

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJERCITO

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

**TESIS DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO**

**“DISEÑO DE UN SISTEMA CONTRA INCENDIO PARA
TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE DIESEL PARA
LA EMPRESA TERMOPICHINCHA CENTRAL SANTA
ROSA”**

CHRISTIAN WLADIMIR ALBÁN ARÁUZ

DIRECTOR: ING. LUIS ECHEVERRIA

CODIRECTOR: ING. EMILIO TUMIPAMBA

SANGOLQUI - JULIO 2006

CERTIFICACIÓN DE LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto “DISEÑO DE UN SISTEMA CONTRA INCENDIO PARA TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE DIESEL PARA LA EMPRESA TERMOPICHINCHA CENTRAL SANTA ROSA” fue realizado en su totalidad por Christian Wladimir Albán Aráuz, como requerimiento parcial para la obtención del título de Ingeniero Mecánico.

Ing. Luís Echeverría
DIRECTOR

Ing. Emilio Tumipamba
CODIRECTOR

Sangolquí, 2006-07-26

LEGALIZACIÓN DEL PROYECTO

“DISEÑO DE UN SISTEMA CONTRA INCENDIO PARA TANQUES
DE ALMACENAMIENTO DE DIESEL PARA LA EMPRESA
TERMOPICHINCHA CENTRAL SANTA ROSA”

ELABORADO POR:

Christian Wladimir Albán Aráuz

GRADUANDO

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

SR. COORDINADOR DE CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

Sangolquí, 2006-07-26

DEDICATORIA

Soy lo que soy,
tengo lo que tengo,
gracias al apoyo, confianza, amor, que me
han brindado las personas que más quiero.

Dedico este proyecto a mi Madre, a mi Padre y a mis hermanos.

AGRADECIMIENTOS

Al ingeniero Vladimir Burbano Gerente de la Central Santa Rosa, a los ingenieros Luís Echeverría y Emilio Tumipamba colaboradores profesionales de la Escuela Politécnica del Ejército, y a cada uno de los docentes que conforman la Facultad de Ingeniería Mecánica, que directa o indirectamente han colaborado para la realización de este proyecto, y la culminación de mis estudios superiores.

CONTENIDO

CERTIFICACIÓN DE LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO.....	I
LEGALIZACIÓN DEL PROYECTO.....	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTOS.....	IV
RESUMEN.....	V
CONTENIDO.....	VI

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I GENERALIDADES

1.1	INTRODUCCIÓN.....	12
1.2	ANTECEDENTES.....	13
1.3	JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	14
1.4	ANÁLISIS DE RIESGOS.....	15
1.5	OBJETIVOS.....	16
1.5.1	OBJETIVO GENERAL.....	16
1.5.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
1.6	ALCANCE.....	17
1.7	FUNDAMENTOS.....	17
1.7.1	TIPOS DE INCENDIO.....	22
1.7.2	CAUSAS DE INCENDIO.....	24
1.7.3	MODOS DE EXTINCIÓN.....	25
1.8	ANÁLISIS DE RIESGO DE INCENDIO EN LA CENTRAL SANTA ROSA.....	27

CAPÍTULO II ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

2.1	ALTERNATIVAS DE EXTINCIÓN DE INCENDIO.....	30
2.2	EXTINCIÓN DE FUEGOS PROVOCADO POR DIESEL.....	33
2.3	SELECCIÓN DE MEJOR ALTERNATIVA.....	34
2.4	PARÁMETROS DE DISEÑO.....	34

CAPÍTULO III
SISTEMA HIDRÁULICO

3.1	CONSIDERACIONES INICIALES.....	35
3.1.1	DISTRIBUCIÓN DE LÍNEAS DE FLUJO.....	36
3.1.2	CÁLCULO DE PÉRDIDAS.....	37
3.1.3	SELECCIÓN DE TUBERIA.....	41
3.1.4	DIMENSIONAMIENTO DE RESERVORIO.....	42
3.1.5	SELECCIÓN DE BOMBAS.....	44
3.1.6	SELECCIÓN DE SISTEMA DE ENFRIAMIENTO.....	46

CAPÍTULO IV
SISTEMA DE CONTROL

4.1	CONSIDERACIONES INICIALES.....	48
4.1.1	SELECCIÓN DE SENSORES.....	49
4.1.2	DISTRIBUCIÓN DE SENSORES.....	53
4.1.3	SELECCIÓN DE CONTROLADORES.....	54
4.1.4	UBICACIÓN DE ALARMAS AUDIBLES Y VISIBLES.....	55
4.1.5	SIMULACIÓN DEL SISTEMA.....	55

CAPÍTULO V
INSTALACIÓN, MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA

5.1	PLANIFICACIÓN DE MONTAJE Y PRUEBAS.....	57
5.1.1	PLAN DE MONTAJE.....	57
5.1.2	PLAN DE PRUEBAS.....	58
5.1.2.1	PLAN DE PRUEBAS SISTEMA HIDRÁULICO.....	59
5.1.2.2	PLAN DE PRUEBAS SISTEMA DE CONTROL.....	59
5.1.2.3	PRUEBAS DE ACEPTACIÓN.....	60
5.2	LISTA DE MATERIALES.....	61
5.3	PRESUPUESTO.....	63

CAPÍTULO VI
ANÁLISIS ECONÓMICO FINANCIERO

6.1	ANÁLISIS ECONÓMICO.....	64
6.2	ANÁLISIS FINANCIERO.....	65

CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1	CONCLUSIONES.....	68
7.2	RECOMENDACIONES.....	70
BIBLIOGRAFÍA.....		72
PLANOS.....		74
ANEXOS.....		80

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1	Propiedades del diesel.....	23
Tabla 1.2	Factores de riesgo por sectores.....	28
Tabla 2.1	Alternativas de extinción de incendios.....	30
Tabla 2.2	Agente extintor para fuegos con diesel.....	33
Tabla 3.1	Diámetro interior de tubería cédula 40.....	39
Tabla 3.2	Cálculo de perdidas para tubería sector M.....	39
Tabla 3.3	Longitud equivalente para accesorios cédula 40.....	40
Tabla 3.4	Cálculo de perdidas para tubería sector N.....	41
Tabla 3.5	Flujo requerido para tubería.....	42
Tabla 3.6	Aplicación de agente extintor para hidrocarburos.....	43
Tabla 3.7	Demanda de concentrado espumógeno.....	43
Tabla 3.8	Bombas para Tanques de almacenamiento.....	45
Tabla 3.9	Presión de accionamiento de bombas T. Almacenamiento.....	45
Tabla 3.10	Características de bombas para Tanque diario.....	45
Tabla 3.11	Presión de accionamiento de bombas.....	46
Tabla 4.1	Tipo de sensores para fuego.....	49
Tabla 4.2	Selección del mejor tipo de sensor.....	50
Tabla 4.3	Valores de temperatura para sensor térmico lineal.....	52
Tabla 5.1	Plan de montaje.....	57
Tabla 5.2	Lista de materiales.....	61
Tabla 6.1	Clasificación de valor económico.....	65
Tabla 6.2	Gastos administrativos.....	66

Tabla 6.3	Gastos de dirección y diseño.....	66
Tabla 6.4	Costos de materiales, equipos y mano de obra.....	66
Tabla 6.5	Costo total del proyecto.....	66

ÍNDICE DE FOTOS Y FIGURAS

Figura 1.1	Plano general de la Central Santa Rosa.....	16
Figura 1.2	Sectorización de la Central Santa Rosa.....	27
Foto 1.1	Tanque de uso diario.....	29
Foto 1.2	Tanques de almacenamiento.....	29
Foto 3.1	Aspersor estándar montante automático.....	36
Figura 3.1	Planos LFTA-01 y LFTD-01.....	37
Figura 3.2	Central Santa Rosa, sectores M y N.....	37
Figura 3.3:	Instalación de bomba Jockey.....	44
Figura 3.4	Disposición de salidas de flujo para enfriamiento.....	47
Figura 3.5	Forma del deflector para cada salida de flujo.....	47
Figura 4.1	Conformación del sensor térmico lineal.....	51
Figura 4.2	Disposición de montaje del Sensor térmico lineal.....	53
Figura 4.3	Disposición de sensor en tanque de almacenamiento.....	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1	Propiedades del diesel.....	28
Tabla 1.2	Factores de riesgo por sectores.....	33
Tabla 2.1	Alternativas de extinción de incendios.....	35
Tabla 2.2	Agente extintor para fuegos con diesel.....	38
Tabla 3.1	Diámetro interior de tubería cédula 40.....	44
Tabla 3.2	Cálculo de perdidas para tubería sector M.....	44
Tabla 3.3	Longitud equivalente para accesorios cédula 40.....	45

Tabla 3.4	Cálculo de pérdidas para tubería sector N.....	46
Tabla 3.5	Flujo requerido para tubería.....	47
Tabla 3.6	Aplicación de agente extintor para hidrocarburos.....	48
Tabla 3.7	Demanda de concentrado espumógeno.....	48
Tabla 3.8	Bombas para Tanques de almacenamiento.....	50
Tabla 3.9	Presión de accionamiento de bombas T. Almacenamiento.....	50
Tabla 3.10	Características de bombas para Tanque diario.....	50
Tabla 3.11	Presión de accionamiento de bombas.....	51
Tabla 4.1	Tipo de sensores para fuego.....	54
Tabla 4.2	Selección del mejor tipo de sensor.....	55
Tabla 4.3	Valores de temperatura para sensor térmico lineal.....	57
Tabla 5.1	Plan de montaje.....	62
Tabla 5.2	Lista de materiales.....	66
Tabla 6.1	Clasificación de valor económico.....	70
Tabla 6.2	Gastos administrativos.....	71
Tabla 6.3	Gastos de dirección y diseño.....	71
Tabla 6.4	Costos de materiales, equipos y mano de obra.....	71
Tabla 6.5	Costo total del proyecto.....	71

ÍNDICE DE FOTOS Y FIGURAS

Figura 1.1	Plano general de la Central Santa Rosa.....	21
Figura 1.2	Sectorización de la Central Santa Rosa.....	32
Foto 1.1	Tanque de uso diario.....	34
Foto 1.2	Tanques de almacenamiento.....	34
Foto 3.1	Aspersor estándar montante automático.....	41
Figura 3.1	Planos LFTA-01 y LFTD-01.....	42
Figura 3.2	Central Santa Rosa, sectores M y N.....	42
Figura 3.3:	Instalación de bomba Jockey.....	49
Figura 3.4	Disposición de salidas de flujo para enfriamiento.....	52

Figura 3.5	Forma del deflector para cada salida de flujo.....	52
Figura 4.1	Conformación del sensor térmico lineal.....	56
Figura 4.2	Disposición de montaje del Sensor térmico lineal.....	58
Figura 4.3	Disposición de sensor en tanque de almacenamiento.....	59

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN

La empresa Termopichincha , y su central Santa Rosa inaugurada por el extinto Presidente Jaime Roldós en marzo de 1981, esta ubicada en el sur de la ciudad de Quito, cuenta con tres unidades accionadas por turbinas de gas , una subestación de elevación y los tanques de almacenamiento de combustibles.

En el área de almacenamiento de combustibles cuentan con dos tanques reservorios de quinientos mil galones de diesel cada uno y un tanque anexo con capacidad de ciento sesenta mil galones, el cual es para uso diario.

Esta área de almacenamiento, no dispone de la debida normativa de seguridad en cuestión de control de fuego, involucrando a los habitantes del sector, las instalaciones de la Central y el medio ambiente.

Se propone realizar el diseño de un sistema contra incendio destinada para el área de almacenamiento de combustible el cual será regido por normas internacionales de manejo, transporte y almacenamiento de combustible, que se denominan NFPA.

Este sistema debe ser automático, para lo cuál se pretende utilizar sensores, dispositivos y controladores que administraren y activen en forma inmediata

todo el sistema mencionado, incluyendo señales visuales y audibles en caso de un siniestro.

1.2 ANTECEDENTES

La empresa Termopichincha central Santa Rosa, cuenta con una capacidad instalada de la planta de 51.3 MW distribuida en 3 turbinas a gas de 17 MW, estas unidades utilizan para su operación combustible diesel, el cual representa el 85 % del costo variable de producción, permite abastecer al Sistema Nacional Interconectado (SNI), de energía activa en tiempos que falta agua en las centrales hidroeléctricas, las unidades No 1 y No 2, pueden operar como *compensadores sincrónicos*¹, es decir generan *energía reactiva*² en un rango de -6 a +24 MVAR/h. Para esta operación utilizan energía activa comprada al Ministerio de Energía y Minas. El voltaje de generación es de 13.8 KV, el mismo que es elevado a 138 KV para sincronizarse a la Subestación Santa Rosa y de ahí, al Sistema Nacional Interconectado.

Para el suministro de combustibles la Central Térmica Santa Rosa, construyó en Agosto de 1996, un ramal del poliducto Quito – Ambato, hasta sus tanques de almacenamiento que tienen una capacidad de un millón de galones.

En vista del requerimiento de energía reactiva en el norte del país, debido a la Interconexión con Colombia, la unidad No 3 de esta central, es despachada a 4 MW, en estas condiciones de operación el rendimiento de esta unidad disminuye en un 50%, con respecto a su rendimiento a capacidad nominal (17

¹ Compensador Sincrónico: Iguala la velocidad de giro entre los polos norte y sur de un rotor y el campo magnético en un motor eléctrico.

² Energía Reactiva: Es la demanda extra de energía que necesitan algunos equipos de carácter inductivo como motores, transformadores, luminarias, para su funcionamiento.

MW), pero puede suministrar energía reactiva en el mismo rango que los compensadores sincrónicos.

1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

En todo el mundo, así también en el Ecuador, la necesidad de sistemas de seguridad es indispensable principalmente por los efectos negativos que causan los siniestros en relación con el fuego.

Actualmente la gerencia de la Central Santa Rosa, se ha visto en la necesidad de incurrir en la planificación y el diseño de un sistema contra incendio para el área de mayor peligro que corresponden a los tanques de almacenamiento, por la cantidad de combustible que se puede acumular, que está en el orden un millón de galones, aparte de un tanque de uso diario que utiliza ciento sesenta mil galones.

Estos sectores en los cuales se encuentran los tanques de almacenamiento, deben, por normas internacionales (NFPA), estar resguardados por sistemas automáticos antifuego, los cuales ofrecerán la tranquilidad necesaria para los habitantes del sector, las instalaciones de la empresa, incluso al Estado Ecuatoriano, puesto que esta empresa ofrece energía termoeléctrica para regular el Sistema Nacional Interconectado.

1.4 ANÁLISIS DE RIESGOS

Un análisis de riesgos está dirigido para proporcionar una respuesta inmediata y eficaz a cualquier situación de emergencia, con el propósito de prevenir los

impactos adversos a la salud humana y, al mismo tiempo, proteger la propiedad en el área de influencia y el medio ambiente.

Los factores importantes a considerar para el análisis riesgos en la central son el material que predomina en el área de mayor peligro, y los posibles agentes externos que podrían desencadenar una combustión de dicho material.

Para enfocarse en el sector de mayor peligro de la central, donde se evidencia la necesidad de este análisis, hay que dividir en áreas de riesgo todo el plano del recinto en estudio, tomando en cuenta los factores de riesgo mencionados en la norma NFPA 13-2-1, que clasifica en riesgo bajo, ordinario y alto principalmente por la cantidad y tipo de materiales almacenados ya sean papel, telas, plástico, combustibles, etc.

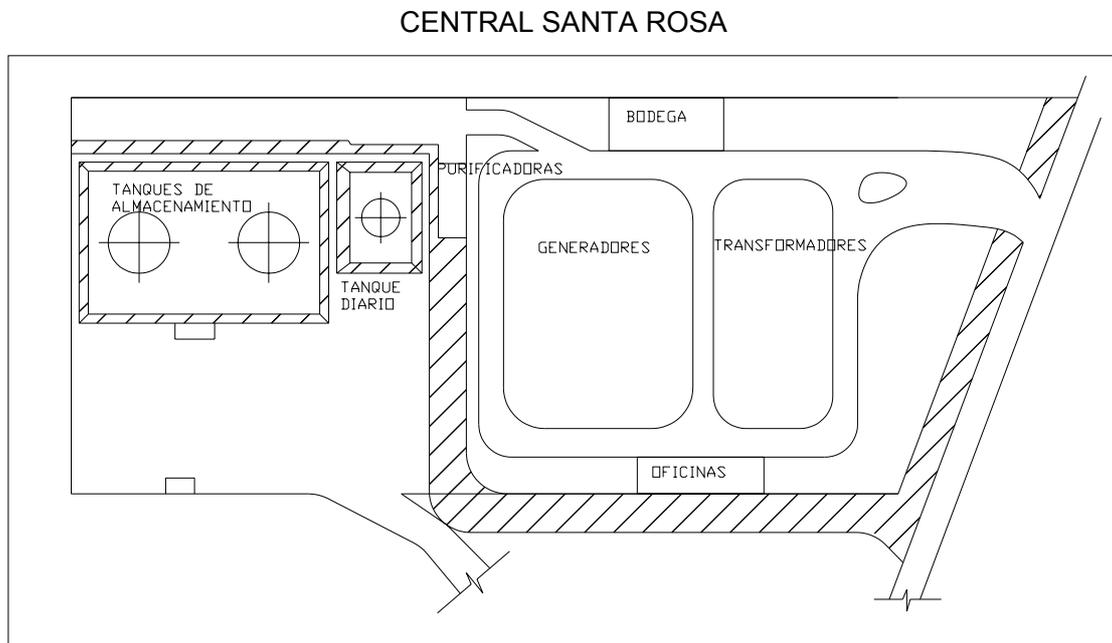


Figura 1.1: Plano general de la Central Santa Rosa

Al identificar el área de mayor riesgo, se revisa la historia de siniestros ocurridos en el lugar, logrando hacer una estadística para proyectarse al futuro,

tomando en cuenta los mejoramientos que se hayan hecho para evitar nuevos y posibles incendios, en el caso específico de la Central Santa Rosa, en sus años de funcionamiento, no se ha producido ninguna situación de peligro con referencia al fuego en sus instalaciones.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 OBJETIVO GENERAL

- Documentar el diseño de un sistema contra incendio para mejorar la seguridad del personal e instalaciones de la Central Santa Rosa de la empresa Termopichincha en el sector de tanques de almacenamiento de diesel.

1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recopilación y aplicación de normas contra incendio NFPA, INEN, ITC, etc.
- Análisis de los factores internos y externos que pueden generar incendios en la Central Santa Rosa.
- Determinación de la mejor alternativa del agente extintor para aplacar fuegos causados por diesel.
- Planificación para la construcción, pruebas y funcionamiento del sistema general contra incendio.

1.6 ALCANCE

Este proyecto cumplirá con la normativa necesaria que rige a nivel nacional e internacional para precautelar la integridad de vidas humanas, instalaciones y

medio ambiente, con respecto a siniestros causados por la combustión de diesel.

1.7 FUNDAMENTOS

Es importante tener presente que los siniestros causados por fuego tienen diferentes causas para su origen, siendo sus factores el material que se combustionará, el ambiente donde se produce, el medio físico - químico que lo aplacará, entre otros.

La normativa a aplicar se denomina NFPA, por sus siglas en inglés National Fire Protection Association (asociación nacional de protección de incendios), edición de noviembre 2001.

La NFPA como asociación internacional, se ha encargado del desarrollo de códigos, normas y estándares en el manejo, almacenamiento y uso de materiales inflamables y combustibles, poniendo una especial atención en la prevención de riesgos sobre la vida humana.

En su contenido se basa en instituciones, organizaciones y documentos técnicos en áreas de electricidad, arquitectura, química, hidráulica, laboratorios, etc. que garantizan la correcta utilización de cada uno de los códigos.

Los códigos para sus varias utilidades en las diferentes áreas que abarca la norma son aproximadamente trescientos, particularmente, para este proyecto habrá que basarse en treinta de ellos.

Una breve reseña sobre los códigos y capítulos básicos para aplicar en este proyecto son:

- **NFPA 1 Capítulo 1. Administración y Ejecución.**

El propósito de este código es determinar los requerimientos mínimos necesarios para obtener un nivel razonable de seguridad contra incendio y la protección que esto incide.

Estos requerimientos los deben aplicar las autoridades seccional gubernamental designada, en este caso particular, la entidad encargada debe ser el “Cuerpo de Bomberos”, y su normativa interna que es el “Reglamento de Prevención de Incendios”.

- **NFPA 1 Capítulo 2. Definiciones.**

Cada uno de estos códigos contendrá ciertas palabras técnicas, abreviaciones, siglas, etc, que han sido definidas por la NFPA y cuyo significado ampliado consta en este capítulo, para la correcta aplicación y comprensión de los subsiguientes capítulos.

- **NFPA 1 Capítulo 7. Sistemas de protección contra fuego.**

Consta de una clasificación general de las partes constitutivas de un sistema contra fuego como es, sistema de tubería fija, rociadores automáticos, sistema de bombeo, abastecimiento de agua, extintores portátiles, sistema de comunicación, detección y alarma, otros sistemas contra fuego.

- **NFPA 1 Capítulo 8. Recintos seguros contra fuego.**

Clasifica a las áreas de un recinto y lo que puede contener y que sean potencialmente peligrosas a fin de propiciar un lugar y ambiente seguros, refiriéndose a normas específicas.

- **NFPA 1 Capítulo 17. Líquidos combustibles e inflamables.**

Está referido al almacenamiento, manipulación y uso de algún tipo de líquido combustible.

- **NFPA 10. Producción de espuma.**

Este código cubre las necesidades de producción de espuma para contrarrestar fuegos para áreas de almacenamiento de líquidos combustibles.

- **NFPA 13. Rociadores**

Este código se refiere a los requerimientos mínimos para el diseño e instalación de sistema de rociadores automáticos, y sus elementos constitutivos.

- **NFPA 14. Pruebas del sistema**

Consta el requerimiento para el diseño, instalación y pruebas de sistemas de tubería fija, hidrantes, boquillas y manguera.

- **NFPA 15. Aspersión de agua a gran velocidad**

Este código provee los mínimos requerimientos para el diseño, uso e instalación de sistemas de aspersión de agua a gran velocidad en sistemas fijos.

- **NFPA 16. Aspersión de agua-espuma**

Este código provee los mínimos requerimientos para el diseño, instalación y mantenimiento de sistemas de aspersión de agua-espuma en sistemas de rociadores y aspersores fijos, y sus clasificaciones en la mezcla agua-espuma para sus diferentes usos.

- **NFPA 20. Selección de bombas**

Este código provee los requerimientos mínimos para la selección e instalación de bombas para la provisión de agua en los sistemas contra incendio y sus requisitos de presión, caudal, etc.

- **NFPA 22. Tanques de aprovisionamiento de agua.**

Este código provee los requerimientos mínimos para el diseño, construcción e instalación de tanques de aprovisionamiento de agua para sistemas contra incendio y sus accesorios constitutivos.

- **NFPA 30. Almacenamiento, transporte y uso de combustible líquidos**

Este código, provee los requerimientos mínimos para el transporte, almacenamiento y uso de líquidos combustibles e inflamables.

Este código será el principal para la elaboración de este proyecto, puesto que al referirse principalmente a líquidos combustibles y para nuestro caso particular el diesel, sus basamentos abarcan los fundamentos para el aplacamiento de los códigos anteriores.

- **NFPA 70. Sistema eléctrico.**

Este código, provee las definiciones esenciales y recomendaciones para la aplicación de un sistema eléctrico en un sistema general contra incendio.

- **NFPA 72. Alarmas contra fuego.**

Este código define el significado y manejo de señales de iniciación, transmisión, notificación de alarmas en su rendimiento y confiabilidad ante la presencia de fuego.

Es importante saber que a nivel mundial las normas NFPA constituyen una base para la elaboración de sistemas contra incendio, pero dependiendo de las diferentes circunstancias y necesidades de cada región, se arreglan o se crean

normas particulares, por tal razón también hay que referirse a las normas INEN, las cuales las aplican el Cuerpo de Bomberos del Ecuador.

En la norma INEN, se tiene un código que se refiere a este estudio. “CÓDIGO DE PRÁCTICA SOBRE PROTECCIÓN DE EDIFICIOS CONTRA INCENDIOS”

Este código consta de 8 secciones:

- Principios generales y clasificación de incendios
- Materiales y detalles de construcción
- Riesgo de explosión
- Riesgo personal
- Chimeneas, tuberías y conductos de humo
- Equipo no eléctrico de iluminación, calentadores y quemadores
- Equipo de lucha contra fuego y mantenimiento

1.7.1 TIPOS DE INCENDIO

Un incendio es en realidad el calor y la luz (llamas) que se produce cuando un material se quema o pasa por el proceso de combustión.

Entre los tipos de incendio se tiene:

- **Incendio Tipo A** (NFPA1 2-1.23)

Son los que se producen con materiales ordinarios como madera, papel, algodón, caucho y ciertos plásticos.

- **Incendio Tipo B** (NFPA1 2-1.24)

Son los que se producen con líquidos inflamables, líquidos combustibles, derivados del petróleo, grasas, alquitrán, aceites, pinturas (diluidas en aceite), solventes, lacas, alcohol y gases inflamables.

Hay que diferenciar entre líquidos inflamables y combustibles, según la NFPA se considera lo siguiente:

Líquidos Inflamables. (NFPA30 1.7.3.1)

Son los que tienen punto de inflamación inferior a 37.8°C, con una presión absoluta de vapor inferior a 276 kPa (40 psi) pudiendo ser Clase I, IA, IB, IC. Por ejemplo se puede mencionar el eter etílico, etanol (alcohol), eter butíletílico, dicloroetano, gasoil, gasolinas, hexano, isopreno, alcohol isopropilo, alquitran líquido, estireno.

Líquidos combustibles. (NFPA30 1.7.3.2)

Son los que tienen punto de inflamación superior a 37.8°C, pudiendo ser Clase II, IIA, IIB. Por ejemplo se puede mencionar aceite de algodón refinado, leftalato de dibutilo, aceite de lino, aceite de parafina, retinol, kerosen, diesel.

En el caso del diesel, que se clasifica como líquido combustible, sus propiedades son las siguientes:

Parámetro	Norma	Unidad	Valor
Densidad (15°C)	ISO 12185	g/cm ³	0.820 – 0.845
Viscosidad Cinemática (40°C)	ISO 3104	cSt	2.0 – 4.5
Punto de inflamación	ISO 3679	°C	55 mín.
Azufre	ISO 14596	ppm	350 máx.
Residuo carbonoso (10%)	ISO 10370	%	0.30 máx.
Contaminación total	ISO 12662	ppm	24 máx.
Agua	ISO 12937	ppm	200 máx.

Cenizas Sulfatadas	ISO 3987	%	0.01 máx.
Estabilidad Oxidación	ISO 12205	mg/l	25 máx.
Número de Cetano	ISO 5165		51 mín.
Índice de Cetano	ISO 4264		46 mín.

Tabla 1.1: Propiedades del diesel. (www.wearcheckiberica.es)

- **Incendio Tipo C** (NFPA1 2-1.25)

Son aquellos en los cuales se generan con energía eléctrica en donde es importante el aislamiento del agente extintor. (si no habría presencia de energía eléctrica se pueden considerar como incendios tipo A o B)

- **Incendio Tipo D** (NFPA1 2-1.26)

Son aquellos en los cuales se generan en metales combustibles como el potasio, litio, sodio, zirconio, titanio y magnesio.

- **Incendio Tipo K** (NFPA1 2-1.27)

Son aquellos que se generan en cocinas o ambientes donde se tiene la presencia de grasas y aceites de origen animal y vegetal

Es evidente que estos tipos de incendio se pueden presentar individualmente o por una sucesión de los mismos.

Para este estudio nos interesará el tratamiento de los incendio Tipo B en el caso de líquidos combustibles.

1.7.2 CAUSAS DE INCENDIO

El proceso por el cual, una sustancia se quema, es una reacción química entre un material combustible y oxígeno, o sea combustión. En este proceso se libera energía en forma de calor.

Un incendio se produce por la presencia de cuatro elementos básicos: **calor o fuente de ignición, material combustible, una concentración apropiada de oxígeno y la reacción en cadena**. Se acostumbra visualizar la relación de estos cuatro elementos como una pirámide en la que cada elemento representa un lado y se unen en una relación simbiótica o mutuamente beneficiosa.

- El primero de estos factores es el **COMBUSTIBLE**: puede ser cualquiera entre millares de materias: papel, madera, diesel, carbón, etc. En su estado gaseoso como gas natural, propano, butano, hidrógeno, etc. En estado líquido como gasolina, kerosén, diesel, alcohol, etc o estado sólido como carbón, madera, papel, tela, plástico, etc , ninguno de estos materiales sólidos y líquidos arde. Para que ardan necesitan convertirse antes en gas.
- El segundo factor es el **CALOR**: este es el que proporciona la temperatura necesaria para convertir en gas al combustible. Algunos combustibles se convierten en gas (se gasifican o se volatilizan) a temperaturas más altas. Se sabe que necesitan menor calor para volatilizar la gasolina y hacer que arda, el que necesita para lograrlo con madera o carbón.
- El tercer factor para que el fuego se produzca, es el **OXÍGENO**: para provocar la ignición y comenzar a arder. Se requiere aproximadamente el 16% de oxígeno para la ignición, y se sabe que el aire tiene un 24% de oxígeno. Ciertos materiales contienen en su estructura cierta cantidad de oxígeno para apoyar la combustión.
- El último factor es una **FUENTE DE IGNICIÓN**: cualquier instrumento que desencadene el fuego, como por ejemplo chispas por aparatos eléctricos, rayos, elementos incandescentes, etc.

1.7.3 MODOS DE EXTINCIÓN

Teniendo en cuenta los cuatro factores por los cuales se produce un incendio, se debería evitar la presencia en un solo lugar de alguno de los mencionados factores. Si uno de estos elementos no existe o se elimina, no hay o se termina el incendio. Este principio se utiliza para la extinción de incendios:

- **Enfriamiento:** El agente tradicional es el agua. Se aplica comúnmente en forma de torrente sólido, ducha fina o espuma, para tanques de almacenamiento de combustible se utiliza duchas de enfriamiento.
- **Eliminación del Oxígeno:** al material que se está quemando se debería cubrir con una manta, con una tapa, tierra, espuma o cuando se utiliza un extintor lo que normalmente hace es cubrir el área del incendio de un gas más pesado que el oxígeno. Para el caso del diesel, se utiliza agentes químicos o una mezcla de agua espuma.
- **Eliminación del material combustible:** Se debe alejar el material combustible o cerrar la fuente, siempre y cuando esto no ponga en peligro vidas humanas.
- **Interrupción de la reacción en cadena:** En el desarrollo del incendio, cuando se forma la llama, se producen radicales libres, vitales para que se sostenga el incendio. Los compuestos químicos que se aplicaran como polvo químico captura radicales libres en cadena. Otros el dióxido de carbono para reacciones ligeras.

Los instrumentos que se utilizarán para la extinción de incendios en áreas pequeñas serán extintores portátiles (NFPA 11), se tienen extintores de incendio residenciales automáticos que se los destina para un tipo específico de incendio y estará claramente indicado en el recipiente, y extintores de

incendio operados por un cilindro, donde se encuentra un recipiente interno al contenedor principal el cual contiene un gas expelente.

Los agentes extintores utilizados son:

- Agua. Que se aplicará como chorro directo con hidrantes, mangueras, bombas, etc, o agua pulverizada aplicada con rociadores de techo.
- Químico (polvo o espuma). Principalmente se usa cuando existe un derrame de líquidos inflamables.

1.8 ANÁLISIS DE RIESGO DE INCENDIO EN LA CENTRAL SANTA ROSA.

En la central Santa Rosa, se pueden diferenciar siete sectores, en los cuales se puede producir un siniestro, el cual lograría desencadenar en un incendio de grandes proporciones, estos sectores son:

M. Tanques de almacenamiento de diesel.

N. Tanque de diesel para uso diario.

O. Purificadoras de diesel.

P. Generadores termoeléctricos.

Q. Transformadores eléctricos.

R. Bodegas.

S. Taller, cuarto de control, oficinas

CENTRAL SANTA ROSA

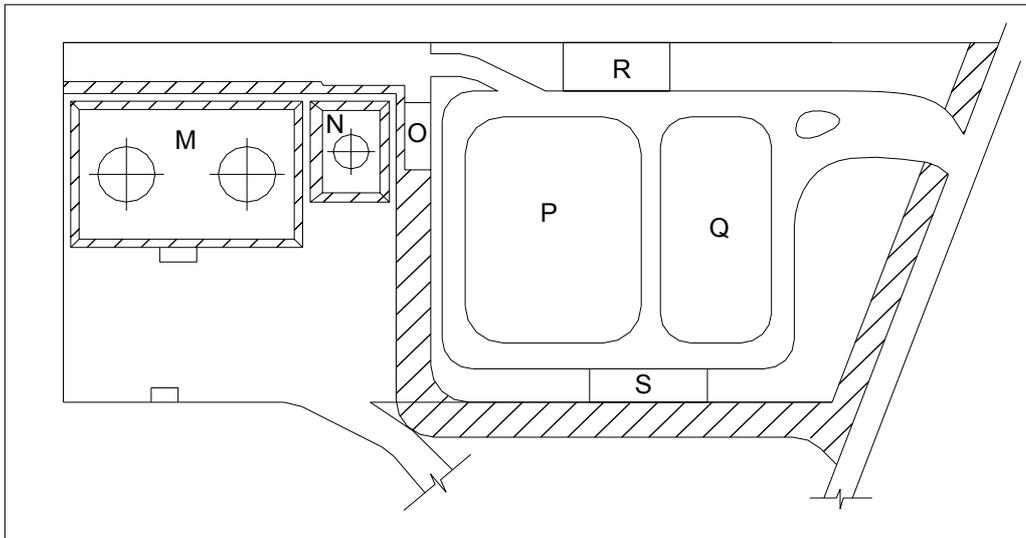


Figura 1.2: Sectorización de la Central Santa Rosa

Analizando estos sectores y la posible causa de incendio se tiene:

SECTOR	MATERIAL PREDOMINANTE	FACTOR DE RIESGO
M	Diesel	Alto
N	Diesel	Alto
O	Diesel	Medio - Alto
P	Motores, componentes eléctricos	Medio - Alto
Q	Cableado, transformadores.	Medio
R	Repuestos	Bajo
S	Aparatos electrónicos, papel, madera	Medio

Tabla 1.2: Factores de riesgo por sectores

Para la clasificación del factor de riesgo, se tomo en cuenta el volumen del material que se maneja en cada sector, siendo principalmente los sectores que trabajan con diesel los que tendrían una afectación considerable para toda la planta.

En la central Santa Rosa los tanques de almacenamiento de diesel se encuentran ubicados en áreas donde no se encuentra vegetación, animales, y con malla protectora, lo que contribuye a la seguridad en cuanto a manipulación de personas ajenas, aparte que, en los alrededores de la planta no se encuentran viviendas, los peligros principales son las líneas de alto voltaje del Sistema Nacional Interconectado que atraviesan las cercanías del área de almacenaje de diesel.

Al encontrarse los tanques de almacenamiento en un terreno a desnivel tipo cubeta, con una capacidad actual de 4800 m³ y el tanque de uso diario cuyo cubeto tiene una capacidad de 1000 m³, ayudará al control de contaminación en caso de un derrame, y la eficaz cobertura del agente extintor desde la parte superior.

Los tanques tienen una correcta puesta a tierra para evitar acumulación de corriente estática y posibles chispas que desencadenarían un incendio.

En la central Santa Rosa no existe un análisis histórico de los siniestros o riesgos que se han producido en el sector de almacenamiento, o en sus instalaciones en general, a lo largo de funcionamiento de la planta. Por los datos recopilados al gerente de la central y ciertos empleados, nunca se ha producido alguna situación de riesgo en sus instalaciones.



Foto 1.1: Tanque de uso diario.



Foto 1.2: Tanques de almacenamiento.

CAPÍTULO II

ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

2.1 ALTERNATIVAS DE EXTINCIÓN DE INCENDIO

Para la extinción de incendios, como ya se refirió en el capítulo anterior, se tiene procedimientos adecuados para cada tipo de incendio:

Por el agente extintor	<ul style="list-style-type: none">• Agua• Espuma• Anhídrido carbónico• Polvo seco• Halógenos• Mixtos
Por el sistema de accionamiento	<ul style="list-style-type: none">• Automático• Manual• Mixto
Por la zona a proteger	<ul style="list-style-type: none">• Parcial o por objeto• Interiores, espacios confinados• Exteriores, tanques

Tabla 2.1: Alternativas de extinción de incendios

Los **sistemas de agua** se los utiliza para aplacar fuegos Tipo A, B y K, pero también es importante para la refrigeración en general, puesto que su capacidad de transferencia de calor es más alta que otros materiales. No elimina el oxígeno en un proceso de combustión, pero por su abundancia ayuda a la sofocación del incendio.

Los **sistemas de espuma**, son básicamente para líquidos inflamables, materiales derivados del petróleo, para fuegos Tipo B. No se los utiliza directamente, siempre deben ser diluidos en agua, los recipientes que la contienen deben ser de materiales o aceros anticorrosivos. La reacción química que produce la espuma cubre a la llama eliminando la presencia de oxígeno.

Sistemas de anhídrido carbónico, se los utiliza para lugares cerrados, donde existan aparatos eléctricos o electrónicos, básicamente para proteger sistemas, aparatos, instrumentos delicados. El gas que inundará la habitación, eliminara por completo la presencia de oxígeno.

Sistemas de polvo seco, o polvo químico se los utiliza en extintores portátiles principalmente para fuegos focalizados ya que por sus componentes químicos genera una contaminación mayor a otros sistemas. Se los utiliza para fuegos Tipo A, Tipo B, Tipo C, Tipo K. De la misma manera el uso de polvo seco o húmedo tienen la propiedad de eliminar el oxígeno pero en sectores focalizados, puesto que su limitante es que se los utiliza solo en sistemas portátiles como extintores.

Para incendios de Tipo D, se utilizan sistemas especiales únicos que se desarrollen para aplacar incendios con metales combustibles.

Sistemas mixtos, son los de mejor aplicación, ya que por aspectos técnicos, económicos, logísticos, se puede cubrir una mayor área, siendo el agua el principal elemento para el diseño de estos sistemas.

Para todos los sistemas mencionados, existen alternativas adicionales que se aplican para su sistema de control, como sistemas manual, automático o mixto.

En un **sistema manual**, el contingente humano es principal, puesto que serán estas personas adiestradas o no, quienes aplacaran el fuego con sistemas portátiles como extintores, mangueras, etc, o sistemas fijos como hidrantes y cañones de alta presión.

En el **sistema automático**, lo principal serán los sensores de humo, temperatura, radiación, etc, los que activaran las bombas, aspersores, rociadores, hidrantes, monitores, sirenas etc, del conjunto del sistema contra incendio, preservando la integridad de la vida humana.

En los **sistemas mixtos** presentaran las características del sistema automático y los aditamentos para proseguir o ayudar con el sistema manual en la extinción del fuego.

Para la **protección parcial o por objeto**, se utiliza extintores fijos de polvo químico seco o húmedo, o de espuma principalmente para fuegos pequeños.

En **espacios internos** o confinados, se utilizará dependiendo del tipo de fuego, agua, agentes gaseosos, químicos en general.

Para **espacios exteriores** en donde se encuentran tanques de almacenamiento se utilizarán sistemas de alta presión con agentes extintores como agua y/o espuma.

2.2 EXTINCIÓN DE INCENDIO PROVOCADO POR COMBUSTIÓN DE DIESEL

Tomando en cuenta áreas grandes, como en este caso tanques de almacenamiento de diesel en sectores externos.

Uso para:	Agente	AGUA	ESPUMA	POLVO SECO	AGUA - ESPUMA
Eliminación de oxígeno		1	9	3	6
Enfriamiento del material		9	3	1	9
Protección ambiental		9	3	1	6
	Total	19	15	5	21

Tabla 2.2: Agente extintor para fuegos con diesel

Para incendios provocados por líquidos combustibles (NFPA 30), en este caso el diesel, se considera la utilización de espuma de baja expansión, que está destinada para áreas interiores, exteriores, tanques de almacenamiento entre otros basados en el código NFPA 11.

Es importante que la espuma a utilizar debe ser químicamente compatible con el material o la sustancia en llamas, para que se logre adherir al material inflamado, lo que se pretende es aislar al fuego del oxígeno y del aire, lográndolo por la sofocación de este. La espuma se la puede aplicar a través de cañones de espuma, salidas especiales, sistemas de inyección, etc. Hay que tener en cuenta que la espuma no puede actuar si en el incendio hay presencia de un combustible gaseoso.

2.3 SELECCIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA

Luego del análisis de alternativas contra la extinción de fuego y basado en las características de los tanques de almacenamiento de diesel de la Central Santa Rosa, que se encuentran en un área exterior de aproximadamente de 3200 m², se necesita la aplicación de un sistema automático de extinción de incendio de

alta presión con un agente extintor de espuma y agua-espuma, el cuál será diseñado bajo normas NFPA.

2.4 PARÁMETROS DE DISEÑO

Los parámetros a considerar se los establece dependiendo del sistema a diseñar que son sistema hidráulico y de control.

Sistema Hidráulico:

- Densidad de descarga.
- Caudal de demanda.
- Tipo de tubería
- Tipo de bombas.
- Volumen de reservorio.

Sistema de Control:

- Cantidad y tipo de sensores.
- Controladores.
- Área a proteger.
- Sistema anexo de energía.

CAPÍTULO III

SISTEMA HIDRÁULICO

3.1 CONSIDERACIONES INICIALES

Para el diseño del sistema hidráulico, los componentes mecánicos serán, tubería, accesorios, boquillas, aspersores, monitores, bombas y reservorio para distribuir la mezcla de agua – espuma.

Todos estos elementos constitutivos, se seleccionarán según la norma NFPA específica para este tipo de sistemas.

De acuerdo a las propiedades del diesel, descritas en el capítulo I, se clasifica como líquido combustible clase II, para el cuál se recomienda una espuma de baja expansión teniendo como base el tipo espuma de formación película acuosa (AFFF, Aqueous Film Forming Foam), en una disolución de 1, 3 o 6 %.

Optando por un valor de una parte de concentrado espumógeno por cada 99 partes de agua. (1%) (NFPA11 1-4)

La temperatura de trabajo ideal, a la cuál, la formación de espuma es adecuada está comprendida entre 4°C a 37.8°C. (NFPA11 2-2.1.4)

En un historial de temperatura obtenido en la central Santa Rosa, la temperatura ambiental, está en un rango de 8°C a 18°C. En ciertos casos extremos en días de verano a medio día se ha obtenido lecturas de

temperaturas de 20°C en las paredes de los tanques de almacenamiento, lo que garantizará un correcto funcionamiento de la espuma seleccionada.

3.1.1 DISTRIBUCIÓN DE LÍNEAS DE FLUJO

Para los dos sectores donde se almacena el combustible diesel, se planifica líneas independientes que estarán dimensionados en los planos LFTA-01³ (línea de flujo tanques almacenamiento) y LFTD-01 (línea de flujo tanque diario).

Para el área de purificadoras, al ser una edificación con paredes y techo, se necesita aplicar una distribución de rociadores, tomando en cuenta que tiene un área de 16.1 m², y los rociadores, tienen un área de acción efectiva de 12.1 m², en este caso se necesitará, un rociador de techo tipo ESTÁNDAR MONTANTE, el cuál tendrá un sistema focalizado exclusivo en esta zona, suministrado de líquido por la tubería principal del sector de tanque de uso diario.

(NFPA13 5-4.1)

(NFPA13 Tabla5-6.2.2)



Foto 3.1: Aspersor estándar montante automático (www.kidde-fire.com)

³ Sección Planos

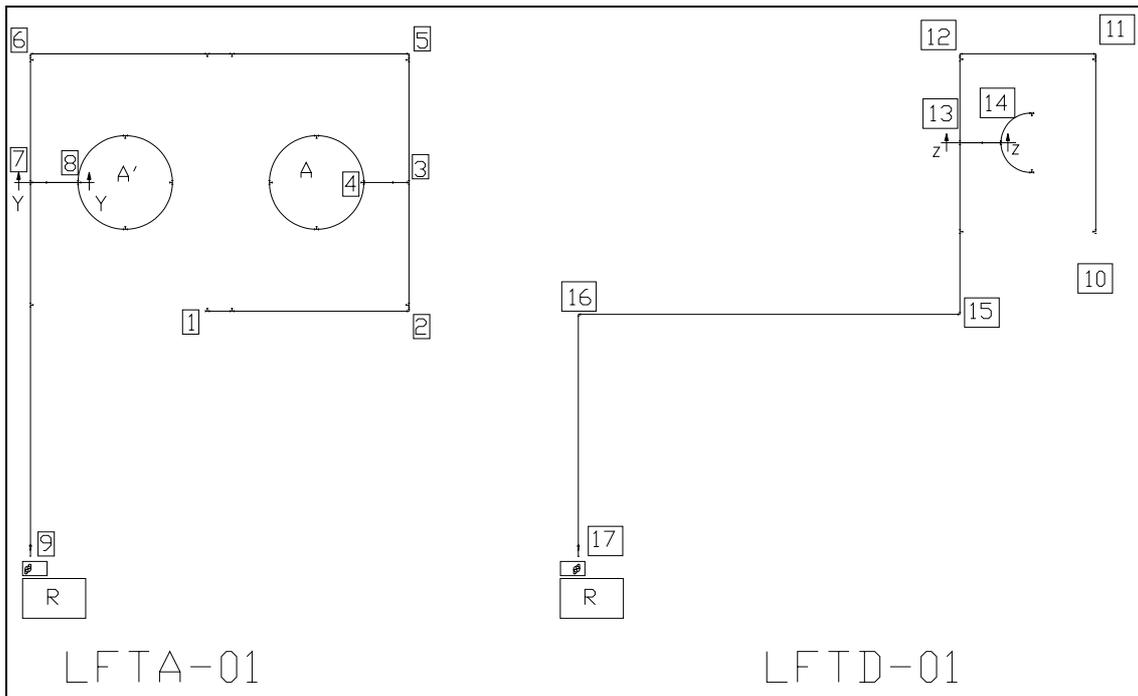


Figura 3.1: Planos LFTA-01 y LFTD-01

3.1.2 CÁLCULO DE PÉRDIDAS

De los parámetros que se necesitan para el cálculo de pérdidas, se debe estimar el caudal mínimo adecuado, para lo cuál, hay que tener en cuenta el área expuesta, que corresponde al área de la parte superior de los tanques de almacenamiento de diesel (parámetros de diseño para aplicación de espuma).

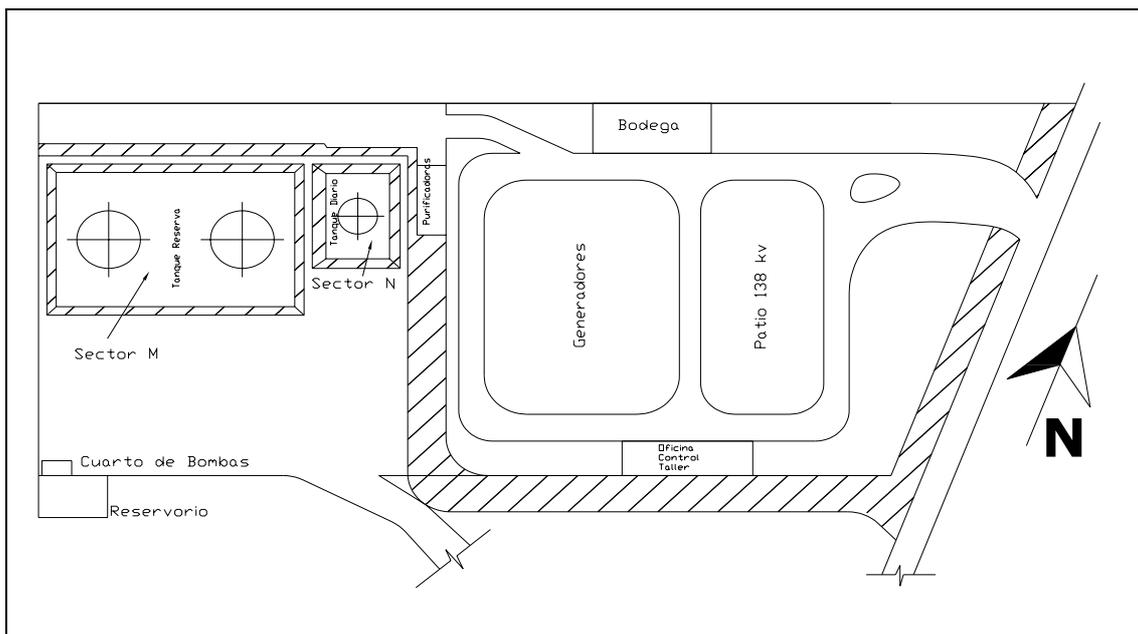


Figura 3.2: Central Santa Rosa, sectores M y N.

Sector M (tanques de almacenamiento)

En este sector se encuentran dos tanques de almacenamiento tipo techo cónico con un diámetro de 15 metros.

$\phi 1 := 15$ m Diámetro tanque de almacenamiento 1

$\phi 2 := \phi 1$

$A1 := \frac{\pi \cdot \phi 1^2}{4}$ m² Área circular del tanque de almacenamiento 1

$A1 = 176.715$ m²

$A2 := A1$ Área circular del tanque de almacenamiento 2

$A2 = 176.715$ m²

Área expuesta para la zona M será 353.4 m²

De acuerdo a la normativa se tiene la siguiente densidad de descarga:

10.2 [lpm/m²] lpm: litros por minuto (NFPA15 7.4.2.1)

Caudal mínimo necesario para el sector M:

$$10.2 \text{ [lpm/m}^2\text{]} \times 353.4 \text{ m}^2 = 3605 \text{ lpm}$$

Presión de trabajo: la presión mínima requerida es de 100 psi (NFPA14 5-7),
sin exceder 350 psi (NFPA15 5-2)

Diámetro de tubería: diámetro requerido 6 pulgadas. (NFPA15 tabla10.2.1)

Pérdidas por fricción en tubería, de acuerdo a la fórmula de Hazen and Williams:

$$p := 6.05 \left(\frac{Q^{1.85}}{C^{1.85} \cdot d^{4.87}} \right) \cdot 10^7$$

p = Resistencia a la fricción en kilo pascales por metro de tubería

Q = Caudal en litros por minuto

C = Coeficiente de Hazen-Williams

d = Diámetro interior de tubería en milímetros

El coeficiente C (Hazen-Williams) para este tipo de tubería del sistema será 120. (NFPA11 2-7.1.1.1)

Los diámetros interiores para la tubería seleccionada son:

Diámetro Nominal in.	Diámetro interior		Espesor de pared	
	in.	mm.	in.	mm.
2	2.067	52.5	0.154	3.9
4	4.026	102.3	0.237	6.0
6	6.065	154.1	0.280	7.1

Tabla 3.1: Diámetro interior de tubería cédula 40 (NFPA13 tabla A-3-3.2)

Sección	Caudal [lpm]	Ø [in]	Acc.	LE [m]	PF [kpa/m]	PN [kpa]	H [m]	Notas
1-2	q= 220	6	2T 1C	L= 32.96	0.015	Ps= 689.00		
	Q= 440			A= 22.55		Pe=		
				T= 55.51		Pp= 0.82		
2-3	q= 220	6	2T	L= 21.00	0.031	Ps= 689.82		
	Q= 660			A= 18.28		Pe=		
				T= 39.28		Pp= 1.23		
3-4	q=	4	3C 1T	L= 20.38	0.231	Ps= 691.05	8.33	13-A-7-2.2.3
	Q= 660			A= 16.54		Pe= 81.63		
				T= 36.92		Pp= 8.53		
Anillo A	q= 880	4	4T 4C	L= 48.03	1.107	Ps= 781.21		
	Q= 1540			A= 38.32		Pe=		
				T= 86.35		Pp= 95.59		
3-5	q= 220	6	1T 1C	L= 21.00	0.193	Ps= 876.80		
	Q= 1760			A= 13.41		Pe=		
				T= 34.41		Pp= 6.64		
5-6	q= 440	6	2T 1C	L= 61.30	0.290	Ps= 883.44		
	Q= 2200			A= 22.55		Pe=		
				T= 83.85		Pp= 24.31		
6-7	q= 220	6	2T	L= 21.00	0.350	Ps= 907.75		
	Q= 2420			A= 18.28		Pe=		
				T= 39.28		Pp= 13.75		
7-8	q=	4	1T 3C	L= 20.38	2.554	Ps= 921.50	8.33	13-A-7-2.2.3
	Q= 2420			A= 16.54		Pe= 81.63		
				T= 36.92		Pp= 94.29		
Anillo A'	q= 880	4	4T 4C	L= 48.03	4.533	Ps= 1097.42		
	Q= 3300			A= 38.32		Pe=		
				T= 86.35		Pp= 391.42		
7-9	q= 220	6	1T 1Chk 1V.C.	L= 61.00	0.695	Ps= 1488.84		
	Q= 3520			A= 19.81		Pe=		
				T= 80.81		Pp= 56.16		
	3520					1545.00		

Tabla 3.2: Cálculo de pérdidas para tubería sector M (NFPA15 B.1)

q= Caudal parcial.

Pp= Presión por pérdidas.

Φ = Diámetro de tubería.

Q= Caudal total .

Acc= Accesorios.

L= Long. De tubería.

Le= Longitud equivalente de tubería.

A= Long. equiv. de accesorio.

PF= Pérdidas por fricción.

T= Long total L+A.

PN= Presión Necesaria.

Ps= Presión de la sección.

H= Elevación.

Pe= Presión de elevación.

Accesorios y válvulas		Longitud equivalente por pie de tubería			
		2 plg	3 plg	4 plg	6 plg
Codo 45°		2	3	4	7
Codo estándar 90°		5	7	10	14
Tee o cruz (cruce 90°)		10	15	20	30
Válvula de mariposa		6	10	12	10
Válvula de compuerta		1	1	2	3
Válvula check		11	16	22	32

Tabla 3.3: Longitud equivalente para accesorios cédula 40 (NFPA13 8-4.3.1)

Sector N (tanque de uso diario)

$$\phi 3 := 9.3 \text{ m}$$

Diámetro tanque de uso diario

$$A3 := \frac{\pi \cdot \phi 3^2}{4} \text{ m}^2$$

Área circular del tanque de uso diario

$$A3 = 67.929 \text{ m}^2$$

Área expuesta para el sector N será 68 m²

De acuerdo a la normativa se tiene la siguiente densidad de descarga:

$$10.2 \text{ [lpm/m}^2\text{]} \quad \text{lpm: litros por minuto} \quad (\text{NFPA15 7.4.2.1})$$

Caudal mínimo necesario para el sector N:

$$10.2 \text{ [lpm/m}^2\text{]} \times 68.0 \text{ m}^2 = 694 \text{ lpm}$$

Sección	Caudal [lpm]	Ø [in]	Acc.	LE [m]	PF [kpa/m]	PN [kpa]	H [m]	Notas
10-11	q= 220	4	2T	L= 29.30	0.015	Ps= 689.00		
	Q= 440		1C	A= 15.68		Pe=		
			T= 44.98	Pp= 0.67				
11-12	q=	4	1C	L= 22.00	0.015	Ps= 689.67		
	Q= 440			A= 3.48		Pe=		
			T= 25.48	Pp= 0.38				
12-13	q= 220	4	2T	L= 14.50	0.031	Ps= 690.05		
	Q= 660			A= 12.20		Pe=		
			T= 26.70	Pp= 0.83				
13-14	q=	4	3C	L= 18.23	0.231	Ps= 690.88		
	Q= 660		1T	A= 16.54		Pe=		
			T= 34.77	Pp= 8.03				
Medio Anillo	q= 440	4	2T	L= 15.24	0.594	Ps= 698.91	5.37	13-A-7-2.2.3
	Q= 1100			A= 12.20		Pe= 52.63		
			T= 27.44	Pp= 16.30				
13-15	q= 220	4	1T	L= 28.00	0.113	Ps= 767.84		
	Q= 1320		1C	A= 9.58		Pe=		
			T= 37.58	Pp= 4.25				
15-16	q=	4	1C	L= 61.80	0.113	Ps= 772.09		
	Q= 1320			A= 3.48		Pe=		
			T= 65.28	Pp= 7.38				
16-17	q=	4	1 CHK	L= 39.50	0.113	Ps= 779.47		
	Q= 1320		1 VC	A= 1.17		Pe=		
			T= 40.67	Pp= 4.60				
	1320					784.07		

Tabla 3.4: Cálculo de pérdidas para tubería sector N (NFPA15 B.1)

3.1.3 SELECCIÓN DE TUBERÍA

De acuerdo a los cálculos realizados basados en el diámetro requerido, se necesita tubería de diámetro 6 pulgadas, para la línea principal del sector M (tanques de almacenamiento de diesel) y tubería de 4 pulgadas para la línea principal del sector N (tanque de uso diario) y las ramificaciones del sistema en general, usando material ASTM A-135, cédula 40, o su equivalente disponible en el mercado nacional.

DIÁMETRO DE TUBERÍA		FLUJO	
mm	in	L/min	gpm
100	4	1,476	390
150	6	3,331	880
200	8	5,905	1,560
250	10	9,235	2,440
300	12	13,323	3,520

Tabla 3.5: Flujo requerido para tubería. (NFPA15 Tabla 10.2.1)

3.1.4 DIMENSIONAMIENTO DEL RESERVORIO

De acuerdo al código NFPA 22, el reservorio deberá ser localizado en un sector donde provea facilidad para el ingreso, mantenimiento y control de su líquido reservado, y a la vez, alejado del fuego que se produzca en un siniestro, su estructura no debe ser fabricada de un material combustible ni corrosivo.

De los cálculos hechos en el capítulo 3.1.2, sobre los caudales mínimos que necesita las distintas zonas a proteger, se obtuvo los siguientes resultados:

Sector M (tanques de almacenamiento): 3605 litros por minuto

Sector N (tanque de uso diario): 694 litros por minuto

Se debe tomar en cuenta que estos son los caudales mínimos necesarios, pero basado en la tabla 3.3, se obtuvo el siguiente caudal para el sector N, que garantizará el flujo para cada salida.

Sector N (tanque de uso diario): 1320 litros por minuto

La suma de las demandas para estos dos sectores resulta:

$3605 + 1320 = 4925$ litros por minuto que necesita todo el sistema.

Según la normativa, se necesita un tiempo de descarga mínimo de 50 minutos:

4925 [lpm] x 50 minutos.= 246250 litros equivale a 246 m³

Tipo de Hidrocarburo	Descarga mínima	Tiempo de descarga
	lpm/m ²	minutos
Punto de inflamación entre (37.8 a 93.3) °C	6.5	50
Punto de Inflamación menores a 37.8 °C	6.5	65
Petróleo crudo	6.5	65

Tabla 3.6: Aplicación de agente extintor para contenedores de hidrocarburos.

(NFPA11 tabla 3-2.2.3)

Por lo tanto, se necesita un reservorio con una capacidad mínima de 246 m³ de agua, el cuál, se situará en el lugar designado de acuerdo a los planos LFTA-01 o LFTD-01, sin importar la forma y geometría que se seleccione.

Para el almacenamiento de la espuma del tipo AFFF descrita en el capítulo 3.1, se necesita dos tanques atmosféricos para cada sector, de acuerdo a los siguientes parámetros:

	Sector M	Sector N
Demanda de agua	3605 lpm.	1320 lpm.
Dosificación de concentrado espumógeno.	1 %	1%
Demanda de concentrado espumógeno.	36.05 lpm.	13.20 lpm.
Tiempo de aplicación (NFPA11 6-3.5.1*)	30 minutos	30 minutos
Volumen de contenedor para concentrado espumógeno.	286 gal. 1.1 m ³	105 gal. 0.4 m ³

Tabla 3.7: Demanda de concentrado espumógeno.

El concentrado espumógeno seleccionado será:

Thunder Storm ATC AR/AFFF 1%, 3%, F-601 (Williamsfire)

3.1.5 SELECCIÓN DE BOMBAS

Según código NFPA 20, se debe utilizar una bomba del tipo carcasa partida, succión positiva, puesto que para el lugar donde se encuentra el reservorio, ayudará un sobre nivel de 2 a 4 metros previsto en su construcción, dicha bomba funcionará con motor eléctrico, motor diesel, turbina a gas, o una combinación de estos. (NFPA20 2-2)

Toda bomba debe contar con una válvula de alivio de sobre presión y los accesorios provistos por la casa fabricante⁴.

Cuando el caudal y la longitud de sus líneas de flujo son de dimensiones grandes, se necesita la aplicación de una bomba secundaria de menor capacidad denominada JOCKEY, a fin que absorba las posibles vibraciones provocadas por dilataciones, goteos, y para mantener una presión constante en la línea de flujo. (NFPA20 2-19)

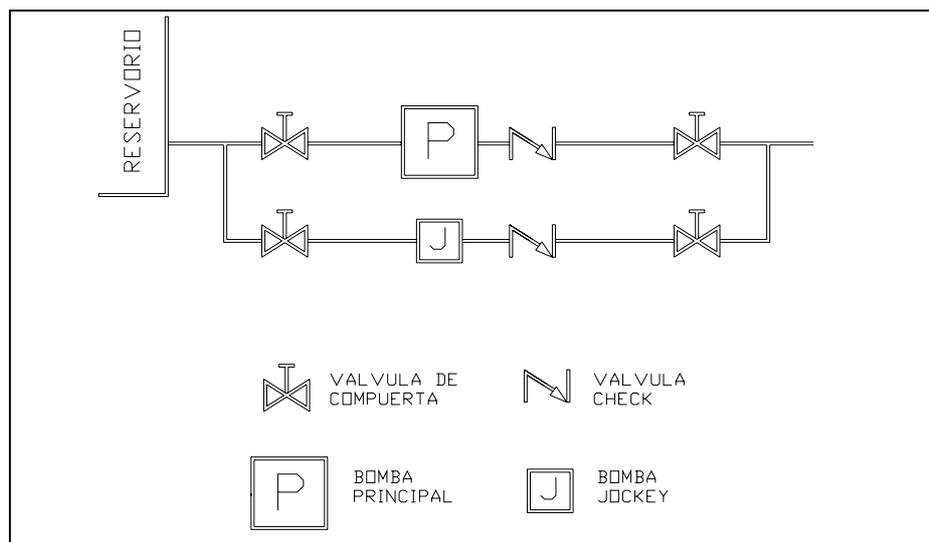


Figura 3.3: Instalación de bomba Jockey (NFPA20 Figure A-2-19.3)

⁴ Anexos G: Características e instalación de sistema de bombeo

Sector M (tanques de almacenamiento)

Caudal necesario 3605 lpm, capacidad disponible 3785 lpm (1000 gpm).

(NFPA20 tabla 2-3)

Presión de trabajo mínima, 1545 [kpa] (224 [psi])

(Tabla 3.2)

	BOMBA PRINCIPAL 1	BOMBA JOCKEY 1
Marca	PATTERSON	GRUNDFOS
Tipo	6x5 DMD-H	CR3-25
Motor	JW6H-UF40 Diesel 1800 rpm.	Eléctrico 60hz, 230-460V, 3Fases
Presión	225 psi.	260 psi.
Potencia	290 hp.	5 hp.
Caudal	1000 gpm	15 gpm.

Tabla 3.8: Características de bombas para Tanques de almacenamiento.

	ACCIONAMIENTO	PARADA	ARRANQUE
BOMBA		[psi]	[psi]
JOCKEY		260	250
PRINCIPAL		230	225

Tabla 3.9: Presión de accionamiento de bombas.

Sector N (tanque de uso diario)

Caudal necesario 1320 lpm, capacidad disponible 1514 lpm (400 gpm).

(NFPA20 tabla 2-3)

Presión de trabajo mínima, 786 [kpa] (114 [psi])

(Tabla 3.3)

	BOMBA PRINCIPAL 1	BOMBA JOCKEY 1
Marca	PATTERSON	GRUNDFOS
Tipo	6x5x17 SSC	CR1-11
Motor	JU4H-UF58 Diesel 1800 rpm.	Eléctrico 60hz, 230-460V, 3Fases,
Presión	115 psi.	133 psi.
Potencia	110 hp.	1.5 hp.
Caudal	500 gpm	5 gpm.

Tabla 3.10: Características de bombas para Tanque diario.

BOMBA \ ACCIONAMIENTO	PARADA [psi]	ARRANQUE [psi]
JOCKEY	135	130
PRINCIPAL	120	115

Tabla 3.11: Presión de accionamiento de bombas.

3.1.6 SELECCIÓN DE SISTEMAS DE ENFRIAMIENTO

Para el sistema de enfriamiento de los tanques de almacenamiento y uso diario, según norma, para tanques de techo cónico con diámetros hasta 24 metros, se necesita 1 salida por cada 12.2 metros de circunferencia.

(NFPA11 tabla B-1)

El perímetro de los tanques de almacenamiento es de 47.12 metros, y para el tanque de uso diario el perímetro es de 29.21 metros.

Por lo tanto: Para los tanques de almacenamiento se necesita 4 salidas ubicadas alrededor del tanque en la parte superior.

Para el tanque de uso diario, se necesita 2 salidas, ubicadas alrededor del tanque en la parte superior.

Como se puede observar en las imágenes 3.1 y 3.2, las salidas para enfriamiento colocadas alrededor de la parte superior de los tanques son líneas de tubería de 4" con codos de 90° y un deflector que hará la función de direccionar la salida de líquido para el enfriamiento de las paredes del tanque.

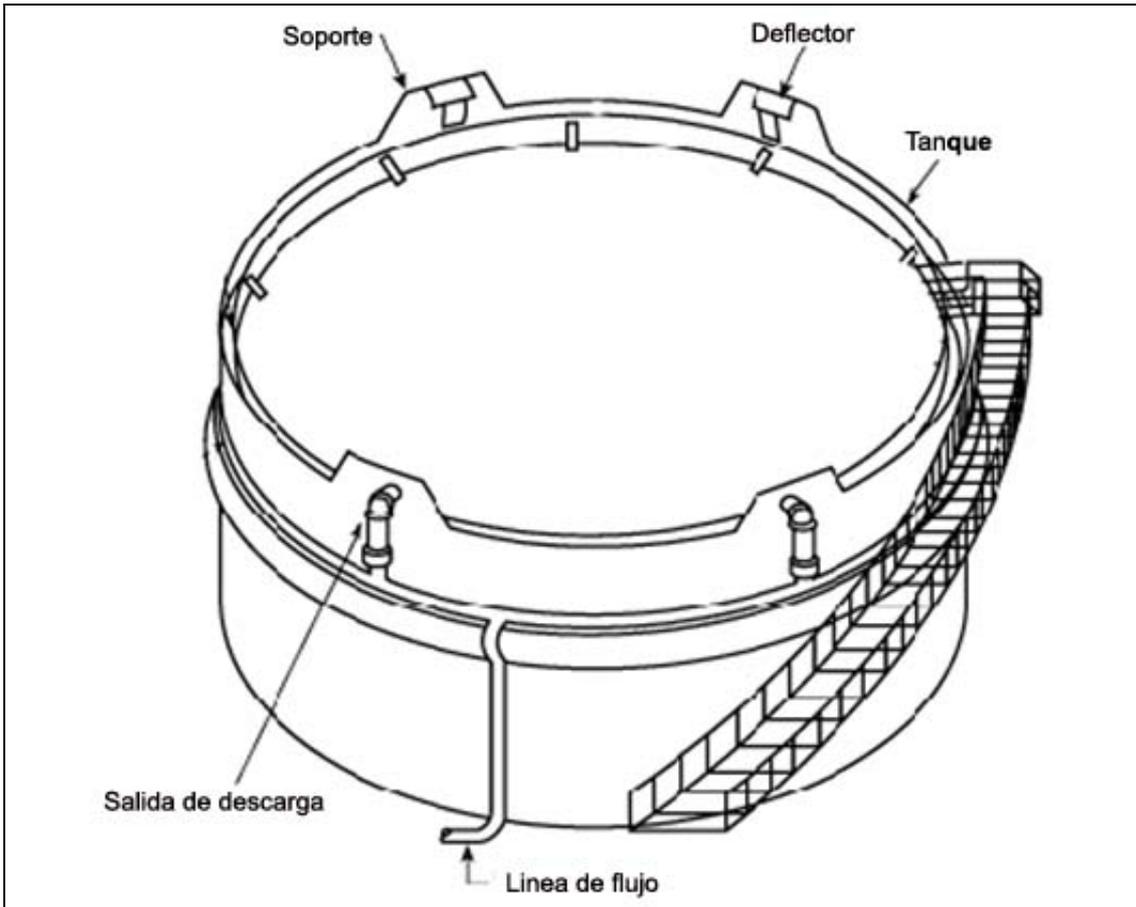


Figura 3.4: Disposición de salidas de flujo para enfriamiento.

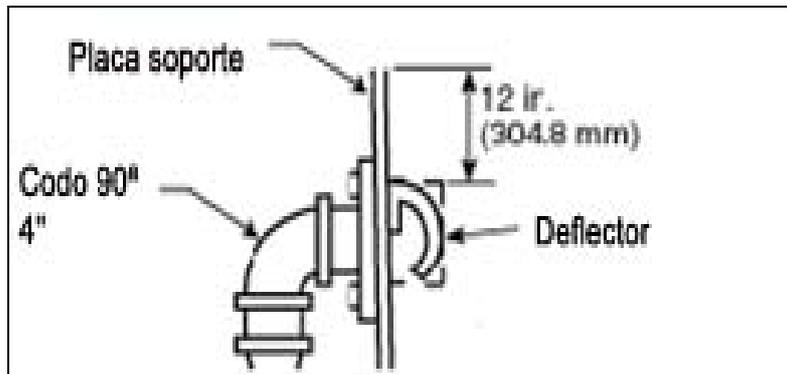


Figura 3.5: Forma del deflector para cada salida de flujo.

CAPÍTULO IV

SISTEMA DE CONTROL

4.1 CONSIDERACIONES INICIALES

Este sistema es el cerebro propiamente dicho del presente proyecto, puesto que, mediante su accionamiento, pondrá en marcha todos los dispositivos que conforman todo el sistema para la protección de vidas humanas, instalaciones y medio ambiente.

En la norma utilizada, existe el código NFPA 70, que corresponde a sistema eléctrico (National Electrical Code 2002), y el código NFPA 72 que se refiere a las alarmas contra fuego (National Fire Alarm Code 1999) las cuales serán aplicadas en este capítulo.

Se utilizará sensores y controladores adecuados que actúen con un tiempo de respuesta rápido y cuyo funcionamiento sea confiable.

En estos sistemas se puede utilizar intervención humana por inspección sensitiva (vista, oído, olfato) si nos referimos a un sistema manual. En el caso de un sistema automático el accionamiento está dado por un sistema eléctrico donde constan sensores (ópticos, de temperatura, de humo, etc), controladores y cableado. Por último se puede aplicar un sistema mixto, siendo principalmente utilizado para instalaciones cerradas, donde el personal puede ser seriamente afectado si los sensores fallan.

4.1.1 SELECCIÓN DE SENSORES

Según el agente exterior, que accionará el sensor, se clasifica en:

Tipo de sensor	Accionado por
Gases de combustión iónico	Humos visibles o invisibles
Optico de humos	Humos visibles
Temperatura fija y termovelocimétrico	Variación de temperatura
Térmico lineal	Variación de temperatura
Radiación ultravioleta e infrarroja	Llama

Tabla 4.1: Tipo de sensores para fuego

- **Sensor de gases de combustión o iónicos**

Detectan gases de combustión (humos) visibles o invisibles, poseen dos cámaras ionizadas por un elemento radioactivo, de estas dos cámaras, una es para medir y otra para retención del gas.

Estos detectores pueden ser afectados por fuentes cercanas de gases de escape de motores de combustión, calderas, cocinas, etc, aparte de vientos superiores a 0.5 m/s, que dispersaran los gases, reducirá la efectividad del mismo.

- **Sensor óptico de humo**

Detectan humos visibles, mediante la interrupción de un haz de luz proyectado hacia este sensor. O por el oscurecimiento de la intensidad de luz en la cámara de medida de este.

- **Sensor de temperatura**

Detectan el incremento acelerado de temperatura.

Existen los de temperatura fija y termovelocímetros, los primeros actúan cuando un elemento interno bimetálico alcanza una determinada temperatura y se deforman o se funden, los segundos miden la velocidad de

aumento de temperatura mediante elementos metálicos internos que se dilatan (generalmente 10°C/min).

Estos sensores pueden ser afectados por incremento de temperatura ocasionada por calefacción, motores de combustión, exposición solar, etc.

- **Sensor térmico lineal**

Es un cable metálico recubierto, que actúa por la variación de temperatura, el cual puede ser instalado en cualquier lugar, por la gran gama de rangos de temperatura que existen, teniendo mayores ventajas a los sensores clásicos de temperatura.

- **Sensor ultravioleta e infrarroja**

Detectan las radiaciones infrarrojas o ultravioletas que generan las llamas, pueden ser afectados por radiación solar, incandescencias, etc.

Sensor	Para exteriores	Facilidad de instalación	Menor costo	Total
GASES	1	6	3	10
OPTICO	3	3	1	7
TERMICO	6	6	3	15
T. LINEAL	9	9	6	24
UV – IR	6	6	3	15

Tabla 4.2: Selección del mejor tipo de sensor.

El sensor adecuado para los tanques de almacenamiento de diesel es:

Sensor Térmico Lineal, porque tiene propiedades adecuadas para su instalación en exteriores principalmente, y cumple con los requerimientos de la norma, cumpliendo especificación UL (Underwriters Laboratories), y FM (Factory Mutual) entidades encargadas en la regulación de estos dispositivos.

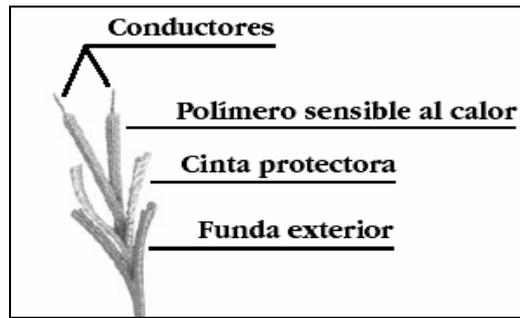


Figura 4.1: Conformación del sensor térmico lineal.

Existen varios tipos de sensor térmico lineal, que se diferencian por su funda protectora externa, con respecto al medio donde van a ser instalados.

- EPC.- Funda exterior de vinilo, resistente a la humedad, usado para una amplia gama de aplicaciones comerciales e industriales, resistente a químicos comunes.
- EPN.- Funda doble de vinilo y nylon negro resistente al ambiente, principalmente para aplicaciones industriales, resistente a la abrasión, ciertos ácidos, sales, aceites.
- EPR.- Funda exterior de elastómero moldeado a presión, con protección ultra violeta, ideal para exteriores, resistente a la abrasión, aceites, humedad, temperatura ambiental. Este tipo de sensor térmico lineal, se puede aplicar en la implementación de este proyecto, por las circunstancial físicas presentes en los tanques de diesel.
- TRI.- Funda exterior de vinilo resistente a la humedad, abrasión y ciertos químicos comunes, con conductores especiales, que permiten generar señales distintas de alarma o de pre-alarma, de acuerdo a la temperatura seleccionada.

Valores nominales de temperatura y números de modelo				
Temperatura de alarma	Regular 155°F (68.3°C)	Intermedia 190°F (87.8°C)	Alta 280°F (137.8°C)	Super Alta 356°F (180°C)
Temperatura de instalación ambiental máxima	Hasta 100°F (37.8°C)	Hasta 150°F (65.6°C)	Hasta 200°F (93.3°C)	Hasta 221°F (105°C) EPR Hasta 250°F (121.1°C)
Multiuso / industrial	PHSC-155-EPC	PHSC-190-EPC	PHSC-280-EPC	PHSC-356-EPC
Abrasión/Resistencia a Químicos Limitada	PHSC-155-EPR	PHSC-190-EPR PHSC-190-EPN	PHSC-280-EPR	PHSC-356-EPR

Tabla 4.3: Valores de temperatura para sensor térmico lineal.
(www.protectowire .com)

Para el sistema en general, se debe contar con dispositivos adicionales:

- Activador manual de alarma

Es un dispositivo que se usa únicamente para activar el sistema contra incendio, debe ser instalado entre 1.1 m y 1.37 m desde el suelo, y debe estar situado cerca (1.5 m) de las puertas de entrada o salida del personal.

(NFPA72 2-8)

- Sensor de control de válvula

Se los utiliza para que envíen dos señales a los controladores, de posición abierto-cerrado de las válvulas de mariposa en las líneas de flujo, sin que estos sensores afecten el normal funcionamiento de la válvula.

(NFPA72 2.9.1)

- Sensor de flujo

Dispositivo electromecánico que interactúa con la central electrónica enviando una señal de paso de fluido. Se instala a la salida de la bomba principal.

4.1.2 DISTRIBUCIÓN DE SENSORES

La norma NFPA en sus códigos 70 y 72, no menciona en forma específica la distribución para el sensor del tipo térmico lineal, por lo tanto se debe aplicar los criterios de ingeniería adecuados o recomendaciones del fabricante.

(NFPA72 2-5.4.1)

Este tipo de sensor, debe ser instalado en corridas continuas, sin ramificaciones que pueden alterar la señal al controlador.

Por lo tanto, se deberá instalar el sensor térmico lineal alrededor del perímetro de los tanques en forma de ondas como muestra la Imagen 4.2. , con distancia entre cresta y valle de 1.2 metros, y con una distancia desde el suelo hasta el valle de 1.5 metros, este criterio se lo aplica de acuerdo a recomendación del fabricante de este sensor, y tomando en cuenta que, si el sector donde se encuentra los tanques se inunda con diesel, aún así, quedará el suficiente sensor térmico lineal para detectar el fuego.

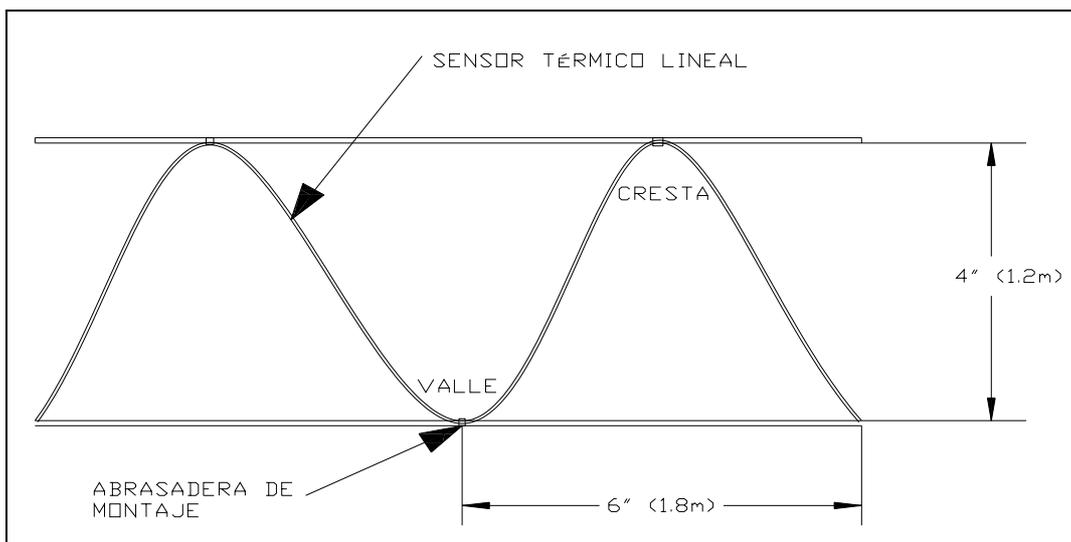


Figura 4.2: Disposición de montaje del Sensor térmico lineal.

(www.protectowire.com)

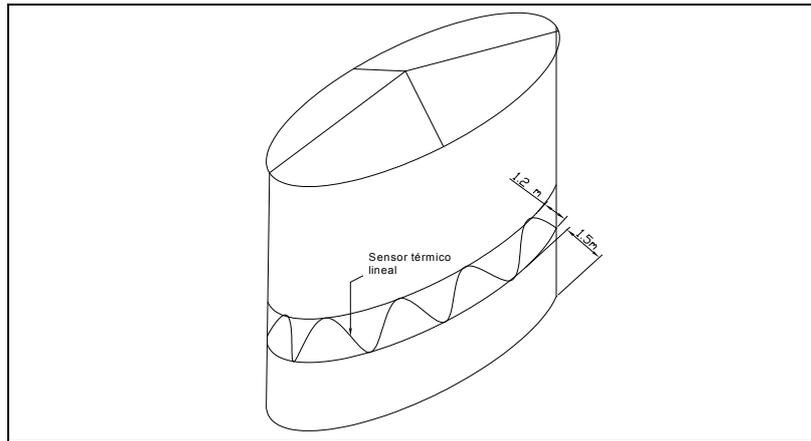


Figura 4.3: Disposición de sensor en tanque de almacenamiento.

4.1.3 SELECCIÓN DE CONTROLADORES

De acuerdo al tipo de sensor seleccionado, se debe optar por una estación central de control, bajo los siguientes parámetros que establece la norma:

(NFPA72 5-2.2.2*)

1. Instalación de transmisores de alarmas de fuego.
2. Monitoreo de señales de alarma, protección, supervisión y fallas del sistema.
3. Retransmisión.
4. Generar y mantener reportes del sistema.
5. Pruebas y mantenimientos del sistema.
6. Disponibilidad para servicio técnico.

Hay que tener en cuenta que los fabricantes de sensores proveen controladores, tableros, centrales electrónicas y software específicos para cada tipo de sensor.

4.1.4 UBICACIÓN DE ALARMAS AUDIBLES Y VISIBLES

Las alarmas audibles deberán ser situadas en lugares accesibles, que permitan una cobertura sonora óptima del lugar a ser protegido, tomando en cuenta las fuentes de ruido, como, motores de combustión, turbinas, maquinaria en general, que puede limitar la onda auditiva de las alarmas.

Por lo tanto, se colocará alarmas audibles externas del tipo sirenas, de acuerdo al plano SESR-01 (Sistema Eléctrico Central Santa Rosa), con alturas de colocación ente 2.03 m hasta 2.43m y con potencias de 105 dB hasta máximo 120 dB incluido el ruido del medio ambiente. (NFPA72 4-3)

Las alarmas visibles, generan señales de aviso o de emergencia, estos dos niveles de alarma se los utiliza para pruebas del sistema y señal de activación del sistema contra incendio.

Los dispositivos visuales, estarán ubicados en las esquinas de los sectores a proteger, con una altura de 3 metros desde el suelo.

Las lámparas utilizadas serán del tipo flash, y no debe exceder de 2 flashes por segundo (2Hz) y no menos de 1 flash por segundo (1Hz). (NFPA72 4-4)

4.1.5 SIMULACIÓN DEL SISTEMA

La simulación del sistema de control, será realizada mediante el programa ZELIO SOFT, que permite visualizar el accionamiento de los sensores hacia los dispositivos eléctricos y mecánicos.

Para garantizar el correcto funcionamiento del sistema, la norma especifica que debe haber por lo menos dos personas que controlen su funcionamiento.

(NFPA72 5-2.5.1)

Toda señal de alarma que se genere por sensores instalados, por estaciones manuales, o cualquier dispositivo, deberá ser tratada como señal de incendio.

(NFPA72 5-2.6.1.1)

Todo el cableado del sistema debe cumplir requerimientos básicos, que están expuestos en la norma NFPA70, entre los cuales se tiene:

- Los terminales serán identificados para facilitar el mantenimiento, y evitar interferencias en los circuitos que reciben señales.
- Los cables deben tener un aislamiento diseñado para 600 V.
- Los conductores deben ser de cobre.
- Para la conducción y soporte de los cables, se debe utilizar tubería de protección.

CAPÍTULO V

INSTALACIÓN, MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA

5.1 PLANIFICACIÓN DE MONTAJE Y PRUEBAS

En la fase final del proyecto, se debe planificar la implementación de este sistema, en una forma coherente de acuerdo a la normativa aplicada, en todos los aspectos que tenga cobertura.

Todos los elementos constitutivos del sistema deberán ser probados, antes de entrar en funcionamiento.

La instalación de todo el sistema, debe ser realizada por personal calificado en cada área.

5.1.1 PLAN DE MONTAJE⁵

El montaje debe ser realizado en una secuencia de prioridad, como se sugiere:

Obra Civil	<ul style="list-style-type: none">• Construcción de reservorio.• Construcción de cuarto de bombas.• Construcción de soporte de tuberías, (plintos).• Construcción de plataformas para monitores de espuma.• Construcción de soportes para torres soporte de alarmas.
Sistema Hidráulico	<ul style="list-style-type: none">• Tendido de tubería principal y accesorios para zonas de diseño.• Tendido de ramificaciones de tubería y accesorios, para sistemas de enfriamiento.

⁵ Anexo A.: Cronograma plan de montaje

	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de placas soportes para sistema de enfriamiento. • Instalación de válvulas. • Instalación de motobombas principales y accesorios. • Instalación de bombas jockey y accesorios. • Instalación de tanques de concentrado espumógeno y accesorios.
Sistema de Control	<ul style="list-style-type: none"> • Instalación de sensores y accesorios. • Instalación de alarmas audibles (sirenas). • Instalación de alarmas visibles (luces). • Instalación de dispositivos manuales de accionamiento y parada. • Tendido de cableado y tubería de protección. • Instalación de controladores. • Instalación de central electrónica.
Vinculados	<ul style="list-style-type: none"> • Señalización e identificaciones de seguridad.

Tabla 5.1: Plan de montaje.

5.1.2 PLAN DE PRUEBAS⁶

Todo componente de este sistema, debe ser sometido a Pruebas Preliminares, que las realizará el contratista o los profesionales encargados de la implementación del proyecto, quienes emitirán un informe de pruebas.

Cuando se haya realizado y admitido el informe de las pruebas preliminares, se debe realizar en todo el sistema Pruebas Finales o de Aceptación que deben ser realizadas en presencia de un representante del cuerpo de bomberos, o un representante de la entidad encargada del control de incendios de la jurisdicción a la que pertenece.

⁶ Anexo B.: Cronograma plan de pruebas

5.1.2.1 PLAN DE PRUEBAS SISTEMA HIDRÁULICO

Todas las líneas de tubería incluido sus accesorios, deben ser probadas a una presión constante de no menos de 200 psi (13.8 bar) por dos horas. La caída de presión se debe registrar mediante un manómetro, y con un procedimiento de inspección visual en las juntas de posibles goteos, aceptando 1.89 litros en una hora por cada 100 uniones. (NFPA14 9-4)

Se recomienda incrementar la presión del agua en intervalos de 50 psi (3.4 bar), hasta alcanzar la presión de prueba de 200 psi, observando en cada incremento posibles goteos en cada junta de la línea de tubería.

(NFPA24 A-9-2.3.1)

Durante la prueba hidrostática, no se debe usar ningún tipo de aditivo o químico corrosivo como silicato de sodio o sales que detengan el goteo.

(NFPA24 9-2.3.5)

Según NFPA 20, para las bombas instaladas, se debe inspeccionar visualmente las instalaciones eléctricas, uniones y accesorios, para proceder a las pruebas de arranque, presión, caudal, dispositivos de sobre presión, vibración, temperatura, caviteo.

5.1.2.2 PLAN DE PRUEBAS SISTEMA DE CONTROL

Las pruebas para el sistema eléctrico y control, deberán ser realizadas siempre y cuando toda la implementación del proyecto haya sido finalizada, en consecuencia, el contratista debe notificar la fecha exacta de conclusión de trabajos para proceder con dichas pruebas.

En los códigos 70, 72 y 73 de la norma NFPA, se menciona las evaluaciones que se pueden realizar a los elementos constitutivos, como sigue:

Todas las evaluaciones deberán ser realizadas en operación normal y en operación de disparo (por causa de incendio).

- Evaluación de funciones del panel de control.
- Evaluación de circuitos.
- Evaluación de sensores.
- Evaluación de alarmas audibles y visibles.
- Evaluación de aparatos de activación manual.
- Evaluación de sistema secundario de abastecimiento de energía.
- Inspección visual de cableado eléctrico y conexiones.

5.1.2.3 PRUEBAS DE ACEPTACIÓN

Al haber concluido las pruebas preliminares de los sistemas hidráulico y eléctrico, se procede a realizar las pruebas de todo el conjunto.

Se debe notificar la fecha y la hora exacta a las autoridades quienes avalaran las pruebas de aceptación. (NFPA20 11-2.2*)

Para las pruebas de las bombas, la norma dice que debe estar el dueño, constructor, o representante de la casa comercializadora de los motores, controlador e interruptor de transferencia. (NFPA20 11-2)

Todo el cableado eléctrico de los motores de las bombas, bombas jockey, tableros de transferencia, controladores, energía de emergencia debe estar chequeado y aprobado por el contratista eléctrico. (NFPA20 11-2.1)

Para las motobombas se debe contar con personal calificado y familiarizado con la operación y los manuales propios de dichos artefactos.

(NFPA20 A-11-2.6)

Los motores de las bombas durante operación no debe presentar signos de sobrecarga o fatiga.

(NFPA20 11-2.6.3.4)

Para todo el sistema eléctrico, debe el contratista presentar un certificado de la finalización de trabajos de instalación, para proceder a las pruebas de todas las funciones del panel de control, circuitos en modo normal y de alarma, alarmas visibles y audibles, dispositivos de activación y parada manual, baterías de emergencia, fallas por corto circuito, pérdida de voltaje, falta de tierra.

5.2 LISTA DE MATERIALES⁷

ITEM	DESCRIPCIÓN	CARACTERISTICAS
01	Motobomba sector M y accesorios	1000gpm 225psi 290hp 1800rpm
02	Diesel Fuel System sector M	Tanque, accesorios, controladores.
03	Bomba Jockey sector M	15gpm 260psi 5hp 60hz 3fases 230-460V
04	Motobomba sector N y accesorios	500gpm 115psi 110hp 1800rpm
05	Diesel Fuel System sector N	Tanque, accesorios, controladores.
06	Bomba Jockey sector N	5gpm 133psi 1.5hp 60hz 3fases 230-460V
07	Válvula de OS&Y Ø 8"	UL, FM
08	Válvula de OS&Y Ø 6"	UL, FM
09	Válvula de OS&Y Ø 4"	UL, FM
10	Válvula check Ø 6"	UL, FM
11	Válvula check Ø 4"	UL, FM
12	Válvula check Ø 2"	UL, FM
13	Tubo Ø 6"	SCH 40 ASTM A-135
14	Tubo Ø 4"	SCH 40 ASTM A-135

⁷ Sección Anexos : Presupuesto y desglose de materiales

15	Tee Ø 6"	SCH 40 ASTM A-135
16	Tee Ø 4"	SCH 40 ASTM A-135
17	Reducción 6"-4"	SCH 40 ASTM A-135
18	Reducción 4"-1.5"	SCH 40 ASTM A-135
19	Codo estándar 90° Ø 4"	SCH 40 ASTM A-135
20	Codo estándar 90° Ø 6"	SCH 40 ASTM A-135
21	Dosificador 6"	SCH 40 ASTM A-135
22	Dosificador 4"	SCH 40 ASTM A-135
23	Brida SlipOn Ø 4"	ANSI 150
24	Brida SlipOn Ø 6"	ANSI 300
25	Blind Ø 4"	ANSI 150
26	Blind Ø 6"	ANSI 300
27	Pernos USC 3 3/4 x 5/8	G8
28	Pernos USC 5 x 3/4	G8
29	Bladder Tank 100 gal	Pared simple, accesorios
30	Bladder Tank 300 gal	Pared simple, accesorios.
31	Monitores de espuma	LW150 Small body williams
32	Concentrado Espumógeno	Thunderstorm ATC AR/AFFF 1%
33	Sensor de válvula	UL, FM
34	Tubo EMT Ø 2"	Cableado
35	Unión EMT Ø 2"	Cableado
36	Central electrónica	Plc PICO
37	Detector Térmico Lineal	PHSC-155-EPR protectowire
38	Clips de montaje	Protectowire
39	Sirena	UL, FM
40	Luz Flash	UL, FM
41	Activador manual	UL
42	Stop de emergencia	UL
43	Stop sirenas	UL
44	Cable 2X16 AWG	600V
45	Torres soporte	3m altura.
46	Tool ½	122 x 244
47	Soportería 6"	

48	Soportería 4"	
49	Materiales de construcción	Bloques, cemento, arena, hierro, aditivos.

Tabla 5.2: Lista de materiales.

5.3 PRESUPUESTO⁸

El presupuesto total para la instalación y puesta en marcha del presente proyecto es de USD. 245811,00.

Este presupuesto se realizó con precios de mercado a Junio 2006.

⁸ Sección Anexos: Presupuesto y desglose de materiales

CAPÍTULO VI

EVALUACIÓN ECONÓMICA FINANCIERA

6.1 EVALUACIÓN ECONÓMICA

Esta evaluación es una manera de medir y comparar los diversos beneficios de los efectos de implementación de este sistema de seguridad, y puede constituir un instrumento para ayudar a utilizarlos eficientemente.

Mediante este método se trata de asignar valores cuantitativos a los bienes y servicios obtenidos a partir de su implementación, independientemente de que se disponga de valores de mercado.

Generalmente, el valor de cualquier bien o servicio se mide en función de lo que los usuarios del recurso o la sociedad en general están dispuestos a pagar por ellos, menos lo que cuesta implementarlos. Cuando se trata de un sistema contra incendio, este servicio se obtiene sin costo alguno para quienes trabajan o habitan cerca de las zonas de riesgo a proteger, aunque la inversión inicial de implementación sea elevada, para el contratista, dueño, o quien está a cargo de la entidad susceptible de riesgos de fuego.

La afectación de recursos humanos, animales y ambientales es un problema económico porque desaparecen valores importantes, a veces, quizás, en forma irreversible, cuando estos recursos se degradan o se pierden a consecuencia, en este caso, de quemaduras, inhalaciones por humo, contaminación del medio ambiente en general y sus alrededores. Para ello es preciso considerar con

sumo cuidado los valores ganados y perdidos que se le otorgue al sistema contra incendio. Que se lo cuantifica en la tabla siguiente:

RIESGO DE AFECTACIÓN			
DIRECTO	Valor	INDIRECTO	Valor
Trabajadores	9	Habitantes del sector (humos)	3
Instalaciones	9	Medio ambiente (humos)	6
		Animales (fuego y humos)	3
		Vegetación (fuego y humos)	1

9: Alta 6: Media 3: Baja 1: Sin Afectación

Tabla 6.1: Clasificación del valor económico

Por último, la evaluación económica tiene que ver, en última instancia, con la asignación de recursos para mejorar el bienestar de los seres humanos. En consecuencia, el beneficio de este proyecto se mide en función de su contribución para generar bienestar y seguridad física y mental para la humanidad. Desde este punto de vista, la preservación de recursos humanos, animales y ambientales podría ser una cuestión vinculada con los valores éticos y morales de las autoridades encargadas de hacer cumplir las leyes sobre sistemas de seguridad contra incendio.

6.2 EVALUACIÓN FINANCIERA

Para esta evaluación, se debe recopilar y revisar los gastos y costos producidos en todo el proyecto, teniendo en cuenta que estos valores pueden cambiar, dependiendo de los procesos inflacionarios propios de cada país.

DESCRIPCIÓN	VALOR (USD)
Consumibles (papel, tinta, impresiones, etc)	80,00
Internet	40,00
Herramientas (computadora, impresora, etc)	40,00
Servicios Básicos	50,00
Transporte, alimentación.	200,00
Libros, Documentos, Software, etc	50,00
Subtotal 1	460,00

Tabla 6.2: Gastos administrativos.

CARGO	HORAS	USD/H	VALOR (USD)
Director	20	20.00	400,00
Codirector	20	20.00	400,00
Ejecutor	180	5.00	900,00
Subtotal 2			1700,00

Tabla 6.3: Gastos de dirección y diseño.

ZONA	MATERIALES Y EQUIPOS (USD)	MANO DE OBRA (USD)
Sector M ⁹	29949,42	12260,00
Sector N ¹⁰	18676,64	6690,00
Cuarto de bombas ¹¹	160476,54	5500,00
Reservorio ¹²	4000,00	1500,00
Centro de control	2598,42	2000,00
Total Parcial	215701,02	27950,00
Subtotal 3		243651,00

Tabla 6.4: Costo de materiales, equipos y mano de obra.

COSTO PARCIAL	USD
Subtotal 1	460,00
Subtotal 2	1700,00
Subtotal 3	243651,00
COSTO TOTAL	245811,00

Tabla 6.5: Costo total del proyecto.

⁹ Anexo C: Presupuesto, desglose de materiales sector tanques de almacenamiento de diesel

¹⁰ Anexo D: Presupuesto, desglose de materiales tanque de diesel de uso diario.

¹¹ Anexo E: Presupuesto, desglose de materiales cuarto de bombas.

¹² Anexo F: Presupuesto, desglose de materiales reservorio y centro de control.

Al ser este un proyecto de seguridad, que no va a generar algún tipo de producto o servicio redituable, no se podría analizar la rentabilidad basado en indicadores económicos como, valor actual neto (VAN) y tasa interna de retorno (TIR), puesto que la implementación de este sistema contra incendio, no puede generar beneficios de producción, para recuperar la inversión.

CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

- De acuerdo con los objetivos planteados, se ha llegado a culminar este proyecto cumpliendo la norma NFPA para sistemas contra incendio.
- De acuerdo al balance económico de la empresa Termopichincha, como activos de infraestructura de planta se tiene (aprox) USD 18.000.000,00, de los cuales la inversión de implementación del sistema contra incendio representa el 1,3%.
- En comparación con el total de activos, la inversión del sistema contra incendio, apenas representa el 0,5% de su total.
- Con la implementación del sistema contra incendio, se puede reducir el deducible de la prima de seguro en 40%
- Al hablar de de réditos económicos, se debe tomar en cuenta que un siniestro de fuego en los tanques de almacenamiento de diesel, disminuirá o detendrá la producción termoeléctrica por períodos de tiempo indeterminado dependiendo de la afectación. Aproximadamente se deja de percibir USD 28.000,00 por día de paralización.

- Este proyecto refleja la necesidad actual de protección física de vidas humanas e instalaciones de la central Santa Rosa.
- Se ha cumplido con las regulaciones para sistemas contra incendios vigentes en el Ecuador, estas regulaciones están incluidas en la norma INEN, las cuales están cubiertas por la norma utilizada NFPA (National Fire Protection Association).
- Todos los dispositivos seleccionados para este sistema contra incendio, cumplen con las normativas propias de los mismos, como son: UL (Underwriter Laboratories), FM (Factory Mutual). Asegurando una confiabilidad en el sistema en conjunto.
- La sectorización de la Central Santa Rosa en zonas de riesgo, permite determinar en forma objetiva los sectores de mayor riesgo en este caso, los sectores de tanques contenedores de diesel.
- Las motobombas seleccionadas, se ha previsto su funcionamiento a una altura de 2800 msnm, asegurando su eficiencia.

7.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda implementar este proyecto para asegurar la integridad de vidas humanas, instalaciones y medio ambiente presente en la Central y sus alrededores.
- Al implementar este proyecto, se recomienda cumplir con los requerimientos mínimos aplicados de acuerdo a la Norma NFPA, para asegurar el óptimo funcionamiento del sistema y un control total sobre cualquier tipo de incendio.
- En el área donde se ubican los tanques de almacenamiento de diesel y tanque diario, al tener la forma de cubeta, se debe pavimentar el suelo y cubrir las paredes (taludes) con cemento, para una posible retención de diesel en caso de rotura de los tanques.
- Para los tanques de almacenamiento de concentrado espumógeno (Bladder Tank), se puede optar por recipientes individuales que se instalan directamente a cada monitor de espuma, que van a trabajar mediante el sistema vénturi. Por consiguiente se puede obtener un beneficio económico en la implementación de este proyecto.
- Al carecer de agua el sector donde se ubica la Central Santa Rosa, se recomienda sobre dimensionar en 50% el tanque reservorio para de esa manera mantener cierta cantidad de agua, lo que facilitará su posterior relleno.

- Se recomienda instruir al personal de la central en caso de un incendio como el uso de los dispositivos de activación manual, y las vías para salida de emergencia.

BIBLIOGRAFÍA

- MECANICA DE FLUIDOS APLICADA

Mott, Robert L.

Cuarta edición (español)

- FIRE PROTECTION ENGINEERING

SAGE Publicaciones

Volumen 15, número 4 (ingles)

- PRESSURE VESSEL HANDBOOK

Buthod, Paul

Doceava Edición (Ingles)

- FIRE PREVENTION CODE (CD)

National Fire Protection Association

2002 Edición (Ingles)

- FIRE & HAZARD CONTROL (CD)

WILLIAMS

2005 Edición (Ingles)

BIBLIOGRAFÍA ELECTRÓNICA

- www.mtas.es (España 2006)

NTP 40: Detección de incendios.

NTP 42: Bocas e hidrantes de incendio. Condiciones de instalación.

NTP 185: Detección automática de incendios. Detectores térmicos.

NTP 379: Productos inflamables.

ITC MIE-APQ 1: Almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles.

Norma Básica de Edificación.

- www.bombasmejorada.com.mx (México 2006)

Equipo de bombeo para sistemas contra incendio.

- www.kidde-fire.com/Home.shtml (USA 2006)

Boquillas para monitores de espuma.

- www.securitron.com.mx/index.htm (México 2006)

Productos - Sistemas de Detección de Incendio.

- www.astre.scor.com/astrehelp/es/Activités/common999/999/00ww.htm
(España 2006)

Líquidos inflamables entre 0°C y 55°C.

Líquidos inflamables por encima de 100°C.

- www.protectowire.com (USA 2006)

Sensor Térmico Lineal.

- www.sscope.com/NETSAFETY/NETSAFETY-DET_FGO.htm
(USA 2006)

Detectores de fuego.

Ultravioleta.

Infrarrojo.

IR-Triple.

- www.chemguard.com/home/catalogue/catalogue.html (USA 2006)

Tanques para espuma.

- www.ansul.com/Products/foam_prod/foam_list.asp (USA 2006)

Concentrado espumógeno.

- www.kidde-fire.com/nf1.shtml (USA 2006)

Aspersores de techo.

Monitores de espuma.

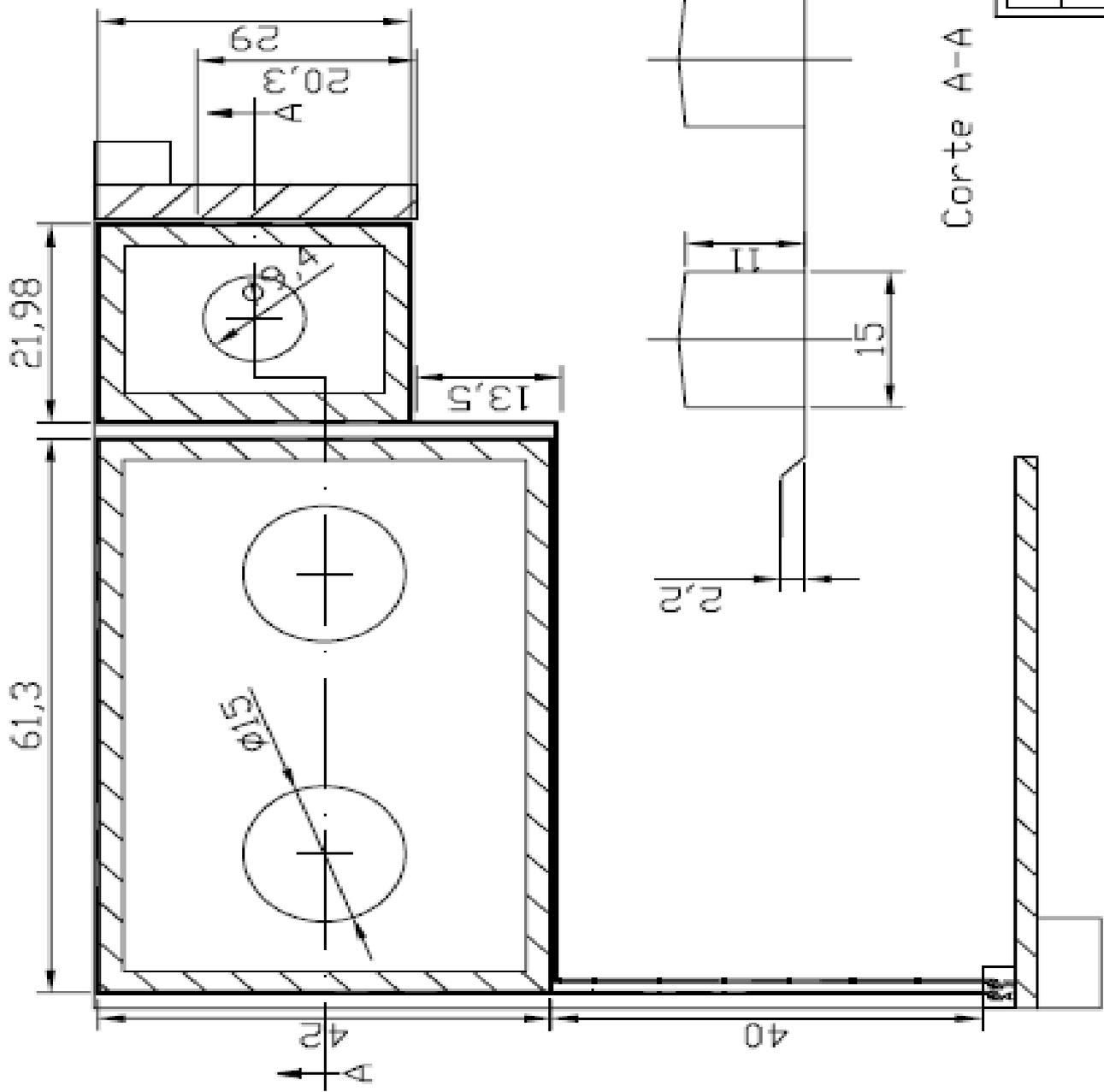
- www.fmglobalcatalog.com/ (USA 2006)

Productos normalizados para sistemas contra incendio Factory Mutual

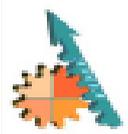
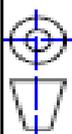
- www.ul-.com/about/es_ulla_manallement_services.aspx (USA 2006)

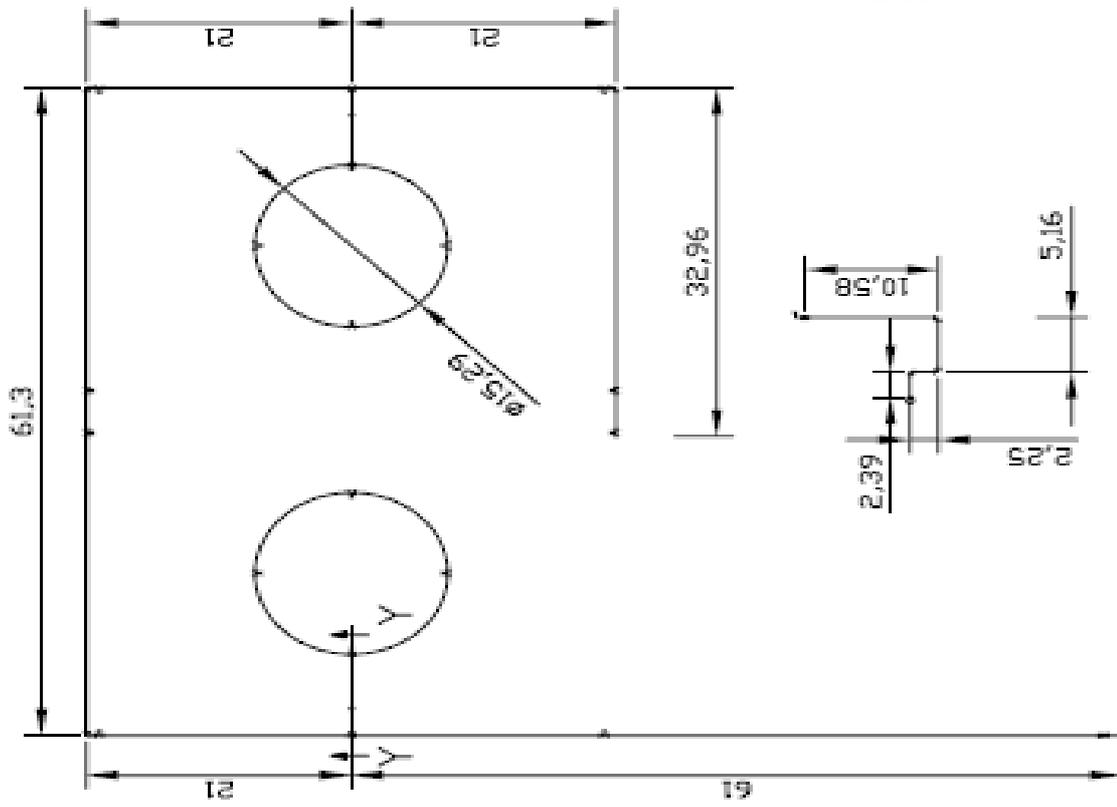
Productos normalizados para sistemas contra incendio Underwriters LAb.

PLANOS

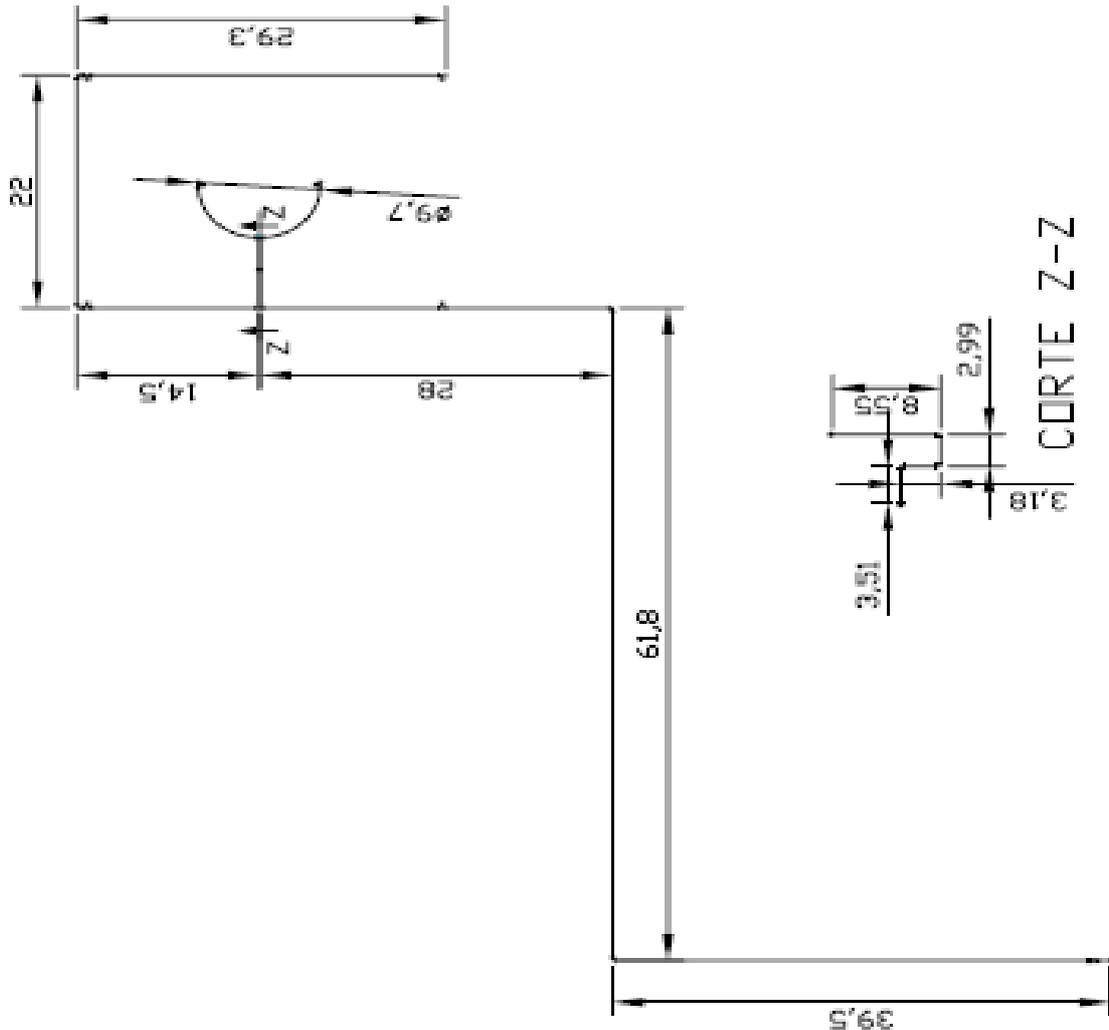


Corte A-A

		ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO	
		SISTEMA HIDRÁULICO CENTRAL SANTA ROSA	
CODIGO: SHSRR-01		APROBADO:	
REVISADO:		DISEÑO: Cristian Albin	
		FECHA: 2005-03-20	
ESCALA: 1:50			



CORTE Y-Y



CORTE Z-Z

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

SISTEMA HIDRÁULICO CENTRAL SANTA ROSA

CODIGO: LPH-01

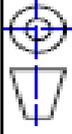
APROBADO:

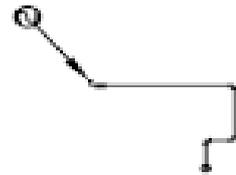
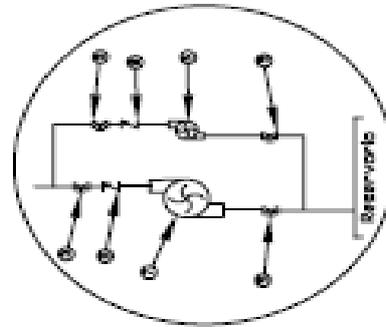
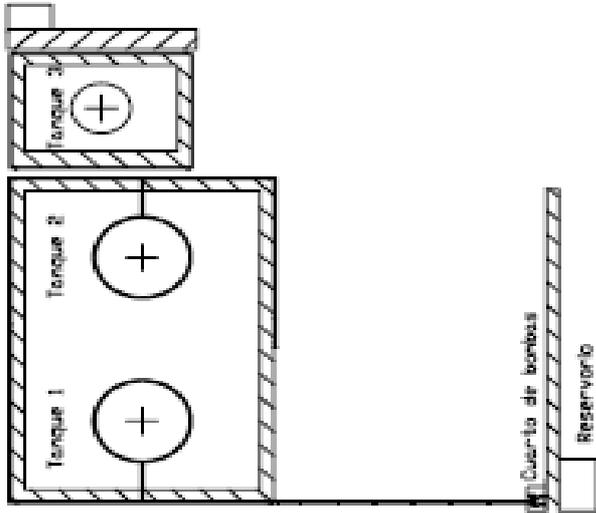
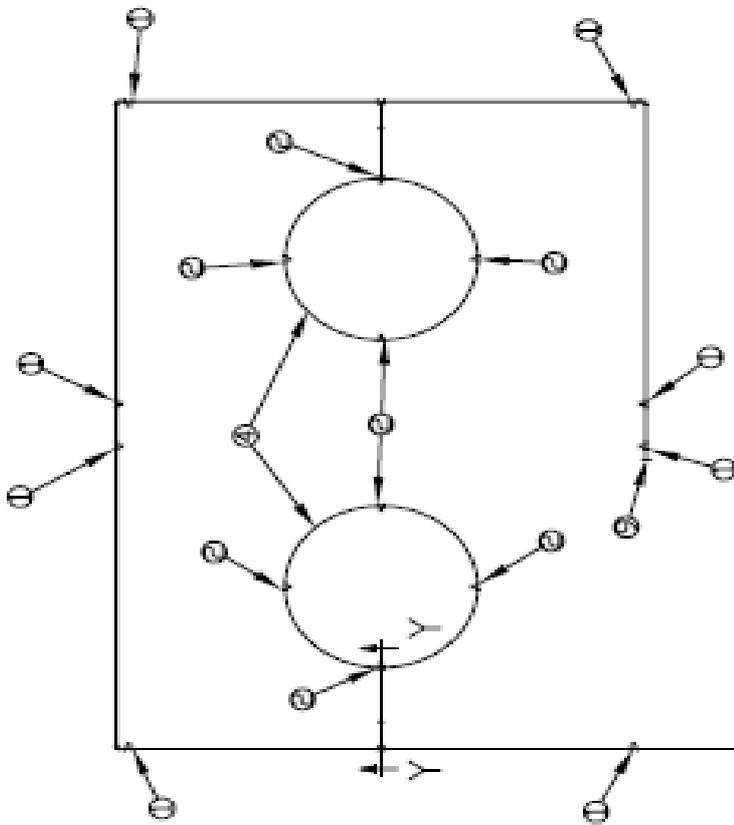
REVISADO:

08090: Cristian Abán

FECHA: 2005-03-20

ESCALA: 1:50





DETALLE A

CORTE Y-Y

DETALLE A

11	BOSQUEJADOR ESPUMA
10	BLADDER TANK 300 gal.
9	BRIDA ANSI 150 #6"
8	VALVULA CHECK #6"
7	BOMBA PRINCIPAL
6	BOMBA JOCKEY
5	VALVULA DE CIERRE #6"
4	TUBERIA #4"
3	TUBERIA #6"
2	SALIDA DE ENFRIAMIENTO
1	CARIN DE ESPUMA
NÚMERO	DESCRIPCIÓN

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

SISTEMA HIDRÁULICO CENTRAL SANTA ROSA

CODIGO: LIFTA-01

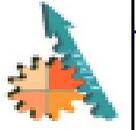
APROBADO:

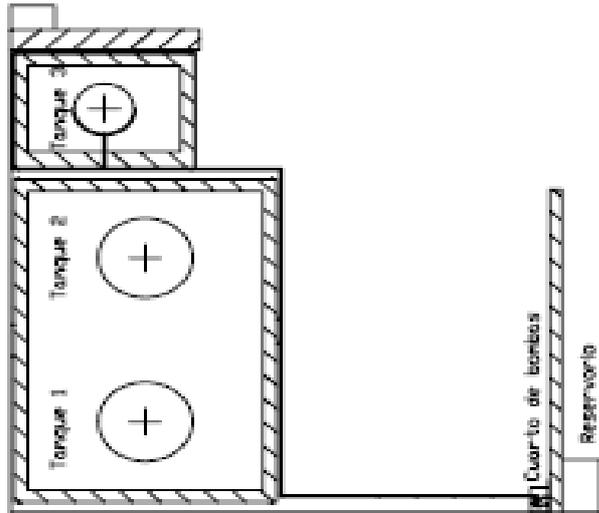
REVISADO:

DISEÑO: Cristian Abán

FECHA: 2005-03-20

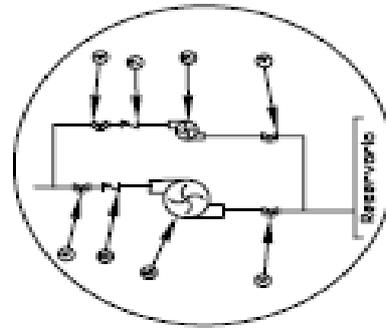
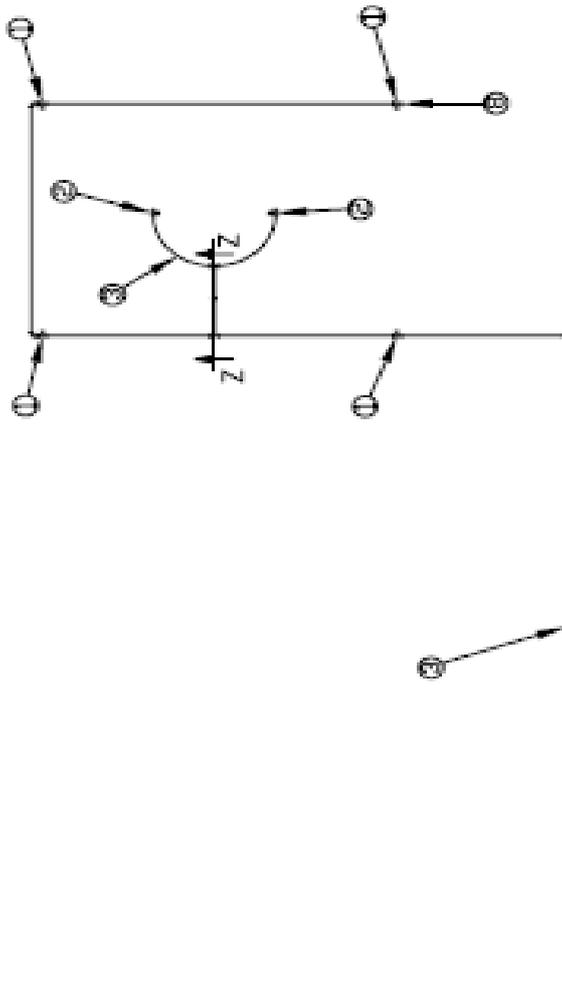
ESCALA: 1:500





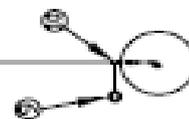
10	INSUFICADOR ESPUMA
9	BLADDER TANK 100 gal
8	BRIDA ANSI 150 #4"
7	VALVULA CHECK #4"
6	BOMBA PRINCIPAL
5	BOMBA JOCKEY
4	VALVULA DE CORTAVENTA #4"
3	TUBERIA #4"
2	SALIDA DE ENFRIAMIENTO
1	CARON DE ESPUMA
NUMERO DESCRIPCION	

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO	
SISTEMA HIDRÁULICO CENTRAL SANTA ROSA	
CODIGO: LIFT-01	
APROBADO:	
REVISADO:	
DISEÑO: Cristian Abán	
FECHA: 2005-03-02	ESCALA: 1:500

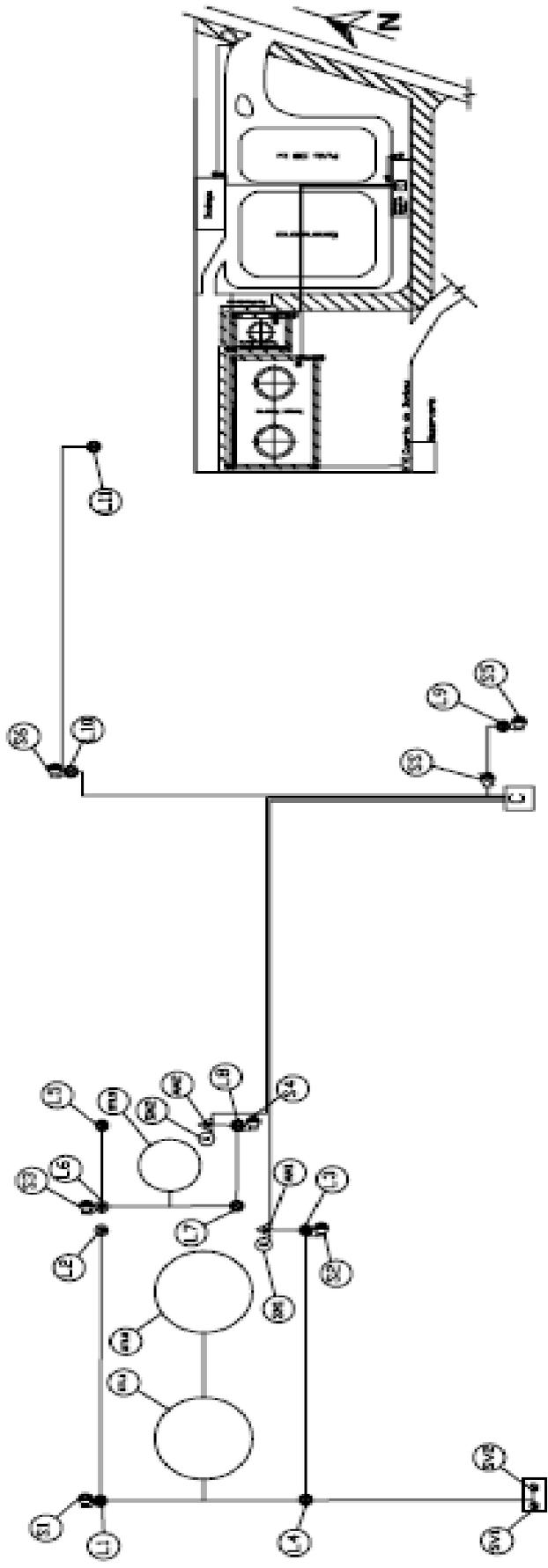


DETALLE B

CORTE Z-Z



DETALLE B

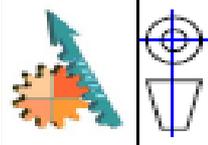


- Luz Flash (L)
- Sirena (S)
- ▲ Activador manual (A)
- Sensor Valvula (V)
- ⊗ Stop de emergencia (E)

- Tablero de control
- Cablesado
- - - Sensor Térmico Lineal (TL)
- ⊕ Stop de sirenas (SS)

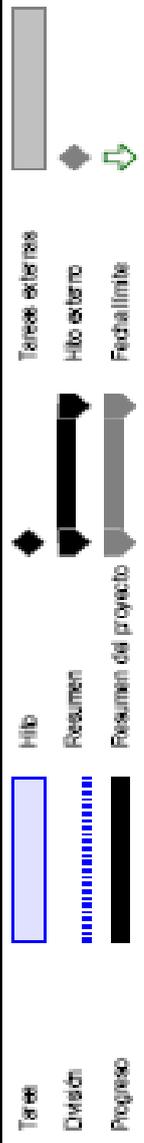
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

SISTEMA ELÉCTRICO CENTRAL SANTA ROSA	
CODIGO: 8888-01	
APROBADO:	
REVISADO:	
DBD:00: Cristian Albin	
FECHA: 2008-04-02	ESCALA: 1:500



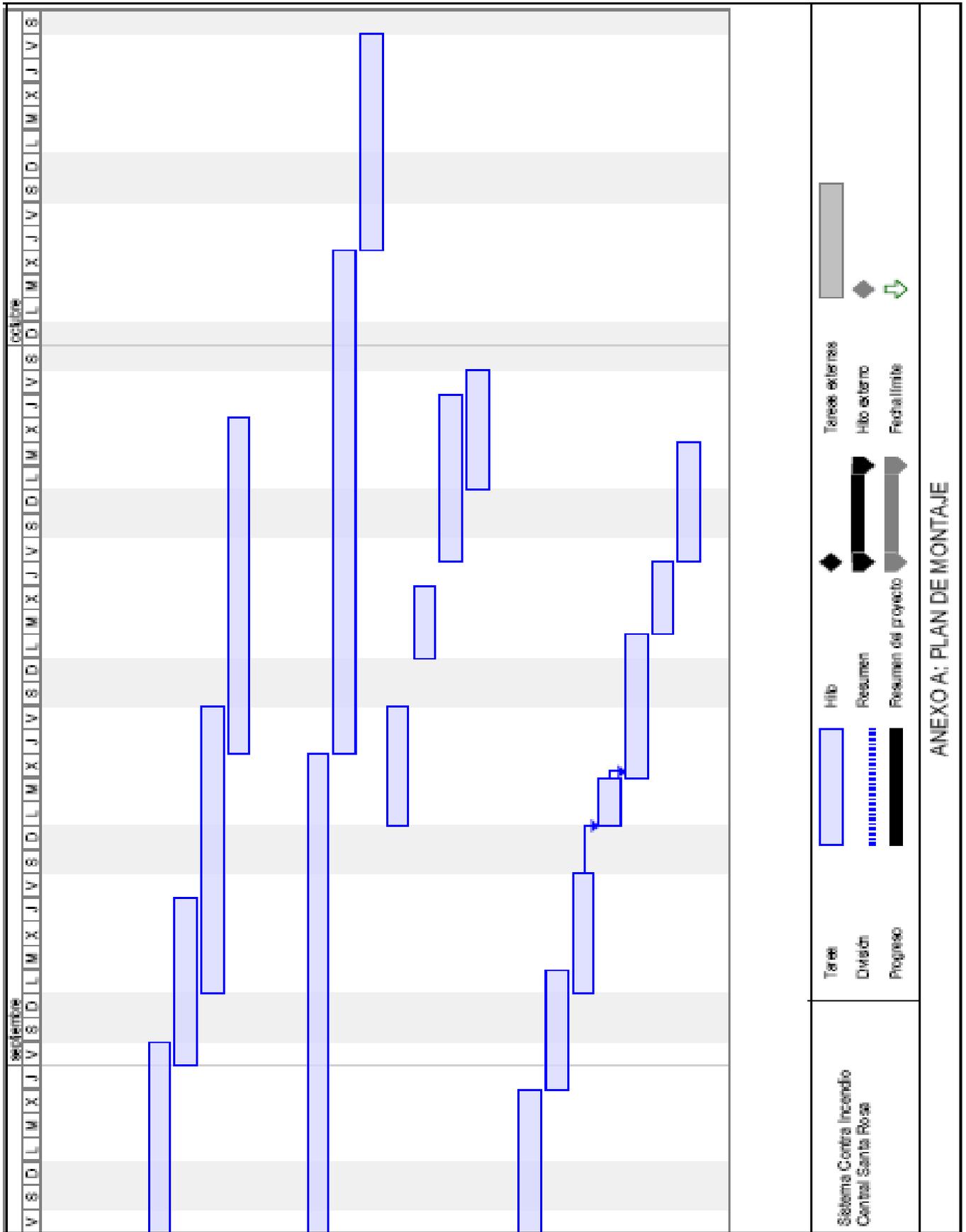
ANEXOS

Id	Nombre de tarea	Duración	Año 2010																
			L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X
1	Autorización obra civil	4 días?																	
2	Adquisición de materiales	2 días?																	
3	Excavación, preparación de suelo	5 días?																	
4	Construcción de reservorio Ø7.5'4	10 días?																	
5	Construcción de cuartos de bombas	10 días?																	
6	Construcción de soporte de tuberías	5 días?																	
7	Construcción de plataformas para cañones de espuma	10 días?																	
8	Construcción de soportes para torres soporte de alarmas	10 días?																	
9	Autorización para adquisición de sistema hidráulico	4 días?																	
10	Adquisición de sistema de bombeo	10 días?																	
11	Adquisición de tubería y accesorios	30 días?																	
12	Tendido de tubería principal y accesorios	15 días?																	
13	Tendido de ramificaciones de tubería para sistemas de enfriamiento	7 días?																	
14	Construcción de piezas soporte para sistema de enfriamiento.	5 días?																	
15	Instalación de válvulas	3 días?																	
16	Instalación de motobombas principales	5 días?																	
17	Instalación de bombas jockey	5 días?																	
18	Autorización para adquisición de elementos sistema de control	4 días?																	
19	Adquisición de elementos sistema de control	20 días?																	
20	Instalación de alarmas audibles	3 días?																	
21	Instalación de alarmas visuales	5 días?																	
22	Instalación de accionadores manuales	2 días?																	
23	Instalación de Sensor térmico Lineal	4 días?																	
24	Tendido de cableado	3 días?																	
25	Instalación de control electrónica	3 días?																	
26	Instalación de señales de seguridad	4 días?																	



ANEXO A: PLAN DE MONTAJE

Sistema Contra Incendio Central Santa Rosa



ZONA M (tanques de almacenamiento y tubería principal)				
DESCRIPCION	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	INSTALACION
		USD	PVP USD	USD
Tubería Ø6"	219	44,68	10959,11	6570,00
Codo 90° Ø6"	3	25,91	87,06	180,00
Tee Ø6"	10	59,36	664,83	800,00
Brida Slip on ANSI 300 Ø6"	1	31,08	34,81	
Brida Blind ANSI 300 Ø6"	1	40,00	44,80	
Pernos-Tuercas UNC 5 x 3/4	12	7,00	94,08	
Soportería 6"	37	4,50	186,48	80,00
Monitores de espuma (cañones)	8	800,00	7168,00	
Reduccion 6" - 4"	10	170,00	1904,00	250,00
Tubería Ø4"	137	25,41	3898,91	
Codo 90° Ø4"	14	11,16	174,99	2740,00
Tool negro 1/2" (122 x 244)	1	98,00	109,76	200,00
Sensor térmico lineal	168	13,22	2487,48	
Clip de montaje	57	3,00	191,52	
Sirenas	2	62,00	138,88	
Luz Flash	4	70,00	313,60	
Activador manual	1	71,50	80,08	
Stop emergencia	1	35,00	39,20	200,00
Torres metálicas	4	90,00	403,20	360,00
Cable bus 2x16 AWG	150	1,12	188,16	
Tubería EMT Ø 1 1/2"	150	1,50	252,00	
Soportería 1 1/2"	50	3,28	183,68	
Señalización Carteles	4	10,00	44,80	80,00
Obra civil			300,00	800,00
		SUB TOTAL	29949,42	12260,00
		TOTAL 1	42209,42	

ANEXO C: PRESUPUESTO SECTOR M - DESGLOSE DE MATERIALES

ZONA N (tanques de uso diario y purificadoras)				
DESCRIPCION	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	INSTALACION
		USD	PVP USD	USD
Tubería Ø4"	214	25,41	6090,27	4280,00
Codo 90° Ø4"	10	11,00	80,00	600,00
Tee Ø4"	10	11,16	124,99	800,00
Brida Slip on ANSI 150 Ø4"	1	22,39	25,08	
Brida Blind ANSI 150 Ø4"	1	35,00	39,20	
Pernos-Tuercas UNC 3 3/4 x 5/8	8	5,00	44,80	
Soportería 4"	37	4,50	186,48	80,00
Monitores de espuma (cañones)	8	800,00	7168,00	
Tool negro 1/2" (122 x 244)	1	98,00	109,76	
Sensor térmico lineal	168	13,22	2487,48	
Clip de montaje	57	3,80	242,59	
Sirenas	2	62,00	138,88	
Luz Flash	4	70,00	313,60	
Activador manual	1	71,50	80,08	
Stop emergencia	1	35,00	39,20	200,00
Torres metálicas	4	120,00	537,60	150,00
Cable bus 2x16 AWG	150	1,12	188,16	
Tubería EMT Ø 1 1/2"	150	1,50	252,00	
Soportería 1 1/2"	50	3,28	183,68	
Señalización Carteles	4	10,00	44,80	80,00
Tubería 1,5"			0,00	
Uniones 1,5"			0,00	
Codos 1,5"			0,00	
Reducción 4"-1,5"	1		0,00	
Obra civil			300,00	500,00
		SUB TOTAL	18676,64	6690,00
			TOTAL 2	25366,64

ANEXO D: PRESUPUESTO SECTOR N - DESGLOSE DE MATERIALES

CUARTO DE BOMBAS				
DESCRIPCION	CANT	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	MANO DE OBRA
		USD	PVP USD	USD
Bomba Diesel 1 (sector M)	1	86374,00	69296,63	
Bomba eléctrica Jockey 1	1	3274,00	2626,66	
Diesel Fuel System	1	553,00	443,66	
Tanque de Combustible 360 gal	1	2510,00	2013,74	
Package fire pump system	1	1082,00	868,07	
Válvula de alivio 1"	1	276,00	221,43	
Reductor excéntrico 8"-6"	1	207,00	166,07	
Reductor concéntrico 5"-6"	1	681,00	546,36	
Válvula de alivio 4x4	1	1806,00	1448,93	
Cono de desperdicio 4x8	1	605,00	485,36	
Medidor de flujo 6" k-1000-6	1	1795,00	1440,10	
Válvula OS&Y 8"	1	900,00	722,06	
Válvula OS&Y 6"	1	600,00	481,37	
Válvula check 6"	1	1900,00	1524,34	
Válvula OS&Y 2"	1	400,00	320,91	
Acople flexible 8"	1	800,00	641,83	
Válvula check 2"	1	100,00	80,23	
Accesorios de controlador	1	61,00	48,94	
Sensor de nivel de combustible	1	276,00	221,43	
Sensor de flujo 6"	1	90,00	72,21	
Sensor de válvula	1	63,00	50,54	2000,00
Bomba Diesel 2 (sector N)	1	47095,00	37783,66	
Bomba eléctrica Jockey 2	1	2354,00	1888,56	
Diesel Fuel System	1	553,00	443,66	
Tanque de Combustible 120 gal	1	1855,00	1488,24	
Package fire pump system	1	1082,00	868,07	
Válvula de alivio 3/4"	1	47,00	37,71	
Reductor concéntrico 5"-4"	1	155,00	124,35	
Válvula de alivio 3x3	1	1327,00	1064,63	
Cono de desperdicio 3x5	1	477,00	382,69	
Medidor de flujo 4" k-450-4	1	1545,00	1239,53	
Válvula OS&Y 4"	1	400,00	320,91	
Válvula check 4"	1	1000,00	802,29	
Válvula OS&Y 2"	1	400,00	320,91	
Acople flexible 6"	1	600,00	481,37	
Válvula check 2"	1	100,00	80,23	
Accesorios de controlador	1	61,00	48,94	
Sensor de nivel de combustible	1	276,00	221,43	
Sensor de flujo 4"	1	90,00	72,21	
Sensor de válvula	1	63,00	50,54	1500,00
Tanque para espuma 900 gal	1	3500,00	2808,00	
Tanque para espuma 320 gal	1	1800,00	1444,11	
Espuma AFFF 1% (gal)	400	57,00	22800,00	
Tubería 1.5"	10	12,00	9,63	
Electrovlavula 1.5"	1	640,00	513,46	
Accesorios		200,00	160,46	800,00
Obra civil			1300,00	1200,00
		SUB TOTAL	160476,54	5500,00
TOTAL 3			165976,54	

ANEXO E: PRESUPUESTO CUARTO DE BOMBAS - DESGLOSE DE MATERIALES

RESERVORIO				
DESCRIPCION	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	INSTALACION
		USD	PVP USD	USD
Obra civil			4000,00	1500,00
SUB TOTAL			4000,00	1500,00
TOTAL 4			5500,00	

CENTRO DE CONTROL				
DESCRIPCION	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	INSTALACION
		USD	PVP USD	USD
Central electrónica	1	800,00	896,0	
Sirenas	1	62,00	69,4	
Luz flash	3	70,00	235,2	
Stop sirenas	1	35,00	39,2	
Tubería 1 1/2" cableado	5	1,50	8,40	
Cable 2x14 AWG	20	1,12	25,09	
Cable bus 2x16 AWG	20	1,12	25,09	800,00
Obra civil			1300,00	1200,00
SUB TOTAL			2598,42	2000,00
TOTAL 5			4598,42	

ANEXO F: PRESUPUESTO - RESERVORIO Y CENTRO DE CONTROL DESGLOSE DE MATERIALES

Información del programa

Autor : Christian Albán
Nombre del documento : Sistema Contra Incendio
Versión : 1.0

Módulo : SIR3B262BD

Periodo de ejecución de la aplicación en el módulo : 5 x 2 ms

Acción del WATCHDOG : No activo

Tipo de Filtrado de Hardware de las Entradas : Lento (3 ms)

Bloqueo del panel frontal del módulo

Formato de la fecha : dd/mm/yyyy

Cambio de horario de verano/invierno activo

Zona : Europa

Cambio a horario de verano : Marzo, último domingo

Cambio a horario de invierno : Octubre, último domingo

Comentarios

Simulación de un sistema contra incendio para tanques de almacenamiento de diesel para la empresa Termopichincha, central Santa Rosa

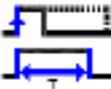
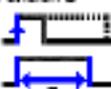
Entradas físicas

Entrada	No	Símbolo	Función	Condato	Parámetros	Comentario
I1	B00		Contacto	—	No hay parámetros	STL 1
I2	B01		Contacto	—	No hay parámetros	STL 2
I3	B02		Contacto	—	No hay parámetros	STL 3
I4	B03		Botón pulsador luminoso	—	No hay parámetros	Activador manual 1
I5	B04		Botón pulsador luminoso	—	No hay parámetros	Activador manual 2
I6	B07		Detector de presencia	—	No hay parámetros	Sensor válvula 1
I7	B08		Detector de presencia	—	No hay parámetros	Sensor de válvula 2
I8	B20		Botón pulsador luminoso	—	No hay parámetros	Stop 1
I9	B21		Botón pulsador luminoso	—	No hay parámetros	Stop 2
I4	B33		Botón pulsador luminoso	—	No hay parámetros	STOP SIRENAS
I5	B44		Detector de posición	—	No hay parámetros	Sensor de nivel de reservorio

Salidas físicas

Salida	No	Símbolo	Función	Comentario
Q1	B09		Señal acústica	Sirena 1 y 2
Q2	B10		Señal acústica	Sirena 3 y 4
Q3	B11		Señal acústica	Sirena 5 y 6
Q4	B12		Indicador rojo	Luces 1, 2, 3, 4
Q5	B13		Indicador rojo	Luces 5,6,7,8
Q6	B14		Indicador rojo	Luces 9,10,11
Q7	B15		Motor	Bomba 1
Q8	B16		Motor	Bomba 2

Funciones configurables

No	Símbolo	Función	Candado	Remanencia	Parámetros	Comentario
B19		Función Booleana	---	---	Ver detalles a más distancia	
B23		Báscula RS	---	---	Prioridad : RESET prioritario	
B24		Función Booleana	---	---	Ver detalles a más distancia	
B27		Función Booleana	---	---	Ver detalles a más distancia	
B30		Báscula RS	---	---	Prioridad : RESET prioritario	
B31		Función Booleana	---	---	Ver detalles a más distancia	
B32		Función Booleana	---	---	Ver detalles a más distancia	
B34		Función Booleana	---	---	Ver detalles a más distancia	
B35		Báscula RS	---	---	Prioridad : RESET prioritario	
B36		Báscula RS	---	---	Prioridad : RESET prioritario	
B37		Función Booleana	---	---	Ver detalles a más distancia	
B38		Función Booleana	---	---	Ver detalles a más distancia	
B42		Temporizador BI/H	No	No	Tiempo de marcha : 100 x 100 ms Función B 	
B43		Temporizador BI/H	No	No	Tiempo de marcha : 100 x 100 ms Función B 	
B45		Función Booleana	---	---	Ver detalles a más distancia	
B46		Función Booleana	---	---	Ver detalles a más distancia	

BOOLEAN (Función Booleana)

B19		Función Booleana	
Salida MARCHA si resultado VERDADERO			
ENTREE 1	ENTREE 2	ENTREE 3	SORTIE
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

B24		Función Booleana	
Salida MARCHA si resultado VERDADERO			
ENTREE 1	ENTREE 2	ENTREE 3	SORTIE
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	0

B27		Función Booleana
Salida MARCHA si resultado VERDADERO		
ENTREE 1	ENTREE 2	SORTIE
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

B31		Función Booleana	
Salida MARCHA si resultado VERDADERO			
ENTREE 1	ENTREE 2	ENTREE 3	SORTIE
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	0

B32		Función Booleana		
Salida MARCHA si resultado VERDADERO				
ENTREE 1	ENTREE 2	ENTREE 3	ENTREE 4	SORTIE
0	0	0	0	0
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	0	1
0	1	0	1	1
0	1	1	0	1
0	1	1	1	1
1	0	0	0	1
1	0	0	1	1
1	0	1	0	1
1	0	1	1	1
1	1	0	0	1
1	1	0	1	1
1	1	1	0	1
1	1	1	1	1

B34		Función Booleana
Salida MARCHA si resultado VERDADERO		
ENTREE 1	ENTREE 2	SORTIE
0	0	0
1	0	0
0	1	1
1	1	0

B37		Función Booleana
Salida MARCHA si resultado VERDADERO		
ENTREE 1	ENTREE 2	SORTIE
0	0	0
1	0	0
0	1	1
1	1	0

B38		Función Booleana
Salida MARCHA si resultado VERDADERO		
ENTREE 1	ENTREE 2	SORTIE
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	1

B45		Función Booleana
Salida MARCHA si resultado VERDADERO		
ENTREE 1	ENTREE 2	SORTIE
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	1

B46		Función Booleana
Salida MARCHA si resultado VERDADERO		
ENTREE 1	ENTREE 2	SORTIE
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	1