



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**DESARROLLO DE LA INGENIERÍA BÁSICA
EXTENDIDA PARA LA ADECUACIÓN
TECNOLÓGICA DEL SISTEMA CONTRA
INCENDIOS DE LAS OFICINAS DE
PEQUIVEN-CARACAS**

**Autor: Reinerio Douglas Araque
C. I.: 14.184.939**

**Urb. Yuma II, Calle N°3, Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (Master)- Fax: (0241) 871239**



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA
CARRERA: INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**DESARROLLO DE LA INGENIERÍA BÁSICA EXTENDIDA
PARA LA ADECUACIÓN TECNOLÓGICA DEL
SISTEMA CONTRA INCENDIOS DE LAS
OFICINAS DE PEQUIVEN-CARACAS**

Empresa: Petroquímica de Venezuela, S. A.

Autor: Reinerio Douglas Araque

C. I.: 14.184.939

Tutor: Ing. José Laborit

San Diego, abril del 2016



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA
CARRERA: INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**DESARROLLO DE LA INGENIERÍA BÁSICA EXTENDIDA
PARA LA ADECUACIÓN TECNOLÓGICA DEL
SISTEMA CONTRA INCENDIOS DE LAS
OFICINAS DE PEQUIVEN-CARACAS**

CONSTANCIA DE APROBACIÓN

TUTOR EMPRESARIAL

TUTOR ACADÉMICO

Ing. Wiler Peraza

C. I.: V- 10.051.729

Ing. José Laborit

C. I.: V- 11.510.507

Autor: Reinerio Douglas Araque

C. I.: 14.184.939

San Diego, abril del 2016



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA
CARRERA: INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

APROBACIÓN DEL TUTOR

Quien suscribe, Ingeniero José Laborit portador de la cédula de identidad número V-11.510.507, en mi carácter de tutor del Informe de Pasantía presentado por el ciudadano Araque Reinerio Douglas, portador de la cédula de identidad número V-14.184.939, titulado **DESARROLLO DE LA INGENIERÍA BÁSICA EXTENDIDA PARA LA ADECUACIÓN TECNOLÓGICA DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS DE LAS OFICINAS DE PEQUIVEN-CARACAS**. Presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Electrónico, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los 02 días del mes de abril del 2017.

Ing. José Laborit
C.I.: V- 11.510.507

DEDICATORIA

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mi hijo Christian Araque, por darme nuevas fuerzas, a mi esposa, madre y familia en general, gracias por su apoyo incondicional. Mi agradecimiento especial a mi hermano Franklin cuya orientación y ayuda resultó fundamental para llegar hasta aquí.

A la Universidad José Antonio Páez, por impartir los conocimientos que han dejado una huella de excelencia en mi vida y en mi desarrollo personal.

A mis Tutores, por compartir su tiempo y sus conocimientos que me permiten culminar exitosamente este episodio de mi carrera.

A todas las personas que estuvieron allí, en el momento justo...

Reinerio Douglas Araque

AGRADECIMIENTOS

Muchas personas e instituciones son necesarias mencionar en este párrafo, las cuales han contribuido en el logro de este sueño, sin embargo de manera resumida mencionaré algunas: A la Universidad José Antonio Páez, y a Pequiven por permítame desarrollar mi pasantía allí.

A mi madre, por todo el apoyo incondicional que me ha brindado, por sus oraciones y concejos, cuando la situación lo ameritaba, por la educación que me inculcó y por acompañarme siempre sin importar el tipo de problema presentado.

A Dios, por darme luz, salud y sabiduría para comenzar y terminar esta meta.

A la Universidad de Carabobo, donde cursé mis primeros semestres, a los profesores que a lo largo de la carrera contribuyeron con sus lecciones a lograr un mayor aprendizaje.

A mis amigos y compañeros que durante el desarrollo de la carrera contribuyeron de una u otra forma al crecimiento personal y profesional.

Al profesor José Laborit por su asesoría técnica y metodológica y por brindarme un respaldo muy valioso para la corrección del proyecto.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	vii
AGRADECIMIENTOS	viii
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE CUADROS Y TABLAS	xiv
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I LA EMPRESA	
Descripción de la empresa.....	4
Ubicación geográfica.....	4
Misión.....	4
Visión.....	5
Valores organizacionales.....	5
Políticas de la empresa.....	6
Objetivos de la Institución.....	6
Estructura organizativa.....	7
Reseña histórica.....	7
Característica de la gerencia SHA.....	8
CAPÍTULO II EL PROBLEMA	
Planteamiento del problema.....	10
Formulación del problema.....	11
Objetivos de la investigación.....	11
Objetivo general.....	11
Objetivos específicos.....	11
Justificación de la investigación.....	12
Alcance.....	13
Limitaciones.....	13
CAPÍTULO III MARCO TEÓRICO	
Antecedentes de la investigación.....	14
Bases teóricas.....	17
El proyecto de ingeniería.....	18

Guías de gerencia para proyectos de inversión.....	19
Fases de un proyecto de ingeniería.....	19
Ingeniería conceptual.....	19
Ingeniería básica.....	20
Ingeniería básica extendida.....	20
Ingeniería de detalle.....	20
El fuego y sus características.....	21
El fuego.....	21
Combustible.....	22
Comburente.....	22
Energía de activación.....	23
Reacción en cadena.....	23
Mecanismos de extinción.....	23
Sofocación.....	24
Enfriamiento.....	24
Dilución.....	25
Clasificación de los fuegos.....	26
Clasificación de los materiales de riesgo.....	26
Protección contra incendios en los edificios industriales.....	28
Principales causas de un incendio.....	28
Equipos para combatir el incendio.....	31
Calidad del agua.....	32
Requerimientos de agua.....	32
Requerimientos generales.....	33
Capacidad.....	33
Tipos de bombas de agua.....	34
Rociadores.....	36
Hidrantes.....	37
Hidrantes de columna.....	37
Extintores.....	38
Clasificación de los extinguidores.....	39
Sistema de detección y alarma contra incendio.....	40
Criterios generales de diseño.....	41
Tablero central de control.....	40
Detectores de incendio.....	42
Detectores de calor.....	43
Detectores de humo.....	49
Detectores de llama.....	51
Estaciones manuales de alarma.....	53
Otros tipos de detectores.....	55
Definición de términos básicos.....	55
CAPÍTULO IV MARCO METODOLÓGICO	
Trabajo de pasantía.....	58

	Investigación descriptiva.....	59
	Investigación documental.....	59
	Investigación de campo.....	60
	Investigación aplicada.....	60
	Desarrollo de las fases metodológicas.....	61
CAPÍTULO V	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADO.....	
	Fase I.....	63
	Fase II.....	68
	Fase III.....	69
	Fase IV.....	74
	Bases y criterios de diseño.....	74
	Especificaciones técnicas.....	75
	Hojas de datos.....	75
	Documentos generados.....	76
	Condiciones ambientales.....	76
	Temperatura y precipitaciones Chacao.....	77
	Velocidad del viento de Chacao.....	77
	Rosa de los vientos de Chacao.....	78
	Normas, estándares y códigos.....	78
	Sistemas de unidades.....	80
	Clasificación de áreas.....	80
	Criterios generales de diseño.....	81
	Especificaciones sistema contra incendios.....	83
	Dispositivo de detección y alarma de incendio.....	84
	Paneles del sistema contra incendios.....	84
	Detectores de humo (tipo fotoeléctrico).....	85
	Detectores de calor (térmicos).....	86
	Estación manual de alarma.....	86
	Difusor de sonido con luz estroboscópica.....	87
	Canalizaciones.....	88
	Canalizaciones a la vista.....	88
	Cajas de paso.....	88
	Conductores.....	88
	Cable para señales discretas del sistema contra incendios.....	89
	Cable de lazo inteligente del sistema contra incendios.....	89
	Tanque de agua.....	90
	Requerimientos de agua.....	90
	Sala de bombas.....	91
	Red Interna de distribución de agua contra incendio.....	91
	Rociadores.....	93
	Extintores.....	93
	Gabinetes con mangueras.....	94
	Conexión siamesa.....	94

Sistema de extinción con agente limpio.....	95
Recubrimiento de pintura.....	95
Límites de ruido.....	95
Pruebas de presión.....	96
Especificaciones de soldadura.....	96
Puntos de empalme.....	96
Identificación de tuberías y equipos.....	96
Principios de mantenimiento.....	96
Mantenimiento de equipos.....	97
Principios de confiabilidad.....	98
CONCLUSIONES.....	99
RECOMENDACIONES.....	101
LISTA DE REFERENCIAS.....	102
Impresas.....	103
Electrónicas.....	104
ANEXOS	
A. Anexo: Inspección.....	105
B. Anexo: Mantenimiento.....	106
C. Planos.....	107

LISTADO DE GRÁFICOS Y FIGURAS

	Pág.
Ubicación de la empresa.....	5
Organigrama de la empresa.....	7
Proyecto de ingeniería.....	19
Triángulo de fuego.....	21
Tetraedro de fuego.....	22
Energía de activación.....	23
Sofocación.....	24
Enfriamiento.....	25
Dilución.....	25
Curva Característica para bombas.....	35
Hidrante de columna seca.....	37
Hidrante de columna húmeda.....	38
Partes de un Extintor.....	38
Tipos de detectores de incendios.....	43
Techos lisos, detectores de calor o humo.....	46
Vista de la planta.....	46
Techo inclinado a dos aguas, distribución de detectores puntuales de calor.....	47
Techo inclinado con pendiente hacia un solo lado.....	48
Ubicación alterna de detectores de humo.....	50
Ubicación de la torre Provincial.....	76
Temperatura y precipitaciones Chacao.....	77
Rosa de los vientos de Chacao.....	77
Velocidad del viento de Chacao.....	78

ÍNDICE DE CUADROS Y TABLAS

	Pág.
Color del bulbo del rociador según su temperatura de activación.....	36
Guía de selección de detectores por tipo de instalación.....	55
Simbología de los sistemas de unidades empleadas.....	80
Identificación de los dispositivos del SCI por instrumento o equipo asociado.....	83



Desarrollo de la Ingeniería Básica Extendida para la Adecuación Tecnológica del Sistema Contra Incendios de las Oficinas de Pequiven – Caracas

Autor: Araque, Reinerio D.

Tutor: Laborit C., José G.

Fecha: Abril, 2017

RESUMEN

El presente trabajo de pasantía tuvo como objetivo, desarrollar la ingeniería básica extendida para la adecuación tecnológica del sistema contra incendios de las oficinas de Pequiven-Caracas. El fin del proyecto es hacer la reingeniería de este sistema que posee equipos en estado de obsolescencia, además de incompatibilidad con las normativas nacionales e internacionales vigentes en materia de detección y extinción de incendios, para ello fue necesario realizar la ingeniería básica extendida la cual permitió generar los documentos necesarios para llevar a cabo la adecuación y modernización de dicho sistema. Este informe de pasantía va enmarcado dentro de la metodología de una investigación descriptiva, documental, de campo y aplicada. El estudio se inició con la identificación de la situación actual del sistema contra incendios (SCI) en las oficinas de Pequiven-Caracas, seguidamente se realizó una evaluación al SCI donde arrojó debilidades en la áreas de detección y extinción de incendios, razón por la cual, se presentó una nueva arquitectura para el SCI, los documentos y planos que permitirán corregir las desviaciones presentes en el sistema actual. Esto, con el fin primordial de preservar a toda costa las pérdidas de vidas humanas, y en segundo lugar, continuar con la producción de la instalación. Satisfaciendo así, la continuidad del negocio antes y después de un evento no deseado.

Descriptor: Sistema Contra Incendios, COVENIN, NFPA.



Desarrollo de la Ingeniería Básica Extendida para la Adecuación Tecnológica del Sistema Contra Incendios de las Oficinas de Pequiven – Caracas

Autor: Araque, Reinerio D.

Tutor: Laborit C, José G.

Fecha: Abril, 2017

ABSTRACT

The objective of this project was to develop basic engineering for the technological adaptation of the fire-fighting system at the Pequiven-Caracas offices. The purpose of the project is to reengineer this system that has equipment in a state of obsolescence, in addition to incompatibility with the national and international regulations in force in the field of fire detection and extinguishing, for it was necessary to perform the basic engineering extended which allowed Generate the necessary documents to carry out the adaptation and modernization of said system. This internship report is framed within the methodology of descriptive, documental, field and applied research. The study began with the identification of the current situation of the fire-fighting system (ICS) in the offices of Pequiven-Caracas, followed by an evaluation to the SCI where it revealed weaknesses in the areas of fire detection and extinction, which is why, A new architecture for the SCI was presented, the documents and plans that will allow correcting the deviations present in the current system. These, with the primary purpose of preserving at all costs the loss of human lives, and secondly, continue with the production of the facility. Thus satisfying the business continuity before and after an unwanted event.

Descriptors: Fire Protection System, COVENIN, NFPA.

INTRODUCCIÓN

El fuego, ha acompañado a la humanidad desde tiempos inmemoriales como un amigo inseparable. El hombre con el paso del tiempo aprendió a producirlo a su antojo y a controlarlo, utilizándolo inicialmente para cocinar sus alimentos, y luego iría descubriendo nuevos usos cada vez más complejos, como fueron la fabricación de armas tecnológicamente más avanzadas, a través de la fundición de metales. Ya la oscuridad no sería un problema, el hombre había logrado independizarse de la luz del sol.

Las pequeñas comunidades fueron creciendo en número, incorporando nuevas herramientas en su vida diaria. De esta forma, fueron transformándose las pequeñas urbes en grandes metrópolis donde el trabajo del campo ya no era algo primordial para todos los modernos ciudadanos. Pronto el hombre se dio cuenta que el fuego producido en forma accidental o no controlado, pasaba paradójicamente de ser su mejor amigo, a ser su peor enemigo, arrasando sus cosechas, casas o lugares de trabajo.

Según el especialista en ingeniería de materiales, Anero (2010, p.15) indica que “el emperador Augusto César organizó en Roma probablemente el primer cuerpo de bomberos formado por seiscientos esclavos a los que denominó vigiles”. El propio Emperador reorganizó el cuerpo, dotándolo de medios y soldados profesionales, a los que llamaba Triumviri Notturni. Cuando la ciudad de Pompeya fue redescubierta entre las cenizas y lava del volcán Vesubio, se comprobó la existencia de conducciones de agua que ya eran utilizadas para la extinción de incendios.

Con la llegada de la revolución industrial, los complejos industriales pasaron a formar parte del paisaje natural que rodeaban las nuevas ciudades cosmopolitas. Tal como es imposible deshacernos de nuestra sombra, el fuego siguió acompañando al ser humano en todas sus etapas evolutivas. Por ello, las empresas deben disponer de

medidas para la prevención y el control de los incendios. El control de los incendios comienza en las fases de diseño de la empresa y/o almacenes.

Actualmente, en el ámbito de trabajo todo el personal está expuesto a los riesgos asociados al fuego (incendios). Los factores de riesgo en las empresas o industrias se asocian a distintas causas, que van desde una mala manipulación de productos y máquinas, hasta factores técnicos (como mantenimientos no realizados, mal almacenamiento o instalaciones eléctricas mal terminadas). Según algunas estadísticas dadas por Aneró (2010, p.18), aproximadamente el 90% de los incendios industriales son causados por 11 fuentes de ignición: incendios eléctricos 19%, roces y fricciones 14%, chispas mecánicas 12%, fumar y fósforos 8%, ignición espontánea 7%, superficies calientes 7%, chispas de combustión 6%, llamas abiertas 5%, soldadura y corte 4%, materiales recalentados 3%, electricidad estática 2%.

La característica fundamental de un sistema contra incendio es su confiabilidad, lo cual significa que el sistema debe funcionar de acuerdo a su diseño en el momento que sea requerido, especialmente en situación de emergencia. Si un análisis de riesgo arroja que una determinada área tiene un nivel alto de riesgo de incendio, la confiabilidad en un sistema contra incendios es crítica, ya que una falla en su funcionamiento puede traducirse en las lamentables pérdidas de vidas, daños a las instalaciones e interrupción de la continuidad operacional de la empresa.

En este sentido, este trabajo de grado presenta los modernos dispositivos de detección y extinción de incendios, que están enmarcadas dentro de las medidas fundamentales contra incendios (medidas activas y pasivas).

Por la importancia que reviste el tener un lugar de trabajo seguro, en este proyecto se desarrolló la Ingeniería Básica Extendida para la Adecuación Tecnológica del Sistema Contra Incendios de las Oficinas de Pequiven-Caracas. Este trabajo de grado está estructurado de la siguiente forma:

En el Capítulo I, se especifican la misión, visión, reseña histórica, y estructura organizativa de la empresa Petroquímica de Venezuela, S. A. (Pequiven).

En el Capítulo II, corresponde al planteamiento del problema, se insertan el objetivo general y los objetivos específicos, la justificación y alcance que se pretende lograr con la adecuación del sistema contra incendios de las oficinas de Pequiven-Caracas.

En el Capítulo III, contenido del marco conceptual, se insertan los antecedentes y las bases teóricas en las que se apoyó este trabajo para estructurar el contenido del trabajo, así como también se incluyen las definiciones de algunos términos básicos.

En el Capítulo IV de este informe se incluyen las actividades desarrolladas, se precisa la metodología que se utilizó para dar respuesta a la situación problemática.

En el Capítulo V, se presentan los documentos que se deben generar por la ingeniería básica y extendida para lograr la adecuación tecnológica de las oficinas de Pequiven-Caracas.

Finalmente, las últimas páginas están conformadas por las conclusiones y recomendaciones

CAPÍTULO I

LA EMPRESA

1.1. Descripción de la empresa

Petroquímica de Venezuela, S. A. (Pequiven), es la corporación del estado venezolano encargada de producir y comercializar productos petroquímicos fundamentales con prioridad hacia el mercado nacional y con capacidad de exportación. Propicia la creación de empresas mixtas y de empresas de producción social (EPS), estimula el desarrollo agrícola e industrial de las cadenas productivas y promueve el equilibrio social con alta sensibilidad comunitaria y ecológica.

1.2. Ubicación Geográfica

Los cuatro complejos petroquímicos de Pequiven se ubican a lo largo de la costa Norte del país, esta situación geográfica ofrece ventajas comerciales para los complejos Ana María Campos (Zulia), José Antonio Anzoátegui (Anzoátegui), Hugo Chávez (Carabobo) y el Terminal Marítimo de Borburata, los cuales, desde el Occidente y el Oriente, respectivamente, abastecen el mercado nacional y exportan sus productos a los mercados internacionales de América y el Caribe, Europa y Asia, para lo cual cuenta con instalaciones portuarias que faciliten su despacho.

La sede Principal de Pequiven, está ubicada en la Zona Industrial Municipal Sur, Avenida 73, con calle 79-B, Municipio Valencia, Estado Carabobo. Ver figura 1.

1.3. Misión

Producir y comercializar con eficiencia y calidad productos químicos y petroquímicos, en armonía con el ambiente y su entorno, garantizando la atención prioritaria a la demanda nacional con el fin de impulsar el desarrollo económico y social de Venezuela.

1.4. Visión

Ser la corporación capaz de transformar a Venezuela en una grandiosa potencia Petroquímica mundial para impulsar su desarrollo.

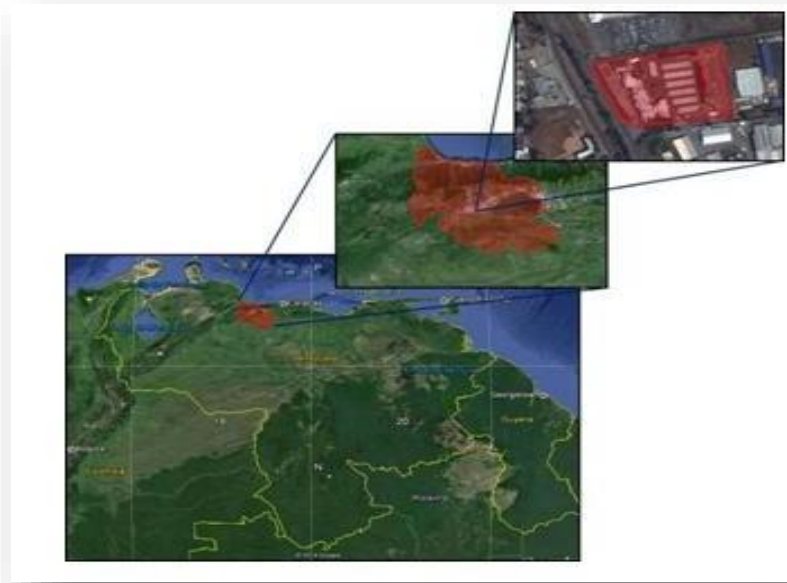


Figura1. Ubicación de la Empresa
Fuente: Google Earth (2016)

1.5. Organizacionales

Los valores organizacionales son el conjunto de creencias que una organización tiene sobre su quehacer diario. Son el soporte de la cultura organizacional, inspiran y dan marco a la Visión, Misión y Objetivos de la empresa. Estos se deben internalizar de tal manera que se manifiesten y sean tangibles en la actividad diaria de cada uno de los miembros de la empresa.

A continuación se listan los principales valores organizacionales de Pequiven:

- ✓ **Respeto:** es el aprecio personal, profesional y organizacional, es amor por Pequiven.
- ✓ **Lealtad:** lealtad hacia la organización, es la identidad que se construye como trabajador del equipo Pequiven.

- ✓ **Compromiso social:** valor ético de solidaridad y cooperación, para mejorar el país y contribuir con su desarrollo integral.
- ✓ **Humildad:** el líder de Pequiven sabe que está en la Empresa por la visión, misión, por sus clientes, por su equipo, no por ellos.
- ✓ **Honestidad:** es demostrar honor, respeto, dignidad e integridad en la actuación. Es ser leal, incorruptible e imparcial. Rechazar cualquier forma de corrupción.
- ✓ **Responsabilidad:** actitud que se asume ante los resultados de la labor que se realiza y por lo que se tiene que responder ante los demás.
- ✓ **Disciplina:** actuación apegada a la visión, misión, objetivos estratégicos normas y procedimientos de la empresa.
- ✓ **Sentido de pertenencia:** apropiación y compenetración con la misión, visión de Pequiven.
- ✓ **Justicia social:** virtud que permite dar a cada cual lo que corresponde.
- ✓ **Igualdad:** es la relación equitativa que debe existir entre todos los trabajadores de la Corporación.

1.6. Políticas de la Empresa

- ✓ Desarrollar excelentes relaciones con sus clientes, suministrándoles productos y servicios de calidad y respondiendo proactivamente a sus necesidades.
- ✓ Mejorar continuamente los procesos, productos y servicios.
- ✓ Incrementar continuamente el valor y la rentabilidad de la empresa.
- ✓ Liderizar la industria química nacional en el área de Seguridad, Higiene y Ambiente (SHA).

1.7. Objetivos de la institución

Proveer a nuestros actuales y potenciales clientes, la posibilidad de multiplicar las oportunidades de negocios exitosos y de realizar las mejores alianzas acordes con nuestra oferta. Pequiven tiene como objetivo, convertirse en el soporte esencial de la

industrialización del país, en función de aprovechar las ventajas comparativas y competitivas que otorga el hecho de que Venezuela es uno de los grandes productores de petróleo y gas en el mundo.

1.8. Estructura Organizativa

La pasantía se llevó a cabo en la gerencia SHA. Las siglas SHA universalmente se emplean para identificar los procesos de seguridad, higiene industrial y protección ambiental cuya responsabilidad recae en las empresas. En este sentido, se ha diseñado una estructura organizacional en todas las áreas para manejar los aspectos relacionados con la prevención y control de los eventos no deseados que puedan afectar al trabajador, las instalaciones, o al proceso productivo y a las zonas de influencia de la empresa desde el punto de vista ambiental. Se puede ver el organigrama de la empresa en la figura 2.

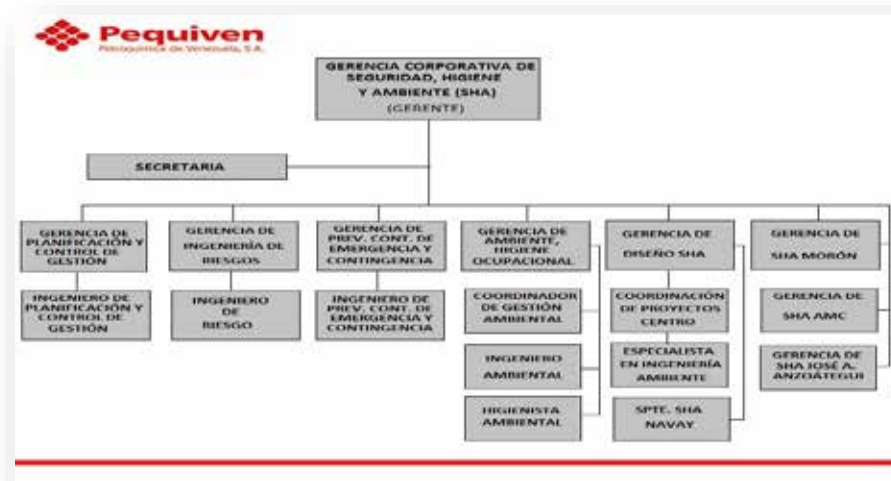


Figura 2: Organigrama de la Gerencia Corporativa de SHA

Fuente: Portal Pequiven (2016)

1.9. Reseña histórica

En la década de los 50, Venezuela decide darle valor agregado a los derivados del petróleo, con el propósito de contribuir a impulsar el desarrollo económico del país a través de la industrialización del gas natural y de otros derivados de hidrocarburos, incluyendo dentro sus metas cubrir la demanda de fertilizantes que

necesitaban los campos venezolanos en esa época, creando para ello una empresa petroquímica dependiente de la dirección de economía del Ministerio de Minas e Hidrocarburos, su nombre era, Petroquímica Nacional, y se llamó así hasta el 1° de julio de 1956. Luego se crea el Instituto Venezolano de Petroquímica (IVP), el cual estaba supeditado al Complejo Petroquímico Morón. En 1977, cambia nuevamente su nombre por el de Petroquímica de Venezuela, S. A. (Pequiven), que pasa a ser una de las industrias filiales de Petróleos de Venezuela, S.A. (PDVSA). Desde su transformación Pequiven ha vivido sucesivas etapas de reestructuración, consolidación y expansión en las que ha ampliado su campo de operaciones desarrollando un importante mercado interno y externo para sus productos. En 1990 con el propósito de adaptarse a los requerimientos del negocio petroquímico, Pequiven se reorganiza en tres unidades de negocios: olefinas y plásticos, fertilizantes y productos industriales.

En el año 2005, el Presidente de la República Bolivariana de Venezuela, Teniente Coronel Hugo Rafael Chávez Frías, decreta la transformación de Pequiven como Corporación Petroquímica de Venezuela, independiente de PDVSA y adscrita al Ministerio de Energía y Petróleo y ésta es relanzada en marzo del 2006, con el objetivo de producir y comercializar productos petroquímicos fundamentales con prioridad hacia el mercado nacional y con capacidad de exportación. También propicia la creación de empresas mixtas y de empresas de producción social (EPS), estimula el desarrollo agrícola e industrial y ecológico.

1.9.1 Características de la Gerencia SHA

SHA es un modelo dinámico, que contempla un conjunto de actitudes, políticas, lineamientos, principios, programas y actividades, las cuales deben ser internalizadas, aplicadas, desarrolladas, y ejecutadas por todo el personal, desde los niveles gerenciales, supervisorios, hasta los estratos de la mano de obra de obreros propios y contratistas. Este conocimiento eliminará los peligros y ayudará a prevenir y controlar

los riesgos laborales, preservar la salud del trabajador, la integridad de las instalaciones y proteger el ambiente.

Para lograr su cometido, la gerencia de SHA cuenta con una política bien definida, lineamientos y principios rectores, así como planes y sistemas integrales que permitan manejar los factores de riesgos en las áreas de prevención de accidentes, incendios, higiene industrial y ambiente.

Los lineamientos de la política SHA se basan en el cumplimiento de Normas y Procedimientos estableciendo responsabilidades en todos los niveles de la nómina de la empresa. Así mismo, los valores rectores bien definidos en función de preservar el ambiente, la salud del trabajador, activos de la empresa y áreas de influencia de los procesos.

CAPÍTULO II

EL PROBLEMA

2.1. Planteamiento del Problema

En la actualidad la seguridad ocupacional insta a ser en Venezuela y el mundo la principal rectora del cuidado y manutención del bienestar de las trabajadoras y trabajadores que desarrollan una actividad en particular, con la finalidad de percibir un beneficio monetario o social, por tal razón la mayoría de las instituciones privadas y públicas deben mantener una constante adecuación a las normativas referenciales y de legislación laboral en materia de salud y seguridad laboral vigente en el territorio donde esta aplique, es decir, fomentar la salud y seguridad de los trabajadores con el fin de garantizar el desarrollo físico, mental, socioeconómico, entre otros, satisfaciendo así sus necesidad más fundamentales y logrando su desarrollo integro como miembros de la sociedad.

En este orden de ideas, la Sede Directiva de la Petroquímica de Venezuela, S. A (Pequiven), ubicado en la región Capital, Torre Provincial de Chacao, en el municipio Chacao del estado Miranda, presenta fallas en su sistema contra incendios, además, de incompatibilidad con las normativas nacionales e internacionales vigentes en materia de detección y extinción de incendios. Igualmente, se determinó que los dispositivos que conforman este sistema, presentan obsolescencia.

Por lo antes expuesto, el sistema contra incendios (SCI) actual es ineficiente para dar respuesta ante un evento que involucre los SCI. También, se determinó que existen otras áreas que poseen sus respectivos sistemas de protección contra incendios, tales como: cuarto de telecomunicaciones, Archivos, cocina, entre otros, los cuales se encuentran inoperativos.

En concordancia a lo indicado anteriormente, la situación actual del sistema contra incendios, en las Oficinas de la Torre Provincial de Pequiven, indica que éstas

requieren un proceso de reingeniería con la finalidad de adecuarlas, de manera tal que satisfagan los requerimientos mínimos necesarios, establecidos en las normas NFPA 1, 3, 13, 24, 25, 70, 72, 76, 101, 497 y 1600, logrando el objetivo principal de preservar la vida de las personas y la integridad de las instalaciones, además, la reducción de observaciones con la reaseguradora internacional, lo cual se traduce en una disminución considerable de los montos por conceptos de primas de seguro, que tiene la Corporación que devengar en materia de sistemas contra incendios.

2.2. Formulación del Problema

¿Cuál será la importancia de realizar la adecuación tecnológica del sistema contra incendios de las oficinas de Pequiven – Caracas?

2.3. Objetivos de la investigación

2.3.1. Objetivo general

Desarrollar la ingeniería básica extendida para la adecuación tecnológica del sistema contra incendios de las oficinas de Pequiven-Caracas.

2.3.2. Objetivos específicos

- ✓ Diagnosticar la situación actual que presentan las oficinas de Pequiven – Caracas en referencia a su sistema contra incendios.
- ✓ Evaluar la situación actual de las oficinas de Pequiven – Caracas en referencia a su sistema contra incendios.
- ✓ Definir los documentos y planos requeridos en la etapa conceptualización, según las guías de gerencia para proyectos de inversión de capital (GGPIC) de Petróleos de Venezuela, S. A. (PDVSA).
- ✓ Elaborar los planos y documentos para la ingeniería básica extendida para la adecuación tecnológica del sistema contra incendios de las oficinas de Pequiven – Caracas.

2.4. Justificación de la investigación

La posibilidad de que se produzca un incendio grave a las instalaciones de Pequiven en la Torre Provincial - Chacao, se puede reducir al mínimo por medio de un diseño adecuado del sistema contra incendios, además de buenas prácticas de funcionamiento, instrucciones y capacitación adecuada al personal en actividades y medidas de rutinas que se han de aplicar en caso de emergencias.

Las evaluaciones previas al desarrollo del proyecto, mostraron la imperiosa necesidad de reemplazar equipos defectuosos o con la vida útil vencida, pertenecientes al actual sistema contra incendios de las oficinas de Pequiven – Caracas. Estos deben ser adecuados a las normas nacionales e internacionales vigentes, según el nivel de riesgo de las instalaciones (bajo, medio o alto) establecido en las normas de la *National Fire Protection Association* (NFPA, por sus siglas en inglés), específicamente la *NFPA 13: Standard for the Installation of Sprinkle Systems (norma para la instalación de sistemas con rociadores)*, donde por causa de un fuego casual y fuera de control, se pongan en peligro las vidas humanas.

Es por esta causa, junto a otras razones, que se propuso la adecuación tecnológica del sistema contra incendios de las oficinas de Pequiven en la Torre Provincial - Chacao, donde se incluye la consideración de los suministros de agua contra incendio, el equipo de protección contra incendio, los medios de acceso a los equipos, aparatos y dispositivos de extinción de incendio, incluso la optimización de la detección y alarmas a fuego incipientes que se generen en cualquier parte por consecuencias inesperada, esto con el fin de reducir al máximo pérdidas que se puedan generar a causa de incendios o explosiones.

El fin primordial de un sistema de alarma y detección contra incendios, es evitar a toda costa las pérdidas de vidas humanas, y en segundo lugar, preservar los equipos de alto costo, sin menoscabar la importancia de otros bienes y espacios del inmueble. Por lo que con toda seguridad, se justifica cualquier investigación que evite pérdidas

humanas, y al mismo tiempo mitigue el daño a las instalaciones donde ocurra el suceso imprevisto.

2.5. Alcance

El propósito de este proyecto es desarrollar la Ingeniería Básica Extendida para la Adecuación Tecnológica del Sistema Contra Incendios de las Oficinas de Pequiven – Caracas, por lo que abarcará la generación de documentos y planos inherentes a esta fase de ingeniería prevista en las GGPIIC, para las áreas de civil, electricidad, instrumentación y mecánica. Comprende el levantamiento de información en campo del sistema existente, y la documental de los nuevos sistemas a instalar en el área prevista.

El proyecto solo contempla el quinto piso de La Torre Provincial de Chacao, ubicado en la región Capital, en el municipio Chacao del estado Miranda, incluyendo la interconexión del nuevo sistema al existente.

2.6. Limitaciones

- ✓ El edificio no forma parte del patrimonio de Pequiven, por lo que hay que notificar cualquier trabajo que implique remodelación o modificación de la estructura del edificio, al condominio encargado.
- ✓ El condominio posee un banco de datos incompletos y no actualizados de los planos del edificio.
- ✓ Los sistemas contra incendios del edificio se encuentran en proceso de obsolescencia técnica.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1. Antecedentes de la Investigación

La investigación preliminar en documentos y material bibliográfico relacionados con el tema de estudio, permitió escoger aquellas investigaciones válidas que se encuentran en correspondencia directa o indirecta con el objetivo general que se pretendió alcanzar en este proyecto.

A continuación, se presentan los trabajos escogidos de acuerdo a su orden cronológico, desde el más reciente hasta el postrero, con una antigüedad de cinco años.

Alcarraz E. (2014), en su trabajo de tesis presentado ante la Universidad Nacional Mayor De San Marcos, Lima - Perú, titulado “Diseño de sistema de protección contra incendios con agua para el Centro Comercial-Open Plaza Primavera.” Aborda el tema de diseño de acuerdo a las buenas prácticas de ingeniería.

Esta tesis comprende el diseño de un sistema de protección contra incendios con agua, para un centro comercial techado. Éste está constituido por una tienda por departamento en tres niveles, un hipermercado, una tienda de mejoramiento del hogar, galerías comerciales en tres niveles, cines, patio de comida y estacionamientos en los cuatro niveles. El autor estableció los requerimientos mínimos a tener en cuenta para el diseño propuesto y que cumplan con los normativos aplicables para este tipo de edificación. Concluye con una serie de observaciones y recomendaciones para obtener excelentes resultados aplicando las buenas prácticas de ingeniería. Esta investigación ayudó con un importante aporte teórico, ya que menciona conceptos necesarios para comprender el desarrollo de un diseño para un sistema de protección contra incendios con agua.

Marchan R. (2013), en su trabajo de tesis presentado ante la Universidad Nacional Abierta en Caracas, titulado “Propuesta para la implementación de sistemas de prevención y protección contra incendios en las instalaciones del centro local Metropolitano de la Universidad Nacional Abierta”. Presenta un buen manejo de las normas que se deben usar en estos sistemas de prevención y protección contra incendios.

El estudio se fijó como objetivo general proponer la implementación de sistemas y equipos de prevención y protección contra incendios en las instalaciones del Centro Local Metropolitano de la Universidad Nacional Abierta, de manera que contribuya a mejorar las condiciones de trabajo, elevar el nivel de protección y seguridad de sus ocupantes; conservar la integridad, disponibilidad y asegurar su funcionamiento correcto y seguro de las edificaciones y sus instalaciones, evitar daños a los recursos de información e interrupciones en las actividades académicas. Esta investigación se desarrolló bajo la modalidad de proyecto factible, sustentada en una estructura de diseño de campo y apoyada en una investigación documental. Su trabajo concluyó que las instalaciones de la Universidad Nacional Abierta, Centro Local Metropolitano, no cumplen con los lineamientos legales establecidos ni con la reglamentación técnica vigente, según el riesgo y el tipo de ocupación. El aporte de esta tesis es la mención de las normas que son necesarias manejar para este tipo de proyecto aunado a conceptos importantes para comprender el tema, tales como la Norma Covenin 810 y la Norma Covenin 823.

Pachacama A. (2012), en su trabajo de tesis presentado ante la Escuela Politécnica Nacional, Quito – Ecuador, titulado “Diseño y propuesta de construcción de un sistema de construcción, alarma y control de incendios en la subestación Cristiana”. Aborda el tema de Diseño de acuerdo a las buenas prácticas de ingeniería.

Explica que dentro del sistema de distribución de Quito las subestaciones representan los nodos de conexión de las líneas de transmisión y distribución, permiten el paso necesario para proveer de energía eléctrica como producto final a los usuarios. Conforme ha crecido la tecnología en la operación de estas instalaciones, ha

ido incrementando el costo final en los activos utilizados para su funcionamiento, por lo que la pérdida en uno solo de éstos Dispositivos Electrónicos Inteligentes (IED), implica no solamente la deshabilitación de un solo relé de protección, sino de un conjunto importante de protecciones que afectarían a todo el sistema en estudio. El objetivo general es diseñar y proponer un sistema automático de detección, alarma y control de incendios en la S/E Cristiana N° 18 de la EEQ S.A. con el fin de mejorar y asegurar a los elementos de los niveles 0 y 1 de la S/E.

El autor hizo un análisis de riesgos a la subestación en estudio, y concluyó que ésta presenta una alta probabilidad de producirse un incendio. Finalmente recomienda un sistema completo de detección, alarma y control para disminuir el riesgo de incendio, recomendando sensores de humo o calor en armarios, cuarto de baterías y transformadores. Así como el uso de un sistema tipo diluvio con descarga automática, para evitar la propagación de incendios y minimizar el daño en los transformadores. El aporte de ésta tesis es la orientación que hace acerca de los tipos de sistemas de alarma contra incendios y algunas definiciones de conceptos que ayudaron a aclarar el tema.

Tirado M. (2012), en su trabajo de tesis presentado ante la Universidad Nacional Experimental de Guayana, titulado “Evaluación del sistema hidroneumático de prevención y extinción de incendios según Norma COVENIN 1331 y 1376 en la empresa Ferretería Principal, C.A.”. Establece un método de evaluación interesante para realizar diseños en sistemas de prevención y extinción de incendios.

Este trabajo consiste en realizar una evaluación del funcionamiento del sistema de detección y extinción de incendios, el cual tiene como propósito el sensibilizar a los miembros que conforman la empresa Ferretería Principal, C.A. Además, que permita así garantizar y brindar una perspectiva de seguridad a dichos miembros y cuantificar las posibles pérdidas de las consecuencias que produce el fuego. Así mismo, se ofrece una estructura básica de los elementos de protección. Con investigación concluyó la necesidad de ampliar el sistema de rociadores del depósito de almacenamiento de pinturas el cual no cuenta con un sistema de extinción de

incendios, que garantice la integridad física de sus instalaciones y de la vida de sus trabajadores en el caso de recurrir un incendio. El aporte de esta investigación se hace en la información que maneja sobre los tipos de sistemas de rociadores.

León R. (2011), en su trabajo de tesis presentado ante la ilustre Universidad del Zulia, titulado, “Propuesta de adecuación del sistema contra incendio del complejo bajo grande”. Presenta un trabajo de acuerdo a las buenas prácticas de ingeniería.

El estudio tuvo como objetivo general, establecer un sistema contra incendios para adecuar las tuberías del sistema de agua en el patio de tanques del complejo Bajo Grande. Para desarrollar la variable de estudio se emplearon las teorías de Denton (1994) y Simona (1995) en lo relativo a la seguridad industrial y el control o prevención de incendios. La metodología empleada fue de tipo descriptivo, de campo con un diseño de tipo no experimental transversal. Para la obtención de la información se empleó un instrumento contentivo de 27 ítems con alternativas cerradas el cual fue aplicado a la población estudiada conformada por un total de cuatro (04) personas. Los resultados obtenidos indicaron la necesidad de establecerse un sistema de extinción de incendios que ayude a controlar el posible incendio que pudiera originarse en las diversas áreas del complejo, ya que no se cuenta con los controles adecuados, no se realizan simulacros contra incendios, y es necesario la colocación de tuberías. Igualmente se evidenció que es necesario brindar adiestramiento inicial y posterior al personal de seguridad encargado de la seguridad e higiene en la planta, de manera que puedan responder rápidamente ante cualquier eventualidad que se pueda presentar. El aporte de esta tesis radicó en la ayuda que dio para elaborar este marco metodológico, así como contribuciones teóricas no menos importantes.

3.2. Bases Teóricas

Para poder cumplir con el objetivo general de este proyecto se debe conocer las labores propias de un proyecto de ingeniería en sus diferentes fases: ingeniería conceptual, ingeniería básica, ingeniería básica extendida (su presencia depende de

las exigencias del cliente o del proyecto), y por último ingeniería de detalle. Cabe recordar que el alcance de esta tesis solo contempla la ingeniería básica extendida. Sin embargo, en aras de dar mayor claridad a lo que se quiere, se define y se explica cada fase que interviene en un proyecto de ingeniería. También se presenta un conjunto de definiciones que son necesarias para comprender el argot de los profesionales en sistemas contra incendios.

Al respecto, Cárdenas (2010) expresa lo siguiente sobre el proyecto de ingeniería:

Quando se desarrolla un proyecto que contempla la construcción, ampliación o modificación de una planta, instalación industrial, o cualquier trabajo de importancia como es la adecuación tecnológica de un sistema contra incendios, implica el manejo de diversos recursos: materiales, económicos y humanos. No se debe realizar ningún trabajo de importancia sin antes hacer el proyecto de ingeniería. (p.80).

3.2.1. El proyecto de ingeniería

Es el planteamiento, organización, ejecución y control de todas las actividades y recursos necesarios para el logro de un objetivo específico en un tiempo determinado, mediante la aplicación de las ciencias fisicomatemáticas, económicas y la técnica industrial, Cárdenas O. (2010, p.17). Ver figura 3.

3.2.2. Guías de gerencia para proyectos de inversión de capital (GGPIC)

Las guías de gerencia para proyectos de inversión de capital, contienen lineamientos prácticos para la ejecución de un proyecto de una manera organizada, que permiten formular y aplicar reglas con el propósito de realizar en orden una actividad específica para el beneficio del proyecto, de manera de instituir a nivel de la industria una forma estándar de pensar y trabajar. Entre sus objetivos está que ningún detalle o paso importante se escape “y así garantizar, con un alto grado de confianza, que los proyectos sean exitosos y cumplan con los requisitos de la Corporación” (PDVSA, 1999, p. 27).



Figura 3. Proyecto de ingeniería
Fuente: Barrios (2011, p. 56)

3.2.3. Fases en un proyecto de Ingeniería

Un proyecto de ingeniería cuenta con varias fases: Ingeniería Conceptual, Ingeniería Básica, Ingeniería Básica Extendida (puede haber o no), y por último Ingeniería de Detalle. Cada una establece la documentación necesaria que debe generarse en cada fase dependiendo del tipo de proyecto a ejecutar, así como del uso de las normas, según el Instituto Nacional Estadounidense de Estándares (ANSI), Sociedad de Instrumentistas de América (ISA), Petróleos de Venezuela (PDVSA), entre otros.

3.2.4. Ingeniería conceptual

Se establecen metas y necesidades, se fijan las premisas para el desarrollo de la ingeniería básica, produciendo un análisis de la factibilidad del proyecto junto con recomendaciones y criterios para la fase mencionada. Se delimita el alcance del trabajo a realizar y dependiendo del proyecto a ejecutar, define el proceso de la planta. Barrios (2011, p. 35).

3.2.5. Ingeniería básica

La ingeniería básica es desarrollada por un grupo pequeño de ingenieros (en comparación con la ingeniería de detalle que requiere más personas dedicadas), que elaboran planos, especificaciones técnicas, verifica que la documentación de licitación este correcta. Aquí se especifican los sistemas, equipos y servicios requeridos. Dependiendo del proyecto se elaboran los diagramas de flujo del proceso (PFD), diagramas de tubería e instrumentos (DTI), hoja de datos de equipos e instrumentos, planos de clasificación de áreas. A este nivel se genera un estimado de costos más aproximado del proyecto. Barrios (2011, p. 35).

3.2.6. Ingeniería básica extendida

Se elabora con documentos que constituyen la Ingeniería Básica además de otros documentos que forman parte de la Ingeniería de Detalle preliminar, de forma tal que se permita estimar el monto de inversión del Proyecto con una aproximación de $\pm 15\%$, y al mismo tiempo elaborar el Pliego de Especificaciones Técnicas para el concurso de licitación. Esta etapa, complementa la ingeniería en el contexto del proyecto objetivo al punto de estimar su costo y programar su ejecución con razonable certeza. La información producida en esta etapa es usada para adquirir los componentes principales y contratar la etapa de fabricación o construcción, que representa el 95% del monto de inversión. Barrios (2011, p. 36).

3.2.7. Ingeniería de detalle

La ingeniería de detalle es la etapa de diseño final de un proyecto, se desarrolla con toda la documentación técnica necesaria para la construcción y montaje en todas las especialidades involucradas en el proyecto, desde el punto de vista técnico, económico, temporal y legal. Barrios (2011, p. 36).

3.2.8. El fuego y sus características

3.2.8.1. El fuego

Se considera incendio la combustión y abrasamiento con llama, capaz de propagarse, de un objeto u objetos que no estaban destinados a ser quemados en el lugar y momento en que se produce la combustión. La combustión es el desarrollo de una reacción química de oxidación-reducción. Para que pueda darse es preciso que coexistan tres elementos, el combustible que pueda arder, el comburente que permita la reacción (normalmente el oxígeno del aire), y el calor o energía de activación que inicie la reacción. A estos tres factores se les llama el Triángulo del Fuego (ver figura 4).



Figura 4. Triángulo de Fuego

Fuente: Marchan R. (2013, p. 30)

La combustión es una reacción exotérmica, y parte del calor generado permite que se desarrolle la reacción en el momento siguiente con una nueva generación de calor, y así sucesivamente, es decir, se produce una reacción en cadena que se agrega a los tres factores del triángulo del fuego. A ellos junto con este cuarto se les denomina el Tetraedro del Fuego (ver figura 5).



Figura 5. Tetraedro de Fuego
Fuente: Marchan R. (2013, p. 30)

3.2.8.2. Combustible

Llamamos combustible a cualquier sustancia que tiene la capacidad de arder en presencia de un comburente (oxígeno en la mayoría de los casos) mediante la aplicación de una energía de activación, que puede ser una chispa.

El combustible libera parte de su energía en forma de calor cuando arde, al mismo tiempo que cambia su estructura química, debido al proceso de combustión. Los combustibles se clasifican dependiendo de su estado en sólidos, líquidos y gaseosos.

3.2.8.3. Comburente

Se denomina comburente a la sustancia que participa en la combustión oxidando al combustible (y por lo tanto siendo reducido por este último).

El comburente más habitual es el oxígeno, que se encuentra normalmente en el aire con una concentración porcentual en volumen aproximada del 21%. Para que se produzca la combustión es necesaria la presencia de una proporción mínima de oxígeno, que por regla general va de un 15% hasta en casos extremos de un 5%.

3.2.8.4. Energía de activación

La energía de activación es la energía necesaria para que se inicie la reacción de la combustión. En el proceso de combustión el combustible y el comburente por si solos no producen una reacción de combustión. Se necesita un aporte extra de energía para superar el nivel de activación. Imaginemos el ejemplo de una cerilla o un fósforo. La cabeza de la cerilla sería el combustible, el aire que lo rodea el comburente y el gesto de raspar la cerilla contra la lija aportaría la energía de activación necesaria en forma de calor para que se active la reacción de combustión. (Verfigura 6).



Figura 6. Energía de activación

Fuente: <http://www.expower.es/combustible-comburente-energia.htm>(2016)

3.2.8.5. Reacción en cadena

La combustión de la mezcla de combustible y comburente se mantiene al actuar parte del calor generado como energía de activación para el instante siguiente.

3.2.9. Mecanismos de extinción

Para que persista el fuego es necesario que estén presentes todos los elementos que conforman la combustión, por lo que, si eliminamos al menos uno de ellos,

provocará la extinción del fuego. Según el elemento que eliminemos aparecerán los diferentes mecanismos de extinción.

3.2.9.1. Sofocación

Eliminar el comburente (oxígeno) de la combustión. Esto se obtiene impidiendo que los vapores combustibles se pongan en contacto con el oxígeno del aire, tal como se muestra en la figura 7.

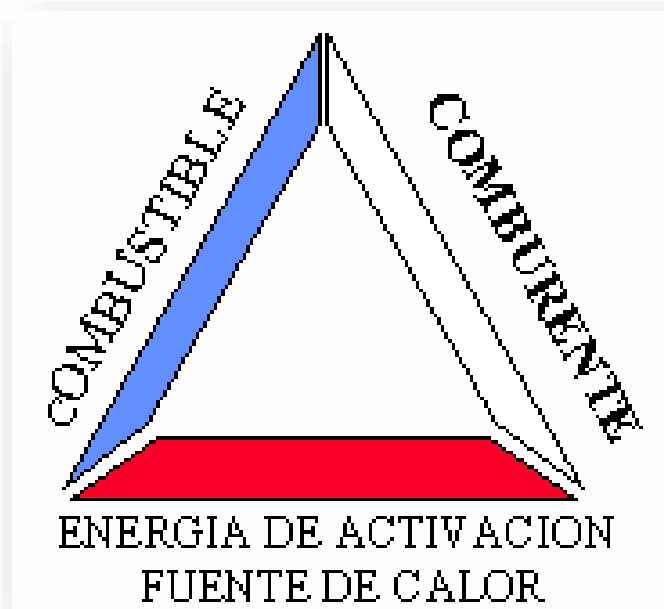


Figura 7. Sofocación

Fuente: Contaminación atmosférica (2011, p. 12)

3.2.9.2. Enfriamiento

Consiste en eliminar el calor (energía de activación) para reducir la temperatura del combustible, a un punto en el que no deje escapar suficientes vapores para obtener una mezcla de combustión en la zona de fuego (ver figura 8).



Figura 8. Enfriamiento
Fuente: Contaminación atmosférica (2011, p. 12)

3.2.9.3. Dilución

Se consigue disminuyendo la concentración de combustible con el objeto de impedir que se aporte en cantidad suficiente para mantener la combustión. Un ejemplo es la aplicación de agua para diluir combustibles líquidos de tipo polar (alcoholes). Figura 9



Figura 9. Dilución
Fuente: Contaminación atmosférica (2011, p. 12)

3.2.10. Clasificación de los fuegos

Según el tipo de combustible, los fuegos se clasifican en cuatro clases, que se corresponden con las cuatro primeras letras del alfabeto:

- ✓ **Fuegos de clase A:** Son los producidos o generados por combustibles sólidos, tales como madera, carbón, paja, tejidos, entre otros. Retienen el oxígeno en su interior, formando brasas.
- ✓ **Fuegos de clase B:** Son los producidos o generados por combustibles líquidos, tales como gasolinas, aceites, pinturas, grasas, entre otros, o aquellos sólidos que a la temperatura de ignición se encuentran en estado líquido, como asfaltos, parafinas, entre otros. Solamente arden en su superficie, ya que está en contacto con el oxígeno del aire.
- ✓ **Fuegos de clase C:** Son los producidos o generados por sustancias gaseosas, tales como propano, metano, hexano, gas ciudad, butano, entre otros.
- ✓ **Fuegos de clase D:** Son los producidos o generados por metales combustibles, tales como magnesio, aluminio en polvo, sodio, circonio, entre otros. El tratamiento para extinguir estos fuegos ha de ser minuciosamente estudiado.

Según Anero (2010), sostiene que “es frecuente que alguna de estas clases se desarrolle en presencia de corriente eléctrica, como en el caso de incendios de aparatos electrodomésticos, cables eléctricos, entre otros”. En estos casos, al peligro que representa el fuego, se añade el riesgo de electrocución, por lo que al intentar apagar el fuego debe considerarse esta posibilidad y, si existe, tomar las oportunas medidas protectoras, tales como desconectar la electricidad, utilizar extintores adecuados, entre otros.

3.2.11. Clasificación de los materiales de riesgo

Casi todos los materiales que rodean al hombre son combustibles. El reducido número de materiales incombustibles es de origen inorgánico. Los gases y vapores inflamables son los más peligrosos, seguidos de los líquidos inflamables y

combustibles y de algunos sólidos finamente pulverizados. Los sólidos ordinarios no son tan peligrosos, excepto en casos excepcionales:

- ✓ **Sólidos:** La madera y sus derivados, tales como el papel, materiales fibrosos de celulosa, entre otros; son materiales combustibles que pueden arder de muy variada forma: carbonización, combustión acompañada de llamas y combustión con profusión de humo. El polvo de aserrín, en suspensión en el aire, puede producir explosiones con detonación. La combustión de la leña es realmente rápida, mientras que los troncos de madera, para arder, necesitan una prolongada exposición de calor (la reacción es más rápida cuanto mayor superficie esté expuesta). Cuanto mayor es la humedad, mayor es la dificultad para hacer arder la madera. A excepción del monóxido de carbono (reacción incompleta) no se observan gases tóxicos, o lo están en concentraciones mínimas, como resultado de la combustión de la madera.
- ✓ **Líquidos:** Los materiales más peligrosos en un incendio son los líquidos inflamables y combustibles. Cuando arde un líquido, no arde propiamente éste, sino los vapores que emite por la elevación de la temperatura.
 - ✚ **Punto de ignición:** Es la temperatura a la cual el líquido emite una cantidad suficiente de vapores capaces de inflamarse en contacto con una llama, pero incapaces de mantenerse ardiendo.
 - ✚ **Punto de inflamación:** Es la temperatura a la cual el líquido emite una cantidad suficiente de vapores, capaces de inflamarse en contacto con una llama y de mantenerse ardiendo hasta que se consuma la totalidad del combustible.
 - ✚ **Punto de autoinflamación:** Es la temperatura a la cual el líquido emite vapores que se inflaman espontáneamente bajo la acción del calor, sin necesitar el contacto de una llama.
- ✓ **Gases:** El riesgo de incendio y explosión en los gases es muy similar al de los líquidos, ya que su peligrosidad radica en la fase vapor y no en la fase líquida. Básicamente la peligrosidad de todos los gases y vapores,

independientemente de su composición química, se debe a que la presión del gas es función de la temperatura.

3.2.12. Protección contra incendios en los edificios industriales

Se denomina protección contra incendios, al conjunto de medidas que se disponen en los edificios para protegerlos de la acción contra el fuego. Generalmente, con ella se trata de conseguir tres fines:

- ✓ Salvar vidas humanas
- ✓ Minimizar las pérdidas económicas producto del fuego
- ✓ Conseguir que las actividades del edificio puedan reanudarse rápidamente.

Casanova (2012, p.30) expresa lo siguiente al respecto “Salvar vidas humanas suele ser el único fin de la normativa de los diversos países. Los otros dos los imponen indirectamente las compañías de seguros, que rebajan las pólizas cuanto más apropiados sean los medios aplicados”. Las medidas fundamentales contra incendios pueden clasificarse en dos tipos:

- ✓ **Medidas pasivas:** Se trata de las medidas que afectan al proyecto o a la construcción del edificio, en primer lugar, facilitando la evacuación de los usuarios presentes en caso de incendio, mediante caminos (pasillos y escaleras) de suficiente amplitud, y en segundo lugar retardando y confinando la acción del fuego para que no se extienda muy deprisa o se pare antes de invadir otras zonas.
- ✓ **Medidas activas:** Fundamentalmente se manifiesta en las instalaciones de extinción de incendios. Se refiere a los equipos para combatir el fuego.

3.2.13. Principales causas de un incendio

Para eliminar las causas de los incendios y así evitar las pérdidas lamentables, es importante saber cómo y dónde estos empiezan. En un estudio efectuado durante

10 años, donde se analizaron 25000 incendios industriales ocurridos en los Estados Unidos. Alcarraz (2014, p.60), logró determinar las siguientes causas:

✓ **Eléctricas**

- ✚ Cortocircuitos debido a cables gastados, enchufes rotos, entre otros.
- ✚ Líneas recargadas, que se recalientan por excesivos aparatos eléctricos conectados o por gran cantidad de derivaciones en las líneas, sin tomar en cuenta la capacidad eléctrica instalada.
- ✚ Mal mantenimiento de los equipos eléctricos.

✓ **Cigarrillos y fósforos**

- ✚ El fumar en el lugar de trabajo ha sido causa de gran cantidad de incendios.
- ✚ En toda planta industrial debe estar PROHIBIDO FUMAR, en todos sus ambientes.
- ✚ La señalización es muy importante. No hay que creer que "NO FUMAR" esta sobreentendido. Muchas personas fuman porque no hay un "cartelito" que lo prohíba.
- ✚ El tener una señalización adecuada, sirve de arma para que quienes no fuman puedan hacer respetar esta norma.

✓ **Líquidos inflamables/combustibles**

- ✚ Los productos inflamables, bajo ciertas condiciones tiene un alto poder explosivo. Muchas veces son almacenados en cualquier recipiente y en cualquier lugar, por un gran descuido en su uso.
- ✚ Las gasolinas y los solventes ligeros se vaporizan a cualquier temperatura ambiente, y sus vapores se inflaman fácilmente. Los vapores livianos viajan a cualquier lugar; si llegan a tener contacto con alguna fuente de ignición, pueden inflamarse o explosionar.
- ✚ Otros líquidos como insecticidas, diluyentes, entre otros; representan el mismo riesgo de no tener cuidado en su uso y almacenamiento.

✓ **Falta de orden y aseo**

- ✚ Dejar trapos con aceites, hidrocarburos, o grasas en cualquier lugar, y no en un recipiente metálico cerrado y con tapa.
- ✚ Permitir que los desperdicios industriales, malezas, entre otros. Se acumulen en el área de trabajo.
- ✚ Permitir el desorden y la falta de aseo en el área de trabajo.

✓ **Fricción:** las partes móviles de las maquinas, producen calor por fricción o roce. Cuando no se controla la lubricación, el calor generado llega a producir incendios. El calor generado por cojinetes, correas y herramientas de fuerza para esmerilado, perforación, lijado, así como las partes de las máquinas fuera de alineamiento, son causas de incendios.

✓ **Chispas mecánicas:** Las chispas que se producen cuando se golpean materiales ferrosos con otros materiales, son partículas muy pequeñas de metal que se calientan hasta la incandescencia debido al impacto y la fricción. Estas chispas generalmente, llevan suficiente calor para iniciar un incendio.

✓ **Superficies calientes:** El calor que se escapa de los tubos de vapor y de agua a alta temperatura, tubos de humo, hornos, calderas, procesos en calor, entre otros; son causa común de incendios industriales. La temperatura a la cual una superficie puede convertirse en fuente de ignición, varía según la naturaleza de los productos combustibles.

✓ **Llamas abiertas:** Las llamas abiertas son fuente constante de ignición, y una amenaza para la seguridad de la industria. Esta causa de incendios se asocia principalmente con los equipos industriales que producen calor, y los quemadores portátiles, siendo especialmente peligrosos éstos últimos, porque se llevan de un lugar a otro y no tienen posición fija. Además, se debe considerar el pésimo manejo y mantenimiento que les dan los operadores a estos equipos.

✓ **Chispas de combustión:** En muchas industrias todavía se permite que las chispas de la combustión que provienen de fuegos de residuos incinerados,

hornos de fundición, y chimeneas se escapen al aire libre. Algunas de estas chispas incendian la hierba seca, acumulaciones de basura, cobertizos o depósitos de materiales en los patios, techos combustibles o sus estructuras.

- ✓ **Corte y soldadura:** El 90% de los incendios causados por corte y soldadura, provienen de las partículas o escorias de materiales derretidos, y no de los arcos eléctricos o llamas abiertas durante un proceso de soldadura. Estas partículas derretidas o escorias, frecuentemente caen sin ser notados en grietas, huecos, juntas, hendiduras, pasos de tuberías, y entre los pisos y divisiones, iniciando incendios fuera de la vista de las personas. Por lo general, el incendio comienza horas después de que la gente se ha retirado.
- ✓ **Electricidad estática:** muchas operaciones industriales generan electricidad estática, cuando no existen conexiones a tierra, y la humedad relativa del aire es baja, (inferior a 40%), ésta se descarga en forma de chispas que, al contacto con vapores o gases inflamables, u otros materiales combustibles, generan un incendio, o una explosión. El traslado de un líquido inflamable a recipientes que no tienen conexión a tierra, es sumamente peligroso, puesto que en cualquier momento se puede generar un incendio o explosión.

3.2.14. Equipos para combatir el incendio

La variedad del equipo para la extinción de incendios va desde los cubos de agua o de arena, hasta los avanzados sistemas con rociadores. El número y la complejidad de éstos dependen del tipo y tamaño del edificio que ha de ser protegido y de los procesos que se efectúan en su interior. A veces unos extintores portátiles de incendio, baldes con arena seca, o unos barriles llenos de agua; son suficientes como equipos de lucha contra incendios. La mayoría de las fábricas que poseen agua corriente, tienen hidrantes para ayudar a combatir el incendio.

3.2.14.1. Calidad del agua

La calidad del agua podrá ser la misma que ella presenta desde su fuente natural (lago, mar y río). Sin embargo, deberán considerarse en el diseño y selección de los materiales aquellos problemas asociados con el uso del agua en esta forma. Los problemas más comunes son la corrosión y la abrasión, los cuales podrán ser atenuados con el uso de materiales adecuados en el equipo de bombeo, revestimientos en tuberías y sistemas apropiados de filtrado. Así mismo debe evaluarse la necesidad de instalar facilidades para la inyección de aditivo para evitar el crecimiento de algas y bacterias.

El principal factor limitante de la calidad del agua para extinción, es en su aplicación para la formación de espuma contra incendios. Esta aplicación exige que el agua esté siempre libre de aditivos químicos o contaminantes, que impidan la adecuada formación y estabilidad de las espumas.

3.2.14.2. Requerimientos de agua

Los requerimientos o caudales de agua contra incendios para las diferentes secciones de una instalación, se determinan normalmente en función de tasas mínimas de aplicación. Estas tasas han sido establecidas tomando en cuenta, entre otros factores: la separación entre equipos, el tipo de riesgo presente y la naturaleza de los productos involucrados. El requerimiento total de agua para una instalación estará dado por la suma de los requerimientos de agua para los sistemas fijos o semifijos de espuma, agua pulverizada y/o rociadores, entre otros, requeridos para la protección de equipos y control de emergencias de una determinada sección.

La aplicación de agua contra incendios en una instalación podrá realizarse a partir de hidrantes, monitores, sistemas automáticos de rociadores y/o sistemas de agua pulverizada.

3.2.14.3. Requerimientos generales

- ✓ El dimensionamiento de la red principal de tuberías será el resultado del cálculo hidráulico correspondiente, considerando como caudal de diseño el requerido en la sección o bloque con mayor demanda de una instalación. En el cálculo hidráulico, normalmente se utiliza una combinación de los métodos de Hardy-Cross y Hazen-Williams, con $C=100$ para tuberías de acero al carbono y $C=140$ para tuberías revestidas internamente con concreto.
- ✓ La velocidad del agua en las tuberías principales de la red de distribución, no será mayor de 3 m/s (10 pies/s).
- ✓ Las tuberías principales de la red no serán de diámetro inferior a 200 milímetros (8 pulgadas), en aquellos casos en que el caudal de diseño sea superior a 227 m³/h (1000 gpm). Para caudales inferiores o iguales a 227 m³/h (1000 gpm), las tuberías principales de la red no podrán ser de un diámetro inferior a 150 milímetros (6 pulgadas).
- ✓ **Sistema de bombeo:** Dispositivos empleados para elevar, transferir o comprimir líquidos y gases, en definitiva, son máquinas que realizan un trabajo para mantener un líquido en movimiento. Consiguiendo así aumentar la presión o energía cinética del fluido.

3.2.14.4. Capacidad

La capacidad de las bombas para el sistema de agua contra incendios de una instalación, se determinará en base a las siguientes premisas:

- ✓ Deberá disponerse de un mínimo de dos grupos de bombeo accionados por sistemas motrices diferentes. Cada grupo con capacidad para suministrar un cincuenta por ciento (50%) del caudal de diseño a la presión de descarga requerida por el sistema. Este requerimiento podrá ser cubierto con grupos de bombeo accionados por motores eléctricos, motores diesel o turbinas a vapor. En todo caso, un grupo de bombeo deberá accionarse con motor diesel.

- ✓ Adicionalmente, deberá disponerse de una capacidad de bombeo accionada por motor diesel, tal que en caso de mantenimiento de alguna de las bombas del arreglo típico mencionado en (a), o de falla eléctrica, se garantice el cien por ciento (100%) de la capacidad de diseño.

En relación a las premisas anteriores, pueden aceptarse las siguientes excepciones:

- ✓ En el caso de aquellas instalaciones donde el suministro de energía eléctrica sea altamente confiable y se cuente con dos (2) fuentes independientes de generación con circuitos de alimentación totalmente independiente, el cien por ciento (100%) de la capacidad de bombeo podrá ser accionado por motores eléctricos. Adicionalmente, deberá disponerse de una bomba de reserva accionada por motor diesel, con capacidad no menor a la de la bomba eléctrica de mayor capacidad.
- ✓ En aquellas instalaciones donde el suministro de energía eléctrica sea limitado o poco confiable, el uso de bombas accionadas con motores diesel resulta lo más recomendable, en cuyo caso, el cien por ciento (100%) de la capacidad de bombeo podrá ser accionado con motores diesel. Adicionalmente, deberá disponerse de una bomba de reserva también accionada por motor diesel, con capacidad no menor a la de la bomba diesel de mayor capacidad.

Resulta conveniente no especificar bombas contra incendios con capacidades mayores a los 1125 m³/h (5000 gpm), ni inferiores a 113 m³/h (500 gpm).

3.2.14.5. Tipos de Bombas de agua

La característica principal que deberán satisfacer las bombas centrífugas para uso contra incendios, es la de presentar una curva de Presión vs. Caudal relativamente plana. Esto garantizará un nivel de presión estable para diferentes caudales de operación, facilitando la operación de varias bombas en paralelo.

No está permitido el uso de bombas de tipo reciprocante para sistemas de agua contra incendios:

✓ **Bombas principales:** Se usarán bombas centrífugas horizontales tipo carcasa partida y verticales tipo turbina, dependiendo de la altura de succión disponible desde la fuente de abastecimiento.

✚ **Bombas centrífugas horizontales:** Las bombas centrífugas horizontales serán capaces de suministrar un ciento cincuenta por ciento (150%) de su capacidad nominal, a una presión no menor del sesenta y cinco por ciento (65%) de la presión nominal. A cero flujos, la presión no deberá exceder el ciento cuarenta por ciento (140 %). En la figura 10 se muestra la curva característica para este tipo de bomba.

✚ **Bombas centrífugas verticales:** Estas bombas se usarán normalmente en aquellos casos en que se tenga una altura de succión negativa. Las mismas deberán ser capaces de suministrar un ciento cincuenta por ciento (150%) de su capacidad nominal, a una presión no menor del sesenta y cinco por ciento (65%) de la presión nominal.

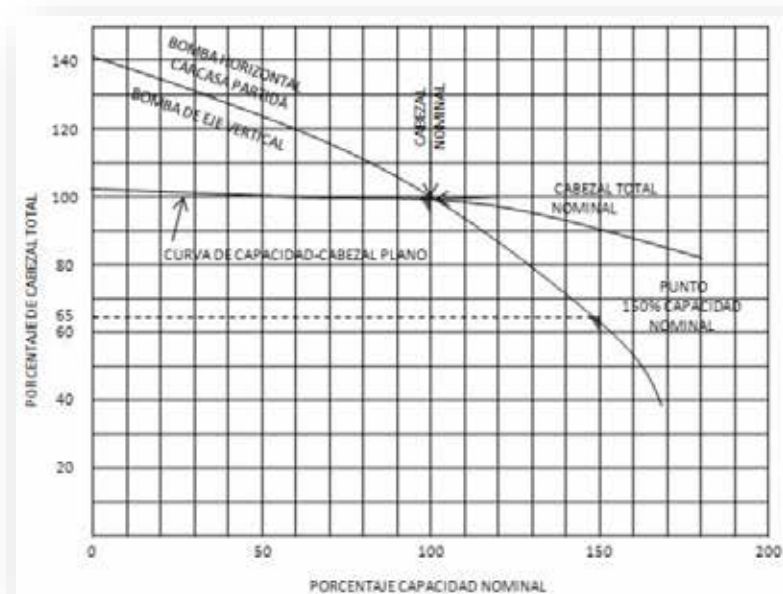


Figura 10. Curva característica para bombas Centrífugas Horizontales y Verticales

Fuente: Manual, Sistema de Agua Contra Incendios, PDVSA IR-M-03(1999, p.21)

3.2.15. Rociadores

Los rociadores automáticos o *sprinkles* es uno de los principales elementos automáticos de extinción. El dispositivo de salida del agua esta normalmente cerrado por un tapón termo-sensible o ampolla que está diseñado para destruirse a una temperatura predeterminada, provocando en forma automática la liberación un chorro de agua. Es por esta razón que se llaman automáticos. En caso de un incendio solamente actúan los rociadores que se encuentran cerca al fuego, es decir los que se calientan suficientes para su apertura. Los rociadores tipo bulbo presentan colores característicos para diferenciar el grado de temperatura de trabajo. Tal como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Color de bulbo del rociador según su temperatura de activación

COLOR DE BULBO	TEMPERATURA (C)
Naranja	57
Rojo	68
Amarillo	79
Verde	93
Azul	141
Malva	182
Negro	204/260

Fuente: Lira, J. (2010, p.25)

En condiciones normales y en climas moderados es correcta una temperatura de funcionamiento de 26C a 74C, debiéndose utilizar rociadores con una temperatura ligeramente superior a 30C por encima de la temperatura ambiente más alta prevista en el recinto. La actuación de los rociadores sobre el humo es doble: el empuje físico

sobre el humo tiende a mantenerlo en los niveles más bajos; por otra parte, el enfriamiento de los humos permite una estancia más prolongada de las personas, que no sería posible sin la acción de los rociadores.

3.2.16. Hidrantes

El hidrante es un equipo que suministra gran cantidad de agua en poco tiempo. Permite la conexión de mangueras y equipos de lucha contra incendios, así como el llenado de las cisternas de agua de los bomberos. Se conecta y forma parte íntegramente de la red de agua específica de protección contra incendios del establecimiento a proteger o de las redes de agua de uso público en las ciudades. Hay dos tipos de hidrante:

3.2.16.1. Hidrantes de columna

- ✓ **Columna seca:** El hidrante contra incendios se vacía automáticamente tras su utilización, protegiéndolo de daños por heladas. Incorpora un sistema anti rotura, que asegura la estanqueidad en caso de rotura por impacto (ver figura 11).

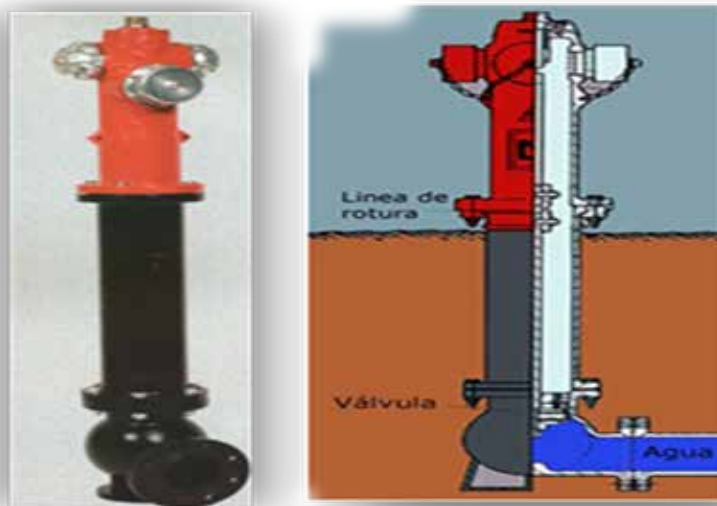


Figura 11. Hidrante de columna seca

Fuente: <http://www.expower.es/hidrante-incendios.htm> (2016)

- ✓ **Columna húmeda:** Tiene válvulas individuales, que permiten el uso independiente de cada una de las bocas contra incendios (ver figura 12).

4.2.16.1. Extintores

- ✓ Es un aparato autónomo, diseñado como un cilindro, que puede ser desplazado por una sola persona y que usando un mecanismo de impulsión bajo presión de un gas o presión mecánica, lanza un agente extintor hacia la base del fuego, para lograr extinguirlo. Los hay de muchos tamaños y tipos, desde los muy pequeños, que suelen llevarse en los automóviles, hasta los grandes que van en un carrito con ruedas (ver figura 13).



Figura 12. Hidrante de columna húmeda

Fuente: <http://www.expower.es/hidrante-incendios.htm> (2016)

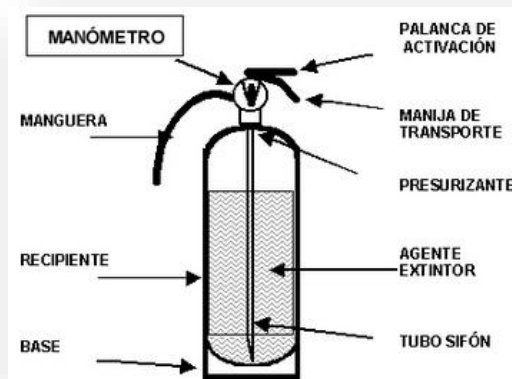


Figura 13. Partes de un extintor

Fuente: http://www.paritarios.cl/especial_extintores.htm (2016)

3.2.17. Clasificación de extinguidores

- ✓ **Para fuego de clase “A”:** Se puede apagar todo fuego de combustible común, enfriando el material por debajo de su temperatura de ignición y remojando las fibras para evitar la reignición. Use agua presurizada, espuma o extinguidores de químico seco de uso múltiple. Se debe utilizar dióxido de carbono o extinguidores comunes de químicos secos con los fuegos de clase A.
- ✓ **Para fuego clase “B”:** Se puede apagar todo fuego de líquidos inflamables, grasas, o gases, removiendo el oxígeno, evitando que los vapores alcancen la fuente de ignición o impidiendo la reacción química en cadena.
- ✓ **Para fuego clase “C”:** Se puede apagar todo fuego relacionado con equipos eléctricos energizados, utilizando un agente extintor que no conduzca la corriente eléctrica. El dióxido de carbono, los extinguidores de fuego de halón y de químico seco de uso múltiple, puede ser utilizados para combatir fuegos clase “C”. no utilizar los extinguidores de agua para combatir fuegos en los equipos energizados.
- ✓ **Para fuego clase “D”:** Se puede apagar todo tipo de fuego con metales, como el magnesio, el titanio, el potasio y el sodio, con agentes extintores de polvo seco, especialmente diseñados para estos materiales. En la mayoría de los casos estos absorben el calor del material enfriándolo por debajo de su temperatura de ignición. Los extinguidores químicos de uso múltiple, dejan un residuo que puedan ser dañinos para los equipos delicados tales como las computadoras u otros equipos electrónicos.
- ✓ **Para fuego clase “K”:** Se proveerán en áreas donde puedan ocurrir incendios que envuelvan grasas de cocinar del tipo animal o vegetal. La distancia de recorrido desde el riesgo al extintor no debe exceder los 9 metros.

3.2.18. Sistema de detección y alarma contra incendio

Un sistema de alarma contra incendios está diseñado para detectar la presencia no deseada de fuego, mediante la supervisión de los cambios ambientales asociados con la combustión.

En general, un sistema de alarma contra incendios se clasifica según sea accionado automáticamente, accionado manualmente, o ambos. Los sistemas de alarma automática de incendios tienen la intención de notificar a los ocupantes del edificio para evacuar en caso de incendio u otra emergencia, informar del hecho a un lugar fuera de las instalaciones con el fin de llamar a los servicios de emergencia, y para preparar la estructura y sistemas asociados para controlar la propagación del fuego y del humo.

Estos son los requerimientos mínimos de diseño para los sistemas de detección y de alarmas contra incendios, suponiendo que las instalaciones a proteger han sido proyectadas y erigidas cumpliendo con los principios básicos de ingeniería y con la mejor experiencia práctica acumulada hasta la fecha en la industria petrolera y petroquímica nacional (IPPN).

En aquellos casos particulares donde se compruebe que las instalaciones a proteger presentan desviaciones relacionadas con la aplicación de la mejor práctica de la ingeniería, deberán aumentarse los requerimientos mínimos en la relación con los establecidos en este desarrollo.

3.2.18.1. Criterios generales de diseño

Un sistema de detección y alarma de incendio está constituido fundamentalmente por: un tablero central de control, fuentes de alimentación eléctrica, detectores de incendio, estaciones manuales de alarma, difusores de sonido y circuitos de señalización. Todos los componentes del sistema deberán cumplir con las Normas COVENIN 1041 y 1377.

3.2.18.2. Tablero central de control

Es el componente neurálgico de un sistema de detección y alarma de incendio, el cual alimenta y supervisa todos los dispositivos y circuitos de detección y alarma. Este tablero contiene internamente los circuitos necesarios para recibir, convertir y emitir las señales de alarma en forma audible y visible.

A continuación, se destacan los aspectos más importantes que deberán considerarse en el diseño del tablero central de control:

- ✓ Deberá contener los dispositivos y circuitos necesarios para recibir y emitir las señales de alarma previa y general de incendio, señales de averías y señales supervisoras, en forma audible y visible.
- ✓ **Tendrá luces para indicar:**
 - ✚ Operación normal.
 - ✚ Señales de alarma de incendio (previa, general, corto circuito en circuito de detección).
 - ✚ Señal de avería, la cual cubre nivel de descarga de las baterías, corto circuito en el tablero, puesta a tierra, desconexión de los detectores y/o difusores de sonido, rotura de cable en circuito de: detección, alarma sonora, así como el resto del cableado del sistema.
 - ✚ Tanto la ocurrencia de una avería en un circuito de detección como la recepción de una señal de detección de incendio, deberán ser indicadas con luces que identifiquen la zona (circuito) de detección.
 - ✚ Tendrá controles operativos para iniciar y apagar alarmas por zonas, probar señales de alarma, cancelar alarmas audibles y reponer el sistema.
 - ✚ Cuando el tablero central de control esté localizado en la estación central de incendio, se deberán tomar provisiones para que los tableros remotos de incendio sean compatibles con la lógica circuital y la fuente de alimentación eléctrica de dicha estación central de incendio.

- ✚ Estará diseñado para funcionar correctamente, a tensiones entre el ochenta y cinco por ciento (85%) y el ciento diez por ciento (110%), de su tensión nominal de alimentación.
- ✚ Los tableros centrales de control de los sistemas de detección y alarma que protegen edificaciones, deberán tener capacidad para transmitir instrucciones verbales.
- ✚ El tablero central de control deberá estar ubicado en un lugar permanentemente atendido. En aquellos casos en que se justifique, las señales de alarma y avería podrán ser dirigidas a un sistema supervisorio.
- ✚ Centralizado, ubicado en áreas permanentemente atendidas tales como: salas de control, estación de bomberos, entre otros. En aquellos casos donde el tablero central de control no pueda ser instalado en un sitio permanentemente atendido, se deberá enviar tanto la señal de alarma de incendio como la de avería a un tablero remoto, el cual estará ubicado en un lugar permanentemente atendido.
- ✚ El tablero podrá además iniciar acciones preestablecidas, tales como: actuación de sistemas de prevención y extinción de incendio, actuación de sistemas de ventilación y parada de equipos.

3.2.18.3. Detectores de incendio

En función del efecto físico-químico en que se basa su activación, los detectores de incendio se clasifican en: detectores de calor, detectores de humo, detectores de llama y otros tipos de detectores. La selección del tipo de detector de incendio a ser utilizado en la protección de un determinado equipo o instalación, se basará en aspectos tales como: naturaleza del combustible, geometría del área protegida, factores ambientales, sensibilidad y tiempo de respuesta requeridos. Ver figura 14.

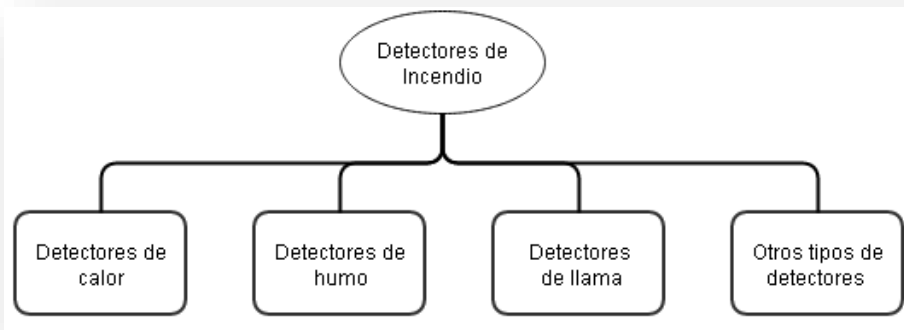


Figura 14. Tipos de detectores de incendio

Fuente: Elaboración propia

3.2.18.4. Detectores de calor

✓ Tipos de detectores de calor

- ✚ Detectores de Calor de Temperatura Fija: Su activación se produce cuando su elemento sensor alcanza un nivel predeterminado de temperatura. Por efecto de inercia térmica, cuando este tipo de detector funciona, la temperatura del aire que lo rodea siempre será mayor que la temperatura del elemento sensor. En consecuencia, la respuesta del detector depende de las condiciones en que se desarrolle el incendio.

El elemento sensor de estos detectores puede ser de varios tipos, ver figura15.

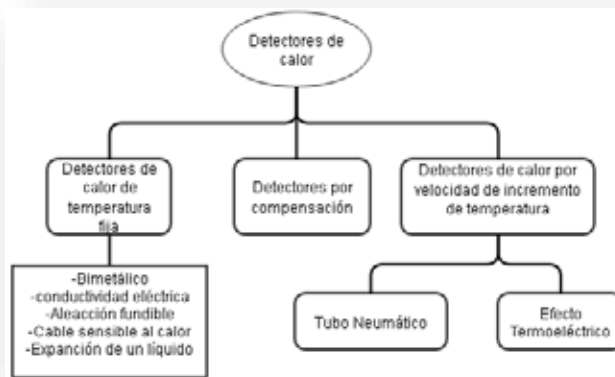


Figura 15. Tipos de detectores de calor

Fuente: Elaboración propia

- ✚ **Bimetálico:** El sensor se compone de dos metales con diferente coeficiente de expansión térmica, cuyo efecto combinado produce la elongación en una determinada dirección al ser calentado y en dirección contraria al disminuir la temperatura.
- ✚ **Conductividad eléctrica:** El elemento sensor varía su resistencia eléctrica en función de la temperatura.
- ✚ **Aleación fundible:** El sensor es una aleación eutéctica que funde rápidamente al alcanzar determinada temperatura.
- ✚ **Cable sensible al calor:** Es un detector del tipo lineal, cuyo elemento sensor está constituido por dos cables eléctricos separados por un aislamiento sensible al calor, el cual se reblandece al alcanzar cierta temperatura, provocando el contacto eléctrico entre ambos cables.
- ✚ **Expansión de un líquido:** El elemento sensor consiste en un bulbo que contiene un líquido de alto coeficiente de expansión térmica.

✓ **Detectores de calor por compensación:** Este tipo de detector se activa cuando la temperatura del aire alrededor de él alcanza un nivel predeterminado, independientemente de la velocidad de incremento de temperatura originada por el incendio. Estos detectores permiten superar la desventaja mencionada en cuanto al tiempo de respuesta de los detectores de temperatura fija.

✓ **Detectores de valor por velocidad de incremento de temperatura:** La activación se produce en respuesta a un determinado valor del incremento de temperatura originada por el incendio. Algunos ejemplos típicos son:

- ✚ **Tubo neumático:** Es un detector lineal conformado por un tubo de pequeño diámetro (cobre, plástico), que se instala sobre el riesgo a proteger. El aumento, o disminución brusca, de la presión del aire dentro del tubo, debido al calor del incendio, es detectado por un presostato calibrado para actuar a un determinado nivel de presión.

✚ **Efecto termoelectrico:** El elemento sensor consiste en un termopar, cuyo potencial eléctrico varía en respuesta a un aumento de temperatura.

✓ **Aplicación:** Los detectores puntuales de calor se utilizan principalmente para la protección de riesgos en espacios confinados. En equipos al aire libre, deberán instalarse detectores de calor del tipo lineal, cuando un análisis de riesgos basado en lo establecido en el documento PDVSA IR-S-02 “Criterios para el Análisis Cuantitativo de Riesgos”, así lo justifique.

✓ **Localización y espaciamiento:** Los detectores puntuales de calor deberán distribuirse adecuadamente a fin de garantizar su activación en la fase incipiente de un incendio, teniendo en cuenta la buena práctica de ingeniería y las recomendaciones del fabricante. Entre los factores a considerar para la ubicación de estos detectores, se encuentran: características de combustión del material, sensibilidad del detector, geometría del área protegida, temperatura ambiente, corrientes de aire y posibles obstrucciones. En ningún caso la separación “S” entre los detectores excederá a la indicada por el fabricante, debiendo haber sido certificada y/o aprobada por un laboratorio reconocido.

En la localización y espaciamiento de los detectores de calor, se tendrá en cuenta lo establecido en el Código NFPA 72. Los detectores de calor deberán fijarse al techo del recinto protegido, a una distancia no inferior a 10 centímetros de las paredes laterales, o si se instalan sobre las paredes, deberán colocarse a una distancia entre 10 y 30 centímetros del techo. A continuación, se mencionan algunos aspectos relacionados con la distribución de estos detectores:

✚ **En techos lisos horizontales:** La distancia entre detectores “S” no será mayor que la certificada. Cuando se instalen detectores cerca de paredes, o tabiques que tengan una separación vertical máxima del techo de 45 centímetros, la distancia máxima a pared, o tabique deberá ser S/2. En la figura 16 se muestra el arreglo antes descrito.

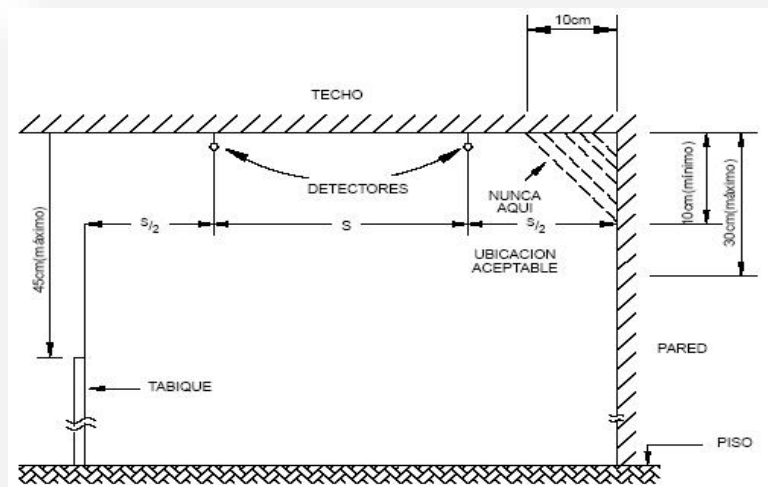


Figura 16. Techos lisos, detectores puntuales de calor o humo, ubicación y distribución
Fuente: PDVSA, manual de ingeniería de riesgos (1993, p. 14)

- ✚ La distancia máxima de cualquier detector a los vértices del techo, deberá ser $0,7 \times S$, tal como se muestra en la figura 17.

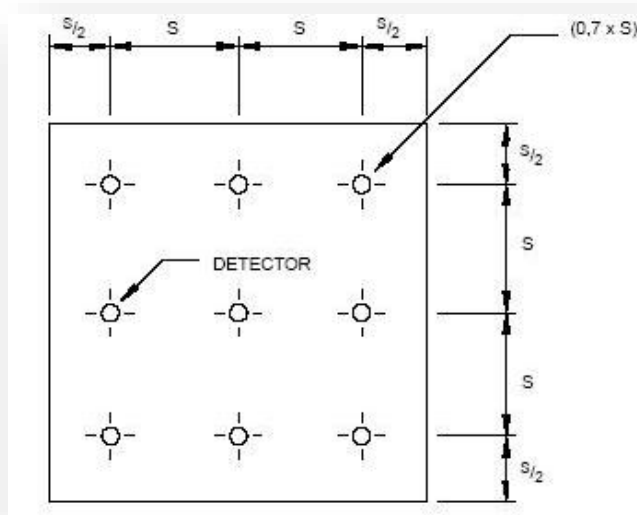


Figura 17. Vista de la planta
Fuente: PDVSA, manual de ingeniería de riesgos (1993, p. 14)

✚ En recintos de techos horizontales con vigas, cuya separación entre sus centros sea igual o menor de 0,9 metros, la distancia entre detectores no deberá ser mayor que la mitad de la indicada para techos lisos. Si la separación entre vigas es mayor de 0,9 metros, la distribución será como se indica a continuación:

Ø Si la viga sobresale 10 centímetros, o menos, por debajo del nivel del techo, se cumplirá con lo establecido para techos lisos.

Ø Si la viga sobresale más de 10 centímetros y hasta 45 centímetros por debajo del nivel del techo, los detectores deberán colocarse a una distancia no mayor de $2/3$ de la indicada para techos lisos.

Ø Si la viga sobresale más de 45 centímetros por debajo del nivel del techo, cada espacio entre vigas deberá ser considerado como un área separada, la cual cumplirá con lo establecido para techos lisos.

✚ **En techos inclinados a dos aguas o techos tipo domo:** Considera que un techo es inclinado cuando tenga una pendiente mayor o igual al 6% una primera fila de detectores debe ser ubicada a menos de 0,9 metros de la cúspide del techo, tal como se muestra en la Figura 18.

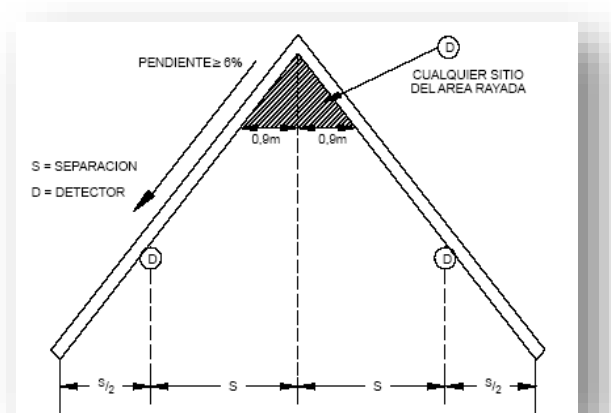


Figura 18. Techo inclinado a dos aguas, distribución de detectores puntuales de calor

Fuente: PDVSA, manual de ingeniería de riesgos (1993, p. 15)

- ✚ El número y espaciado de otras filas de detectores (en caso de ser requeridos), se basará en la proyección horizontal del techo, aplicando lo establecido en el punto anterior para techos horizontales.
- ✚ **En techos inclinados con pendiente hacia un sólo lado:** Los detectores deberán localizarse según lo mostrado en la figura 19.

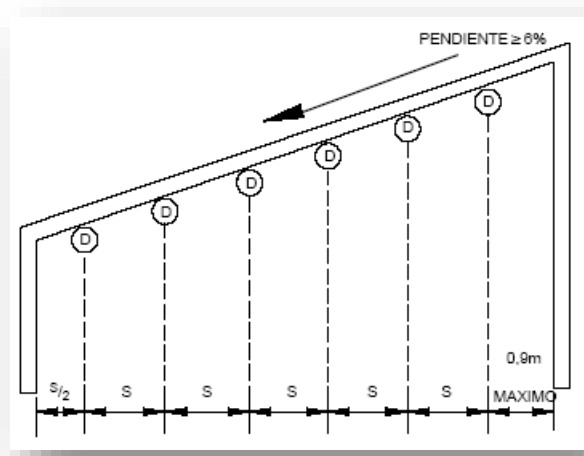


Figura 19. Techo inclinado con pendiente hacia un solo lado distribución de detectores puntuales de calor


Fuente: PDVSA, manual de ingeniería de riesgos (1993, p. 16)


- ✚ **En espacios abiertos:** La localización de detectores lineales de calor, requerirá un análisis específico de cada situación en particular. Se deberá considerar, además, los requerimientos de espacio para operación y mantenimiento de los equipos protegidos.
- ✓ **Otros aspectos:** La instalación de detectores en áreas clasificadas, deberá ser hecha teniendo en cuenta lo indicado en las Normas COVENIN 200 y 1176, y el documento PDVSA IR-E-01 “Clasificación de Áreas”.
 - ✚ Los detectores deberán instalarse donde no estén expuestos a daños mecánicos.
 - ✚ Deberá evitarse que las conducciones eléctricas de los detectores y los propios detectores, estén soportados en equipos o estructuras

sometidas a vibraciones. Los detectores deberán soportarse independientemente de sus conducciones eléctricas, a través de una caja terminal de conexión, o mediante bases de soporte.

3.2.18.5. Detectores de humo

✓ Tipos de detectores de humo

 **Detectores iónicos:** Son detectores puntuales que consisten en una cámara con un elemento radioactivo, que produce la ionización del aire en dicha cámara, y permite el paso de una cierta corriente eléctrica entre dos electrodos, a través del aire ionizado. Cuando las partículas de humo del incendio ingresan a la cámara de ionización, originan un cambio en la conductividad eléctrica, hasta alcanzar el nivel de activación del detector. Los detectores iónicos son más sensibles a las partículas invisibles que son producidas en la mayoría de las combustiones con llama.

 **Detectores fotoeléctricos:** El principio de detección se basa en la dispersión de un haz de luz que incide sobre un elemento fotosensible. Cuando las partículas de humo atraviesan el haz de luz, una parte de los rayos son dispersados sobre el sensor fotosensitivo. Este tipo de detector es más sensible a las partículas visibles producidas por la mayoría de las combustiones sin llama. Y es menos sensible a las partículas más pequeñas típicas de las combustiones con llama al igual que al humo de coloración negra.

✓ Aspectos generales

Los detectores de humo deberán cumplir con lo establecido en las Normas Covenin1176, 1420 y 1443. Entre los aspectos más resaltantes de estos detectores figuran su capacidad de restauración automática, y mayor velocidad de respuesta que los detectores de calor. Sin embargo, los detectores de humo son más susceptibles a

falsas alarmas, por lo que se instalarán en un arreglo de zonas cruzadas cuando activen sistemas fijos de extinción de incendios.

✓ **Aplicación**

Los detectores de humo se utilizan principalmente para la protección de riesgos en espacios confinados y son los más adecuados para detectar incendios de materiales sólidos que arden internamente. Por ello, resultan aplicables en ocupaciones tales como: oficinas, salas de control, equipos eléctricos, salas de computación y canalizaciones de cables eléctricos.

✓ **Localización y espaciamento**

Los detectores de humo, deberán distribuirse teniendo en cuenta la buena práctica de ingeniería y las recomendaciones del fabricante. Entre los factores a considerar están: características de combustiones del material, sensibilidad del detector, geometría del área protegida, corrientes de aire y posibles obstrucciones.

En ningún caso la separación entre detectores excederá a la indicada por el fabricante. En la localización y espaciamento de detectores de humo, se tendrá en cuenta lo establecido en el Código NFPA 72. Los detectores de humo deberán fijarse al techo del recinto protegido, a una distancia no inferior a 10 centímetros de las paredes laterales, o si se instalan sobre las paredes, a una distancia entre 10 y 30 centímetros del techo. En la figura 20 se muestra esta disposición.

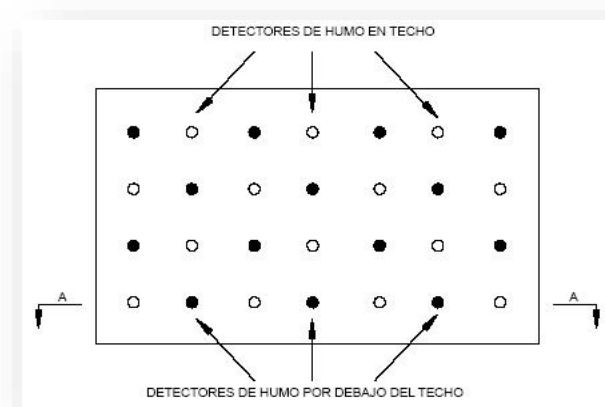


Figura 20. Ubicación alterna de detectores de humo
Fuente: PDVSA, manual de ingeniería de riesgos (1993, p. 17)

✓ **En techos con altura superior a 5 metros**

Debido a la posible estratificación de las partículas de humo, se deberán colocar detectores a dos niveles. Un 50% de los detectores se instalarán a nivel de techo y el otro 50% a no menos de 0,9 metros por debajo del nivel del techo.

3.2.18.6. Detectores de llama

Son dispositivos sensibles a la radiación infrarroja o ultravioleta, emitida por las llamas del incendio:

✓ **Detectores ultravioletas:** Los detectores de llama UV responden a radiaciones de longitud de onda menor de 4000 Angstrom. Su velocidad de respuesta es prácticamente instantánea, sin embargo, son también sensibles a otras fuentes de radiación ultravioleta no procedentes del incendio, tales como:

- ✚ Tormentas eléctricas.
- ✚ Radiaciones Gamma y X, procedentes de equipos para ensayos no destructivos.
- ✚ Arcos de soldadura Cuando se instalen en áreas exteriores, deberá utilizarse un arreglo en zona cruzada cuando los mismos activen sistemas automáticos de extinción de incendios, o sistemas de parada de emergencia.
- ✚ Resultan poco afectados por condiciones ambientales, tales como: corrientes de aire, lluvia, o temperaturas extremas.
- ✚ Los detectores ultravioletas, deberán disponer de dispositivos para auto-supervisión automática. Este requerimiento se debe a la posible disminución de la sensibilidad del detector, por falta de limpieza del lente.

✓ **Detectores infrarrojos**

- ✚ Los detectores infrarrojos (IR) responden a radiaciones con longitud de onda por encima de 7700 Angstroms. En general, se limita la sensibilidad del detector a una estrecha banda alrededor de 4,3 micrones (longitud de onda de emisión del CO₂), a fin de evitar la respuesta a la radiación solar. Además, suelen incorporar dispositivos que permiten únicamente la respuesta del detector cuando la fuente de radiación no es estática, sino que “parpadea”, tal como ocurre con la llama de un incendio.

- ✚ Estos detectores están propensos a falsas alarmas generadas por destellos, reflejos de luces, o equipos calientes.

- ✓ **Detectores combinados ultravioleta e infrarrojo:** El detector de llama combinado de UV-IR es muy confiable, debido a que posee alta velocidad de detección y es menos propenso a falsas alarmas, tales como las provenientes de descargas atmosféricas (rayos), o equipos calientes. Los detectores de llama combinados UV-IR, deberán disponer de dispositivos de auto-supervisión automática.

- ✓ **Detectores duales infrarrojo-infrarrojo:** El detector dual IR-IR posee dos sensores, los cuales responden a longitudes de onda diferentes dentro del espectro infrarrojo (3,8 y 4,3 micrones). Uno de ellos, coincide con la banda de emisión infrarroja del dióxido de carbono caliente y el otro actúa libre de dicha banda. Esta característica le permite diferenciar entre una llama debida a incendios de hidrocarburos y cualquier otra fuente de radiación infrarroja, tal como: arcos de soldadura, cuerpos calientes, o luces destellantes:

- ✚ **Aplicaciones:** Los detectores de llama (UV), se usarán en instalaciones de alto riesgo donde se almacenen o manipulen materiales inflamables o combustibles y exista la posibilidad de que ocurran incendios de rápida propagación. Los detectores de llama infrarrojos (IR) poseen mayores limitaciones en su aplicación. Se podrán utilizar cuando existan fuentes de radiación ultravioleta en el

área protegida, y cuando el material incendiado no produzca humos densos que absorban la radiación dentro del espectro infrarrojo, al cual es sensible el detector.

✓ **Localización y espaciamiento:** La localización y espaciamiento de los detectores de llama, deberá cumplir con lo establecido en la Norma COVENIN 1176 y en el Código NFPA 72. A continuación se mencionan algunos de los aspectos más resaltantes, que deberán tenerse en cuenta en la localización y espaciamiento de los detectores seleccionados.

✚ Los detectores de llama UV no deberán ser ubicados de manera que el cono de visión coincida con el horizonte. deberán ser orientados hacia abajo, para cubrir el área de riesgo a proteger y reducir la probabilidad de detectar radiaciones UV provenientes de la luz solar.

✚ Los detectores de llama UV deberán ser accesibles para permitir la limpieza del lente. Cuando se instalen detectores de llama IR, se deberán apantallar adecuadamente para evitar señales de interferencias provenientes de fuentes externas, tales como: destellos y reflejos de luces o radiaciones de equipos calientes.

3.2.18.7. Estaciones manuales de alarma

Las estaciones manuales de alarma son dispositivos de señalización que permiten notificar una situación de peligro y /o incendio en una instalación, y deberán cumplir con la Norma COVENIN 758.

El uso de las estaciones manuales de alarma, deberá estar restringido a la señalización de emergencias debidas a incendios, explosiones o escapes de sustancias peligrosos.

✓ **Aplicación:** Las estaciones manuales de alarma, se instalarán en áreas de riesgo potencial de incendio, tales como: unidades de proceso, áreas de almacenamiento, plantas compresoras de gas, estaciones de bombas, subestaciones eléctricas, instalaciones portuarias, laboratorios, llenaderos de

camiones, cuartos de control, centros de computación, almacenes, depósitos, edificaciones y hangares.

✓ **Ubicación y distribución:** En edificaciones y otros recintos confinados, las estaciones manuales de alarma deberán estar ubicadas en sitios visibles y distribuidas en el área protegida de forma que no resulten obstruidas y sean fácilmente accesibles. Se colocarán en las vías normales de salida del área protegida, de acuerdo a los siguientes criterios:

- ✚ Deberá colocarse al menos una estación manual de alarma en cada nivel. Se colocará el número necesario de estaciones manuales en cada nivel, a fin de obtener un recorrido horizontal máximo de 30 metros entre usuario y la estación.
- ✚ En las vías de escape, cercanas a las salidas de la edificación. En áreas industriales al aire libre, las estaciones manuales de alarma se ubicarán en la periferia de la instalación, junto a las vías normales de paso y en el exterior de las salidas del edificio de control. La distribución de las estaciones manuales, se realizará de forma que la distancia máxima a recorrer sea de 50 metros en áreas de proceso y de 100 metros en áreas de almacenamiento.

A continuación una guía orientativa, que ofrece ayuda idónea, a la hora de seleccionar el tipo de detector que se necesita, según el tipo de instalación. Ver tabla 2.

Tabla 2. Guía para selección de detectores por tipo de instalación

Tipo de Instalación	Tipo de Detector	Tipo de Detector	Tipo de Detector
	Calor	Humo	Llama
Plantas de proceso	X		X
Plantas de generación eléctrica		X	X
Estaciones principales de bombas	X		X
Llenaderos de cisternas	X		X
Instalaciones portuarias	X		X
Estaciones de flujo, estaciones de medición y control	X		X
Tanques de almacenamiento atmosféricos (líquidos inflamables)	X		X
Cuartos de control		X	
Salas de computación y almacenamiento de datos		X	
Centros de distribución de potencia eléctrica (subestaciones eléctricas)		X	
Centros de control de motores		X	
Cuartos de interruptores		X	
Laboratorios	X	X	
Hangares de aviación			X

Fuente: PDVSA, Manual de Ingeniería de Riesgos, (1993, p.26)

3.2.18.8. Otros tipos de detectores

En algunas aplicaciones específicas, se utilizan detectores cuyo funcionamiento no está basado en los principios de activación de los detectores más comunes mencionados previamente. Tal ocurre con detectores sensibles a concentraciones anormales en el ambiente de ciertas sustancias originadas en el incendio.

3.3. Definición de Términos Básicos

A continuación, se describen algunos conceptos resaltantes que se muestran en las bases teóricas los cuales serán útiles para alimentar y comprender con mayor facilidad la investigación.

Análisis de riesgos: Conjunto de técnicas que permiten, la identificación, análisis y evaluación sistemática de la probabilidad de la ocurrencia de daños asociados a los factores externos (fenómenos naturales, sociales) fallas en los sistemas de control, los sistemas mecánicos, factores humanos y fallas en los sistemas de administración; con la finalidad de controlar o minimizar las consecuencias hacia los empleados, a la población, al ambiente, a la producción o las instalaciones.

Carga de ocupación: Es el número máximo de personas que pueden ocupar una edificación en cualquier momento.

Criterios de diseño: Forman la base del diseño de los componentes del proyecto. Muchos de ellos son productos de la experiencia y otros de las mejores prácticas. Pueden ser generales o específicos para cada equipo.

Deflagración: Combustión cuya velocidad es inferior a la velocidad del sonido, por lo que el frente de llamas va por detrás de la onda sonora.

Detonación: Combustión de velocidad superior a la velocidad del sonido, por lo que el frente de llamas va por delante de la onda sonora.

Flashover: Se define como el momento en que el fuego que está centrado en los alrededores del origen del incendio, se generaliza súbitamente en todos los elementos combustibles presentes.

Fuego incipiente: Se denomina de esta manera al inicio del fuego, cuando la llama es aún pequeña y se puede controlar fácilmente.

Inhibición: Este es el efecto de mayor importancia. La combustión es ni más ni menos que una reacción en cadena, que es alimentada y acelerada por radicales libres que se encuentran en la atmósfera que rodea al fuego. Los polvos extintores actúan bloqueando dichos radicales y por lo tanto inhibiendo la reacción.

Lugar seguro: Es todo espacio libre de riesgos.

Medio de escape: Es la vía libre y continúa que desde cualquier punto de una edificación conduce a un lugar seguro.

Ojo de la escalera: Es el espacio central de la escalera circundado por los escalones y descansos.

Presurización: Es la inyección mecánica de aire fresco del exterior de la edificación.

Riesgo leve: Es el presente en áreas cuya carga calorífica sea inferior a 250.000 kcal/m² o donde se encuentran materiales sólidos que requieren para comenzar su ignición estar sometidos a una temperatura superior a los 200C, o líquidos con punto de inflamación superior a los 61C.

Riesgo moderado: Se refiere a aquellas áreas calóricas que están comprendidas entre 250.000 kcal/m² y 500.000 kcal/m².

Riesgo: Es la evaluación de la posibilidad de incendio o explosión en función de la combustibilidad de los materiales, facilidades de propagación del incendio, generación de humo y vapores tóxicos.

Tabica: Es el elemento estructural que se utiliza para tapar la contrahuella de la escalera.

Temperatura de ignición: Es la temperatura a la que el combustible empieza a emitir vapores capaces de inflamarse en contacto con una llama, pero incapaces, por escasos, de mantenerse ardiendo.

Temperatura de inflamación: Es la mínima temperatura a la que un combustible emite una cantidad suficiente de vapores capaces de inflamarse en contacto con una llama y mantenerse ardiendo hasta que se consuma el combustible.

Temperatura de vaporización: Es la temperatura a la que hay que calentar un combustible para que comience a destilar vapores, aunque éstos son todavía incapaces de arder aun acercándoles un punto de ignición.

Ventilación natural cruzada: Es la ventilación natural que ocurren entre dos frentes abiertos separados y opuestos de la escalera que producen un barrido de aire horizontal que secciona el ojo de la escalera.

CAPÍTULO IV

MARCO METODOLÓGICO

4.1. Trabajo de Pasantía

Para realización de este trabajo, fue necesario el establecimiento el marco metodológico que a diferencia del marco teórico, se encarga de revisar los procesos a realizar para la investigación, no sólo analiza qué pasos se deben seguir para la óptima resolución del problema, sino que también determina, si las herramientas de estudio que se van a emplear, ayudarán de manera factible a solucionar el problema. Se refiere a una serie de pasos o métodos que se deben plantear, para saber cómo se proseguirá en la investigación.

El marco metodológico varía según el estudio, pero obviamente consta de una serie de pasos generales a los cuales se debe proseguir. Se debe comenzar realizando el tipo y diseño de la investigación, verificando los hechos cuantitativos, cualitativos y de campo que contiene el problema. Con esto podemos deducir, como debemos proceder en la investigación. Plantear la serie de pasos correctos para extraer resultados concretos. El tipo de investigación se refiere a las categorías de estudio con las que se realizará el estudio.

Según Nieto (2010, p.25), estas constan de 3 partes, que son:

- 1) Explorativo.
- 2) Descriptivo.
- 3) Explicativo.

Por consiguiente, este informe de pasantía va enmarcado dentro de la metodología de una investigación descriptiva, documental, de campo y aplicada.

4.2. Investigación Descriptiva

Basado en los siguientes fundamentos teóricos, según Sampieri (2010, p.85) la Investigación Descriptiva “Busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de las personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis.” Además permiten medir el grado de relación existente entre las variables.

Esta investigación se considera descriptiva ya que permite analizar y detallar las características de los sistemas de extinción de incendios para llevar a cabo la evaluación del sistema de detección y extinción de incendios de la sede directiva de la Petroquímica de Venezuela, S.A (Pequiven), ubicado en la región capital, Torre Provincial de Chacao, en el municipio Chacao para así poder identificar todas las fallas existentes el sistema contra incendios.

4.3. Investigación Documental

Este trabajo también entra dentro de la clasificación documental, debido que a través de consultas realizadas en diferentes tesis y documentos relacionados a las normas *National Fire Protection Association* (NFPA, por sus siglas en inglés) NFPA 1, 3, 13, 24, 25, 70, 72, 76, 101, 497 y 1600. Así como las Normas COVENIN 810, 823, 1331 y 1376. Permitieron conceptualizar y bosquejar la estructura que debía tomar el presente trabajo.

Según el autor Fidias (2012), define la investigación documental así:

Define la investigación documental como un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir, los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales o electrónicas. Como en toda investigación, el propósito de este diseño es el aporte de nuevos conocimientos. (p.80).

4.4. Investigación de Campo

Otra clasificación que permite definir el tipo de investigación abordada por esta investigación es la investigación de campo. Se considera así porque la información fue recolectada mediante el contacto directo con el lugar de trabajo, observando, analizando, y revisando la funcionalidad del sistema contra incendio (SCI), para poder generar los documentos que se requieren para hacer la reingeniería del (SCI) de las oficinas de Pequiven, en Caracas.

Según el autor Fidias (2012), define la investigación de campo así:

La investigación de campo es aquella que consiste en la recolección de todos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variables alguna, es decir, el investigador obtiene la información pero no altera las condiciones existentes. De allí su carácter de investigación no experimental. Claro está, en una investigación de campo también se emplea datos secundarios, sobre todo los provenientes de fuentes bibliográficas, a partir de los cuales se elabora el marco teórico. No obstante, son los datos primarios obtenidos a través del diseño de campo, lo esenciales para el logro de los objetivos y la solución del problema planteado. La investigación de campo, al igual que la documental, se puede realizar a nivel exploratorio, descriptivo y explicativo. (p.31).

4.5. Investigación Aplicada

Los documentos generados por esta investigación y que constituyen la ingeniería básica extendida para la adecuación de un sistema de detección y extinción de incendios en las oficinas de Pequiven-Caracas serán utilizados para realizar la modernización y actualización del sistema antes mencionado.

En virtud de esto Morín (2010, p.75) en su serie de módulos didácticos para la Metodología de la Investigación, comenta que “La investigación aplicada o utilitaria busca conocimientos con la finalidad de aplicarlos en forma inmediata y modificar la

realidad, no formula teorías acerca del problema, sino su propósito es presentar soluciones a problemas prácticos”.

4.6. Desarrollo de las fases metodológicas

A continuación se describirá el procedimiento a ejecutar durante el desarrollo de las pasantías, el mismo será desplegado en cuatro fases; las cuales proporcionarán el cumplimiento de los objetivos específicos ya mencionados en el capítulo II.

Fase I: Diagnostico de la situación actual que presentan las oficinas de Pequiven – Caracas en referencia a su sistema contra incendios.

La realización de esta fase se cumplirá a través de la observación directa e identificación de los dispositivos que constituyen el sistema de alarma contra incendio. Para recolectar toda la información necesaria se debe recorrer todo el quinto piso del edificio de la Torre Provincial, donde funciona la sede directiva de la Petroquímica de Venezuela, S. A (Pequiven), ubicado en la región capital, en el municipio Chacao.

Fase II: Evaluación de la situación actual de las oficinas de Pequiven – Caracas en referencia a su sistema contra incendios.

Será necesario probar la capacidad de respuesta de los sensores que conforman el sistema de alarma contra incendio, así como medir su rapidez y operatividad. Verificar que sus condiciones de trabajo estén de acuerdo con las normativas nacionales e internacionales vigentes. También será necesario comprobar la vida útil de los dispositivos de detección y extinción de fuego de manera de poder garantizar su buen funcionamiento, en caso de un conato de incendio que pueda poner en riesgo la vida de los empleados en su lugar de trabajo.

Fase III: Definir los documentos y planos requeridos en la etapa conceptualización, según las guías de gerencia para proyectos de inversión de capital (GGPIC) de Petróleos de Venezuela, S. A. (PDVSA).

En esta fase será necesario familiarizarse con las guías de gerencia para proyectos de inversión de capital. Usando estas guías, se deben seguir sus lineamientos que son prácticos y que contribuirán a la ejecución de este proyecto de una manera organizada, también permiten formular y aplicar reglas con el propósito de realizar la actividad en perfecto orden. Será preciso realizar el diagnóstico y evaluación del sistema contra incendios de las oficinas de Pequiven-Caracas, para poder definir cuáles documentos y planos serán necesarios generar en la etapa de conceptualización.

Fase IV: Elaborar los planos y documentos para la ingeniería básica extendida para la adecuación tecnológica del sistema contra incendios de las oficinas de Pequiven – Caracas.

Para poder cumplir con esta última fase, resulta ineludible consultar y asimilar todo lo relacionado con los proyectos de ingeniería, ya que cada proyecto cuenta con una serie de documentos y planos con directrices y normas para su ejecución. Para lograr la adecuación tecnológica del sistema contra incendios de las oficinas de Pequiven en Caracas, se deberá planear y organizar, la ejecución de control de todas las actividades y recursos necesarios para lograr la modernización tecnológica de éste sistema contra incendio en un tiempo determinado, mediante la aplicación de las ciencias fisicomatemáticas, económicas y la técnica industrial. Los documentos y planos que se vayan a generar, dependerán de los resultados arrojados por el diagnóstico y la evaluación al sistema contra incendio de las oficinas de Pequiven en Caracas.

CAPÍTULO V

RESULTADOS

En este capítulo se desarrollan en cuatro fases los resultados finales del estudio, vinculados con los objetivos específicos de este trabajo de pasantía, en un forma ordenada y mostrando el producto obtenido del estudio con una indicación clara y sencilla. En la fase IV contiene el documento más importante y es donde se aprecian los resultados más destacados de este trabajo de pasantía, llamado, bases y criterios de diseño (5.4.1), el cual es imprescindible en todo proyecto de ingeniería, allí es donde se encuentra los documentos generados como resultado del desarrollo de este trabajo de pasantía. Podemos encontrar en este documento, las especificaciones de los equipos que se deben reemplazar, dónde se deben instalar, las normas y procedimientos que se deben seguir, entre otros.

Fase I: Diagnóstico de la situación actual que presentan las Oficinas de Pequiven – Caracas en referencia a su Sistema Contra Incendios.

El edificio llamado Torre Provincial donde funcionan las oficinas de Pequiven-Caracas, consta de cuatro salidas de emergencias, dos en el lado A y dos en el lado B que conforman el inmueble (ver figura 21).



Figura 21. Torre provincial
Fuente: Elaboración propia

✓ Salidas de Emergencia de la Torre A:

Hay una salida de emergencia ubicada detrás de las oficinas donde ejercen sus funciones los directores; ésta va desde el 5^{to} piso hasta el área de entrada donde se encuentra ubicado el estacionamiento en la planta baja. Es importante destacar, que al descender desde el quinto piso al tercero se interrumpe la libre circulación debido a la existencia de una puerta de seguridad, que posee un sistema de retención, conocida como cerradura electromagnética, junto con una barra antipánico instalada. La puerta, es abierta gracias al sensor que es activado mediante el carnet de los trabajadores. (Ver figura 22).

Existe otra salida de emergencia interna, que se encuentra en el área de los ascensores, frente al lobby principal de Pequiven en el quinto piso.



Figura 22. Puerta con cerradura electromagnética (superior izquierda) y barra antipánico (roja)

Fuente: Elaboración propia

Se observó la existencia de lámparas de emergencia ubicadas en cada salida de desalojo de emergencia y en los cruces de descenso. (Ver figura 23).



Figura 23. Lámpara de emergencia ubicada en el cruce de descenso
Fuente: Elaboración propia

Se identificaron detectores de humo y rociadores activos con ampollas de 5 y 3 mm. (Ver figuras 24 y 25).



Figura 24. Rociador activado por ampolla
Fuente: Elaboración propia



Figura 25. Detector de humo
Fuente: Elaboración propia

También se encontraron estaciones de alarma manuales, extintores PQS y algunos gabinetes para mangueras contra incendios equipados. (Ver figuras 26, 27 y 28).



Figura 26. Estación manual contra incendio (rojo)
Fuente: Elaboración propia



Figura 27. Extintor tipo PQS
Fuente: Elaboración propia



Figura 28. Gabinete para manguera contra incendio equipada
Fuente: Elaboración propia

✓ Salidas de Emergencia de la Torre B

Esta posee 2 salidas con características y dispositivos muy parecidos a los que se encuentran en la Torre A, y que fueron descritos anteriormente.

5.2. Fase II: Evaluación de la situación actual de las Oficinas de Pequiven – Caracas en referencia a su Sistema Contra Incendios.

Se procedió a realizar unas pruebas a las lámparas de emergencia instaladas en cada salida de emergencia de los pisos y en los cruces de descenso, y se encontró de manera preocupante que estas lámparas están fuera de servicio en un 80 %. Algunos dispositivos poseen una capacidad respuesta lenta, en comparación a la de los nuevos y modernos dispositivos de detección actuales que existen en el mercado, por lo que es importante su reemplazo inmediato, por modelos más actualizados. Esto sucede, debido a que muchos de ellos se encuentran en estado de obsolescencia, como consecuencia de haber expirado su vida útil. Se encontró además que algunos dispositivos no se encuentran de acuerdo a la normativa nacional vigente, como el caso de los aspersores que funcionan en la cocina, los cuales usan agua, yendo en contra de las actuales normativas nacionales e internacionales, por lo que se deben reemplazar por un líquido distinto al agua llamado: agente limpio, el cual es un agente extintor de incendio, volátil, gaseoso, no conductivo de la electricidad y que no deja residuos luego de la evaporación. Se pudieron contabilizar un total de extintores disponibles igual a 5, de tipo PQS de 10 lbs. Todos los puestos de extintores se encuentran debidamente señalizados.

También se ha mencionado que existe una puerta con una cerradura electromagnética junto a una barra antipánico en el tercer piso, que evita la libre circulación. Este tipo de puertas son recomendables para salidas de emergencias y sistemas anti-incendios, porque son cerraduras que carecen de partes móviles o mecánicas, así que son más fáciles de mantener y son menos susceptibles de fallos comparados con otros tipos de cerradura. Tienen la importantísima ventaja de poder abrirlas todas de golpe desde una localización central. Según informaciones del personal de seguridad del condominio, el sistema se “desactiva” en caso de una emergencia o en el caso de activar la estación manual de alarma que se encuentra al lado de la reja o el sensor magnético de las tarjetas/carnet.

La salida de emergencia interna de La Torre B, que se encuentra en el área de ascensores, frente al lobby principal de Pequiven en el 5^{to} piso, posee las mismas características que las salidas de emergencias ya explicadas anteriormente, incluyendo las condiciones de las lámparas de emergencia. Ésta salida lleva al personal hacia el área de los ascensores de la torre, antes de los molinetes de registro de entrada. El personal de seguridad manifiesta que la puerta central de ésta área de molinetes es liberada en caso de emergencia, sin embargo, se observa el riesgo de formarse un “cuello de botella” en proporción a la cantidad de personas a evacuar por este sitio.

5.3. Fase III: Definir los documentos y planos requeridos en la etapa conceptualización, según las Guías de Gerencia para Proyectos de Inversión de Capital (GGPIC) de Petróleos de Venezuela, S. A. (PDVSA).

Los productos de la fase de visualizar constituyen el insumo de trabajo para continuar con el desarrollo del proyecto y ejecutar la fase de “conceptualizar”.

El propósito de esta fase es la selección de la(s) mejor(es) opción(es) y la mejora en la precisión de los estimados de costos y tiempo de implantación. Todo esto para lograr lo siguiente:

- ✓ Reducir la incertidumbre y cuantificar los riesgos asociados
- ✓ Determinar el valor esperado para la(s) opción(es) seleccionada(s). Figuras 29, 30 y 31.

Básicamente, esta fase busca cumplir con dos objetivos principales:

- ✓ Organizarse para la fase de planificación del proyecto
- ✓ Seleccionar la(s) opción(es) preferida(s) y solicitar los fondos para ejecutar las actividades que permitan obtener un estimado de costo Clase II.

Pequiven		DE PROYECTOS DE INVERSIÓN DE CAPITAL (GGPIC)		
1er. ESCENARIO: INGENIERÍA, PROCURA Y CONSTRUCCIÓN.				
ING. BÁSICA	FASES		PESO	ACU M
	1	VISUALIZACIÓN	2,5%	2,5%
	2	CONCEPTUALIZACIÓN	2,5%	5%
	3	DEFINICIÓN	7%	12%
	4	IMPLANTACIÓN	88%	100%
	4.1	CONTRATACIÓN	2%	14%
	4.2	ING. DE DETALLE	17%	31%
	4.3	PROCURA	12%	43%
	4.4	CONSTRUCCIÓN	48%	91%
4.5	ARRANQUE	9%	100%	

Figura 29. Primer escenario: ingeniería, procura y construcción
Fuente: Pequiven.

Pequiven		DE PROYECTOS DE INVERSIÓN DE CAPITAL (GGPIC)		
2do. ESCENARIO: PROCURAY CONSTRUCCIÓN				
ING. BÁSICA Y DETALLE	FASES		PESO	ACU M
	1	VISUALIZACIÓN	2,5%	2,5%
	2	CONCEPTUALIZACIÓN	2,5%	5%
	3	DEFINICIÓN	24%	29%
	4	IMPLANTACIÓN	71%	100%
	4.1	CONTRATACIÓN	2%	31%
	4.3	PROCURA	12%	43%
	4.4	CONSTRUCCIÓN	48%	91%
	4.5	ARRANQUE	9%	100%

Figura 30. Segundo escenario: Procura y construcción
Fuente: Pequiven.

Pequiven		DE PROYECTOS DE INVERSIÓN DE CAPITAL (GGPIC)		
3er. ESCENARIO: CONSTRUCCIÓN				
		FASES	PESO	ACUM
ING. BÁSICA Y DETALLE	1	VISUALIZACIÓN	2,5%	2,5%
	2	CONCEPTUALIZACIÓN	2,5%	5%
	3	DEFINICIÓN	36%	41%
	4	IMPLANTACIÓN	59%	100%
	4.1	CONTRATACIÓN	2%	43%
	4.4	CONSTRUCCIÓN	48%	91%
	4.5	ARRANQUE	9%	100%

Figura 31. Tercer escenario: Procura y construcción
Fuente: Pequiven.

El desarrollo de la fase de ingeniería conceptual de un proyecto consiste básicamente en analizar distintas alternativas tecnológicas con el fin de seleccionar la opción más adecuada para satisfacer las necesidades y/o requerimientos particulares establecidos por el cliente. Estas ingenierías pueden abarcar muy diversos temas, desde la solución de un simple problema operativo o la selección del mejor proceso para la obtención de determinados productos hasta la definición de estrategias de desarrollo para un yacimiento.

No obstante, pueden identificarse algunos parámetros generales que, independientemente de la magnitud del emprendimiento, requieren ser considerados en el desarrollo. Dependiendo del objeto que tenga la ingeniería conceptual, algunos aspectos pueden ser descartados y otros requieren de un análisis más detallado. Los documentos mínimos necesarios para realizar la reingeniería al SCI de las oficinas de Pequiven-Caracas, son los siguientes:

5.3. 1. Productos necesarios para desarrollar la fase conceptual que permitirán llevar a cabo el proceso de la reingeniería de las oficinas de Pequiven - Caracas.

Disciplina Instrumentación, documentos generados

- ✓ Filosofía del nuevo sistema contra incendio
- ✓ Memoria descriptiva
- ✓ Soporte al análisis de riesgo contra incendios (SACR)
- ✓ Informe de levantamiento en campo
- ✓ Bases y criterios de diseño del SCI
- ✓ Memoria de cálculo del SCI
- ✓ Especificaciones generales de control
- ✓ Especificaciones de desmontaje y desmantelamiento de equipos, accesorios y cableados.
- ✓ Especificaciones del SCI (panel de control, detectores, entre otros)
- ✓ Especificaciones de equipos de gabinetes, cajas de conexión, cables de instrumentación y de comunicación
- ✓ Hojas de datos gabinetes y cajas
- ✓ Lista de instrumentos de sistema de detección de incendio en edificación y sistema de fuego y gas
- ✓ Lista de señales de sistema de detección de incendio en edificación y sistema de fuego y gas
- ✓ Lista de cables del sistema de detección de incendio en edificación y sistema de fuego y gas
- ✓ Lista de conduits del Sistema de detección de incendio en edificación y sistema de fuego y gas
- ✓ Diagrama causa efecto del SCI
- ✓ Lista de materiales del sistema de detección de incendio en edificación y sistema de fuego y gas (tóxico e Inflamable)

- ✓ Análisis técnico requisiciones de materiales (RPM)
- ✓ Arquitectura de control del SCI
- ✓ Ubicación de equipos e instrumentación del SCI
- ✓ Canalizaciones de instrumentos del SCI
- ✓ Detalles de instalación típica de instrumentos del SCI
- ✓ Detalles canalizaciones de instrumentos del SCI
- ✓ Diagrama de conexiones de equipos e instrumentos del SCI
- ✓ Diagramas de lazos de equipos e instrumentos del SCI
- ✓ Planos de desmontaje y desmantelamiento de equipos, accesorios y cableados
- ✓ Ruta de evacuación, señalización y áreas de concentración

Disciplina Mecánica, documentos generados

- ✓ Bases y criterios de diseño
- ✓ Memoria descriptiva
- ✓ Especificaciones generales de construcción del SCI
- ✓ Especificaciones técnicas de dispositivos del SCI
- ✓ Hoja de datos de equipos y dispositivos
- ✓ Lista de equipos
- ✓ Lista de materiales
- ✓ Cálculos métricos
- ✓ Alcance, medición y forma de pago

Planos

- ✓ Desmantelamiento
- ✓ Implantación de equipos
- ✓ Extintores y mangueras

Disciplina Civil, documentos generados

- ✓ Memoria descriptiva.
- ✓ Desmantelamiento de puertas de emergencia

- ✓ Alcance, medición y forma de pago
- ✓ Cómputos Métricos

5.4. Fase IV: Elaborar los planos y documentos para la ingeniería básica extendida para la adecuación tecnológica del sistema contra incendios de las oficinas de Pequiven – Caracas.

En el proceso de abarcar y completar los objetivos específicos que se plantea, con la meta final de lograr una estandarización de los documentos típicos necesarios para la realización de la reingeniería del SCI de las oficinas de Pequiven-Caracas, es vital tener conocimiento pleno de lo que se consigna con los documentos, porque así se podrá entender y relacionar de forma clara los pasos que se siguen durante la ejecución del proyecto. Sirven de márgenes y guías para dar a conocer en qué fase se encuentra el proyecto, y evaluar si se está llevando de la forma correcta para asegurar el éxito del mismo.

5.4. 1. Bases y criterios de diseño

Es un documento que reúne en sí las premisas e información básica que se piensan son necesarios para completar el proyecto, de forma tal que el solicitante se encuentre satisfecho. Todo lo que contiene el documento debe estar de acuerdo a lo que se tiene previsto en el contrato del proyecto, dependiendo de los requerimientos específicos a solicitud del interesado, puede ser un documento de tipo interdisciplinario.

El documento de bases y criterios de diseño es la base del desarrollo de la ingeniería de un proyecto; en él se establecen los límites y magnitud del desarrollo del proyecto desde su inicio hasta su culminación, por lo cual no se puede avanzar ni emitirse ningún otro documento si no se encuentra definido por completo este documento. Debido a la importancia que tiene, su definición debe aclararse y discutirse por completo en la fase inicial, con el objetivo de establecer los parámetros

claros para el desarrollo de los subsiguientes documentos. Se pueden agregar comentarios e información al documento luego de la emisión inicial; este hecho implica que se puede avanzar en el proyecto siempre tomando como base las premisas inicialmente planteadas.

Dependiendo del proyecto, el documento de bases y criterios de diseño puede contener:

- ✓ Documento que fija el alcance y las particularidades del proyecto. Tiene gran importancia contractual. Indica:
- ✓ Capacidad, especificaciones de productos y materias primas, rendimientos y consumos específicos
- ✓ Límites de suministro y responsabilidad
- ✓ Consumo y características de servicios auxiliares
- ✓ Condiciones meteorológicas
- ✓ Normas y reglamentos aplicables
- ✓ Criterios de diseño o preferencias

5.4. 1.1. Especificaciones Técnicas

Las especificaciones técnicas son un paso clave y obligado dentro del proceso de diseño de una planta, debido a que muestra las bases y componentes de la instalación de una forma clara y general, ya que están basados normalmente en los planteamientos de la norma respectiva por la cual se regirá el diseño o selección del equipo. Por lo que el documento sirve de guía en todo momento para tener siempre presente los requerimientos mínimos para el diseño, fabricación, instalación, inspección y pruebas, identificación, transporte, garantías exigidas, normas y demás aspectos generales respectivos a la planta.

5.4. 1.2. Hojas de Datos

Es un documento que plasma todos los lineamientos de diseño del equipo, dimensionamiento, materiales, soportes, conexiones y cualquier otra característica

adicional dependiendo del tipo de equipo mecánico que se esté tratando. Contiene información acerca del proceso que servirá para determinar las condiciones de operación y requerimientos básicos del equipo. En la hoja de datos también se especifica las normas que aplican o por las cuales se realiza el diseño del equipo, las pruebas que se realizan al mismo para verificar su correcta operación.

5. 5. Documentos generados para las bases y criterios de diseño, para realizar la ingeniería básica extendida del SCI de las oficinas de Pequiven - Caracas

El proyecto se llevó a cabo en las oficinas de Pequiven, ubicadas en la Torre Provincial, Av. Francisco de Miranda, Municipio Chacao, Caracas, Venezuela. (Ver figura 32).

5.5.1. Ubicación geográfica



Figura 32. Ubicación de la Torre Provincial
Fuente: Google earth (2016)

5.5.2. Condiciones ambientales donde se llevará a cabo el proyecto de ingeniería

Los datos ambientales imperantes en la zona objeto de estudio, son los que se señalan a continuación:

- ✓ Temperatura y precipitaciones de Chacao, ver figura 33.
- ✓ Velocidad del viento, ver figura 34.

5.5.2.1. Temperaturas y precipitaciones Chacao



Figura 33. Temperaturas y precipitaciones Chacao

Fuente: https://www.meteoblue.com/es/tiempo/pronostico/modelclimate/chacao_venezuela_3645981 (2016)

5.5.2.2. Velocidad del viento de Chacao

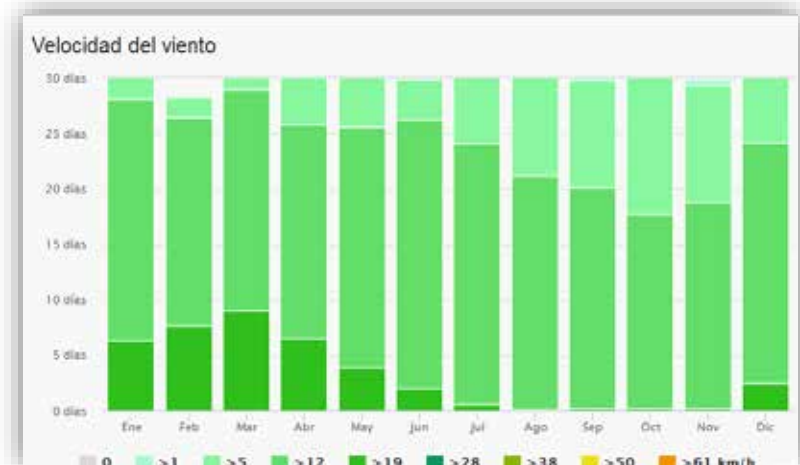


Figura 34. Velocidad del viento de Chacao

Fuente:

https://www.meteoblue.com/es/tiempo/pronostico/modelclimate/chacao_venezuela_3645981 (2016).

5.5.2.3. Rosa de los vientos de Chacao

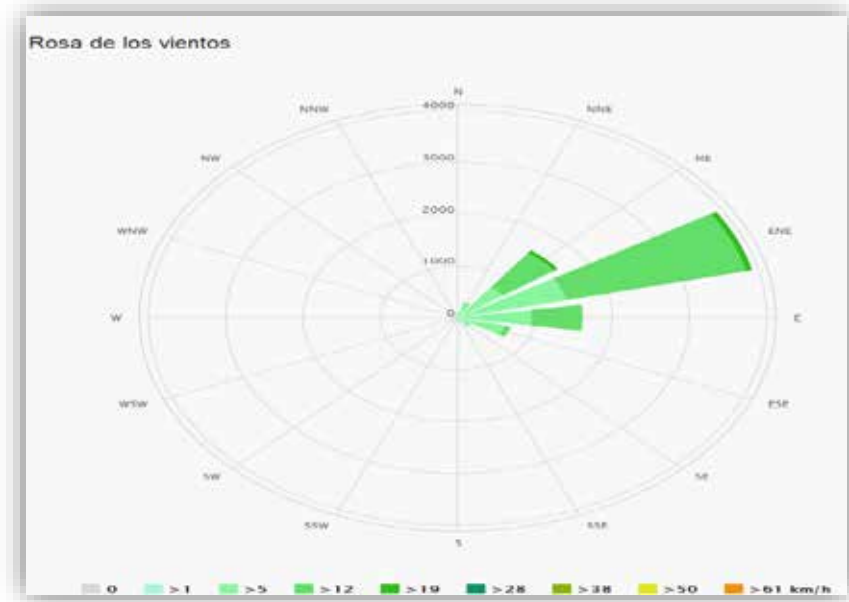


Figura 35. Rosa de los vientos de Chacao

Fuente: https://www.meteoblue.com/es/tiempo/pronostico/modelclimate/chacao_venezuela_3645981 (2016)

Según FUNVISIS, considera como zona sísmica 5, que abarca toda el área de la zona objeto de estudio.

5.5.3. Normas, estándares y códigos que deberán tenerse en cuenta para este proyecto.

El diseño, la terminología y la selección de la instrumentación del sistema contra incendios de las oficinas de Pequiven-Caracas deberán estar en concordancia con la última emisión de los siguientes códigos y estándares como mínimo.

Petróleos de Venezuela, S. A. (PDVSA)

- ✓ IR-I-01. Sistema de detección, alarma de incendio.
- ✓ K-330. Control panels and consoles.
- ✓ K-331. Instrument power supplies.
- ✓ K-334. Instrumentation electrical requirements.

- ✓ K-336. Alarm and protections systems.
- ✓ N-201. Obras eléctricas.

Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN)

- ✓ 200:2009. Código Eléctrico Nacional.
- ✓ 758. Estación Manual de Alarma.
- ✓ 823. Guía Instructiva sobre Sistema de Detección, Alarma y Extinción de Incendio.
- ✓ 1041. Tablero Central de Control para Sistema de Detección y Alarma de Incendio.
- ✓ 1176. Detectores.
- ✓ 1377. Sistema Automático de Detección de Incendio.
- ✓ 1382. Detectores de Calor Puntual.
- ✓ 1420. Detectores Ópticos de Humo.
- ✓ 1443. Detectores de Humo por Ionización.
- ✓ 2249. Iluminancias en tareas y áreas de trabajo.

National Fire Protection Association (NFPA)

- ✓ 70. National Electric Code.
- ✓ 72. NationalFireAlarmCode.
- ✓ 72 E. AutomaticFireDetectors.
- ✓ 101. Life Safety Code.

Otros códigos y estándares no específicamente mencionados en el texto podrán ser utilizados para información general si se requiere. En caso de discrepancia entre los códigos referentes a un mismo aspecto, prevalecerá aquel cuyos requerimientos sean más estrictos desde el punto de vista de seguridad y operación. En caso de conflicto entre los requerimientos generales de este documento y los requerimientos particulares definidos en alguna especificación, hoja de datos o plano aprobado en el proyecto, prevalecerá este d

5.5.4. Sistemas de unidades usadas en este proyecto de ingeniería

Los sistemas de unidades a utilizar serán el sistema inglés e Internacional, sin embargo, por razones técnicas en la tabla 3, se declaran algunas unidades a utilizar por la disciplina de electricidad en el presente proyecto.

Tabla 3. Simbología de los sistemas de unidades empleados

Variable	Descripción	Unidad	Símbolo
Área	Pie cuadrado, Pulgada cuadrada, Metro cuadrado, Hectárea	pie ² , ft ² , in ² , m ² , ha	A, S
Humedad relativa	Porcentaje	%	%
Longitud, Altura, Diámetro	Pie, Pulgada, Metro, Centímetro, Milímetro Micras (Micrón)	([°]) pie, ft, ([°]) in, pulg, m, cm, mm, μm	Pie, in, plg, Ø, μm
Masa	Libra, kilogramo	Lb, kg	M
Presión Manométrica	Libra fuerza por pulgada cuadrada, Pulgada de agua	Psig, in H ₂ O	P
Caída de presión	Diferencial de presión	psi	DP
Temperatura	Celsius, Fahrenheit	C, F	T
Tiempo	Día, Hora, Segundo, Minuto	día, h, s, min	t
Calor	Calor	BTU	Q
I	Corriente Eléctrica	Amperios	A
V	Tensión eléctrica	Voltios	V
S	Potencia Aparente	Voltamperios	VA
P	Potencia Activa	Vatios	W
Q	Potencia Reactiva	Voltamperios reactivos	Var
f	Frecuencia	Hertz	Hz
E	Energía	Vatio por hora	Wh

Fuente: Elaboración a partir del Sistema Internacional de Medidas

5.5.5. Clasificación de áreas donde se instalarán los nuevos equipos

La instalación de instrumentos electrónicos y eléctricos deberá estar de acuerdo con la norma PDVSA: IR-E-01 Clasificación de Áreas, API RP 500: *Recommended Practice For Classification of Locations for Electrical Installations at Petroleum Facilities*; NFPA 497: Práctica recomendada para la clasificación de los líquidos inflamables, gases o vapores, y de peligrosas (clasificadas) para instalaciones eléctricas en áreas de procesos químicos y FONDONORMA 200:2009 Código Eléctrico Nacional con el fin de permitir una adecuada selección y ubicación del

equipo eléctrico o cualquier equipo productor de chispas o calor con energía suficiente para causar la combustión de mezclas inflamables.

5.5.6. Criterios generales de diseño para realizar el proceso de reingeniería de las oficinas de Pequiven - Caracas

- ✓ El sistema contra incendio de las oficinas de Pequiven en la Torre Provincial, será diseñado para lograr una operación óptima de manera económica y segura, garantizando la integridad física del personal y equipos.
- ✓ El sistema contra incendio siempre deberá ser compatible con su uso y con las condiciones anticipadas. El principio general es, que los equipos de una misma categoría, deberán ser en lo posible de la misma marca y tipo.
- ✓ Los equipos que se encuentren localizados fuera de los gabinetes de protección o salas con aire acondicionado, y aquellos ubicados en áreas clasificadas, deberán tener como mínimo una protección tipo NEMA 12 de acuerdo con todas las normas nacionales e internacionales aplicables. Además, dichos equipos deberán ser aptos para uso en ambiente tropical con una temperatura ambiente entre -15°C a $+ 65^{\circ}\text{C}$, humedad relativa de 100%, polvo y radiación solar baja.
- ✓ El sistema contra incendio deberá venir provisto con regletas terminales.
- ✓ El sistema contra incendio deberá estar protegido de cualquier efecto producido por radiaciones y campos electromagnéticos, según las normas aplicables.
- ✓ El sistema contra incendio deberá diseñarse para una duración en servicio de por lo menos 25 años, bajo las condiciones de operación prevalentes.
- ✓ El criterio de falla segura debe prevalecer en toda lógica de operación y protección.
- ✓ Deberá ser previsto un medio de calibración de los equipos del sistema contra incendios para permitir los ajustes de cero y rango de la señal de salida en aquellos dispositivos que así lo requieran.

- ✓ Todos los materiales de construcción deberán ser compatibles con el servicio y condiciones atmosféricas.
- ✓ Los instrumentos no deben ser montados sobre pasamanos, ni sometidos o expuestos a golpes u otros maltratos.
- ✓ Solamente se permitirá el uso de tecnología probada y basada en estándares internacionales y aceptados por Pequiven.
- ✓ Cualquier otra consideración será expuesta en las características de cada tipo de instrumento.

5.5.7. Especificaciones del sistema contra incendios, que debe instalarse en las oficinas de Pequiven – Caracas.

El Sistema contra incendios deberá cumplir lo establecido en la norma PDVSA: IR-I-01 Sistema de Detección y Alarma de Incendio, sección 6. El SCI deberá tener como mínimo los componentes siguientes:

- ✓ Paneles de detección de incendio en edificaciones compuesto por los controladores de Incendio, cableado interno, bloques terminales.
- ✓ Estación de Operación de Incendio, la cual tiene como función: Indicación de operación normal / falla del sistema completo, alarma e indicación normal / falla para los detectores de incendio, alarmas audibles, reconocimiento de alarmas visuales y audibles, indicación de funciones de bypass para acciones de mantenimiento.
- ✓ Dispositivos para advertencia tanto visual como audible.
- ✓ Detectores de humo tipo fotoeléctricos.
- ✓ Detectores de calor tipo térmicos.
- ✓ Estaciones de alarma manual.
- ✓ Señalización de desalojo.

5.5.8. Los nuevos dispositivos que reemplazaran a los envejecidos, deberán seguir las siguientes normas de identificación de instrumentos.

El panel de detección de incendio, los detectores humo (fotoeléctricos), calor (térmico), las estaciones manuales, sirenas con luces estroboscópicas y señalización de desalojo, deben identificarse con las siguientes nomenclaturas:

XY – ABC – ZZZ

Donde:

- ✓ **X:** Carácter tipo texto para denotar el edificio correspondiente.
- ✓ **Y:** Carácter alfanumérico para señalar el piso dentro del edificio.
- ✓ **ABC:** Identificación del instrumento, de dos a tres caracteres alfanuméricos basado en la nomenclatura ISA S5.1. El primer carácter estará asociado a la variable de proceso medida o controlada por el instrumento. Ver la tabla 4 siguiente:

Tabla 4. Identificación de los dispositivos del SCI por instrumento o equipo asociado

Carácter para señalar Instrumento	Descripción del instrumento
PSCI	Panel Sistema Contra Incendios
DT	Detector de Térmico (tipo temperatura variable)
DH	Detector de Humo (tipo fotoeléctrico)
EM	Estación Manual de Alarma
SLE	Sirena con Luz Estroboscópica
SE	Señalización de desalojo

Fuente: Pequiven

- ✓ **ZZZ:** Consecutivo para número de instrumento. Tres caracteres numéricos del "000" al "999".

Por ejemplo: la siguiente identificación: T5-DH-001. La Torre Provincial, piso 5, Detector de humo número 001.

5.5.9. Identificación de Cables

El cableado de los dispositivos pertenecientes a los lazos inteligentes del Sistema Contra Incendios tendrá la siguiente estructura:

TAG DISPOSITIVO DE ORIGEN / TAG DISPOSITIVO DESTINO

Teniendo tanto para el tag dispositivo de origen como para el de destino, la siguiente identificación:

XY – ABC – ZZZ

Donde:

- ✓ **X:** Carácter numérico para denotar el edificio correspondiente.
- ✓ **ABC:** Identificación del instrumento, de dos a tres caracteres alfanuméricos basado en la nomenclatura ISA S5.1. El primer carácter estará asociado a la variable de proceso medida o controlada por el instrumento.
- ✓ **ZZZ:** Consecutivo para número de instrumento. Tres caracteres numéricos del "000" al "999".

Ejemplo:

- ✓ Dispositivo de origen: T5-DH-001
- ✓ Dispositivo destino: T5-DH-002
- ✓ Identificación del cable: T5-DH-001/ T5-DH-002.

En el caso de los dispositivos cableados punto a punto (aquellos que no pertenezcan a los lazos inteligentes), el tag de identificación de los cables será el mismo del dispositivo.

5.5.8. Dispositivos de detección y alarmas contra incendio que son necesarios instalar en las oficinas de Pequiven - Caracas.

5.5.8.1. Paneles del sistema contra incendios

Los paneles del SCI tienen que ser del tipo inteligente, con capacidad de monitoreo continuo a los equipos conectados al sistema. El hardware será de diseño

modular, el software de operación permitirá una fácil configuración en campo. Será configurable de acuerdo con los requerimientos de la instalación, y deberá cumplir con la norma PDVSA IR-I-01 Sistema de Detección y Alarma de Incendio, sección

6.1. Características principales:

- ✓ Capacidad para supervisar detectores inteligentes, módulos de control y monitoreo.
- ✓ Módulos de interfaz para captación de señales analógicas provenientes de equipos convencionales.
- ✓ Módulos de iniciación direccionales para monitorear contactos normalmente abiertos o normalmente cerrados.
- ✓ Módulos para circuitos supervisados de dispositivos de notificación.
- ✓ Microprocesador múltiple con modo de operación degradada en caso de falla del CPU.
- ✓ Totalmente programable o configurable desde sala de control.
- ✓ Alimentación de entrada debe ser suministrada desde una fuente confiable de 120 Vac, dedicado.
- ✓ La detección de una alarma de incendios deberá ser indicada por zona y/o detector que determine el evento.
- ✓ Deberá estar capacitado para soportar cableados con sistemas de detección a dos hilos, por zonas.
- ✓ Deberá presentar facilidades de comunicación mediante protocolos abiertos (TCP/IP) y Modbus, con el sistema de supervisión.
- ✓ Deberá diseñarse para funcionar correctamente, a tensiones de 85% y 110% de su tensión nominal de alimentación.

5.5.8.2. Detectores de humo (Tipo Fotoeléctricos)

El principio de operación del detector deberá ser del tipo multisensor fotoeléctrico y operará en un circuito de 2 hilos con una sensibilidad ajustable,

contendrá además una luz indicadora de alarma que se iluminará al producirse la señal de actuación en el detector.

Se conectarán directamente al lazo de detección del panel. Cada uno es identificado por el panel con una dirección única. Estos deberán estar listados por UL y aprobados FM. Las principales características de los detectores se listan a continuación:

- ✓ Deberán poseer LED's de indicación de estatus del equipo.
- ✓ Todos los detectores podrán dar alarma simultáneamente, y los puntos de ajuste de alarma y pre-alarma deberán ser configurables.
- ✓ Deberán estar diseñados para ser alimentados con 24 Vdc.
- ✓ Deberán tener un área de detección de al menos 84 m².

5.5.8.3. Detectores de calor (térmicos)

Deberán ser detectores de calor tipo temperatura fija y por incremento de velocidad de temperatura que cumplan con las siguientes características:

- ✓ Deberán estar basados en tecnología de circuitos integrados de microprocesadores y circuitos electrónicos de estado sólido.
- ✓ Se conectarán directamente al lazo de detección del panel y operarán en un circuito de 2 hilos con una sensibilidad ajustable.
- ✓ Deberán estar diseñados para ser alimentados con 24 Vdc.
- ✓ Salida por contactos secos (NO), SPDT, 2 A.
- ✓ Deberán tener un área de cobertura de 235 m².

5.5.9. Estación manual de alarma

Las estaciones manuales de alarma son dispositivos de señalización que permiten notificar una situación de peligro y /o incendio en una instalación, y deberán cumplir con la Norma PDVSA IR-I-01 sistema de detección y alarma de incendio, sección 6.2.4. El uso de las estaciones manuales de alarma, deberá estar restringido a

la señalización de emergencias debidas a incendios, explosiones o escapes de sustancias peligrosas.

Las estaciones manuales de alarma serán de doble acción: prealarma y alarma general, se instalarán en soportes metálicos o en pared, a una altura entre 1,30 m y 1,50 metros máximo del piso o donde se indique en los planos. Deberán estar ubicadas en sitios visibles en las rutas de evacuación y distribuidas en el área protegida de forma que no resulten obstruidas y sean fácilmente accesibles.

Deberán estar construidas de un material duradero de policarbonato moldeado y acabado en mate rojo con letras en relieve blancas. También deben ser aprobadas para trabajar en áreas cubiertas clasificadas como no peligrosas, y ser resistentes a impactos y a vibración. Diseñadas para ser alimentadas en un rango de voltaje de 16 a 30 Vdc.

5.5.10. Difusor de sonido con luz estroboscópica

El sistema contra incendios deberá garantizar que las sirenas a utilizar se puedan direccionar mediante Dip-Switches, lo cual asegurara que, desde el panel y acorde con la programación previamente realizada, se puedan activar las sirenas de manera independiente una de cada una, aun cuando están cableadas sobre el mismo lazo. Las señales de alarma audible deberán ser de dos frecuencias, una baja y otra alta, y generar dos tipos de indicaciones para la elevación. La luz estroboscópica estará en capacidad de emitir radiaciones desde 75 cd hasta 110 cd de intensidad.

La localización y espaciamiento de los dispositivos de alarma de fuego audible y visual, se diseñará de acuerdo a lo establecido en la Norma PDVSA IR-I-01 sistema de detección y alarma de incendio, sección 6.5. A continuación, se describen algunas características técnicas de estos dispositivos:

- ✓ Rango audible (75 -110) dB. Este deberá tener un nivel de sonido de al menos 15 dB por encima del nivel de sonido promedio del ambiente o 5 dB por encima del nivel máximo de sonido, se deberá tomar el valor mayor.

- ✓ Rango de frecuencia: (600 – 1100) Hz.
- ✓ Duración de 2,6 segundos y un intervalo de 0,4 segundos entre ciclos de tono.
Tolerancia de $\pm 5\%$ para ambos.

6.5.10. Canalizaciones

5.5.11.1. Canalizaciones a la vista

Los tubos a usar en los tendidos aéreos en el interior de las edificaciones serán del tipo tubería eléctrica metálica (EMT) o flexible (SEMT). El diámetro de los conduits será seleccionado de acuerdo con el calibre de los conductores disponibles en el mercado nacional ($\frac{3}{4}$ ", 1", 1 $\frac{1}{2}$ " y 2") y su porcentaje de ocupación será máximo 40.

5.5.11.2. Cajas de paso

Para la interconexión de instrumentos y derivación de las canalizaciones en el interior de las edificaciones se utilizarán cajetines octogonales EMT. Los tamaños serán los disponibles en el mercado: $\frac{3}{4}$ ", 1", 1 $\frac{1}{2}$ " y 2".

5.5.11.3. Conductores

El criterio para la utilización de cables deberá seguir lo establecido en la Norma PDVSA K-334, "*Instrumentation Electrical Requirements*", sección 7, 8 y 9.

- ✓ (12-24) Vdc
- ✓ Positivo (+): Rojo.
- ✓ Negativo (-): Negro.
- ✓ Tierra: Verde.

Para aquellas aplicaciones específicas que requieran cables distintos a los mencionados, se seleccionará el cable siguiendo los lineamientos del fabricante del equipo asociado, o deberá especificarse para ser suministrado por dicho fabricante como parte del equipo. Tal es el caso de cables para la comunicación entre equipos

(Paneles del sistema contra incendios, comunicación Ethernet, Modbus y otros). Los cables deberán ser suministrados como mínimo, con las siguientes características:

- ✓ Estabilidad térmica y buenas condiciones para operación en áreas con altas temperaturas.
- ✓ Resistentes a la absorción de agua para condiciones de humedad relativas de hasta 100%.
- ✓ Los cables serán instalados en canalizaciones a la vista.
- ✓ Todos los calibres de los conductores deberán cumplir con los requerimientos de caída de tensión mínimos conforme a las distancias recorridas calculadas con base en los planos.
- ✓ Alto nivel de confiabilidad.

5.5.12. Cable para señales discretas del sistema contra incendios

- ✓ Número de pares: Uno.
- ✓ Calibre: 16 AWG.
- ✓ Material del conductor: Cobre sólido.
- ✓ Color del conductor: 1 conductor rojo y 1 conductor negro.
- ✓ Diámetro nominal (OD): 0,241" (6,12 mm).
- ✓ Aislamiento: 300 V.
- ✓ Blindaje: Cinta solapada de poliéster aluminizada.
- ✓ Conductor de drenaje: Uno calibre # 22 AWG.
- ✓ Trenzado del conductor de drenaje: 7x30.
- ✓ Cubierta exterior de color rojo de PVC retardante al fuego a 105 C, resistente a la humedad y a prueba de intemperie.
- ✓ Aplicación: Señales discretas 24 Vdc.
- ✓ Identificación: 1 Pr # 16 AWG.

5.5.12.1. Cable para lazo inteligente del sistema contra incendios

- ✓ Número de pares: Uno.

- ✓ Calibre: 18 AWG.
- ✓ Material del conductor: Cobre sólido.
- ✓ Color del conductor: 1 conductor rojo y 1 conductor negro.
- ✓ Diámetro nominal (OD): 0,231" (5,87 mm).
- ✓ Aislamiento: 300 Volt.
- ✓ Blindaje: Cinta solapada de poliéster aluminizada.
- ✓ Conductor de drenaje: Uno (1) calibre # 22 AWG.
- ✓ Trenzado del conductor de drenaje: 7x 30.
- ✓ Cubierta exterior de color rojo de PVC retardante al fuego a 105 C, resistente a la humedad y a prueba de intemperie.
- ✓ Aplicación: Circuito de línea de señalización.
- ✓ Identificación: 1Pr # 18 AWG.

5.5.13. Tanque de agua

Para el tanque de agua contra incendio, se tienen que la torre Provincial donde funcionan las oficinas de Pequiven, cuenta con dos tanques subterráneos que alimentan las Torres A y B, con capacidades de 350.000,00 litros cada uno, los cuales son para aguas de servicio y sistemas contra incendio, no es el objeto de esta ingeniería el diseño, cálculo o estudio de este elemento.

5.5.14. Requerimientos de agua

Los requerimientos o caudales de agua contra incendios para las diferentes secciones o bloques no está considerado para este trabajo, se toma la premisa que el sistema existente fue estimado en su oportunidad con los requerimientos mínimos exigidos en función de las tasas de aplicación mínimas, tipo de equipos, tipo de riesgo presente y naturaleza de los productos. Actualmente, la edificación posee dos tanques subterráneos ubicados en el área de sótano, el agua es suministrada directamente por Hidrocapital y su uso contempla los servicios básicos y el sistema contra incendio.

5.5.15. Sala de Bombas

El sistema de bombeo existente contempla dos salas de bombas uno para la torre A y otro para la B. En ambos casos está equipado con dos bombas centrifugas eléctricas una bomba principal de 75 hp y una bomba secundaria o de presurización del sistema de 30 hp. Este arreglo le da servicio a la edificación de 15 pisos, 3 niveles de estacionamiento superiores con 1 mezzanina y 2 niveles de estacionamiento de sótano y mantiene la tubería inundada y presurizadas.

La selección y diseño del sistema de bombeo no es parte de este trabajo, debido a que el sistema de bombeo contra incendio de todo el edificio es administrado por una junta de condominio y de esta forma se asume.

5.5.16. Red interna de distribución de agua contra incendio

La red existente en el piso 5 es de HG en diferentes diámetros que van desde 2^{1/2}" hasta 1", por todos los espacios que conforman las oficinas de Pequiven, alimentando los cajetines y sistemas de rociadores que conforman el sistema de protección contra incendio. Inicialmente no está planteado el diseño de la red por considerarse que esta cumple con las normas vigentes; sin embargo, en el caso de que se amerite la ampliación de la red de distribución de agua contra incendio, se tendrán los siguientes criterios:

- ✓ La configuración del sistema interno de distribución de agua contra incendio consistirá de una red de tuberías las cuales permitirán la instalación adecuada de los sistemas de gabinetes de mangueras, así como también los sistemas de rociadores. La configuración podrá ser en forma de malla, anillos cerrados o ramales de tubería.
- ✓ El dimensionamiento de la red principal de tuberías será del cálculo hidráulico correspondiente, considerando como caudal de diseño el requerido en la sección o bloque de mayor demanda de la instalación.

- ✓ La velocidad del agua en las tuberías principales de la red de distribución no será mayor de 3 m/s (9,84 pies/s).
- ✓ La red del sistema contra incendio dispondrá de una presión residual mínima en el punto hidráulicamente más desfavorable la cual será establecida con los códigos y normas listados en la sección 3.2 (COVENIN 1331 y COVENIN 1376). Esta presión residual mínima garantiza el adecuado funcionamiento de los equipos conectados a la red.
- ✓ Para mangueras Clase I, la presión mínima de diseño es 4,57 kgf/cm² (65 psi).
- ✓ Las tuberías principales de la red de agua contra incendio se ubicarán a nivel del terreno, convenientemente soportada y ancladas de acuerdo a normas y prácticas aprobadas de ingeniería. Las tuberías principales se enterrarán únicamente en puntos críticos, tales como cruces de vías o vías de acceso.
- ✓ La máxima presión de trabajo admisible en cualquier punto de la red no deberá ser mayor que la máxima presión permitida por la norma ANSI clase 150.
- ✓ Las tuberías serán de acero al carbono, según ASTM A-53 Gr. B, ASTM A-106 Gr. B o API-5L Gr. B., Sch. 40 como mínimo para tuberías mayor o igual a 3" de diámetro, y Sch. 80 como mínimo para menores de 3".
- ✓ Para tuberías enterradas, se utilizará tuberías de plástico reforzadas con fibra de vidrio (FRP), según ASTM D-2310 Tipo I (ASTM D-2996) ó Tipo II (ASTM D-1997)
- ✓ En la red de agua contra incendio se instalará el número suficiente de válvulas de seccionamiento estratégicamente ubicadas de tal manera que puedan aislarse los diversos tramos en cada lazo de la red, para reparaciones y/o ejecución de trabajos de ampliación y/o mantenimiento.
- ✓ Las válvulas de seccionamiento serán del tipo vástago ascendente (OS&Y) de manera que sean fácilmente identificables en su posición abierta o cerrada.

- ✓ En edificios, laboratorios, talleres, depósitos y almacenes, el tendido de la red de agua contra incendio, deberá tener una ruta diferente a las tuberías de servicio, tales como vapor y gas.
- ✓ Las tuberías de la red de agua contra incendio se pintarán de color rojo, de acuerdo a lo especificado en el documento PDVSA O-201 específicamente en la tabla 5 “Esquema de colores para tuberías”.

5.5.16.1. Rociadores

Los sistemas de extinción por rociadores serán diseñados de conformidad con las siguientes normas:

- ✓ NFPA 13:2013 “Standard for the Installation of Sprinkler Systems”.
- ✓ NFPA 13E:2015 “Recommended Practice for Fire Department Operations in Properties Protected by Sprinkler and Standpipe Systems”.
- ✓ NFPA 15:2012 “Standard for Water Spray Fixed Systems for Fire Protection”.
- ✓ NFPA 1964:2013 “Standard for Spray Nozzles”.
- ✓ API RP 2030:2014 “Application of Fixed Water Spray Systems for Fire Protection in the Petroleum and Petrochemical Industries”.

5.5.16.2. Extintores

Para los extintores que serán ubicados en las áreas de las oficinas Pequiven Caracas, se tienen los siguientes criterios:

- ✓ El sistema contra incendio manual que se instalará, será un conjunto de extintores portátiles de agentes limpios para extinguir fuegos (clase A B C), dióxido de carbono para extinguir fuegos (clase B C), los cuales serán distribuidos en las áreas de manera tal que permita la protección y/o extinción de un incendio de pequeña escala, al momento de ocurrir algún evento.
- ✓ Los extintores portátiles de agente limpio y los de dióxido de carbono, tendrán un peso no mayor a 30 kg.

- ✓ Los extintores de agentes limpios (clase A B C) estarán instalados en diferentes lugares de las oficinas, ya que estos son los adecuados para la extinción de la clase de fuego que se pueda generar.
- ✓ Los extintores de dióxido de carbono (clase B C) serán instalados cerca de los cuartos eléctricos y de servidores, ya que estos son los adecuados para la extinción de la clase de fuego que se pueda generar en estas áreas.
- ✓ Los diferentes tipos de extintores serán distribuidos tomando en consideración los criterios de ubicación y selección de acuerdo al tipo de riesgo que se encuentran en las normas PDVSA EM -36-10 Covenin 1040 y NFPA 10.

5.5.16.3. Gabinetes con Mangueras

- ✓ Se instalarán gabinetes con mangueras en el interior y/o exterior de las áreas administrativas.
- ✓ Dependiendo de las características y del tipo de material almacenado en el área a proteger y según lo establecido en la norma COVENIN 1331 en su sección 5, los gabinetes con mangueras a instalar serán Clase I, de manera que tal que sean aptas para el riesgo presente en el lugar.
- ✓ Los gabinetes con manguera Clase I según COVENIN 1331, deberán ser provistos con válvula en ángulo de $\text{Ø}1\frac{1}{2}$ " y manguera de $\text{Ø}1\frac{1}{2}$ " y 30 metros de longitud. La distribución de gabinetes será acorde a la norma COVENIN 1331 en su sección 5, y debe ser tal que la distancia real de recorrido entre cualquier punto de la edificación y el gabinete más cercano, no exceda la longitud de la manguera existente en el gabinete.

5.5.16.4. Conexión Siamesa

- ✓ Según lo establecido en la norma PDVSA IR-M-03 en la sección 6.8.2; para todos los sistemas de rociadores se deberá instalar una conexión siamesa para uso de los bomberos provista de válvulas de retención, que permita la interconexión del sistema de rociadores con el camión de bomberos. La

ubicación sugerida para esta conexión es en la tubería principal de suministro de agua para el sistema de rociadores.

- ✓ La conexión siamesa deberá estar listada por UL y/o aprobada por FM y cumplir los requerimientos establecidos en la Norma COVENIN 1376 en la sección 7.3.

5.5.16.5. Sistema de Extinción con Agente Limpio

El sistema de agente limpio a instalar deberá cumplir con las siguientes características:

- ✓ Potencial de agotamiento de la capa de ozono (ODP) igual a cero.
- ✓ Ambientalmente seguro.
- ✓ No es conductor de la electricidad.
- ✓ Incoloro e inodoro.
- ✓ Seguro para las personas y los equipos
- ✓ No deja ningún residuo.
- ✓ Para uso en espacios habitados o desocupados.
- ✓ No genera problemas por sobre presión.
- ✓ Cumpla con la norma NFPA 2001, norma sobre extinción de incendios con agente limpio
- ✓ Listado UL
- ✓ Aprobado FM

5.5.16.6. Recubrimiento de Pintura

El recubrimiento y pintura se realizará conforme a la especificación PDVSA O-201 “Selección y Especificaciones de Aplicación de Sistemas Protectivos de Pinturas”.

5.5.16.7. Límites de Ruido

El proyecto deberá cumplir con la Norma PDVSA SN-291 “Control de Ruidos en Planta. Filosofía de Diseño” y estándares de OSHA. El diseño se realizará para

evitar la exposición a ruidos continuos, intermitentes o de impacto que superen el nivel pico de 140 dB medidos en la escala “C” del sonómetro; igualmente no deberá exceder 85 dB a una distancia de un metro de cualquier equipo en su condición normal de operación (8 horas).

5.5.16.8. Pruebas de presión (hidrostática, neumática, de fugas)

Las pruebas de presión serán realizadas según los lineamientos establecidos en la norma PDVSA PI-02-08-01.

5.5.16.9. Especificaciones de soldadura

Las soldaduras deberán ser especificadas para dar cumplimiento a los requerimientos generales y procedimientos para la ejecución de los trabajos de soldadura conforme al código ASME sección IX.

5.5.16.10. Puntos de Empalme (Tie-In)

Los Puntos de Empalmes (Tie-In) a realizar en el Proyecto se mostrarán en los diagramas de tuberías e instrumentación el tipo de empalme a realizar serán en frío. Los puntos de empalmes (TieIns) se identificarán como T-XX, encerrados en un hexágono.



T: Punto de Empalme.

XX: Número consecutivo de los mismos, comenzando por 01 hasta n.

5.5.16.11. Identificación de tuberías y de equipos

La forma de codificación de las tuberías y de los equipos será siguiendo los procedimientos indicados en las normas PDVSA L-TP 1.3 y L-TP 1.1.

5.5.16.12. Principios de mantenimiento

Los nuevos equipos a instalar, contarán con las facilidades de inspección y

limpieza o mantenimiento sin necesidad de ser desmontados de su sitio normal de operación. Así mismo se deben tomar en cuenta las recomendaciones del fabricante en cuanto al mantenimiento de los equipos se refiere. Para el mantenimiento de los equipos del sistema contra incendio, se deberá consultar la norma PDVSA IR-S-13 “Guía de inspección, prueba y mantenimiento del sistema de agua y bombas contra incendio.”

En general, se debe establecer un plan de mantenimiento preventivo, el cual se integrará al plan general de mantenimiento del Terminal Borburata, a fin de garantizar el buen funcionamiento del Sistema Contra Incendio, con el objeto de mantener la confiabilidad y disponibilidad de los elementos que integran al mismo, garantizando su funcionamiento en caso de presentarse una contingencia.

5.5.16.13. Mantenimiento de equipos

Se debe aplicar un lavado de espuma y agua salada en las tuberías para limpiarlas, luego deben ser drenadas y lavadas estas tuberías, haciendo circular agua a través de ellas mediante las bombas principales y abriendo una brida ciega de descarga de lavado (flushing) provista a tal fin. El control de corrosión es un aspecto crítico en todo accesorio, tramo de tuberías y equipo propenso a entrar en contacto con la solución, el concentrado de espuma y el agua salada.

Los motores de las Bombas Diesel requieren de verificación semanal de los lubricantes, sistema de enfriamiento y sistema de combustible tanto en contenido de los líquidos correspondientes como en el funcionamiento de sus sistemas. Tanto las bombas Diesel como la eléctrica deberán ser probadas semanalmente en su funcionamiento a plena carga mediante la apertura de monitores o apertura manual de válvulas de diluvio para rociadores y verificar los parámetros de presión y caudal mediante los instrumentos provistos, así como los puntos de ajuste de los presostatos que determinan el arranque de éstas bombas.

Todas las bombas incluidas las eléctricas deberán ser objeto de un programa de mantenimiento siguiendo las instrucciones de los catálogos de los respectivos

fabricantes, en particular en lo que respecta a lubricación de cojinetes o rodamientos, bujes, alineación de ejes, tolerancias de la transmisión motor-bomba y otros de acuerdo a lo indicado en la documentación recibida del suplidor. Los recipientes contenedores de concentrado de espuma deberán ser resguardados de la acción directa del sol o de cualquier otra fuente de calentamiento que pueda alterar la calidad del contenido. En caso de incidencia de los rayos del sol cuando sean muy inclinados deberán protegerse a los recipientes con apantallamientos o paredes provisionales de materiales ligeros.

El manual del suplidor de los recipientes de concentrado de espuma y del concentrado mismo debe ser seguido para garantizar la preservación de éste fluido y su reemplazo al término del período de vencimiento de su condición de vida útil.

5.5.16.14. Principios de confiabilidad

A continuación se presentan los principios generales que serán considerados para alcanzar el desempeño confiable de operación del sistema contra incendio. El sistema de tuberías será diseñado de acuerdo al servicio que presta, bajo la normativa PDVSA, de tal forma de garantizar la integridad de los equipos y componentes asociados. Adicionalmente, el sistema contará con los accesorios, válvulas de bloqueo, instrumentos de control, medidores de flujo, etc., necesarios para el funcionamiento confiable del sistema.

Los requerimientos de equipos de respaldo y la capacidad de las nuevas instalaciones estarán fundamentados en la probabilidad de falla de los equipos y la posibilidad del manejo de contingencias que estas ocasionan.

El diseño y especificaciones de los nuevos componentes que van a ser instalados deberán garantizar una vida útil que no debe ser menor a 20 años.

Se debe mantener una constante revisión según las recomendaciones del fabricante de los extintores, según los procedimientos descritos en los anexos A y B

CONCLUSIONES

1. Se debe realizar la reingeniería del SCI de las oficinas de Pequiven - Caracas con prontitud, con la finalidad de que el sistema cumpla con criterios acordes a las normativas nacionales e internacionales vigentes en materia de detección y extinción de incendios, para ello se debe seguir todo lo expuesto en el documento más importante de este proyecto, generado en la fase IV, llamado, “bases y criterios de diseño (5.4.1)”, específicamente a partir de los “documentos generados para las bases y criterios de diseño (5.5)”.
2. Se debe realizar el reemplazo inmediato de los equipos que resultaron con su vida útil expirada, y la adquisición de dispositivos de última generación como lo son los modernos “paneles del sistema contra incendios (5.5.8.1)”, los cuales a diferencia de los instalados actualmente, estos puedes monitorear de manera continua los equipos conectados al sistema. Por esta razón reciben el nombre de sistemas inteligentes, y deben sustituir a los envejecidos y deteriorados por el paso del tiempo, antes de que pueda ocurrir un hecho imprevisto, evitando de esta manera daños o pérdidas tanto materiales como humanas.
3. Los detectores de humo antiguos, deberán ser reemplazados por modernos “detectores fotoeléctricos del tipo multisensor (5.5.8.2)”; de 2 hilos, con una sensibilidad ajustable, contendrá además una luz indicadora de alarma que se iluminará al producirse la señal de actuación en el detector. Los antiguos detectores sobrepasan en la actualidad los 10 años de servicio, esto pone fin a la vida útil de los detectores, según las especificaciones del fabricante, establecido en 10 años.
4. Los detectores de calor, deberán ser cambiados por “detectores de calor tipo temperatura fija, y por incremento de velocidad de temperatura (5.5.8.3)”, con tecnología de circuitos integrados de microprocesadores y circuitos

electrónicos de estado sólido. Además se conectarán directamente al lazo de detección del panel inteligente mencionado anteriormente y deben operar en un circuito de 2 hilos con una sensibilidad ajustable. Los detectores de calor instalados en la actualidad se activan a una temperatura fija de 58 °C. Estos deben ser reemplazados por dispositivos modernos, los cuales se activan a una temperatura de 47 °C, aumentando el tiempo de reacción disponible y el margen de seguridad.

5. Estos nuevos equipos, deber ser reemplazados siguiendo las especificaciones hechas en el punto “dispositivos de detección y alarma de incendio (5.5.8)”, contenido en las “bases y criterios de diseño (5.4.1)”.
6. De la experiencia adquirida, se concluye, que la protección de incendios no consiste únicamente en construir edificios resistentes al fuego, utilizar modernos y avanzados sistemas de detección y extinción, o en proveerlos de un equipo extintor adecuado. Los propios trabajadores tienen que tener un papel destacado en el control de emergencias por fuegos fuera de control, a través de la organización e instrucción de brigadas contra incendios, la programación de los simulacros de incendios, y en la inspección y conservación de los equipos de lucha contra incendios.
7. Este informe final, permite elucidar la importancia y el fin primordial de un sistema de alarma y detección contra incendios, el cual es evitar a toda costa las pérdidas de vidas humanas, y en segundo lugar, preservar los equipos de alto costo, sin menoscabar la importancia de otros bienes y espacios del inmueble. Por lo que con toda seguridad, se justifica cualquier investigación que evite pérdidas humanas, y al mismo tiempo mitigue el daño a las instalaciones donde ocurra el suceso imprevisto.
8. Los planos generados para hacer la reingeniería de las oficinas de Pequiven-Caracas, no se pudieron anexar, porque la empresa consideró a última hora, no hacerlos públicos, debido a sus políticas internas

RECOMENDACIONES

1. Las lámparas de emergencia instaladas en cada salida de emergencia de los pisos (torre A y B) y en los cruces de descenso se encuentran fuera de servicio en un 80%. Por lo que se recomiendan cambiar con gran urgencia estas lámparas con prontitud.
2. La cocina **no debe utilizar agua** en los rociadores, se debe utilizar un líquido especial, llamado “agente limpio”. El cual deberá cumplir con ciertas características, las cuales se especifican en “Sistemas de extinción con agente limpio 5.5.16.5”.
3. Es conveniente organizar periódicamente simulacros de incendio para asegurarse de que todos los trabajadores sepan cómo utilizar el equipo extintor, donde se encuentra la salida más cercana y cómo abandonar el edificio en orden. Durante los simulacros deben de comprobarse si el número de salidas es suficiente para que el establecimiento pueda ser rápidamente evacuado por todo su personal, sin embargo, no debe de olvidarse que los simulacros de incendios son caros, pues interrumpen la producción repentinamente y puede necesitarse cierto tiempo para recuperar el ritmo. Por consiguiente, este método debe de utilizarse en forma juiciosa.
4. Es importante también, mantener una estrecha cooperación con la brigada de bomberos del lugar. Algunas fábricas indican el número de teléfono de la brigada de bomberos cerca de cada aparato telefónico, de modo que cualquiera puede requerir su intervención en caso necesario.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcarraz, E. (2014). **“Diseño de sistema de protección contra incendios con agua para el Centro Comercial Open Plaza Primavera”**. Tesis de grado, Escuela de Ingeniería de Mecánica de los Fluidos, Universidad Nacional Mayor de San, Lima- Perú.
- Anero, M. (2010). **“Técnicas de investigación de incendios”**. Trabajo especial de grado, Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona - España.
- Cárdenas O. (2010). **“Proyectos de Instrumentación Industrial”**. Guía de estudio. Mérida.
- Fidias G. (2012). **“El Proyecto de Investigación”**. Editorial episteme, 5^{ta} Edición, Caracas.
- León R. (2011). **“Propuesta de adecuación del sistema contra incendio del Complejo Bajo Grande”**. Trabajo especial de grado, Universidad del Zulia.
- Marchan, R. (2013). **“Propuesta para la implementación de sistemas de Prevención y protección contra incendios en las instalaciones del centro local Metropolitano de La Universidad Nacional Abierta”**. Tesis de grado, Escuela de Ingeniería Industrial, Universidad Nacional Abierta, Centro Local Metropolitano, Caracas.
- Manual de ingeniería de riesgos. (1999). **“Sistemas De Agua Contra Incendio”**. PDVSA, IR-M-03. Volumen 1, Caracas.
- Manual de ingeniería de riesgos. (1999). **“Definiciones”**. PDVSA IR-S-00. Volumen 1. Caracas.
- Manual de ingeniería de riesgos. (1996). **“Sistema de detección y Alarma Contra incendios”**.PDVSAIR-I-01. Caracas.
- Nieto O. (2010). **“Guía para elaborar el Marco Metodológico”**. Editorial MacGraw-Hill Interamericana, 4^{ta} Edición, México.
- NFPA 13 (1996). **“Normas para la Instalación de Sistemas de Rociadores y Estándares de Fabricación”**. Edición de 1996.

Pachacama A. (2012). **“Diseño y propuesta de construcción de un sistema de detección, alarma y control de incendios en subestación Cristianía N° 18”**. Escuela Politécnica Nacional, Quito – Ecuador.

Santa P. (2012). “Metodología de la investigación cuantitativa.”3ra edición. Caracas.

Tirado E. (2012). **“Evaluación del sistema hidroneumático de prevención y extinción de incendios según Norma COVENIN 1331 y 1376”**. Tesis de grado, Universidad Nacional de Guayana, Ciudad Guayana.

Universidad José Antonio Páez (2007). **Programa de Pasantía de la Universidad José Antonio Páez**. Coordinación de Pasantía y trabajo de Grado. San Diego.

Electrónicas

Expower. (2016). **Energías de activación**. Disponible en:
<http://www.expower.es/combustible-comburente-energia.htm>.
Consulta: 2016, Mayo 25.

Monografías. (2016). **Técnicas de prevención de fuego**. Disponible en:
<http://www.monografias.com/trabajos5/prevfuegos/prevfuegos.shtml>.
Consulta: 2016, Mayo 20.

Monografías. (2016). **Sistemas de protección contra incendio**. Disponible en
<http://www.monografias.com/trabajos81/incendios2.shtml>. Consulta: 2016, Mayo 25.

Nacional Fire Protection Association, **“Standard for the installation of Sprinkler”**
NFPA 13. Disponible en :<http://www.nfpa.org>/Consulta: 2016, julio 29.

Paritarios. (2016). **Partes de un extintor**. Disponible en:
http://www.paritarios.cl/especial_extintores.htm.
Consulta: 2016, Mayo 25.

Pronóstico. (2016). **Temperatura y Chacao.precipitaciones**. Disponible en:
https://www.meteoblue.com/es/tiempo/pronostico/modelclimate/chacao_venezuela_3645981
Consultada 2016, Agosto 25.

Pronóstico. (2016). **Rosa de los vientos de Chacao**. Disponible en:
https://www.meteoblue.com/es/tiempo/pronostico/modelclimate/chacao_venezuela_3645981. Consultada. 2016. Agosto 25.

Pronóstico. (2016). **Velocidad del viento de Chacao.** Disponible en: https://www.meteoblue.com/es/tiempo/pronostico/modelclimate/chacao_y_enezucla_3645981. Consultada 2016, Agosto 25.

ANEXO I

PASOS PARA REALIZAR LA INSPECCIÓN A LOS EXTINTORES

SI = SATISFACTORIO

NO = INSATISFACTORIO

(EXPLIQUE EN OBSERVACIONES)

FECHA _____

INSPECTOR _____

INSTALACION _____

	SI	NO
¿ESTAN LOS DETECTORES EN OPERACION?		
¿ESTAN LAS ALARMAS EN OPERACION?		
¿ESTAN LOS ACTIVADORES MANUALES EN OPERACION?		
¿ESTAN LOS ACTIVADORES AUTOMATICOS EN OPERACION?		
¿ESTAN BIEN LAS MANGUERAS?		
¿ESTAN LAS VALVULAS, ACOPLADORES, UNIONES Y TUBERIAS BIEN ACOPLADAS?		
¿ESTAN LAS TUBERIAS LIBRES DE CORROSION EXTERNA?		
¿ESTAN TODAS LAS LINEAS Y BOQUILLAS (NOZZLE) INSTALADAS Y SIN OBSTRUCCION?		
¿ESTAN LOS CILINDRO LIBRES DE CORROSION EXTERNA?		
¿ESTAN LOS CILINDROS LLENOS DE CO ₂ ?		
¿ESTAN LAS TUBERIAS Y CILINDROS BIEN ANCLADAS Y SOPORTADAS?		
¿ESTAN BIEN LOS MANOMETROS?		
¿TIENEN LOS CILINDROS PRECINTOS DE SEGURIDAD?		
¿ESTAN LAS TARJETAS DE MANTENIMIENTO EN SU LUGAR Y ACTUALIZADAS?		
¿ESTAN LOS INDICADORES DE OPERABILIDAD Y SELLOS INTACTOS?		
¿ESTAN LOS ACTUADORES MANUALES LIBRES DE OBTACULOS?		

ANEXO II

PASOS PARA REALIZAR EL MANTENIMIENTO A LOS EXTINTORES

FECHA _____

INSPECTOR _____

INSTALACION _____

	SI	NO
DETECTORES		
REEMPLAZADOS		
LIMPIADOS		
PROBADOS		
ALARMAS		
REEMPLAZADAS		
LIMPIADAS		
PROBADAS		
ACCIONADORES		
REEMPLAZADOS		
LIMPIADOS Y/O PINTADOS		
PROBADOS		
MANGUERAS		
PROBADAS HIDROSTATICAMENTE (FECHA: _____)		
REEMPLAZADAS		
TUBERIAS, CONEXIONES, ETC.		
LIMPIADAS		
REEMPLAZADAS		
PINTADAS		
BOQUILLAS		
LIMPIADAS		
REEMPLAZADAS		
PINTADAS		
CILINDRO DE CO ₂		
PROBADOS HIDROSTATICAMENTE (FECHA: _____)		
RECARGADOS		
LIMPIADOS		
REEMPLAZADO		
MANOMETROS		
PROBADOS		
REEMPLAZADOS		
OTROS		

OBSERVACIONES / RECOMENDACIONES: _____

Layout: oficinas de Pequiven-Caracas

