### **Sistema de detección de gases.**

(Dräger, 2008) “En una primera aproximación los equipos de detección de gases son productos de tecnología de seguridad y son utilizados preferentemente para proteger a los trabajadores y asegurar la seguridad de la planta. Los sistemas de detección de gases están dedicados a detectar concentraciones de gas peligrosas, para activar alarmas y – hasta donde sea posible – activar contramedidas antes de que se pueda producir una situación peligrosa para empleados, instalaciones y medioambiente”. (pág. 12).

## Riesgo de Incendios.

(Duarte Viejo, 2001) "Para que un incendio se inicie es necesario que el combustible y el comburente se encuentren en espacio y tiempo en un estado energético suficiente para que se produzca la reacción entre ambos. La energía necesaria para que tenga lugar dicha reacción se denomina energía de activación; esta energía de activación es la aportada por los focos de ignición. La reacción de combustión es una reacción exotérmica. De la energía desprendida, parte es disipada en el ambiente produciendo los efectos térmicos del incendio y parte calienta a más reactivos; cuando esta energía es igual o superior a la necesaria, el proceso continúa mientras existan reactivos. Se dice entonces que hay reacción en cadena. Por lo tanto, para que un incendio se inicie tienen que coexistir tres factores: combustible, comburente y foco de ignición que conforman el conocido "triángulo del fuego"; y para que el incendio progrese, la energía desprendida en el proceso tiene que ser suficiente para que se produzca la reacción en cadena. Estos cuatro factores forman lo que se denomina el "tetraedro del fuego". El riesgo de incendio, al igual que cualquier otro riesgo de accidente viene determinado por dos conceptos clave: los daños que puede ocasionar y la probabilidad de materializarse." (pág. 1)

### 3.3 Operacionalización de variable

Variables	Tipo de variable	Operacionalización	Dimensiones	Indicadores
Sistema de detección de gases	V1	En una primera aproximación los equipos de detección de gases son productos de tecnología de seguridad y son utilizados preferentemente para proteger a los trabajadores y asegurar la seguridad de la planta	D1: Sistema de control	I1: Aislamiento eléctrico I2: Tiempo de respuesta del sistema
Riesgo de incendio	V2	Para que un incendio se inicie es necesario que el combustible y el comburente se encuentren en espacio y tiempo en un estado energético suficiente para que se produzca la reacción entre ambos.	D1: Riesgo de intoxicación por incendio. D2: Daño a la infraestructura por incendio. D3: Daño a viviendas aledañas al local	I1: Señales de peligro como fuego

## **IV. DISEÑO MÉTODOLÓGICO**

### **4.1 Tipo y diseño de investigación.**

El tipo de investigación que se llevará a cabo será de tipo Correlacionales; de acuerdo con autor Hernández C., Fernández C. y Baptista P. 2003, sostienen que, estos estudios son los que se encargan de identificar la relación entre dos o más conceptos o variables. Los estudios correlacionales tienen en cierta forma un valor un tanto explicativo, con esto puede conocer el comportamiento de otras variables que estén relacionadas. Es por ello que se decidió elegir este tipo de investigación para poder relacionar las dos variables importantes en el presente trabajo.

Con respecto al diseño de la investigación que se llevará al cabo será del tipo no experimentales transversales; de acuerdo con el autor Hernández C., Fernández C. y Baptista P. 2003, sostienen que el diseño no experimental transversales son los que se encargan de recolectar datos en un momento único, describe variables en ese mismo momento o en un momento dado. Por eso mismo se pretende realizar una investigación transversal ya que los datos se recolectarán en un tiempo único.

### **4.2 Método de investigación.**

El método que se utilizó en el trabajo de investigación es el descriptivo, por medio del cual se recolectó datos, se realizó un resumen de la información obtenida de manera cuidadosa para luego hacer un análisis detallado de los resultados con el fin de extraer generalizaciones que permitan obtener un mejor conocimiento sobre ciertos conceptos.

### **4.3 Población y muestra.**

La población está conformada por el local de lugares de comida rápida ubicada en el Callao, por otro lado, la muestra estaría conformada por el personal del local y los mismo clientes, es por ellos que serán los primeros beneficiados con el presente proyecto.

#### **4.4 Lugar de estudio.**

Interiores de Lugares de comida rápida ubicado en el Callao.

#### **4.5 Técnicas e instrumentos para la recolección de la información.**

El presente proyecto llevará la técnica de observación directa para su elaboración. Según Méndez (2009) la observación directa es el proceso mediante el cual se percibe deliberadamente ciertos rasgos existentes en la realidad por medio de un esquema conceptual previo y con base en ciertos propósitos definidos generalmente por una conjetura que se quiere investigar.

De lo expuesto por el autor, el presente trabajo de investigación hace uso de la observación puesto que para comprobar la existencia de visión directa entre las antenas deben visitarse los emplazamientos donde se tiene previsto instalarlas, para ello se utilizarán los siguientes instrumentos:

- Lista de Cotejo
- Check List
- Registro Anecdótico

#### **4.6 Análisis y procesamiento de datos.**

##### **Método de análisis de datos:**

Según Hernández (2018) indica que el análisis se efectúa considerando los niveles de medición de las variables y mediante la estadística que puede ser: Inferencial y descriptiva.

Para el presente proyecto haremos uso de la estadística Inferencial para poder corroborar hipótesis.

Procesamiento de datos:

- Excel (Tablas de Contingencia, Tablas, Figuras, Gráficos)

Para la presente investigación la herramienta principal será el programa Microsoft Excel, representando los gráficos de información, histogramas, barras de información.

#### **4.7 Aspectos Éticos**

La presente investigación, “Sistema de detección de gases para eliminar el riesgo de incendio en Pollería “Machelo”, 2021” ha tenido las siguientes consideraciones:

**Académico:** El contenido de la información en este proyecto es solo con fines académicos.

**Objetividad:** Los datos de esta investigación son analizados con criterios técnicos e imparciales.

**Confiabilidad:** La información proporcionada por la unidad de análisis se reserva la protección de propiedad intelectual.

**Veracidad:** Los resultados obtenidos no serán manipulados o adulterados, la información dada a conocer debe ser verdadera, cuidando la confiabilidad de esta.

**Originalidad:** Conforme a la normativa establecida en la Universidad Nacional del Callao, se citarán las fuentes bibliográficas a fin de evitar el plagio.

**Efectos secundarios:** No genera impacto alguno en el medio ambiente.

## **V. RESULTADOS**

### **5.1 Sistema de protección contra incendios.**

El sistema diseñado tiene como principal objetivo proteger al personal y a los diferentes tipos de materiales almacenados en las bodegas de la empresa.

Para ello se desarrolla el monitoreo de los sistemas de detección y alarma de incendios y se muestra de forma amigable al personal de guardianía las diferentes interfaces creadas para localizar con exactitud el área en la cual se ha producido un siniestro.

Cada bodega está dividida en dos áreas de protección, cada área tiene asociada ocho dispositivos direccionables, entre ellos las palancas de aviso manual, existen seis áreas en total.

#### **5.1.1 Sistema de detección**

Se desarrolla un sistema convencional direccionable debido a que en total se requiere de 48 dispositivos contando con detectores, palancas de aviso manual y luces estroboscópicas, por lo que no es recomendable un sistema convencional que tan solo soporta un total de 20 dispositivos por zona.

##### **Área a proteger**

Las instalaciones de bodega no poseen iluminación ni conexiones de fuerza proporcionadas por una fuente de energía eléctrica en su interior, por lo que no es necesario cortar el suministro de energía en caso de incendios. Debido a la magnitud de las barricas almacenadas en la bodega uno es imposible utilizar detectores de humo lineales infrarrojos de haz de luz proyectada, pues la altura de los contenedores sobrepasa la dimensión apropiada de ubicación de los dispositivos.

**Figura N°16 Interrupción de señal sensores infrarrojos**



No se recomienda el uso de detectores de gases, ya que tanto en la bodega uno y dos se almacena alcohol etílico y esta sustancia genera un tipo de gas que para el sistema podría generar una señal errónea de alarma.

#### **5.1.1.1 Componentes**

Los materiales a utilizar son detectores de humo, palancas de aviso manual y los necesarios para la respectiva instalación.

##### **Detectores de humo**

Las bodegas almacenan materiales de mediana combustión, razón por la cual es indispensable utilizar detectores de tipo fotoeléctricos, los cuales son capaces de detectar la presencia de humo en alturas de hasta 7 metros.

D 7050 TH detector de humo fotoeléctrico direccionable Este dispositivo es fabricado por la marca Bosch, compatible con la central de incendios D7024, es un detector de humo fotoeléctrico multiplexado de bajo perfil, requiere módulo de expansión multiplexado D7039 para ser detectado en el sistema con su dirección única asignada.

**Figura N°17    Detector D 7050 TH**



Fuente: (Bosch Security)

### **Características.**

- Se conecta al bus de dos hilos multiplex mediante base
- Inmunidad superior a la suciedad
- Auto diagnóstico de verificación de estado de cámara
- Se desarma fácilmente para limpieza de cámara
- Direccionamiento incorporado en cada dispositivo

### **Especificaciones técnicas**

**Tabla 6.** Especificaciones técnicas D 7050 TH

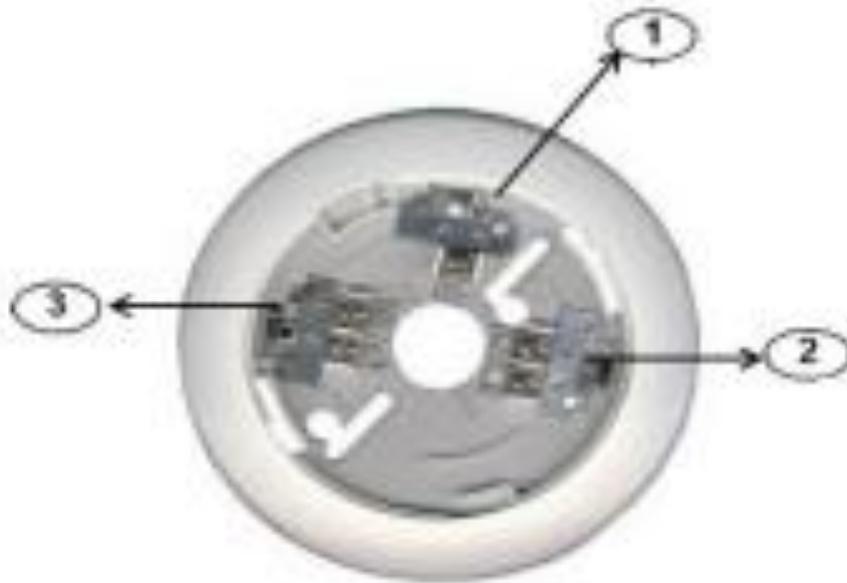
PARAMETROS	VALORES NOMINALES
Alimentación	500µA valor nominal, 560µA en alarma, alimentación del bus multiplex 12V DC
Vrms máximo	25% en corriente directa DC
Interferencia por radiofrecuencia	Frecuencias críticas de 26 a 950MHz, no se produce alteraciones ni alarma
Temperatura de operación	+57° C ±2.7° C valor nominal
Montaje	Sobre base
Diseño de gabinete	De plástico ABS, retardante al fuego, con base separable y sistema de traba giratorio

Fuente: (Bosch Security)

### 5.1.1.2 D 7050-B6 base de detector de dos hilos

Base requerida por el detector D7050, está conectada directamente al bus multiplex del panel de control FPD 7024.

**Figura N°18 Base D 7050-B6 detector D 7050 TH**



Fuente:(Bosch, 2013)

1. Conector resistencia terminadora.
2. Conector Bus Multiplex terminal negativo (-)
3. Conector Bus Multiplex terminal positivo (+)

#### **Características**

- Se conecta directamente al bus multiplex
- Facilidad para remover el detector

## Especificaciones técnicas

**Tabla 7.** Especificaciones Técnicas D 7050-B6

CONSIDERACIONES AMBIENTALES	
Humedad	0% al 93% concentración de humedad
Temperatura	0°C a 38°C nominal
PROPIEDADES MECANICAS	
Color	Blanco
Montaje	Sobre pared o cielo razo, base universal octogonal
Tipo de material	De plástico ABS, retardante al fuego, con sistema de traba giratorio.

Fuente: (Bosch System)

Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

### 5.1.1.3 D 7039 Módulo de expansión multiplexado

Compatible con FPD 7024 y DS9400 control panel, está diseñado para mejorar las características de los paneles de control, aumentando el número de salidas tipo relé, se conecta directamente al panel.

**Figura N°19** Módulo D 7039



Fuente: (Bosch, 2013)

## Características

- Posee dos buses multiplexados clase B estilo 4
  - Provee un bus multiplexado clase A estilo 6
- Soporta desde 9 hasta 255 direcciones en clase A y B (direcciones reservadas) Incrementa la memoria histórica de eventos hasta 499

## Fácil instalación Especificaciones técnicas

**Tabla 8.** Especificaciones técnicas D 7039

DETALLE	DESCRIPCION
Voltaje de alimentación	24 VDC nominal
Corriente de carga	100 mA (por bus)
Corriente de alarma y standby	150 mA
Voltaje de bus	12 VDC
Resistencia del bus de datos	50 $\Omega$

Fuente: (Bosch System)

### 5.1.1.4 Palancas de aviso

Son dispositivos manuales de tipo palanca con llave giratoria para reseteo, direccionables, también se los conoce con el nombre de estaciones manuales de detección.

### 5.1.1.5 FMM 7045 estación de detección manual direccionable.

Compatible con el módulo de expansión D7039 para panel FPD 7024, este dispositivo está conectado al bus de comunicación puesto que es direccionable y es considerado como un punto de accionamiento del sistema.

**Figura N°20 Estación manual FMM 704**



Fuente: (Bosch Security)

#### Características

- Punto simple de programación en panel
- Conexión directa al bus multiplex
- Reseteo manual en la estación misma
- Direccinamiento incorporado en cada dispositivo

#### Especificaciones técnicas

**Tabla 9.** Especificaciones técnicas FMM 7045

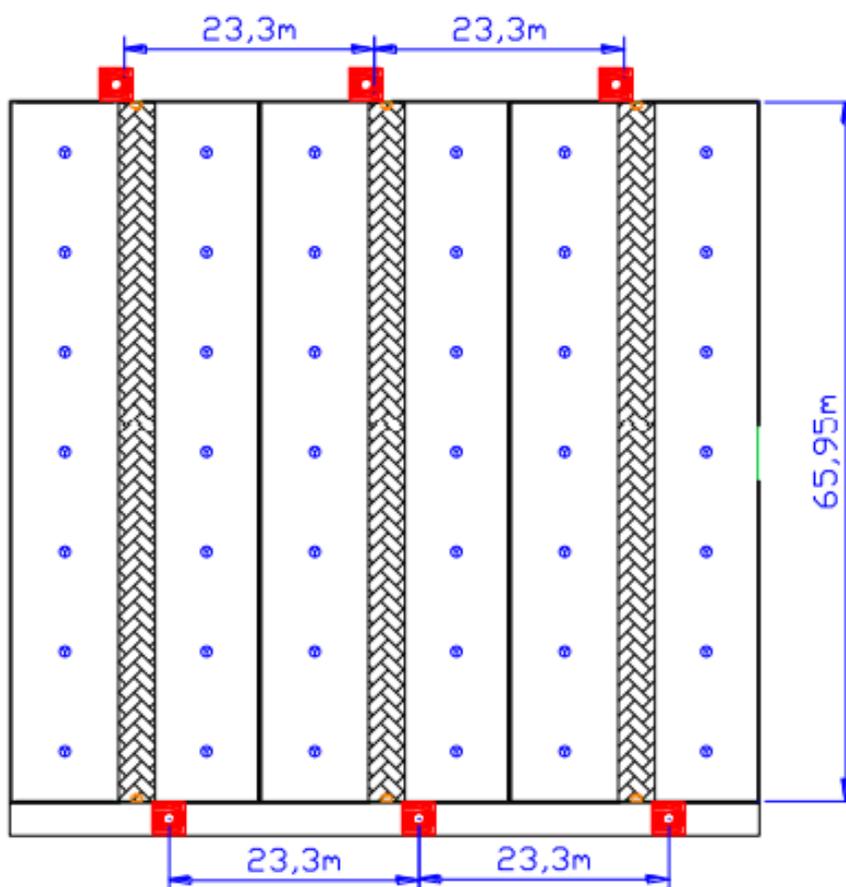
DETALLE	DESCRIPCION
Alimentación	Alimentación del bus multiplex 12V DC
Corriente nominal	500 $\mu$ A valor nominal, 560 $\mu$ A en alarma
Temperatura de operación	0°C a 49°C valor nominal
Montaje	Sobre base universal, rectangular/cuadrada
Diseño de gabinete	De metal, pintura retardante al fuego, con base separable y llave giratoria

Fuente: (Bosch System)



Figura N°22 Plano distribución de estaciones manuales

## BODEGA 1 BODEGA 2 BODEGA 3



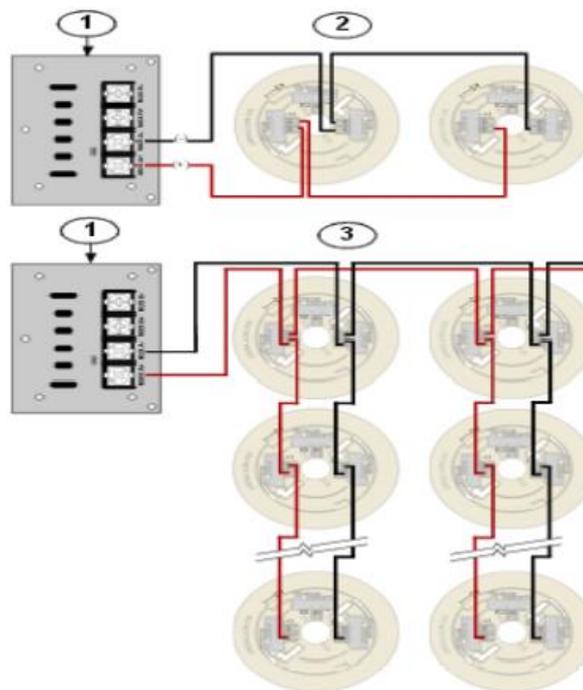
Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

### Instalación

#### 5.1.1.9 D 7050-B6 base de detector de dos hilos

La base del detector se conecta directamente al bus de comunicación, el protocolo de comunicación soporta dos tipos de conexiones: en serie y tipo "T", para el sistema implementado se requiere de los dos tipos de cableado. La estructura de la base posee conectores específicos para ambos tipos de conexiones.

**Figura N°23 Cableado en serie y tipo T**

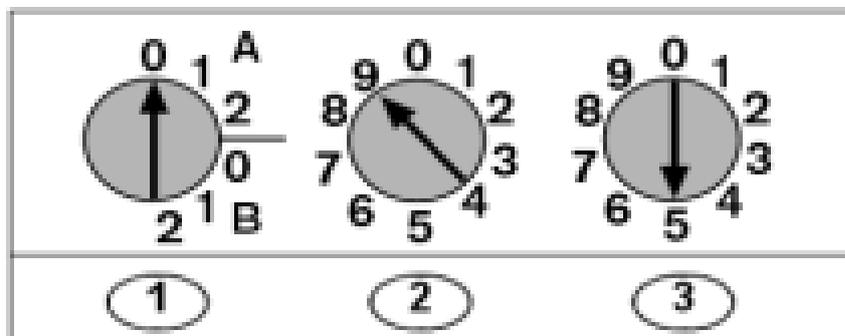


Fuente: (Bosch System)

**5.1.1.10 D 7050 detector de humo fotoeléctrico direccionable.**

El detector no posee cableado, pero el dispositivo necesita ser direccionado, el sistema que implementa la marca Bosch admite direcciones desde 9 hasta 255 con direcciones reservadas quedando un total de 127 dispositivos por lazo, para el sistema implementado se toma desde la dirección 0.20 para los detectores (Ver Tabla 17). El direccionamiento se lo realiza posicionando las perillas que posee cada dispositivo.

**Figura N°24 Selección de dirección detector D7050**



Fuente: (Bosch System)

Perilla asignación de centenas

A.- Circuito clase A

B.- Circuito clase B

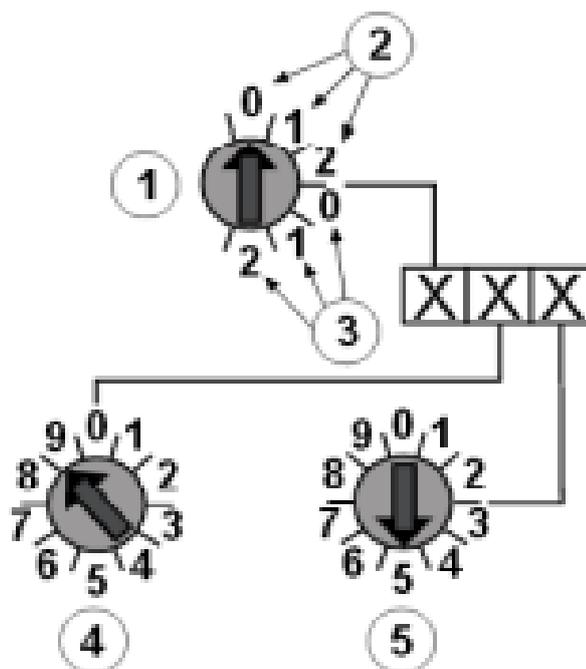
Perilla asignación de decenas

Perilla asignación de unidades

#### 5.1.1.11 FMM 7045 estación de detección manual direccionable

La estación manual direccionable se conecta directamente al bus de datos, de igual forma que los detectores necesitan ser direccionados y no se deben asignar la misma dirección, para el sistema los dispositivos manuales serán numerados desde el número 0.65.

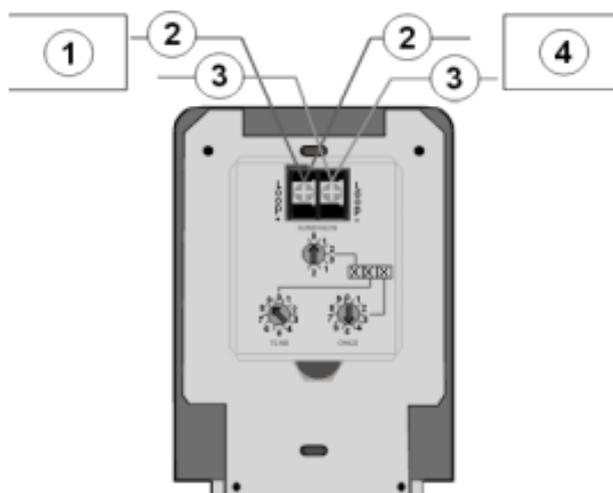
Figura N°25 Perillas asignación de dirección FMM7045



Fuente: (Bosch System)

- Perilla asignación de centenas
- Circuito clase A
- Circuito clase B
- Perilla asignación de decenas
- Perilla asignación de unidades

**Figura N°26 Conexión FMM 7045 al bus de comunicación**



Fuente: (Bosch System)

- Hacia otros dispositivos
- Terminal positivo bus de comunicación
- Terminal negativo bus de comunicación
- Desde panel de control

La distribución de zonas y dispositivos se muestran en la siguiente tabla.

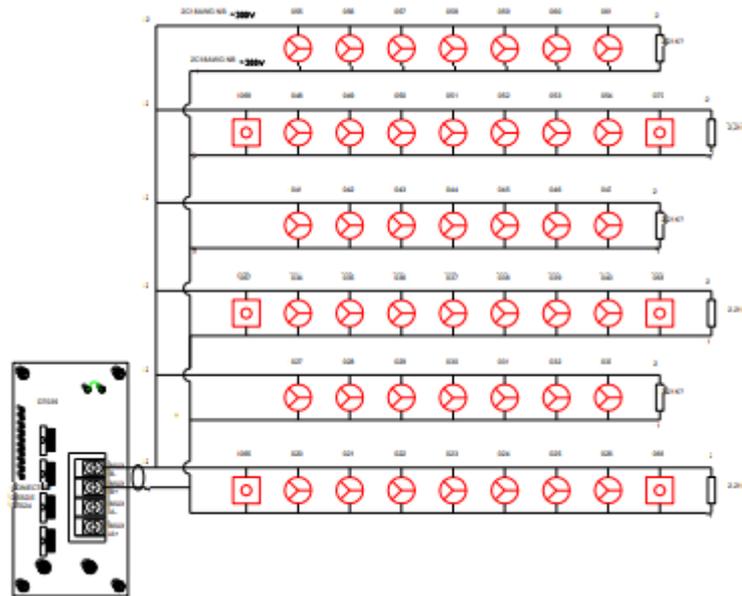
**Tabla 10.** Distribución de áreas y dispositivos

Descripción	Área	Dispositivos	Dirección Dispositivos
Bodega 1	Área 1	7Disp Direccionables 1palanca de aviso	0.20-0.26 0.65
	Área 2	7Disp Direccionables 1 palanca de aviso	0.27-0.33 0.66
Bodega 2	Área 3	7Disp Direccionables 1 palanca de aviso	0.34-0.40 0.67
	Área 4	7Disp Direccionables 1 palanca de aviso	0.41-0.47 0.68
Bodega 3	Área 5	7Disp Direccionables 1 palanca de aviso	0.48-0.54 0.69
	Área 6	7Disp Direccionables 1 palanca de aviso	0.550.61 0.70

Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

La conexión de detectores y estaciones manuales se las realiza con el cable 2C 18AWG no blindado por medio de tubería conduit de ½ pulgada

**Figura N°27 Diagrama eléctrico de conexiones dispositivos accionadores**



### **Sistema de alarma**

El objetivo fundamental del sistema de alarma diseñado, es el de dar aviso de forma visual y sonora de que se ha suscitado un siniestro, además de iluminar las respectivas salidas de emergencia de las bodegas.

### **Área de notificación**

El área total de las instalaciones es demasiado grande, por tal motivo se requiere de una sirena de alto potencial sonoro, el siguiente plano nos proporciona las dimensiones de alcance de la sirena a utilizar. Los anunciadores visibles o luces estroboscópicas se encuentran en la parte interna de cada acceso a las bodegas, indicando de esa forma las salidas de evacuación existentes en caso de emergencia por incendio. Cabe recalcar que las luces estroboscópicas en nuestro sistema funcionan como alarma visual y como luces de emergencia.

### 5.1.1.12 Componentes

Los dispositivos a utilizar son: sirena de evacuación, luces estroboscópicas y los necesarios para su instalación.

- **Sirena de evacuación**

El área total del establecimiento es muy extensa y abierta por tal motivo se ha instalado una sola sirena de evacuación capaz de dar alarma a toda la infraestructura, este dispositivo está conectado directamente al panel de control FPD 7024.

- **Sirena electrónica D117**

Este dispositivo está conectado directamente a la central contra incendios, tiene dos niveles de sonido, oscilador incorporado, dos niveles de voltaje.

Figura N°28 Sirena D117



fuelle: (Bosch)

#### **Características**

- Conexión directa al control panel
- Varios niveles de voltaje
- Instalación interna y externa con gabinete

Especificaciones técnicas

**Tabla 11.** Especificaciones técnicas

DETALLE	DESCRIPCION
Voltaje de alimentación	12/24 VDC
Corriente	1100 mA máximo
Potencia	30 Watts, 120 dβ
Instalación	Interior (exterior en gabinete)
Tipo de salida	Sonido continuo y ululante
Material de construcción	Plástico ABS de alto impacto

Fuente: (Bosch System)

### **Luces estroboscópicas**

Este sistema funciona como iluminación de emergencia y como alarma de tipo visual. Las luces anunciadoras están ubicadas en los principales accesos a cada bodega, esto es en la entrada principal.

### **Sirena con luz estroboscópica serie W-HS**

Son dispositivos mixtos pues están compuestos por una sirena y la luz estroboscópica, instalación interna en el puesto de trabajo puesto que funciona como alarma visual y auditiva.

Figura N°29 Luz estroboscópica W-HS



Fuente: (Bosch System)

### **Características**

- Montaje sobre base universal
- Bajo consumo de energía
- Tres niveles de volumen
- Ocho niveles de iluminación
- Instalación externa con gabinete

## Especificaciones técnicas

**Tabla 12.** Especificaciones técnicas Luz estroboscópica W-HS

DETALLE	DESCRIPCION
Alimentación	12/24 VDC nominal
Corriente	75mA – 282mA
Potencia	15W, tres niveles de sonido
Instalación	Interior (exterior en gabinete)
Montaje	Base universal rectangular/cuadrada
Tipo de salida	Continuo/ código 3*
Construcción	Plástico ABS alto impacto/ color rojo

Fuente: (Bosch System)

**Tabla 13.** Alimentación para 12 y 24 VDC

Valores nominales para alimentación de 12 VDC			
Niveles	Corriente	Niveles (dβ)	Niveles (cd)
Alto	235Ma	88	95
Medio	135 mA	82	30
Bajo	75 mA	76	15
Valores nominales para alimentación de 24 VDC			
Niveles	Corriente	Niveles (dβ)	Niveles (cd)
Alto	282 mA	93	185
Medio	272 mA	89	135
Bajo	267 mA	82	95

Fuente: (Bosch System)

### 5.1.1.13 Distribución de dispositivos

Las propiedades de los dispositivos instalados ayudan para crear una pauta al momento de la instalación.

#### Sirena electrónica D117

Al ser una sirena de 120 dβ suficiente para romper el umbral del ruido, se instala un solo dispositivo en la esquina superior de la primera

bodega, para lograr dar aviso a la garita de guardianía, al personal que se encuentre circundante en las instalaciones.

#### **Sirena con luz estroboscópica serie W-HS**

Estos tipos de elementos funcionan para dar visibilidad en caso de emergencia a las principales rutas de evacuación, por ese motivo se instala un dispositivo en cada bodega sobre la puerta principal de acceso en la parte superior.

##### **5.1.1.14 Instalación**

Los elementos están conectados a diferentes controles como el panel de detección de incendios FPD 7024 y el panel de monitoreo.

#### **Sirena electrónica D117**

Este dispositivo está conectado directamente al panel de monitoreo mediante la salida Q0.0 del PLC S7 1200 conectado a una fuente de voltaje de alimentación de 24 VDC.

Se instala sobre un gabinete para uso externo, construido de metal, recubierto de pintura anti corrosiva, aislante y retardante al fuego.

Este sistema se acciona una vez que el control panel reciba la señal de emergencia del sistema de detección, esto es, si uno o varios detectores asignados a un área específica se han activado.

#### **Sirena con luz estroboscópica serie W-HS**

Este dispositivo forma parte del sistema de iluminación de emergencia y de alarma visual, tres elementos conectados al PLC S7 1200 a las salidas Q0.1, Q0.2 y Q0.3 respectivamente.

### **5.1.2 Sistema de control**

Las instalaciones de las bodegas son extensas, razón por la cual se necesita instalar una cantidad mayor de dispositivos de iniciación para poder satisfacer las necesidades de la empresa, un sistema convencional soporta por zona máximo 20 elementos, es por eso que se necesita implementar un método diferente como lo es el convencional

direccionable y los componentes deben cumplir con esta característica o ser capaces de acoplarse a un bus de comunicación multiplexado es decir que puedan tener una dirección de comunicación propia y que no pueda duplicarse.

#### **5.1.2.1 Componentes**

El sistema de control está conformado por un Panel de control o central antiincendios, batería de respaldo, gabinete de almacenaje y sus periféricos adicionales.

##### **Panel de control**

La central antiincendios está ubicada en la garita principal de guardianía, este elemento controla, suministra alimentación, monitorea, almacena datos, gestiona acciones secundarias de los demás sistemas asociados a la prevención de un siniestro.

##### **FPD 7024 panel de control de alarma de incendios**

Central antiincendios de la marca Bosch, funciona como convencional con cuatro zonas de 20 dispositivos asociados y direccionable con el módulo de expansión multiplexado D7039 admite 255 dispositivos asociados por lazo o SLC, admite periféricos de memoria y expansión de dispositivos como: tarjetas de relés, tarjetas de Nacs, cuenta con conexión directa a la troncal telefónica con dos números, posee un teclado alfanumérico y una pantalla LCD para programación y visualización de estados.

Bosch presenta la tecnología LSN (Local Security Network), basada en la comunicación serial RS232, es un sistema de transmisión bidireccional digital según el principio maestro-esclavo. El maestro forma la central, los esclavos, que pueden llegar a 127 unidades, son los elementos de red como: detectores, sensor y puntos de accionamiento manual.

Figura N°30 Gabinete de central contra incendios

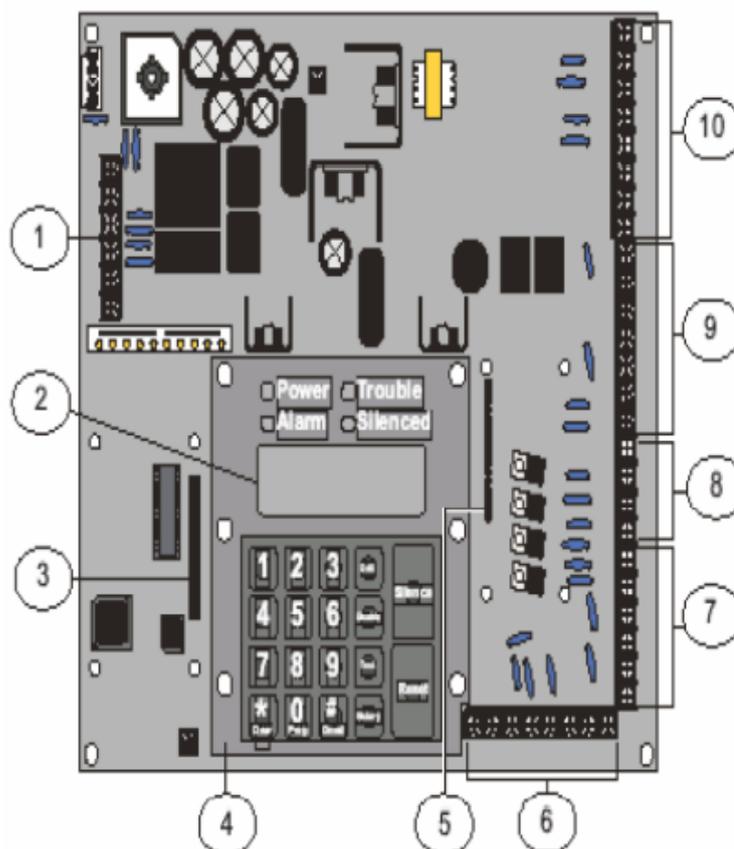


Fuente: (Bosch)

Figura N°31 Placa de elementos FPD 7024



**Figura N°32 Diagrama placa de control D7024**



Fuente: (Bosch, 2013)

**Tabla 14.** Descripción placa de control D7024

ETIQUETA	ROTULO
1	Terminal NAC
2	Pantalla de Cristal Líquido LCD
3	Conector para módulo de expansión multiplexado D7039
4	Teclado alfa numérico
5	Conector expansor puntual de zonas
6	Terminal para bus multiplexado (Option Bus)
7	Terminales de zonas de entrada
8	Alimentación auxiliar
9	Terminal de relés
10	Terminal Telco

**Elaborado por:** Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

## Características

- Programación por teclado mediante menús
- Comunicador de dos líneas incorporado
- 16 códigos para usuarios
- Almacena 99 eventos para históricos
- Sensible a la estática
- Armario de protección color rojo (gabinete)
- Pantalla LCD visible en armario

## Especificaciones técnicas

**Tabla 15.** Especificaciones técnicas D7024

DETALLE	DESCRIPCIÓN
Alimentación primaria	120 VAC, 1.2 Amp 60Hz o 240 VAC, 0.75 Amp 50Hz transformador de entrada
Rango voltaje en circuitos	20.4 – 28.2 VDC
Tiempo de respuesta	500 ms
Tipo de circuito	Clase A, estilo D y Clase B, estilo B
Numero de zonas	(2 hilos) 4 zonas, expandible a 8 (D7034)
Número máximo de detectores por zona	20 dispositivos de dos hilos
Resistencia máxima de línea	150 $\Omega$
Corriente nominal detectores	3 mA, máximo en reposo
Corriente nominal de corto circuito	44 mA, máxima
Corriente de supervisión	8 mA a 20 mA
Corriente de alarma	25 mA, requerida para dar alarma
Resistencia de fin de línea	2,21 k $\Omega$
Temperatura de operación	0°C hasta 49°C

Dimensiones gabinete	52.8 cm x 38.1 cm x 10.9 cm
Material construcción gabinete	Acero trabajado en frio

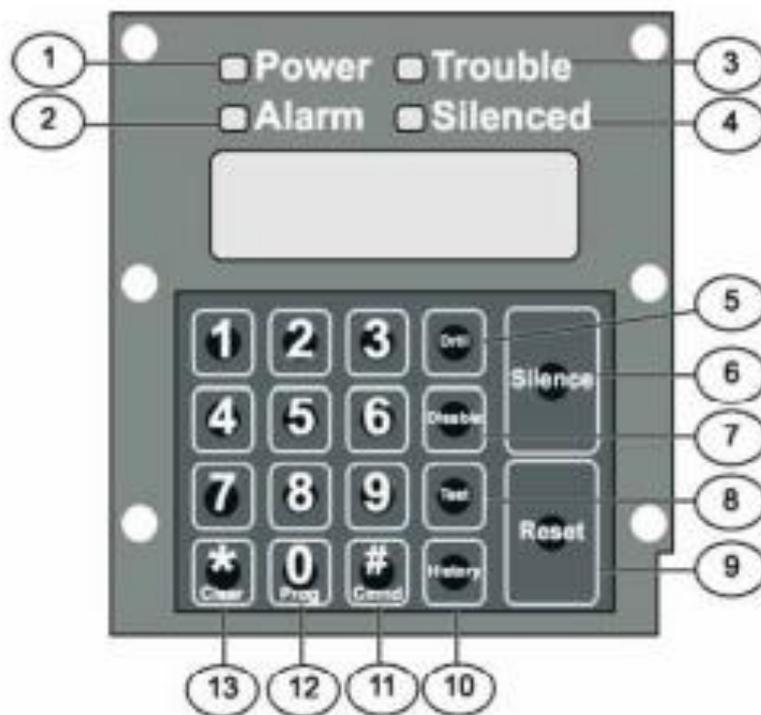
Fuente: (Bosch System)

### 5.1.2.2 Configuración

La configuración del panel se la realiza de forma gráfica y progresiva mediante comandos ingresados vía teclado y las acciones se visualizan en la pantalla LCD (Pantalla de cristal líquido). El panel de control FPD 7024 presenta opciones para poder incrementar el número de teclados o pantallas en un mismo sistema de protección contra incendios.

Cada placa D 7024 posee un teclado estándar el cual tiene incorporado un LCD

**Figura N°33 Teclado incorporado panel D7024**



Fuente: (Bosch System)

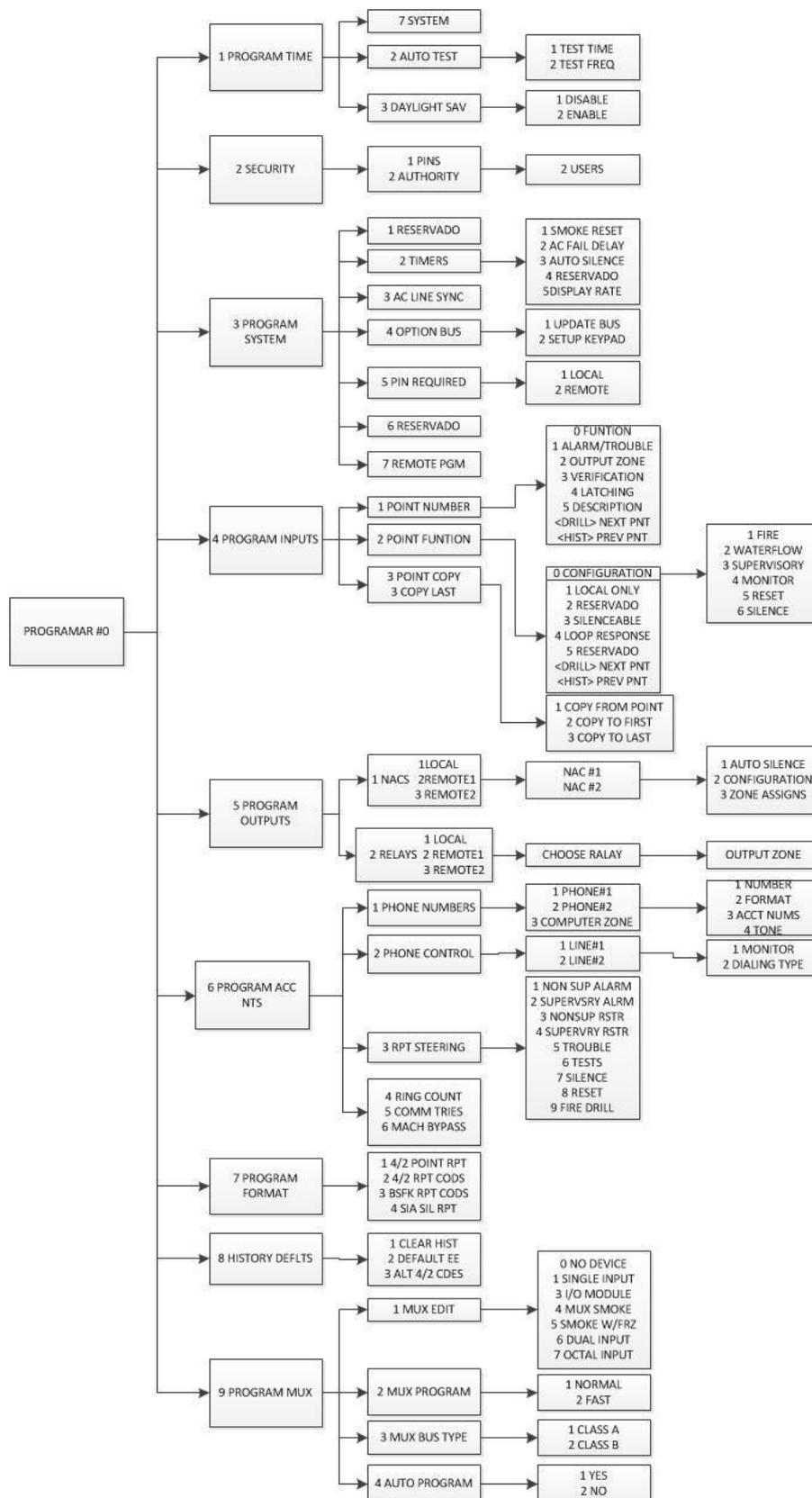
A continuación, se detalla los principales componentes del teclado y la pantalla en conjunto con los indicadores Leds.

**Tabla 16.** Descripción teclado alfanumérico D7024

ETIQUETA	ROTULO
1	Indicador led de alimentación
2	Indicador led de alarma
3	Indicador led de falla en el sistema
4	Indicador led de silenciamiento
5	Tecla de entrenamiento (DRILL)
6	Tecla de silenciamiento (SILENCE)
7	Tecla de deshabilitar (DISABLE)
8	Tecla de prueba (TEST)
9	Tecla de restablecimiento (RESET)
10	Tecla de histórico (HISTORY)
11	Tecla de ingreso de comando especial y datos en programación (CMD)
12	Tecla de ingreso a programación (PROG)
13	Tecla de borrado (CLEAR)

La marca registrada Bosch, presenta un árbol de programador el cual es muy útil, pues es una guía práctica para programar y configurar el FPD 7024, en el cual se necesita seguir de forma progresiva y escoger las opciones que se desea ajustar o configurar.

Figura N°34 Árbol de programador FPD 7024



Fuente: (Bosch, 2013).

El árbol del programador presenta de forma detallada la programación de cada instancia del panel de control.

El sistema se divide en seis áreas de protección, cada bodega cuenta con dos áreas y cada área posee 8 dispositivos asociados. (Ver tabla 12)

Una vez que los dispositivos han sido direccionados se los debe reconocer en el sistema, para ello se escoge la opción de auto programación y el panel de control envía una señal a todos los elementos conectados.

La inicialización sirve para transmitir la dirección con la que el elemento direccionable, es decir el esclavo puede alcanzarse en el tiempo de seguimiento, para esto se envía al esclavo direccionable después de aplicar la tensión de alimentación, seguido de un bit de paridad par y un bit de parada, si alguno de ellos tiene la dirección duplicada el panel nos indica el elemento que presenta el error, caso contrario presenta un mensaje de auto programación finalizada.

De ese modo todos los dispositivos se encuentran funcionando en nuestro panel cada uno con su única dirección o nombre.

### **Programación**

El tipo de comunicación entre los dispositivos asociados es de protocolo cerrado, para poder controlar las NAC's y los relés es necesario combinar las propiedades tanto del sistema convencional como del direccionable presente en el panel FPD 7024.

El panel posee 8 zonas configuradas de fábrica, lo que se pretende es utilizar esta característica para asociar los dispositivos a por lo menos seis zonas y así lograr que cada zona controle el accionamiento de un relé o NAC.

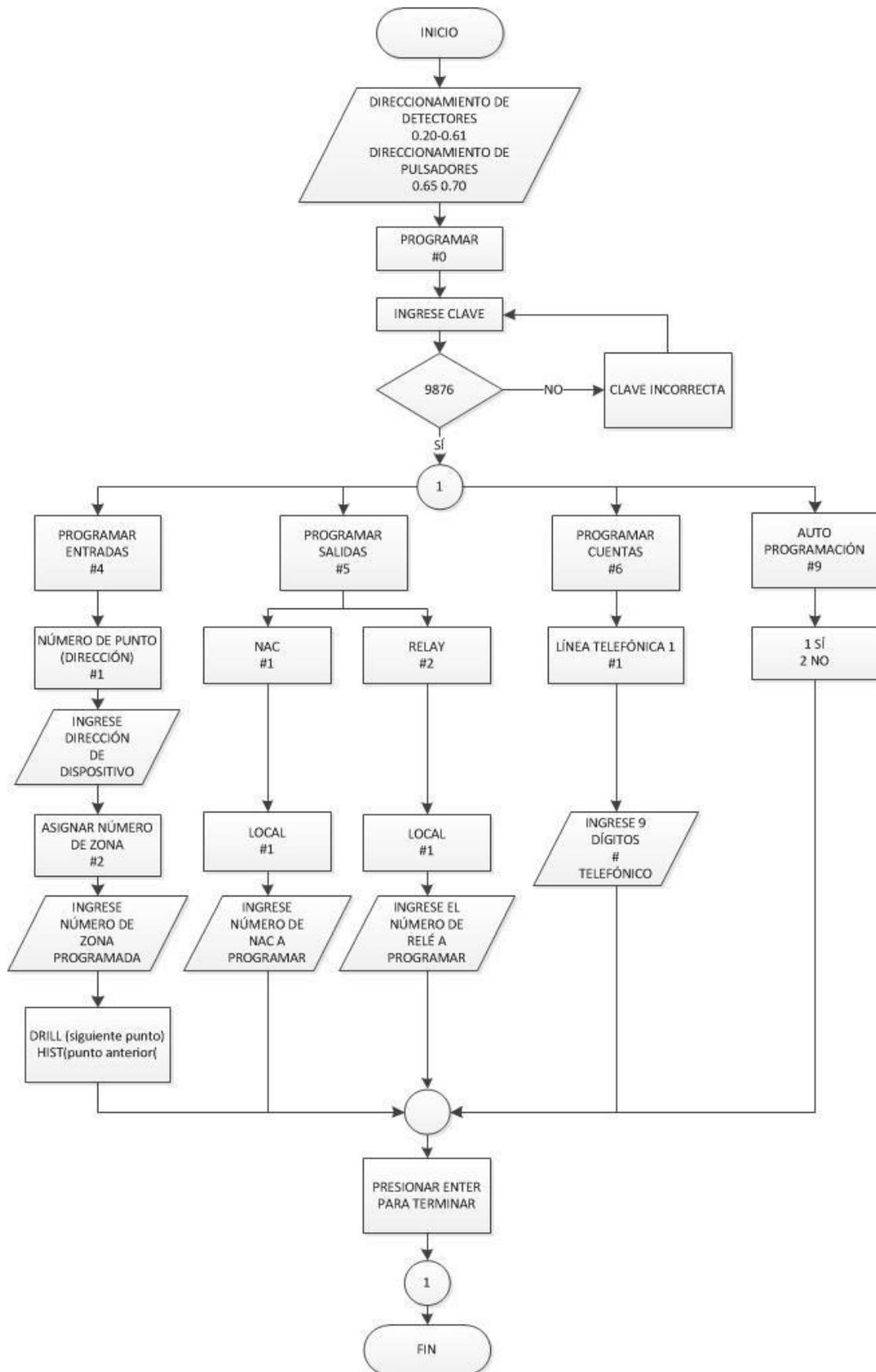
Si bien las zonas no están físicamente implementadas, están pre-configuradas en el panel contra incendios, para asignar los dispositivos a a proteger y se les asigna una zona específica, esta zona accionara un dispositivo actuador Nac o relé.

Presionando la opción 4 (PROG INPUT), ingresar el número del dispositivo (nombre), asignar el número de zona y presionar la tecla "DRILL" para continuar con el siguiente punto o la tecla "HIST" para ir al punto anterior.

Cada área tiene asociado 8 dispositivos accionadores, cuando uno de estos elementos detecte la presencia de humo activan una determinada zona y esta zona activa un determinado relé o NAC, la central contra incendios FPD 7024 soporta hasta cuatro acciones en un mismo relé, de ese modo se puede accionar el mismo relé o NAC hasta con cuatro zonas programadas.

Las salidas se programan presionando la opción número 5 (PROG OUTPUT), se selecciona la opción que se desea programar 1 para las NAC'S y 2 para Relés, la opción 1 para dispositivo local, el número de relé o Nac y se selecciona el número 3 para determinar el área programada que va a activar estos elementos. La programación de un número telefónico se la realiza con la opción 6 PROGR ACCN (Programación de cuentas), nos presenta dos opciones para dos líneas telefónicas, se escoge la opción 1 para la primera línea, y se selecciona la opción 1 para ingresar el primer número telefónico. Para terminar y salir de la programación se presiona la tecla "ENTER" cada área, se debe programar uno por uno y en secuencia, de ese modo se agrupa los dispositivos asociados al área.

**Figura N°35 Diagrama de flujo programación FPD 7024**



**Tabla 17.** Activación de dispositivos de control según áreas

Dispositivos de control activados		
Área activada	RELÉ	NAC
Área 1	Relé 1	
Área 2	Relé 2	
Área 3	Relé 1 Relé 2	Nac 1
Área 4	Relé 3	
Área 5	Relé 1 Relé 3	Nac 2
Área 6	Relé 2 Relé 3	Nac 1 Nac 2

### **5.1.2.3 Instalación**

La instalación se la realiza a partir del gabinete, el cual alberga en su interior todos los elementos del sistema de control, la placa de control, la fuente a alimentación primaria y de emergencia y los demás accesorios adicionales compatibles con la central contra incendios instalada.

Instalación del gabinete

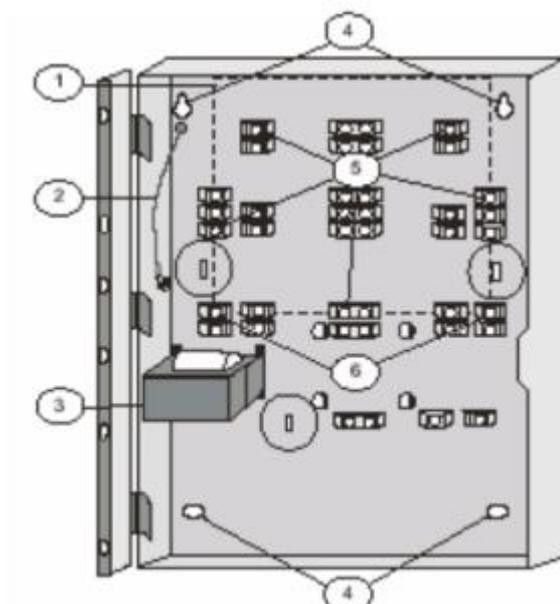
El gabinete se encuentra emplazado en la garita principal de guardianía, para su instalación se debe cumplir con la norma INEN que sugiere una altura mínima para su montaje de 1,5 metros (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2009).

Determinado el área de instalación, se utiliza el gabinete como plantilla para marcar los agujeros numerados (4) en la figura 36.

Se utiliza taco Fisher para asegurar la máxima fijación en la pared, se coloca los tornillos de la parte superior, asegurándose de que ingresen en la parte más delgada del agujero del gabinete.

Por último atornillar todos los tornillos empezando por los superiores y terminando en los inferiores.

**Figura N°36 Gabinete central contra incendios FPD 7024**



Fuente: (Bosch System)

Fuente: (Bosch System)

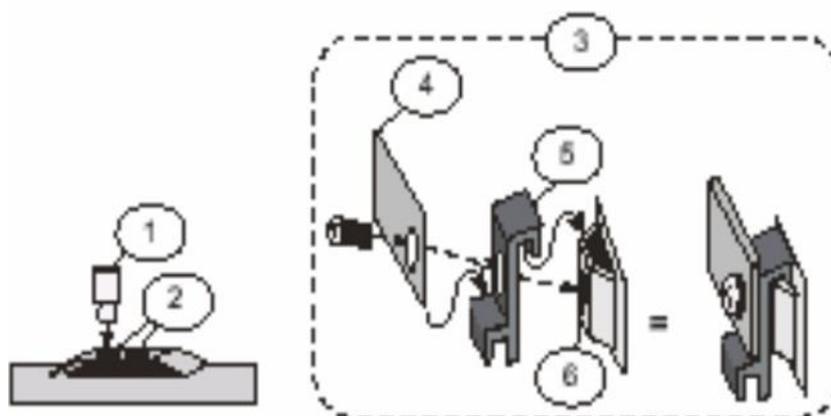
**Tabla 18.** Descripción gabinete para FPD 7024

ETIQUETA	ROTULO
1	Ubicación de la placa del panel de control
2	Agujeros de retención
3	Ensamblaje de los topes de soporte
4	Orificios de sujeción del gabinete
5	Soportes para placa
6	Agujeros de retención de la placa en gabinete

### Instalación de la placa dentro del gabinete

La placa de la central de incendios tiene sensibilidad a la estática, entonces para manipular este elemento es necesario usar guantes anti estática o descargar cualquier electricidad estática tocando tierra antes de la manipulación.

**Figura N°37 Soporte instalación placa D 70234**



Fuente: (Bosch System)

**Tabla 19.** Descripción soportes placa D 7024

ETIQUETA	RÓTULO
1	Aislante de nylon
2	Agujeros de retención en gabinete
3	Ensamblaje de soportes
4	Esquina del circuito
5	Soportes
6	Agujeros de retención en placa

1. Una vez instalado el gabinete, insertar los topes de los soportes en los orificios de retención.
2. Presionar los aislantes de nylon dentro de los agujeros de retención
3. Insertar la placa dentro del gabinete, deslizando la parte superior en las lengüetas que se encuentran debajo del marco superior.
4. Atornillar la parte inferior asegurando las dos esquinas a través de los agujeros de retención de la placa.
5. Instalada la placa, utilizar los tornillos y tuercas para conectar el cable de tierra entre la puerta y el armario del gabinete, conectar un segundo cable a tierra para corriente alterna AC, las dos

conexiones deben estar conectadas al tornillo de tierra de la placa del panel, ubicado en la parte izquierda de la misma.

### **5.1.3 Sistema de monitoreo**

El sistema de detección instalado nos presenta un monitoreo de cada dispositivo, los elementos asociados poseen una única dirección, pero esta información es comprendida solo por los técnicos encargados, el control se encuentra en la garita de guardianía y ese es el motivo por el que es indispensable crear un sistema de monitoreo que sea amigable con el resto del personal, el cual provea información fácil de entender e interpretar.

Se proporciona la visualización constante de los espacios protegidos y el estado de los detectores asociados a cada área programada, rutas de evacuación, ubicación de los extintores y bocas de incendio BIES.

#### **5.1.3.1 Componentes**

El sistema de monitoreo esta compuesto por un Controlador Lógico Programable (PLC), pantalla Touch, armario de almacenamiento y las interfaces de comunicación.

#### **Controlador lógico programable (PLC)**

Se lo conoce como PLC por sus siglas en inglés (Programmable Logic Controller), es una computadora que se utiliza en la industria para la automatización de sus procesos, a diferencia de un computador normal un PLC está diseñado para soportar varias señales de entrada y salida y el control de las mismas debe aproximarse al tiempo real es decir los resultados de los procesos en las salidas deben responder en un lapso de tiempo limitado.

#### **PLC S7 1200**

De la marca Siemens, diseño compacto, configuración flexible, amplio juego de instrucciones.

**Unidad Central de Proceso (CPU).**- El S7-1200 posee una CPU 1212C/AC/DC/Rly, es decir su procesador es de tipo 1212C propio de

Siemens, su alimentación es de Corriente Alterna 120VAC a 60 Hz, la alimentación de entradas y salidas es de corriente continua con un valor de 24VDC, sus salidas son de tipo relé.

La CPU incorpora un microprocesador, una fuente de alimentación integrada, así como circuitos de entrada y salida en una carcasa compacta, (Siemens, 2010)

La CPU incorpora un puerto PROFINET7 para la comunicación en una red LAN. Los módulos de comunicación están disponibles para la comunicación en redes RS485 o RS232 (Siemens, 2010)

**Figura N°38 PLC S7 1200 CPU 1212C AC/DC/RLy**



**Fuente:** (Siemens Support)

#### Características

- Puerto de comunicación Ethernet
- Diseño compacto
- Configuración flexible
- Fuente de alimentación integrada 24VDC
- Diseño Modular

#### Especificaciones técnicas

**Tabla 20.** Especificaciones técnicas PLC S7 1200

<b>FUNCIONES</b>	<b>CPU 1212C</b>
Dimensiones físicas	90 x 100 x 75
<b>MEMORIA DE USUARIO</b>	
Memoria de trabajo	25 KB
Memoria de carga	
Memoria remanente	1 MB
	2 KB
<b>Entradas y salidas integradas locales</b>	
Digitales	8 entradas/6 salidas
analógicas	2 entradas
Tamaño de la memoria imagen de proceso	1024 bytes para entradas (I) y 1024 bytes para salidas (Q)
Área de marcas (M)	4096 bytes
Ampliación con módulos de señales	2
Signal Board	1
Módulos de comunicación	3 (ampliación en el lado izquierdo)
Contadores rápidos	4
Fase simple	3 a 100 kHz 1 a 30 kHz
Fase en cuadratura	3 a 80 kHz 1 a 20 kHz
Salidas de impulsos	2
Memory Card	SIMATIC Memory Card (opcional)
Tiempo de respaldo del reloj de tiempo real	Típico: 10 días / Mínimo: 6 días a 40 °C
PROFINET	1 puerto de comunicación Ethernet

Velocidad de ejecución de funciones matemáticas con números reales	18 $\mu$ s/instrucción
Velocidad de ejecución booleana	0,1 $\mu$ s/instrucción

**Fuente:** (Bosch System)

### **Pantalla touch (HMI)**

Este tipo de dispositivos proporcionan una interfaz gráfica entre el operador y el proceso realizado, las especificaciones varían según las diferentes marcas y modelos.

### **KTP 600 Basic Mono PN**

De la marca SIEMENS, su pantalla es de seis pulgadas, modelo básico monocromático es decir acepta colores en la gama de grises, blanco y negro.

**Figura N°39 Pantalla Touch KTP 600 basic mono PN**



**Fuente:** (Siemens Support)

### **Características**

- De fácil instalación
- Configuración flexible

- Interfaz PROFINET / LAN
- Conexión para fuente de alimentación
- Certificación UL 508

### Especificaciones técnicas

**Tabla 21.** Especificaciones técnicas KTP 600

DETALLE	DESCRIPCIÓN
Temperatura	-20 a +60°C
Humedad	De 10 a 90 % sin condensación
Presión	Alturas desde -1000 a 3500 m
Tensión nominal	24 VDC
Interferencia 30 a 230 MHz	< 40 dB
Interferencia 230 a 1000 MHz	< 47 dB

**Fuente:** (Bosch System)

#### 5.1.3.2 Configuración de comunicación

La red trabaja con el protocolo de comunicación IP8, por lo que es necesario asignar una respectiva dirección y máscara en la misma red para los dispositivos asociados, para establecer comunicación entre más de dos interlocutores es necesario utilizar un switch Ethernet.

#### Configuración IP del computador

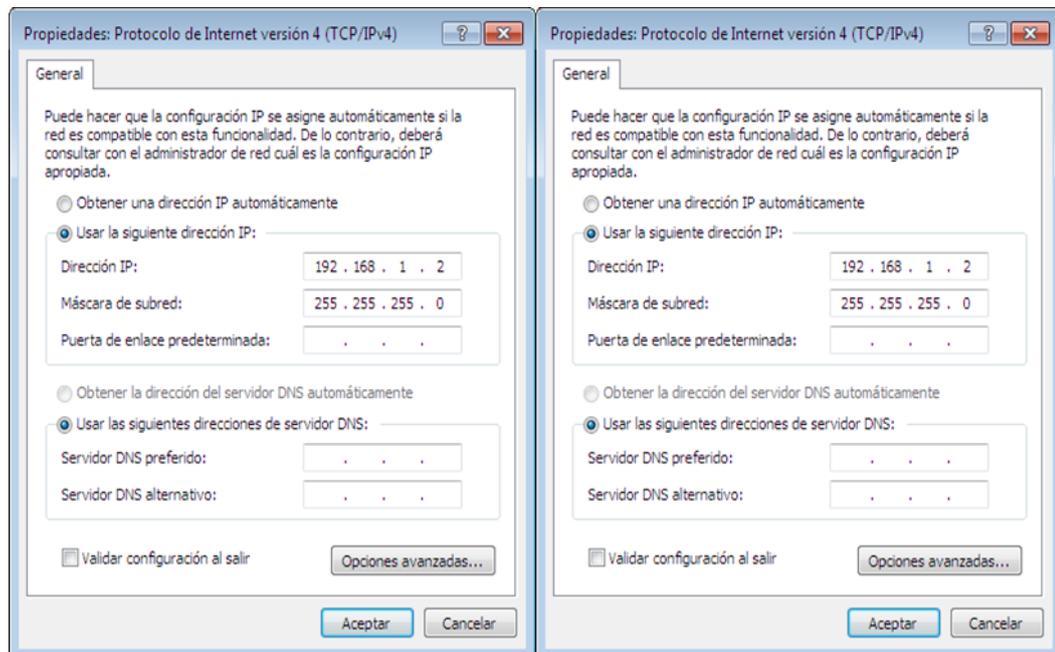
Es necesario configurar las propiedades de área local, ya que esta tarjeta es la que asigna una dirección de red al puerto Ethernet del PC.

Para realizar la configuración se debe seguir los siguientes pasos:

En características del panel de operador seleccionar la opción de “redes e internet”, posterior seleccionar “conexiones de internet”, en las características de “conexión de área local” dar clic derecho, elegir la opción “propiedades”, seleccionar la opción “protocolo de internet versión 4 (TCP/IPv4)” y asignar la dirección correspondiente a la red en la que se

va a trabajar, para el proyecto la dirección de red es 192.168.1.0 y la máscara 255.255.255.0

**Figura N°40 Propiedades de conexión de área local, protocolo TCP/IP**

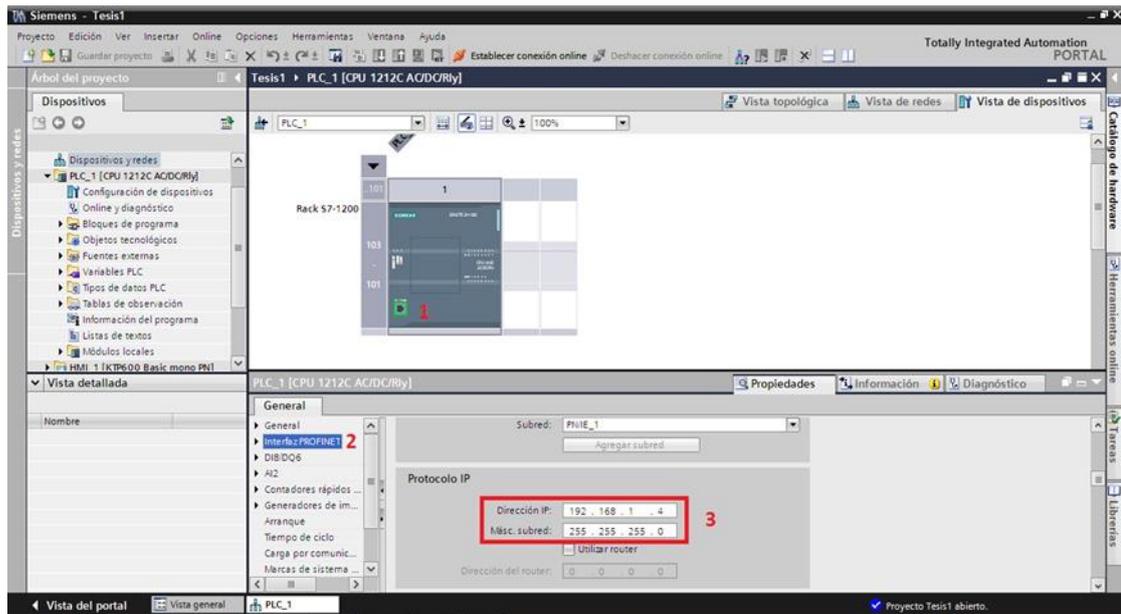


### **Configuración IP del PLC**

Para configurar la interfaz profinet es necesario seguir los siguientes pasos en el programa TIA portal:

1. Seleccionar el puerto profinet en el dispositivo.
2. Abrir la ventana Propiedades y seleccionar la opción “interfaz PROFINET” que se encuentra a lado izquierdo de la ventana.
3. En el campo de “protocolo IP” asignar la dirección IP y máscara de subred en la misma red en la que se asigno a la PC, para el proyecto son 192.168.1.4 y 255.255.255.0 respectivamente.

**Figura N°41 Asignación dirección IP PLC**

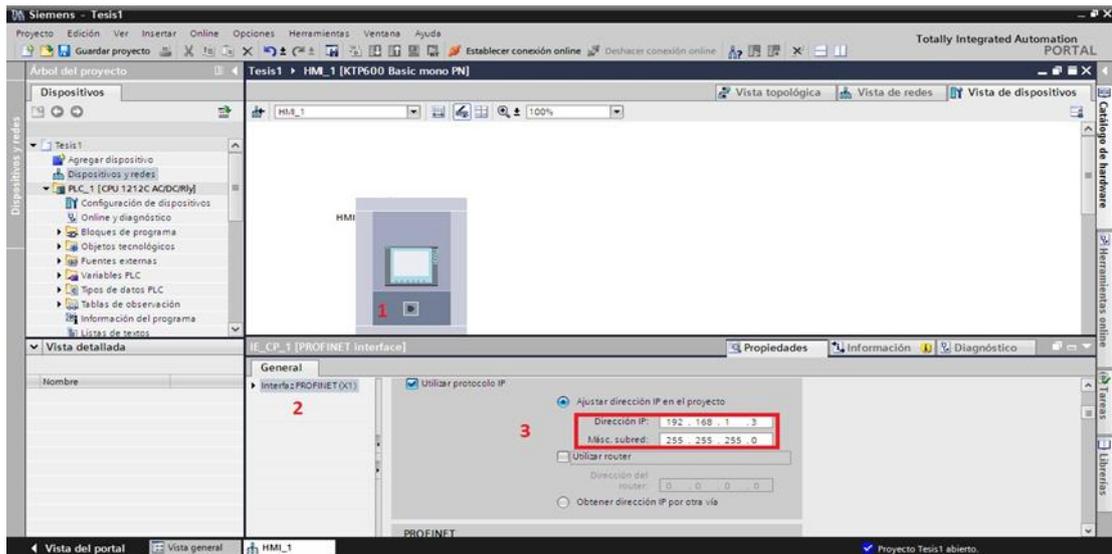


### **Configuración IP pantalla touch KTP 600**

Al igual que la configuración del PLC se debe asignar la dirección IP por medio del programa TIA portal y se siguen los siguientes pasos:

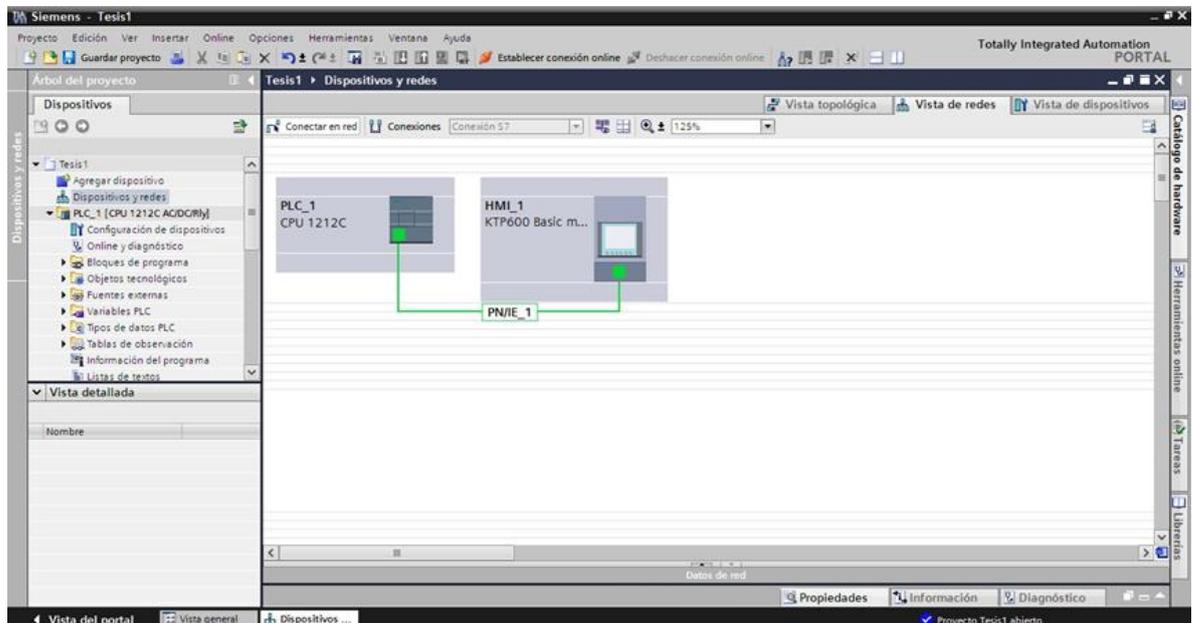
1. Seleccionar el puerto profinet en el dispositivo.
2. Abrir la ventana Propiedades y seleccionar la opción “interfaz PROFINET(xT)” que se encuentra a lado izquierdo de la ventana.
3. En el campo de “Ajustar dirección IP en el proyecto” asignar la dirección IP y mascara de subred en la misma red en la que se asigno a la PC y al PLC, para el proyecto son 192.168.1.3 y 255.255.255.0 respectivamente.

**Figura N°42 Asignación dirección IP KTP 600**



Para que exista comunicación entre PLC y pantalla touch es necesario que se encuentren en la misma subred (PN/IE\_1), para lo que se debe unir con el puntero el puerto de PROFINET de ambos dispositivos.

**Figura N°43 Configuración subred PN/IE\_1**



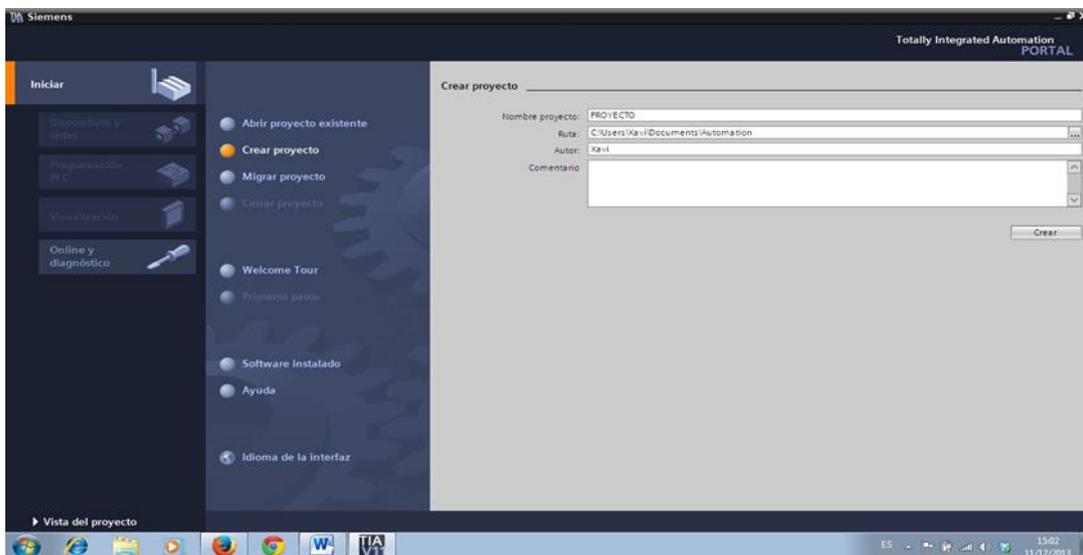
**Figura N°44 Conexión LAN física entre PLC y KTP 600**



### 5.1.3.3 Programación

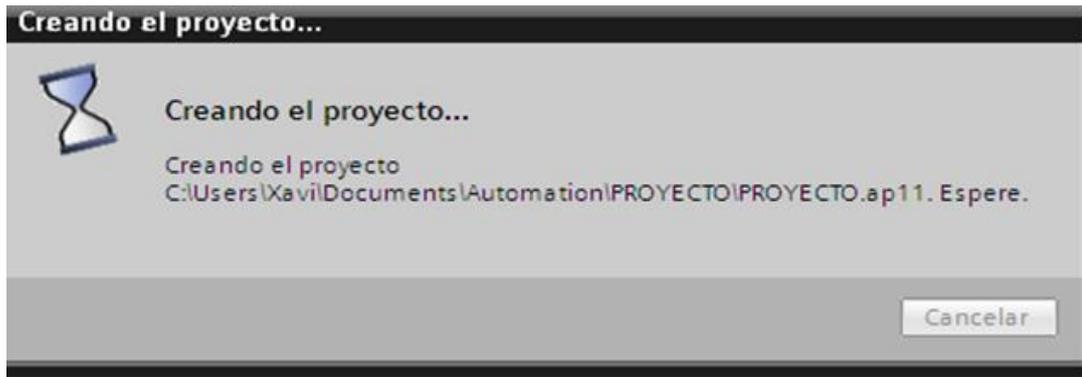
La estructura de programación se lo realiza en la plataforma TIA9 PORTAL V11.0, la cual presenta una interfaz amigable y compatible con la familia de PLC's y pantallas TOUCH de la marca Siemens.

**Figura N°45 Interfaz de programador TIA PORTAL V11.0**



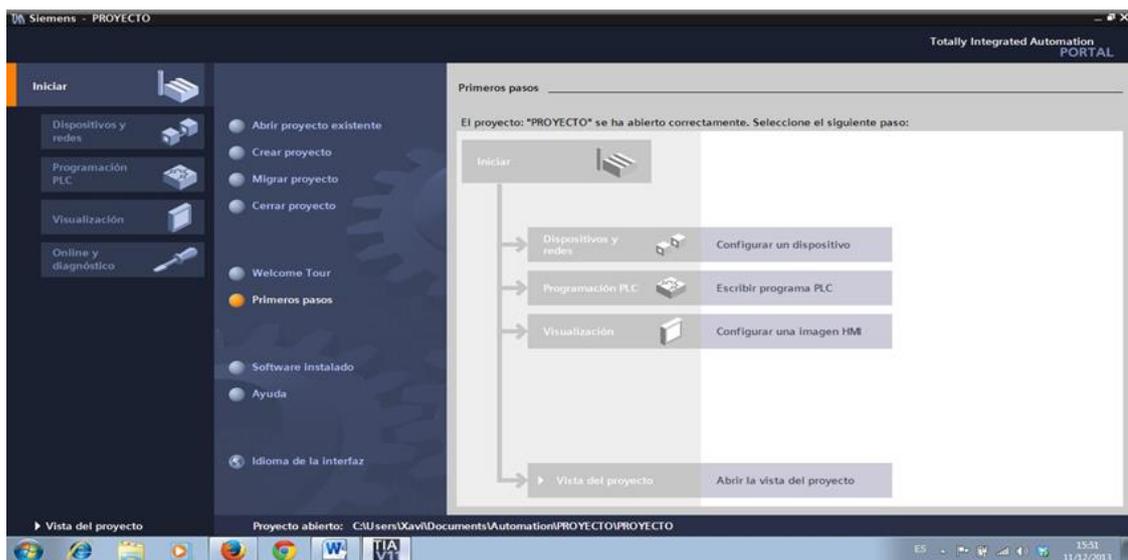
Presenta opciones de abrir, crear, migrar o cerrar un proyecto. Se selecciona crear nuevo proyecto y se llena los campos correspondientes como nombre, ruta, autor y comentario. Una vez proporcionados los datos se presiona sobre el botón crear y se despliega la pantalla siguiente:

**Figura N°46 Ventana creación de proyecto**



Una vez creado el proyecto se despliega una ventana en la que se indica que tipo de dispositivo se desea programar o configurar, puede ser la gama de PLC's admitida por la plataforma o un dispositivo HMI modelo KTP.

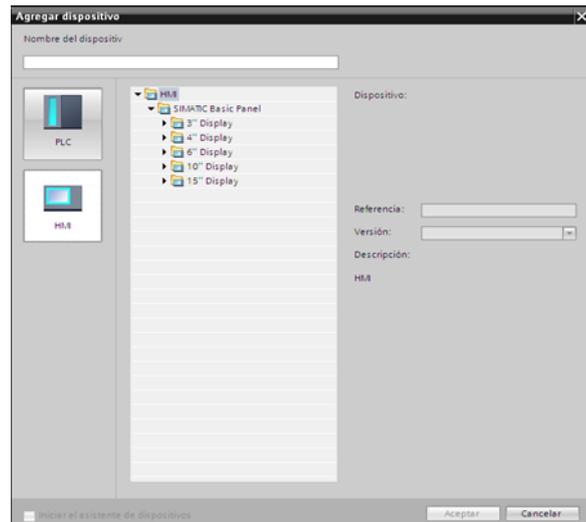
**Figura N°47 Seleccionar dispositivo a configurar**



Programación pantalla touch KTP 600

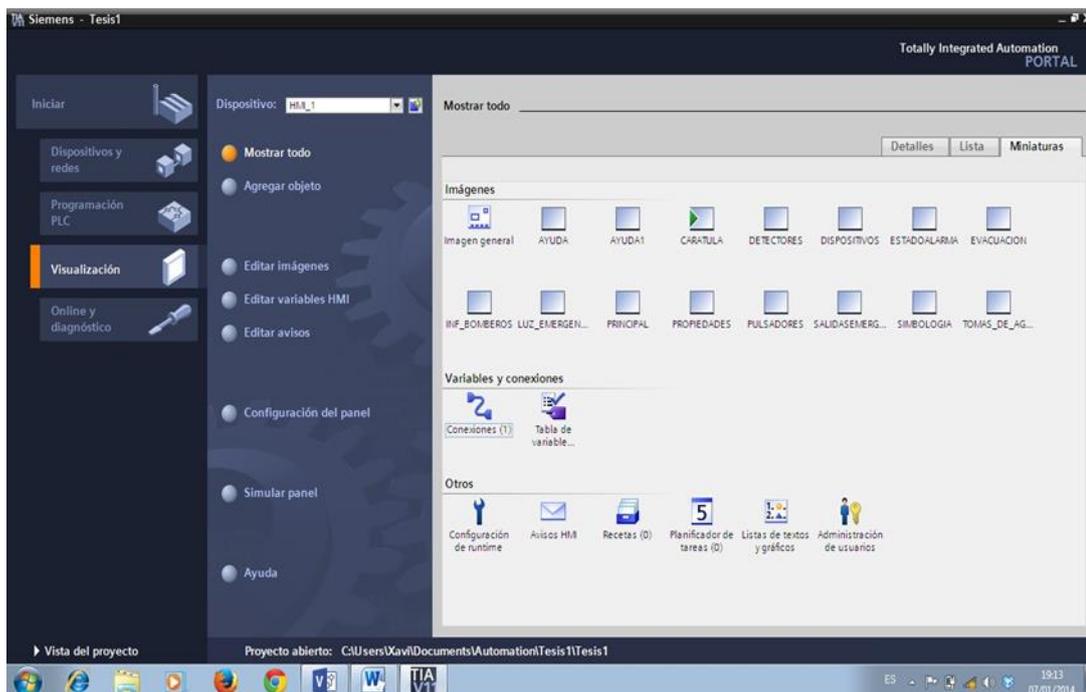
La instancia de programación presenta la opción de escoger el tipo de dispositivo Simatic Basic Panel a configurar.

**Figura N°48    Dispositivos Simatic Basic Panel**



Una vez seleccionado el tipo de pantalla con sus características, se crea la instancia principal, que para el sistema es la imagen llamada carátula a continuación se presenta el árbol del proyecto del HMI

**Figura N°49    Árbol de proyecto Basic Panel KTP 600 PN**



La programación de las diferentes imágenes es de forma gráfica, la plataforma presenta la barra de herramientas que contiene: objetos, elementos, controles y gráficos, se selecciona la herramienta a utilizar y se arrastra hasta la pantalla.

El modelo KTP 600 Basic Mono PN, es un dispositivo monocromático que presenta colores en la gama de grises, las propiedades de los objetos de la barra de herramientas del programador es bastante limitada y esto genera escasas opciones al momento de dar animación a cada imagen, para lograr una animación dinámica cada elemento como: cuadro de texto, imagen o botón está asociado a una marca, la variable correspondiente a cada marca se acciona desde el PLC y puede controlar las características de apariencia y visibilidad.

De ese modo se necesita una gran cantidad de marcas para poder animar a los objetos, si bien varios de los elementos se repiten en diferentes imágenes es necesario comprender el funcionamiento de algunas de las pantallas programadas.

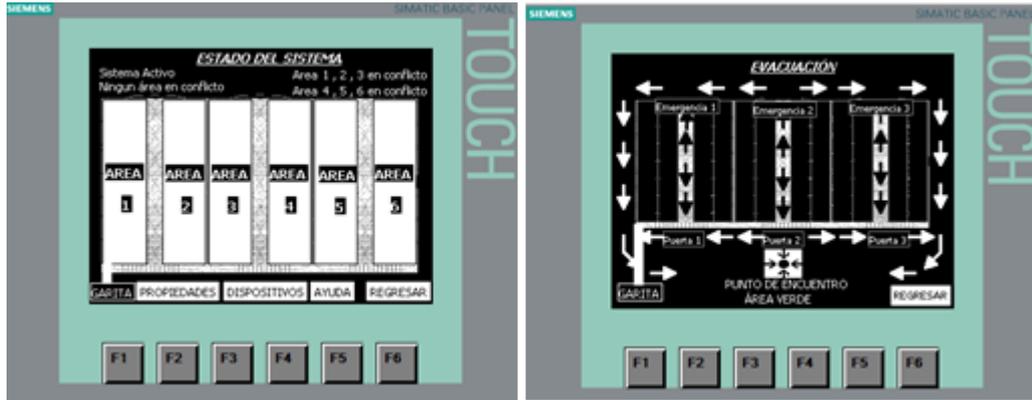
**Figura N°50 Pantallas Carátula y Principal**



Por lo general los botones están asociados a otras pantallas y su activación o visualización dependen de las marcas provenientes desde el PLC, todo campo de texto, línea, botón, imagen, están asociados a las marcas.

Por ejemplo los campos de texto de etiquetas para los botones F1, F2, F3, estarán visibles solo cuando la marca correspondiente a NORMAL este activada, caso contrario no será posible su visualización en pantalla.

**Figura N°51 Pantallas Estado del sistema y Evacuación**



Las pantallas de la **figura 51** son las que presentan mayor animación, pues en la imagen Estado del sistema proporcionan información de las áreas si están en estado normal o en alarma, los textos se activan y los cuadros sobre cada área cambian de visible a invisible con las marcas programadas para cada objeto.

En la imagen Evacuación presenta la información de las rutas mas cortas hasta el punto de encuentro en caso de emergencia por causa de incendio, cada objeto con forma de flecha de igual modo está asociado a una marca específica que de acuerdo al programa del PLC controlará la propiedad de visibilidad en la pantalla.

**Figura N°52 Ejemplo animación objetos**

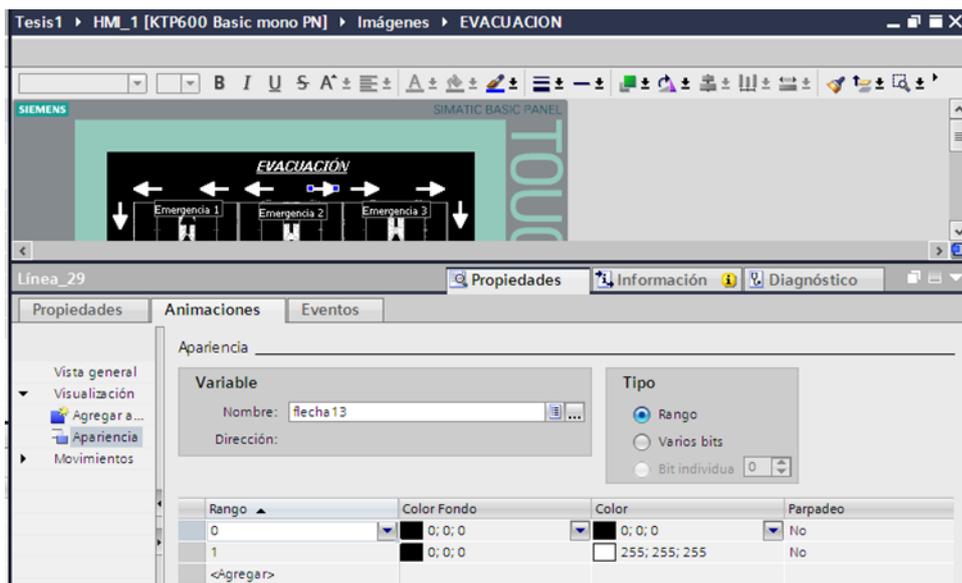
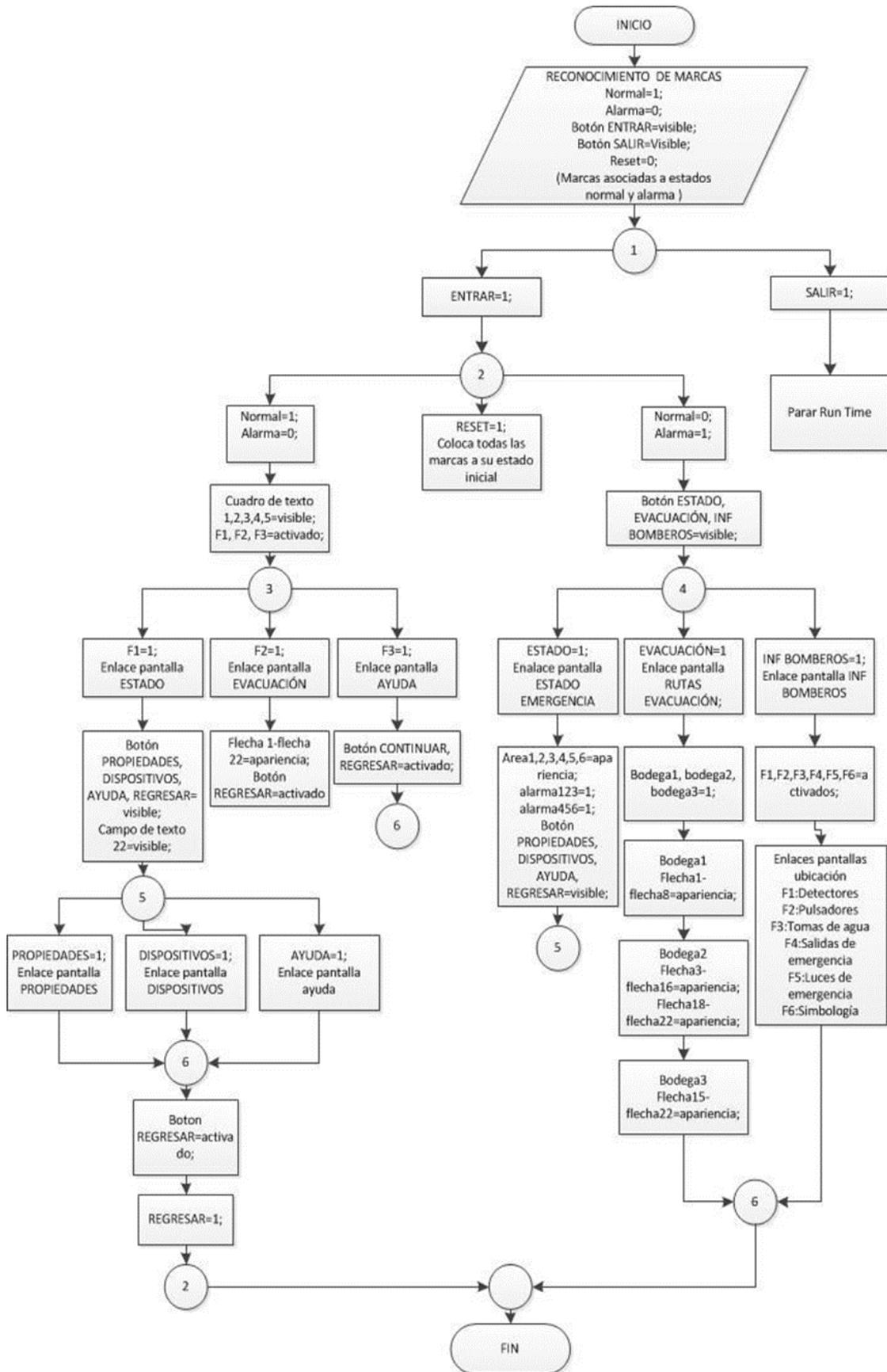


Figura N°53 Diagrama de flujo programa KTP 600

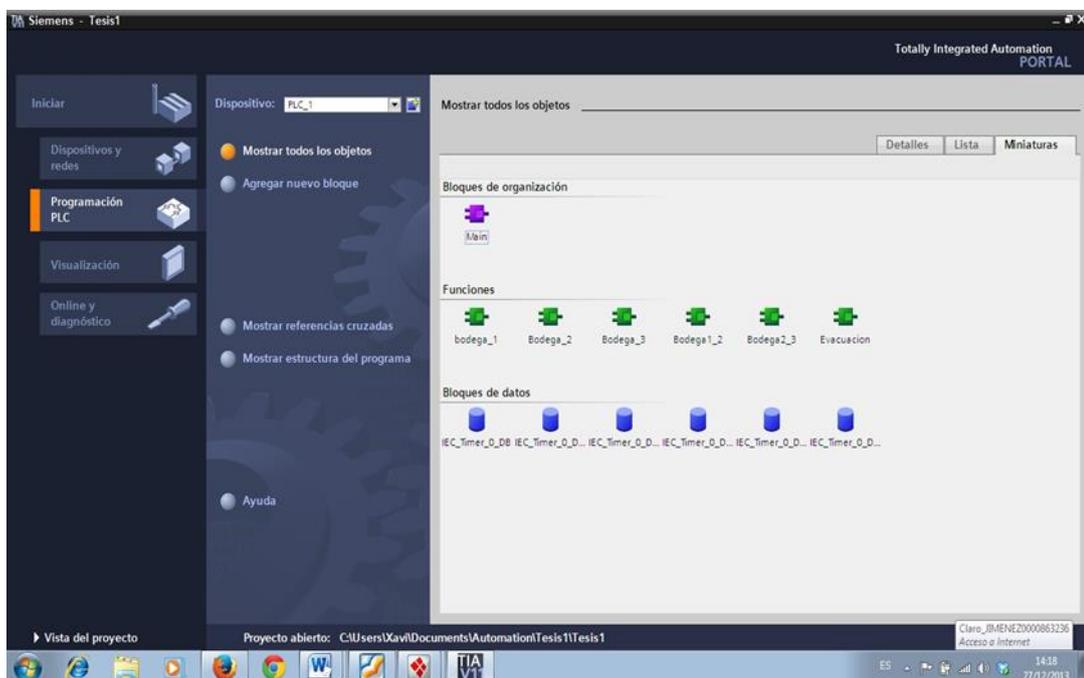


## Programación PLC S7 1200

Para el sistema implementado se cuenta con funciones de tipo bloque que que son llamados desde la instancia principal o MAIN, estas funciones ayudan a realizar tareas que resultan ser repetitivas y que utilizan las mismas variables antes asignadas en el proceso de control.

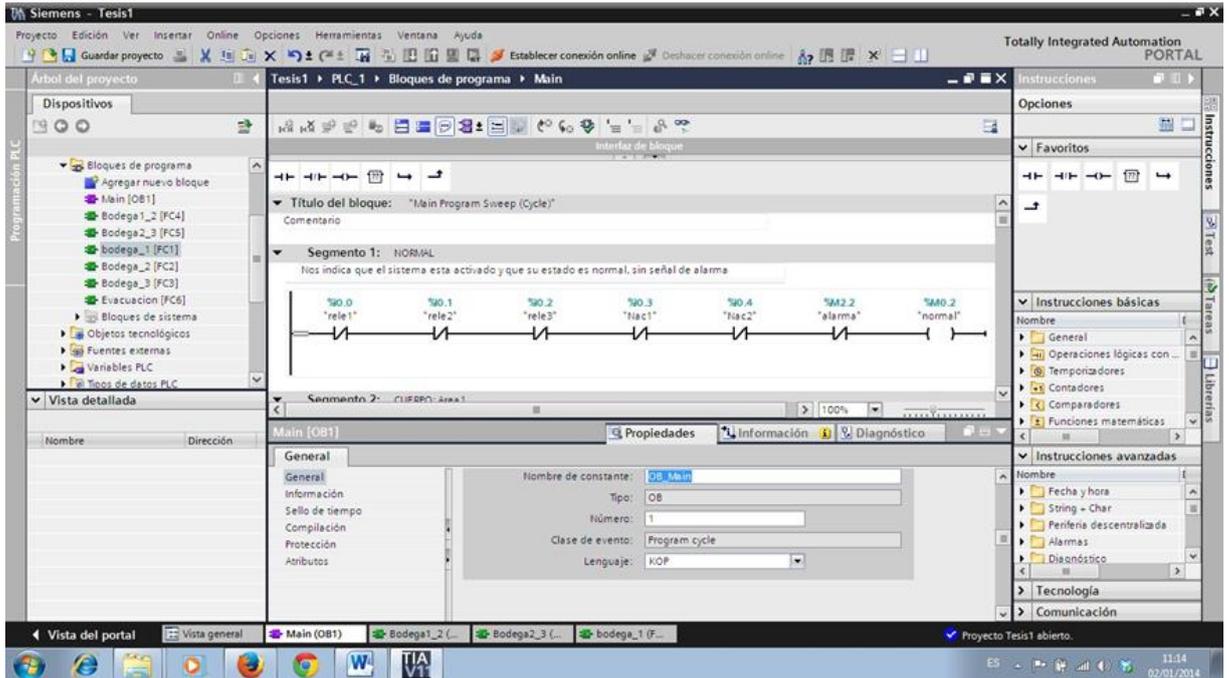
Para ello se cuenta con seis funciones de tipo bloque denominados FC por sus siglas en el idioma inglés (Function Block) y van numeradas desde 1, para lograr la animación de las rutas de evacuación se utiliza bloques de función de tipo temporizadores uno para cada función desarrollada

**Figura N°54**    **Árbol de programa PLC S7 1200**



El lenguaje de programación utilizado se denomina KOP, es una interfaz bastante sencilla y se la conoce también como diagrama de en escalera o esquema de contactos, posee varios segmentos, en los que se va asignando las instrucciones a desarrollar, cada pantalla de programada posee herramientas de programador como: bobinas, contactos, instrucciones básicas y avanzadas, cada elemento debe ser arrastrado hasta la instancia de programación.

**Figura N°55 Plataforma de programación lenguaje KOP**



La estructura del programa se basa en el estado de cinco relés, provenientes desde el panel de control contra incendios.

**Tabla 22.** Activación de marcas según estados de relés y NAC'S

NAC2	NAC1	RELÉ	RELÉ	RELÉ	MARCA	ÁREAS DE NOTIFICACIÓN
		3	2	1	S	
0	0	0	0	0	-	-
0	0	0	0	1	M0.4	Área 1
0	0	0	1	0	M0.6	Área 2
0	1	0	1	1	M1.2	Área 3
0	0	1	0	0	M1.4	Área 4
1	0	1	0	1	M1.6	Área 5
1	1	1	1	0	M2.0	Área 6

Según los estados presentados en la **tabla 22**, se activan los contactos asignados a cada variable o marca, cuando las variables de entrada permanecen en el estado cero "0", permanece activa la marca Normal, que indica que el sistema esta funcionando y que no existe riesgo de

incendio pues ningún detector ha sido activado, si esta condición cambia, el estado cambia de normal a alarma, esto quiere decir que se activarán las marcas del área en conflicto y esta acción activará la marca denominada alarma, que junto con la marca de área y alarma llama a los bloques de función programados para cada estado de la **tabla 22**.

Figura N°56 Diagrama de flujo programación PLC S7 1200

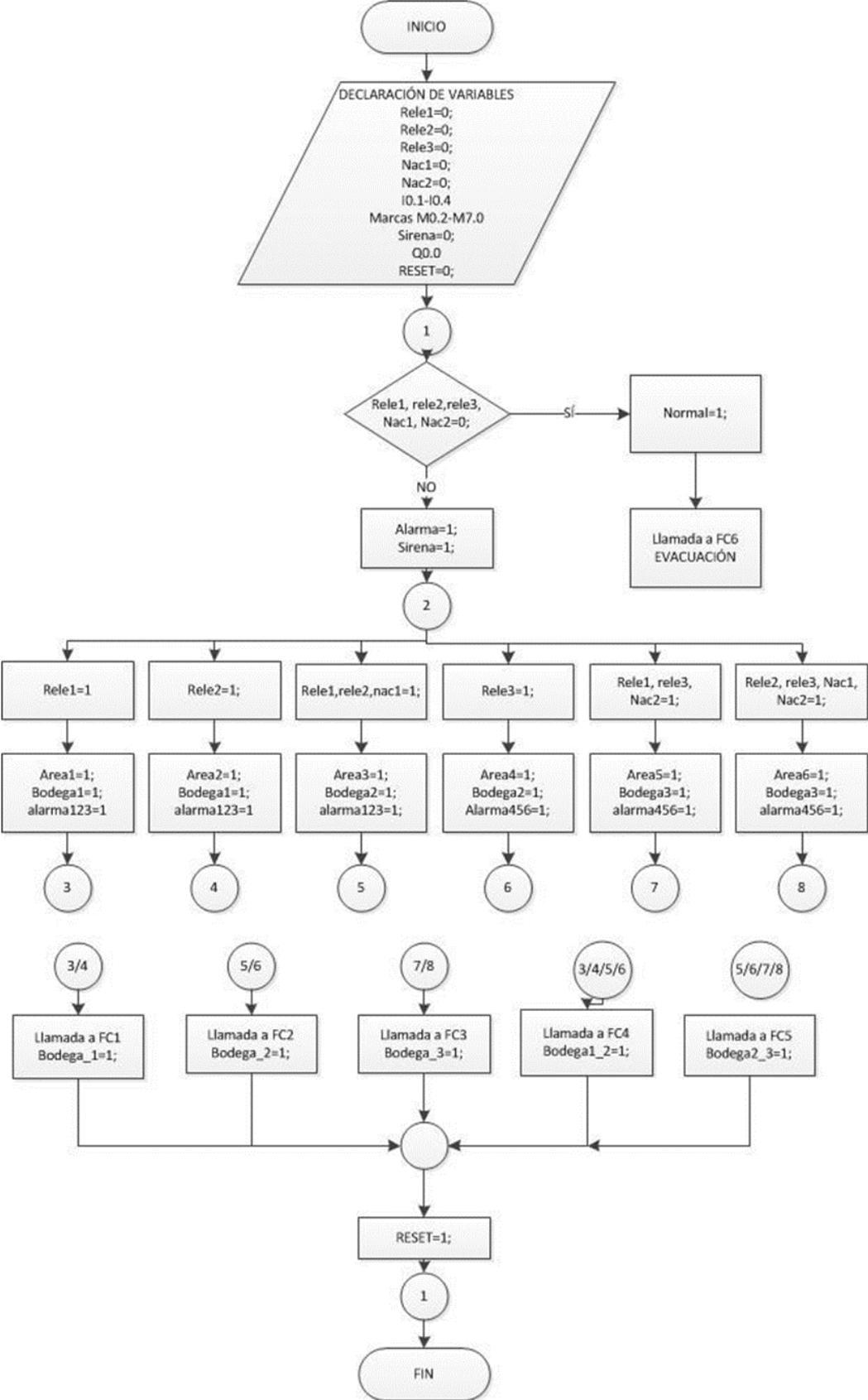
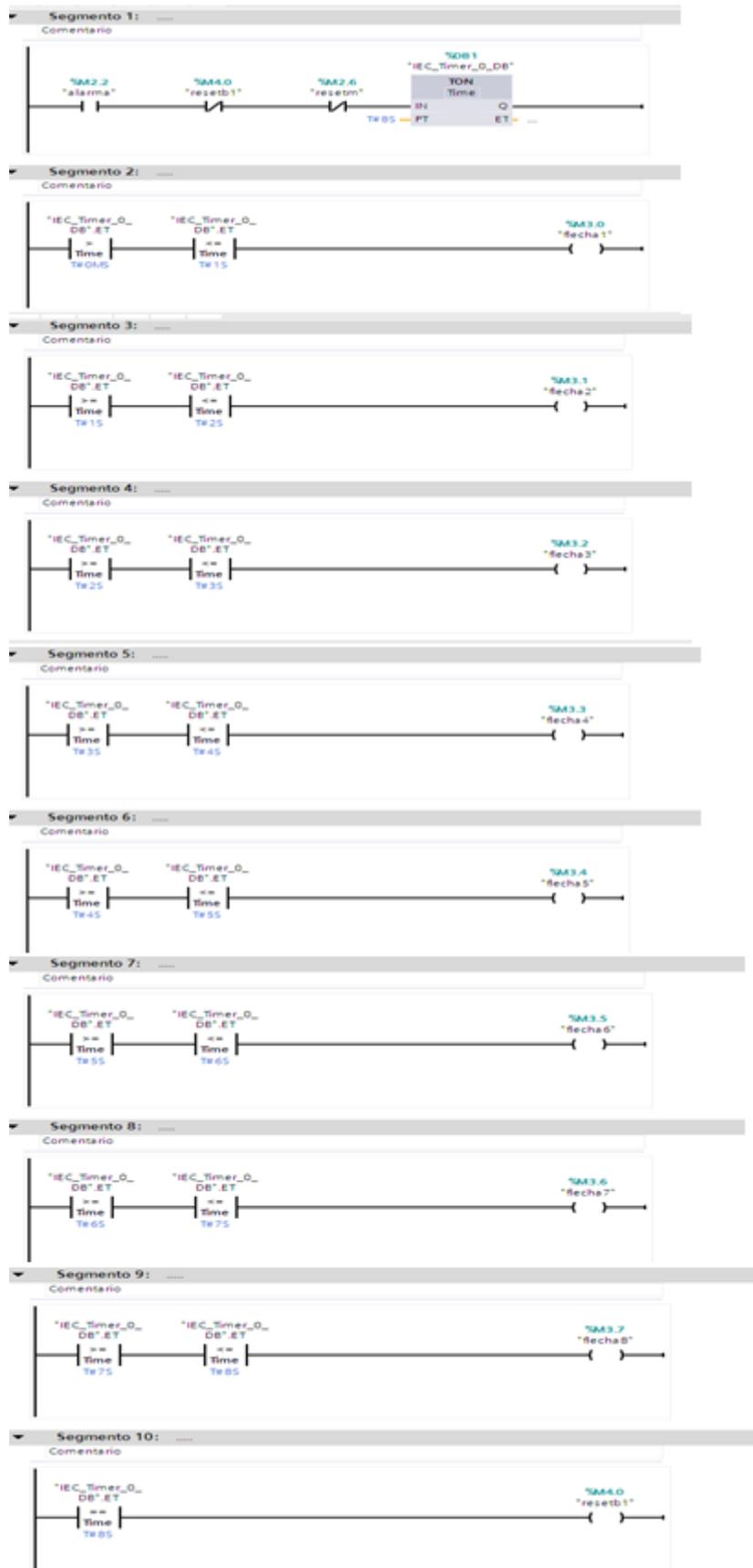


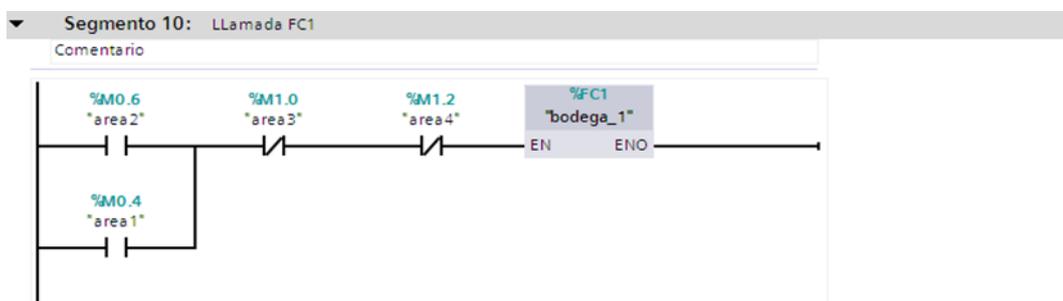
Figura N°57 Programación KOP bloque de función bodega\_1



Las marcas programadas sirven de enlace con el HMI, cada bloque de función se activa con la marca de alarma y posee un temporizador, se realiza una comparación con el tiempo en el bloque de datos y según la coincidencia se activan las marcas que a su vez controlan las propiedades de los objetos en las imágenes de las pantallas, los bloques de función programados envían la señal para que las flechas puedan ser visualizadas.

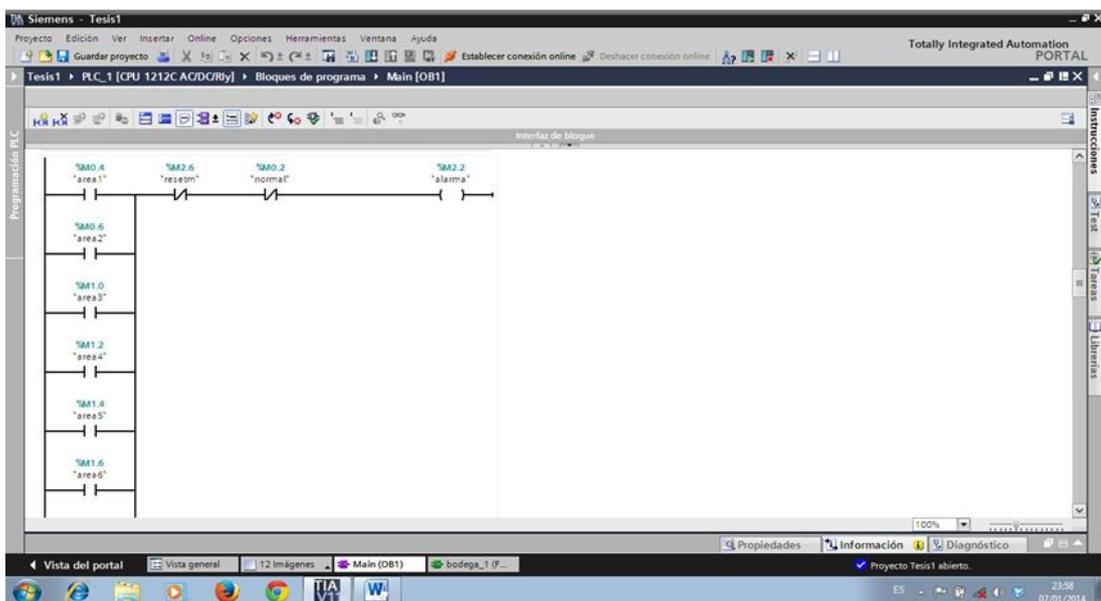
La instancia principal hace las llamadas a cada bloque de función de acuerdo a las áreas activadas.

**Figura N°58 Llamada a FC1 bodega\_1 desde MAIN**



La marca de alarma se activa siempre que un área determinada ha sido activada por las variables de entrada.

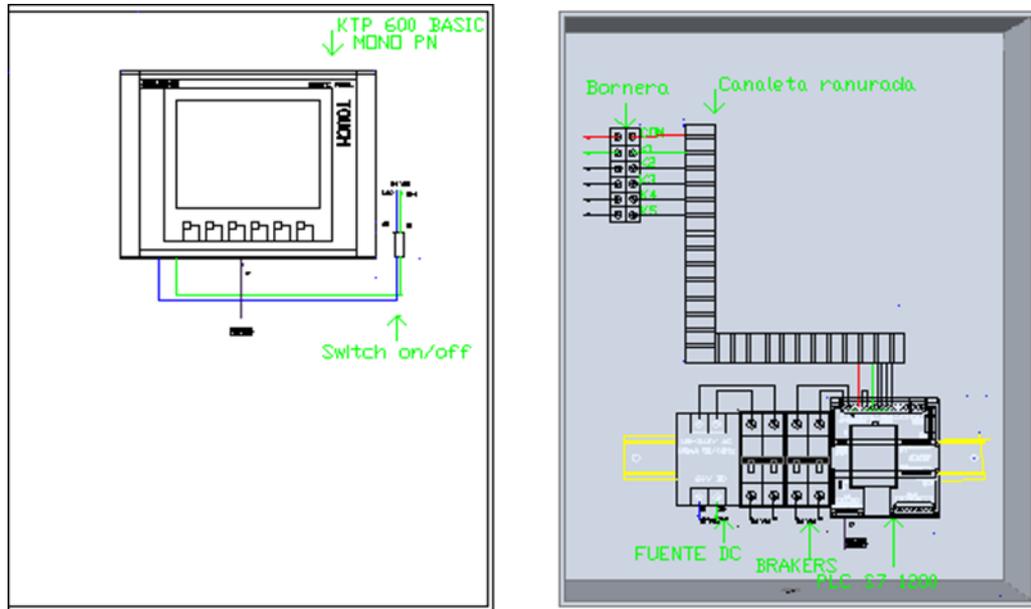
**Figura N°59 Activación marca alarma**



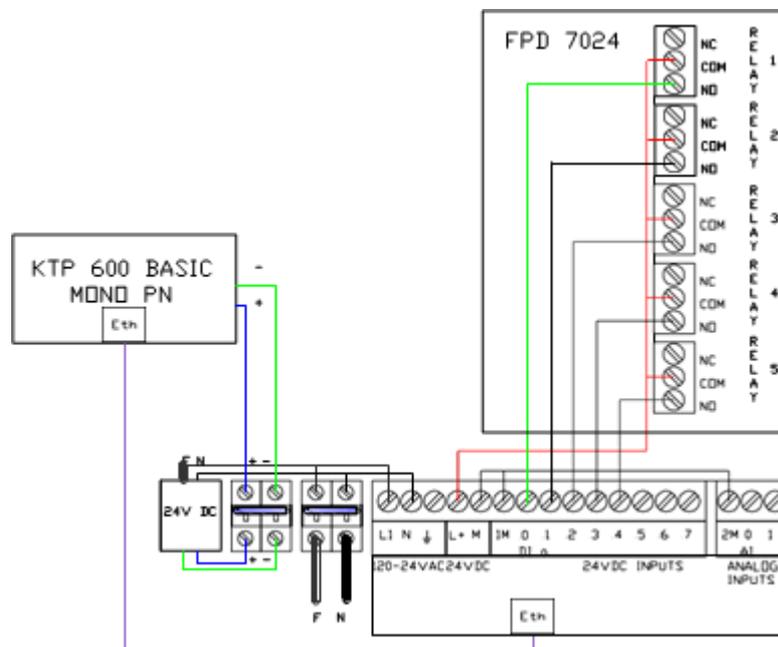
### 5.1.3.4 Instalación

Tanto el PLC como la pantalla KTP 600, se encuentran emplazados en un armario robusto, de metal.

**Figura N°60 Diagrama físico conexión panel de control**



**Figura N°61 Diagrama eléctrico panel de monitoreo**



**Figura N°62 PLC S7 1200 y KTP 600 instalados**



PLC instalado sobre perfil DIN de ½ pulgada, alimentación de 110 VAC, con breaker de 5 amperios de protección. KTP 600 con alimentación de 24 VDC única fuente, con breaker de 1 Amperio de protección.

#### 5.1.4 Listas de dispositivos implementados

**Tabla 23.** Listado dispositivos implementados

DATA BASE						
GRUPO	DESCRIPCIÓN			CABLEADO	DATOS ELÉCTRICOS	
	Equipo	Código	Descripción de señal		Voltaje	Corriente
Detección	Detector		Binaria	Bus	12V DC	500-
	Humo	D7050TH	Codificada	multiplex		
Detección	Estación de		Binaria	Bus	12V DC	500-
	detección manual	FMM7045	Codificada	multiplex		
Detección	Módulo de		Binaria	Bus	24V DC	100-
	Expansión	D7039	Codificada	multiplex		
Control	Placa de		Binaria		120/240	
	Control	FPD 7024	Codificada	-	VAC	1.2/0.75 <sup>a</sup>
	Sirena de		/ Digital		12/24V	

Alarma	evacuación	D117	Digital	Bus multiplex	DC	1.1 <sup>a</sup>
	Luz			Bus multiplex	12/24 VDC	
Alarma	estroboscópi ca	W-HS	Digital			75-282mA
Monitoreo	PLC S7 1200	CPU 1212C AC/DC/RLY	Digital	18AWG	24V DC	40-120mA
	Pantalla					
Monitoreo	basic mono PN	KTP 600	Digital	UTP 26AWG	24V DC	350mA

**Tabla 24.** Listado de cables

CABLE LIST				
Localización	Tipo	Dispositivo	Función	Características
Bodega 1	2C18AWG	Detectore	Alimentación/ envío de información	SÓLIDO N BL 300V
Bodega 1	2C18AWG	Estación de detección manual	Alimentación/ envío de información	SÓLIDO N BL 300V
Bodega 1	2C18AWG	Luz estroboscópica	Alimentación/ activación	SÓLIDO N BL 300V
Bodega 1	2C18AWG	Sirena de evacuación	Alimentación/ activación	SÓLIDO N BL 300V
Bodega 2	2C18AWG	Detectores	Alimentación/ envío de información	SÓLIDO N BL 300V
Bodega2	2C18AWG	Estación de detección manual	Alimentación/ envío de información	SÓLIDO N BL 300V
Bodega 2	2C18AWG	Luz estroboscópica	Alimentación/ activación	SÓLIDO N BL 300V
Bodega 3	2C18AWG	Detectores	Alimentación/ envío de información	SÓLIDO N BL 300V
Bodega 3	2C18AWG	Luz estroboscópica	Alimentación/ activación	SÓLIDO N BL 300V
Bodega 3	2C18AWG	Luz estroboscópica	Alimentación/ activación	SÓLIDO N BL 300V
Garita	18AWG	Panel FPD 7024/ Monitoreo	Activación entradas PLC	FLEXIBLE N BL
Garita	UTP 26AWG	Panel de monitoreo	Comunicación PLC- KTP 600	Categoría 5E
Garita	16AWG	Panel de control	Alimentación 110V AC	FLEXIBLE N BL

Garita	16AWG	Panel de monitoreo	Alimentación 110V AC FLEXIBLE N BL
--------	-------	--------------------	------------------------------------

**Tabla 25.** Listado de direcciones

NETWORK DETECTOR				
Nombre	Descripción	Dirección	Nº Área	Nº Bodega
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.20	1	1
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.21	1	1
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.22	1	1
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.23	1	1
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.24	1	1
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.25	1	1
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.26	1	1
Estación de detección manual	Acción simple, Direccionable	0.65	1	1
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.27	2	1
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.28	2	1
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.29	2	1

NETWORK DETECTOR				
Nombre	Descripción	Dirección	Nº Área	Nº Bodega
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.31	2	1
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.32	2	1
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.33	2	1
Estación de detección manual	Acción simple, Direccionable	0.66	2	1
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.34	3	2
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.35	3	2

Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.36	3	2
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.37	3	2
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.38	3	2
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.39	3	2
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.40	3	2
Estación de detección manual	Acción simple, Direccionable	0.67	3	2
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.41	4	2
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.42	4	2
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.43	4	2
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.44	4	2
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.45	4	2
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.46	4	2
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.47	4	2
Estación de detección manual	Acción simple, Direccionable	0.68	4	2
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.48	5	3
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.49	5	3
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.50	5	3
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.51	5	3
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.52	5	3
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.53	5	3
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.54	5	3
Estación de detección manual	Acción simple, Direccionable	0.69	5	3
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.55	6	3
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.56	6	3

Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.57	6	3
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.58	6	3
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.59	6	3
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.60	6	3
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.61	6	3
Estación de detección manual	Acción simple, Direccionable	0.70	6	3

## 5.2 Análisis de resultados técnicos

Al terminar la instalación de los sistemas de detección, alarma y monitoreo descritos en el capítulo anterior, es necesario realizar las pruebas pertinentes de los sistemas en conjunto, lo que permitirá garantizar el óptimo funcionamiento de los mismos.

### 5.2.1 Verificación de alimentación

Antes de suministrar alimentación a los tableros de control y monitoreo es imprescindible verificar los siguientes puntos:

- Comprobar que no exista corto circuito en la línea principal de alimentación del panel de monitoreo.
- Verificar que todos los cables del sistema estén empotrados en las borneras correspondientes.
- Con ayuda de un multímetro comprobar que el voltaje adecuado de 110 VAC esté llegando al primario del breaker de seguridad principal.
- Ajustar con un destornillador todas las borneras de los dispositivos.

### 5.2.2 Pruebas realizadas

Para la prueba respectiva de cada bodega se acciona un dispositivo al azar asociado a cada área. El sistema tiene dos estados posibles: NORMAL Y ALARMA, según cada uno de ellos se visualizará en las pantallas la información pertinente a cada estado.

### 5.2.2.1 Estado normal

En este estado los dispositivos de detección no han sido activados, lo que significa que el sistema está activado y que ninguna bodega presenta riesgo de incendio.

La pantalla principal nos presenta la visualización de los objetos asociados a este estado, están activos los botones F1, F2 y F3, en la pantalla están visibles los campos de texto que nos indican las etiquetas de cada botón y además el recuadro indicando que el sistema está en estado NORMAL.

F1: Ver el estado del sistema

F2: Ver rutas de evacuación

F3: Ver ayuda del sistema

**Figura N°63 Pantalla principal estado normal**



Presionando sobre el botón de función F1 se puede ver el estado en el que se encuentran cada una de las áreas, los campos de texto nos indican que el sistema está activo y que ningún área está en conflicto, además en esta imagen presenta tres botones en pantalla: PROPIEDADES, DISPOSITIVOS y AYUDA

**Figura N°64 Pantalla estado del sistema (normal)**



Presionando sobre el botón F2 es posible observar las diferentes rutas de evacuación para las tres bodegas en caso de un flagelo y el respectivo punto de encuentro.

**Figura N°65 Secuencia rutas de evacuación**



### 5.2.2.2 Estado alarma

Cuando un detector ha sido activado o alguna estación de aviso manual ha sido accionada el sistema cambia de estado NORMAL a estado de ALARMA.

Para ello se presenta para cada bodega las diferentes animaciones programadas según el área activada. En la pantalla principal se muestra el recuadro de advertencia y la bodega que se encuentra en conflicto, los botones de función antes programados se desactivan, activando botones en pantalla que indican ESTADO, RUTAS DE EVACUACIÓN Y LA INFORMACIÓN A LOS BOMBEROS. El monitoreo se muestra en las siguientes pantallas.

#### Bodega 1

El área 1 y 2 están asociadas a la bodega número uno

**Figura N°66 Pantalla principal estado alarma bodega 1**



Para observar cual de las dos áreas están en conflicto es necesario presionar sobre el botón ESTADO.

**Figura N°67 Estado alarma área 1**



**Figura N°68 Estado alarma área 2**



## **Bodega2**

Para la bodega número dos están asociadas las áreas de protección 3 y 4.

**Figura N°69 Pantalla principal estado alarma bodega 2**



Presionando sobre el botón Estado es posible visualizar cual área está en conflicto.

**Figura N°70 Estado alarma área 3**



**Figura N°71 Estado alarma área 4**



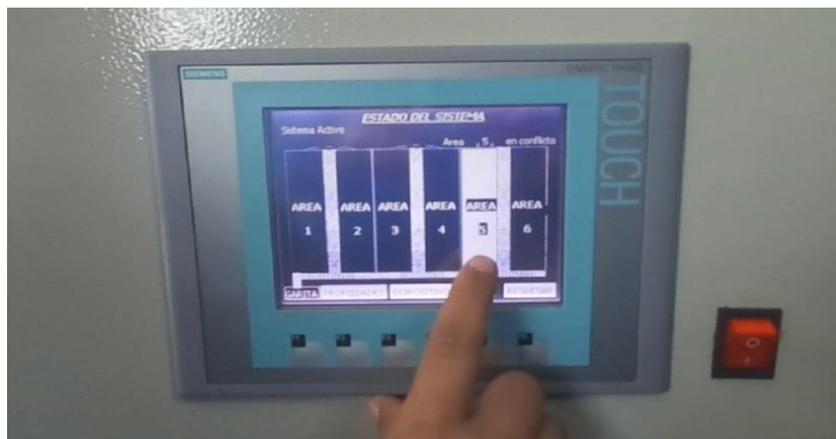
### **Bodega 3**

Para la bodega número tres se tiene las áreas 5 y 6 asociadas

**Figura N°72 Pantalla principal estado alarma bodega 3**



**Figura N°73 Estado alarma área 5**



**Figura N°74 Estado alarma área 6**



Las pruebas se realizaron de forma exitosa, con la participación del Cuerpo de Bomberos de la ciudad de Quito, personal de mantenimiento y las respectivas autoridades.

### **5.3 Análisis de resultados técnicos**

Al terminar la instalación de los sistemas de detección, alarma y monitoreo descritos en el capítulo anterior, es necesario realizar las pruebas pertinentes de los sistemas en conjunto, lo que permitirá garantizar el óptimo funcionamiento de los mismos.

#### **5.3.1 Verificación de alimentación**

Antes de suministrar alimentación a los tableros de control y monitoreo es imprescindible verificar los siguientes puntos:

- Comprobar que no exista corto circuito en la línea principal de alimentación del panel de monitoreo.
- Verificar que todos los cables del sistema estén empotrados en las borneras correspondientes.
- Con ayuda de un multímetro comprobar que el voltaje adecuado de 110 VAC esté llegando al primario del breaker de seguridad principal.
- Ajustar con un destornillador todas las borneras de los dispositivos.

#### **5.3.2 Pruebas realizadas**

Para la prueba respectiva de cada bodega se acciona un dispositivo al azar asociado a cada área. El sistema tiene dos estados posibles: NORMAL Y ALARMA, según cada uno de ellos se visualizará en las pantallas la información pertinente a cada estado.

##### **Estado normal**

En este estado los dispositivos de detección no han sido activados, lo que significa que el sistema está activado y que ninguna bodega presenta riesgo de incendio. La pantalla principal nos presenta la visualización de

los objetos asociados a este estado, están activos los botones F1, F2 y F3, en la pantalla están visibles los campos de texto que nos indican las etiquetas de cada botón y además el recuadro indicando que el sistema está en estado NORMAL.

F1: Ver el estado del sistema

F2: Ver rutas de evacuación

F3: Ver ayuda del sistema

Figura N°75 Pantalla principal estado normal



Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zaga

Presionando sobre el botón de función F1 se puede ver el estado en el que se encuentran cada una de las áreas, los campos de texto nos indican que el sistema está activo y que ningún área está en conflicto, además en esta imagen presenta tres botones en pantalla: PROPIEDADES, DISPOSITIVOS y AYUDA.

Figura N°76 Pantalla estado del sistema (normal)



Presionando sobre el botón F2 es posible observar las diferentes rutas de evacuación para las tres bodegas en caso de un flagelo y el respectivo punto de encuentro.

Figura N°77 Secuencia rutas de evacuación



### Estado alarma

Cuando un detector ha sido activado o alguna estación de aviso manual ha sido accionada el sistema cambia de estado NORMAL a estado de ALARMA. Para ello se presenta para cada bodega las diferentes animaciones programadas según el área activada. En la pantalla principal se muestra el recuadro de advertencia y la bodega que se encuentra en conflicto, los botones de función antes programados se desactivan, activando botones en pantalla que indican ESTADO, RUTAS DE

EVACUACIÓN Y LA INFORMACIÓN A LOS BOMBEROS. El monitoreo se muestra en las siguientes pantallas.

Bodega 1

El área 1 y 2 están asociadas a la bodega número uno

Figura N°78 Pantalla principal estado alarma bodega 1



Para observar cual de las dos áreas están en conflicto es necesario presionar sobre el botón ESTADO.

Figura N°79 Estado alarma área 1



**Figura N°80 Estado alarma área 2**



Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

Bodega2

Para la bodega número dos están asociadas las áreas de protección 3 y 4.

**Figura N°81 Pantalla principal estado alarma bodega 2**



Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

Presionando sobre el botón Estado es posible visualizar cual área esta en conflicto.

**Figura N°82 Estado alarma área 3**



**Figura N°83 Estado alarma área 4**



Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

Bodega 3

Para la bodega número tres se tiene las áreas 5 y 6 asociadas

**Figura N°84 Pantalla principal estado alarma bodega 3**



Figura N°85 Estado alarma área 5



Figura N°86 Estado alarma área 6



Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

Las pruebas se realizaron de forma exitosa, con la participación del Cuerpo de Bomberos de la ciudad de Quito, personal de mantenimiento y las respectivas autoridades.

## VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### ANÁLISIS FINANCIERO

Para el desarrollo del proyecto es importante el análisis de los indicadores económicos, para determinar la factibilidad del mismo en valores monetarios.

#### 6.1 Estadísticas

Las estadísticas a analizar son aquellas históricas que permitirán verificar la pérdida máxima que puede tener la empresa por un incendio.

Para este análisis recurrimos primero a los productos que tienen ILSA S.A. en bodegas y su valor aproximado; descrita en la tabla 6, desde que se implementó el sistema.

**Tabla 26.** Costos productos almacenados

<b>PRODUCTO</b>	<b>COSTO</b>
Barricas de añejamiento	\$1020000
Materia prima	\$160000
Producto terminado	\$320000
Bienes inmuebles	\$350000

Fuente: ILSA S.A

Además, se tiene en consideración la probabilidad de ocurrencia de un incendio tomado de F.R.A.M.E (Fire Risk Assessment Method for Engineering), que es de 25 en 100000. (Universidad Internacional SEK, 2011)

Para determinar la pérdida que la empresa tendría por el incendio de sus bodegas de forma mensual se ha realizado la relación del costo de los productos con la probabilidad de la ocurrencia de un incendio.

Los valores obtenidos se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla 27.** Perdida mensual por incendio primer año

Costos en cantidad		2013		
Productos	Octubre	Noviembre	Diciembre	Costo Acumulado
Barricas de añejamiento	255	255	255	765,00
Materia prima	40	40	40	120,00
Producto terminado	80	80	80	240,00
Bienes inmuebles	87,5	87,5	87,5	262,50
<b>TOTAL COSTO</b>	<b>462,50</b>	<b>462,50</b>	<b>462,50</b>	<b>1.387,50</b>

Fuente: (Zambrano, 2013)

La pérdida que se puede dar mensualmente según la tabla 7 es de \$462,50. Por lo que el valor acumulado que se recupera en los tres primeros meses en los que el sistema de detección, alarma y protección de incendios está en funcionamiento es de \$1387,50.

#### 6.1.1 Proyección de los siguientes 5 años

La cantidad de material almacenado se incrementará debido al aumento de consumo de licor que se da por el acrecentamiento poblacional del Ecuador, mercado en el que expiden mayor cantidad de sus productos la empresa ILSA S.A. La tasa de crecimiento anual en el Ecuador según el censo hecho 5 de diciembre del 2010 por INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos) es de 1,52%. (INEC, 2013) Adicionalmente se considera la población que consume licor en el Ecuador que es del 71% según un estudio efectuado por la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO). (FLACSO, 2013) Con estos datos se puede obtener el posible incremento anual de consumidores de licor que es de 1%, valor que influirá directamente con la cantidad de producto que se tiene almacenado en las bodegas.

#### Análisis mensual de pérdida

La siguiente tabla muestra un incremento de pérdida mensual para cada año.

**Tabla 28.** Pérdida por incendio mensual de cada año

AÑO	2013	2014	2015	2016	2017	2018
PRODUCTOS	Mensual	Mensual	Mensual	Mensual	Mensual	Mensual
Barricas de añejamiento	255	257,55	260,1	262,65	265,2	267,75
Materia prima	40	40,4	40,8	41,2	41,6	42
Producto terminado	80	80,8	81,6	82,4	83,2	84
Bienes inmuebles	87,50	87,50	87,50	87,50	87,50	87,50
<b>TOTAL, COSTO</b>	<b>462,50</b>	<b>466,25</b>	<b>470,00</b>	<b>473,75</b>	<b>477,50</b>	<b>481,25</b>

Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

### Análisis anual de pérdida

La siguiente tabla presenta la pérdida acumulada para los siguientes 5 años.

**Tabla 29.** Pérdida por incendio acumulada por cada año.

Costos en cantidad	2013	2014	2015	2016	2017	2018
PRODUCTOS	Costo Acumulado					
Barricas de añejamiento	255	257,55	260,1	262,65	265,2	267,75
Materia prima	40	40,4	40,8	41,2	41,6	42
Producto terminado	80	80,8	81,6	82,4	83,2	84
Bienes inmuebles	87,50	87,50	87,50	87,50	87,50	87,50
<b>TOTAL, COSTO</b>	<b>462,50</b>	<b>466,25</b>	<b>470,00</b>	<b>473,75</b>	<b>477,50</b>	<b>481,25</b>

Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

### 6.1.2 Comparación de costos antes y después

La implementación del sistema recurrió con los costos detallados a continuación, en las que se presentan los valores de: producto, costo, depreciación y el IGV generado.

**Tabla 30.** Activos fijos

Activos fijos										
Cant	DETALLE	Depreciación %			Precio \$	Total	Deprec. Anual	Deprec. Mensual	IGV	Total +IGV
		%	T. años	Valor Residual						
HARDWARE										
1	Central anti-incendio FPD 7024 BOSH	33,33%	3	120,03	360,14	360,14	120,05	10,00	43,22	
1	Módulo expansor lazo direccionable PAN MULTIPLEX D7039	33,33%	3	45,30	135,90	135,90	45,30	3,78	16,31	
44	Detector de humo fotoeléctrico y temperatura D7050	33,33%	3	16,04	48,11	2.116,84	705,61	58,80	254,02	
44	Base de detector dieccionable	33,33%	3	1,50	4,50	198,00	66,00	5,50	23,76	
1	PLC Siemens S71200	33,33%	3	124,99	375,00	375,00	125,00	10,42	45,00	
6	Avisador manual direccionable simple	33,33%	3	13,88	41,65	249,90	83,30	6,94	29,99	

4	Sirena con estrobo	33,33%	3	20,31	60,94	243,76	81,25	6,77	29,25	
1	Sirena interna de 120DB	33,33%	3	7,20	21,59	21,59	7,20	0,60	2,59	
1	Pantalla Siemens KTP600 PN	33,33%	3	246,64	740,00	740,00	246,67	20,56	88,80	
Total hardware						3.945,09	1.315,03	58,80	473,41	4418,5
SOFTWARE										
1	Tia portal	20%	5	-	535,00	535,00	107,00	8,92	64,20	
Total software						535,00	107,00	-	64,20	599,2
SUMA TOTAL ACTIVOS FIJOS		5017,7								

El Costo total de los activos fijos es la suma del total de los productos y el IGV que se presenta en la **tabla 35**, dando un total de \$5017.7.

El gasto inicial se refiere a los materiales necesarios para implementar el sistema y se detalla en la siguiente tabla.

**Tabla 31.** Gasto inicial

Gasto inicial				
cantidad	detalle	Precio \$	Total	IGV
				12%
1	Batería 12v	17,10	17,10	2,05
450	Tubería EMT/de ½"	1,95	877,50	105,30
150	Uniones EMT	0,32	48,00	5,76
100	Conectores EMT	0,35	35,00	4,20
50	Cajetines rectangulares	0,38	19,00	2,28
1000	Cable contra incendio 2C 18AWG solido	0,5	500,00	60,00
100	Manguera ¾	0,4	40,00	4,80
2	Break	10,45	20,90	2,51
15	Cable flexible 18AWG	0,158	2,37	0,28
1	Panel metálico	50	50,00	6,00
	<b>Total</b>		<b>1.609,87</b>	<b>193,18</b>
	Suma gasto inicial	1803,05		

Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

La inversión inicial del sistema es de \$6820,75 que representa la suma total de los valores de activos fijos y gasto inicial.

Adicional de los costos iniciales del sistema se debe incluir los gastos administrativos que va a generar el sistema después de su implementación, los detalles se incluyen en la siguiente tabla, para los siguientes cinco años de estudio.

**Tabla 32.** Gastos administrativos

Gastos administrativos	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Observación
Mano de obra	300,00	317,28	335,56	354,88	375,32	395,94	Cada 6 meses
Cambio de dispositivos defectuosos	100,00	105,76	111,85	118,29	125,11	132,31	Cada 6 meses
Igv pagado	48,00	50,76	53,69	56,78	60,05	63,51	
<b>TOTAL</b>	<b>448,00</b>	<b>473,80</b>	<b>501,10</b>	<b>529,96</b>	<b>560,48</b>	<b>592,77</b>	

Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

Al ahorro acumulado anual por la implementación del sistema que se muestra en las tablas 25 y 27 se deducen los gastos administrativos obteniendo el flujo de fondos nominales que se ve afectado por la tasa de descuento aplicable y el factor de valor actual de cada año. El análisis por los seis años de proyección nos da una suma de \$17915 y teniendo en cuenta que el costo total del sistema fue de \$6090 sin IGV podemos concluir que por cada \$0,40 invertidos se obtiene una ganancia de \$1. Se puede observar en la siguiente tabla que en el tercer año se recupera la inversión total y existe una utilidad a partir de este año.

**Tabla 33.** Índices de evaluación

Índices de evaluación							
Concepto	Inversión inicial	Final año 1	año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
Flujos de fondos nominales	-6.090	940	4.364	5.139	5.155	5.170	5.182
Tasa de descuento aplicable: (ke)		12%	13%	11%	11%	10%	10%
Factor de valor actual: $1/(1+ke)^{\Delta_j}$		0,89	0,79	0,74	0,66	0,61	0,63
Flujos de caja actualizados		836	3.448	3.793	3.409	3.161	3.267

FNCI actualizados y acumulados	836	4.284	8.077	11.486	14.647	17.915
Suma de los FNCI actualizados	17.915					
Monto de la inversión inicia	-6.090					

## 6.2 Análisis de costos (costos de dispositivos y materiales)

Para la selección de los diferentes equipos, dispositivos y materiales se pidieron cotizaciones a diferentes empresas con las mismas características técnicas, especificadas previamente por el estudio realizado. Las cotizaciones elegidas fueron en las que los dispositivos y materiales cumplían con: altos estándares de calidad, fiabilidad, robustez y de marcas conocidas, con un tiempo considerable en el mercado que permitan el fácil remplazo y mantenimiento de los mismos además de la garantía ofrecida. Los dispositivos elegidos están contemplados en las tablas 35, 36 y 37, que corresponden a activos fijos, gasto inicial y gastos administrativos, con los que se han realizado el presente análisis financiero.

## 6.3 Análisis comparativo costo beneficio

Para calcular la viabilidad del proyecto se calcula el VAN (Valor Actual Neto) y el TIR (Tasa Interna de Retorno), los que determinan si la inversión hecha se considera más rentable que dejarla en un banco en una cantidad determinada de tiempo, en este caso en un período de seis años.

**Tabla 34.** Costos comparativos

VALOR ACTUAL NETO	11.825
RELACIÓN BENEFICIO/COSTO (B/C)	33.99%
TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)	51,21%

- VAN

Este cálculo permite obtener el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por la inversión.

Para el cálculo se emplea la siguiente formula:

**Ecuación 1: Cálculo de VAN**

$$VAN = 1 - \sum_{n=1}^N \frac{Qn}{(1+r)^n}$$

Fuente: (Rodineas, 2013)

Dónde:

I= inversión

Qn=flujo de caja del año n,

r= tasa de interés con la que estamos comparando y

N=el número de años de la inversión

El cálculo se ve reflejado en **la tabla 39**, dónde el VAN= 11.825 El VAN al ser positivo y mayor que cero indica que el proyecto es factible.

- TIR

Indica la rentabilidad del proyecto, a mayor TIR mayor rentabilidad. Para el cálculo del TIR se debe considerar la siguiente formula:

**Ecuación 2: Cálculo del TIR**

$$TIR = \frac{\sum_{n=1}^N Qn}{(1+r)}$$

Fuente: (Calcuword, 2013)

El valor obtenido según la tabla 34 es TIR= 51,21%, lo que indica también que el proyecto es viable.

La relación costo beneficio del proyecto es de 33.99%, con lo que se concluye, como se indica anteriormente en la página 91, que por cada \$0.40 de inversión se recupera \$1, lo que significa que el flujo de caja del

proyecto es más del doble de la inversión, por lo que se considera que existe un gran beneficio vs el costo que representa el proyecto.

Se concluye entonces que el proyecto de Análisis, Diseño e Implementación de un Sistema de Protección Contra Incendios en las Bodegas de la Empresa Licorera Iberoamericana ILSA S.A. es financieramente factible.

## **CONCLUSIONES**

- ✓ Para realizar el diseño del sistema de protección contra incendios es necesario regirse a las normas NFPA, UL, IEC y ANSI que proporcionan estándares y reglamentos fijos a nivel mundial que aseguran y garantizan el funcionamiento correcto de cada sistema implementado.
- ✓ El panel FPD 7024 posee un protocolo de comunicación cerrado, no permite el intercambio de información entre dispositivos de diferente marca que no sea Bosch, limitando el proceso de monitoreo externo.
- ✓ La manera más fácil y rápida de reconocer todos los dispositivos asociados al Panel FPD 7024 es la auto-programación, la cual verifica las direcciones de los elementos e informa el estado de cada uno de ellos, ahorrando tiempo y evitando posibles errores al programar individualmente cada dispositivo.
- ✓ El sistema de monitoreo permite ubicar con facilidad los dispositivos activados en un área determinada, logrando disminuir los tiempos de acción del plan de emergencia, ya que el sistema proporciona la información de área y bodega en la que se ha suscitado un incendio, además de las rutas más rápidas de evacuación y el riesgo que presentan 123 según el material almacenado para que el cuerpo de bomberos pueda tomar acciones pertinentes.

## RECOMENDACIONES

- ✓ Efectuar el mantenimiento del sistema de preferencia cada seis meses o seguir la normativa de NFPA que sugiere un manteniendo al primer año de funcionamiento y cada dos años después de este.
- ✓ Capacitar al nuevo personal de guardianía sobre el uso y funcionamiento del sistema de control y monitoreo del sistema de protección contra incendios.
- ✓ Complementar el sistema de detección con la instalación de un sistema de extinción automática, que permita el control de las válvulas de la bomba de presión mediante el FPD 7024, optimizando los recursos del panel contra incendios, generando el funcionamiento en conjunto de ambos sistemas, proporcionando mayor seguridad a las bodegas.
- ✓ Después de realizar una prueba en el sistema de detección es necesario realizar el mantenimiento y auto programación para que los dispositivos 124 regresen a su estado normal e informen al panel de su estado actual, ya que los elementos pueden quedar accionados generando una señal errónea, impidiendo que el sistema funcione correctamente.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Alberto Perez, M., Perez Hidalgo, A., & Perez Berenguer, E. (2007).

*Departamento de Electrónica y Automática*. Obtenido de

<http://dea.unsj.edu.ar/control1/apuntes/unidad1y2.pdf>

Béjar Barrueta, L. A. (2013). Diseño e Implementación de una Central. (*Tesis de Titulación*). Universidad Ricardo Palma, Lima.

Casey C., G. (s.f.). *Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo*.

Obtenido de

<https://www.insst.es/documents/94886/162520/Cap%C3%ADtulo+41.+Incendios>

Dräger. (2008). *Dräger Tecnología para la vida*. Obtenido de

[https://www.draeger.com/Library/Content/9046703\\_infoflip\\_gds\\_es\\_l3.pdf](https://www.draeger.com/Library/Content/9046703_infoflip_gds_es_l3.pdf)

Duarte Viejo, G. (2001). Obtenido de [https://www.insst.es/documents/94886/327064/ntp\\_599.pdf/390d3910-3ad3-404b-8d12-ef93a1b7f0b0](https://www.insst.es/documents/94886/327064/ntp_599.pdf/390d3910-3ad3-404b-8d12-ef93a1b7f0b0)

Elena, A. G., & Gonzales Moran , T. (2001). *MODELACION DE RADIO DE AFECTACION POR EXPLOSIONES EN INSTALACIONES DE GAS*. MEXICO: CENAPRED.

FETE. (2015). *Portal de los Riesgos Laborales de los trabajadores de la Enseñanza*. Obtenido de <https://riesgoslaborales.saludlaboral.org/portal-preventivo/riesgos-laborales/riesgos-relacionados-con-la-seguridad-en-el-trabajo/riesgos-de-incendios/>

Muñoz, H. (2004). *Revista Salud Pública y Nutrición*. Obtenido de <http://www.respyn.uanl.mx/especiales/ee-8-2004/05.pdf>

OSINERGMIN. (2014). *Reporte de Resultados*. Lima: Oficina de estudios económicos.

Sosa Espinoza, W. M. (2019). Diseño e implementación de un sistema de detección de gases y humo en ambiente de cocina. (*tesis de titulación*). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.

Velasco, H. (2014). Sistema automático de detección de incendio según normas. (*Tesis de grado*). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima.