

**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**

**DISEÑO DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN PARA UN EDIFICIO  
INTELIGENTE**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN  
ELECTRÓNICA Y CONTROL**

**CRISTIAN ANDRÉS MORILLO CERÓN**

*[andre\\_buenazo@yahoo.com](mailto:andre_buenazo@yahoo.com)*

**DIRECTOR: ING. BOLÍVAR LEDESMA**

*[ucircuit@uio.satnet.net](mailto:ucircuit@uio.satnet.net)*

**Quito, Marzo 2009**

## DECLARACIÓN

Yo, Cristian Andrés Morillo Cerón, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Andrés Morillo

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Andrés Morillo, bajo mi supervisión.

Ing. Bolívar Ledesma

## **AGRADECIMIENTO**

Al director del presente proyecto Ing. Bolívar Ledesma por compartir sus conocimientos y por su ayuda desinteresada.

A profesores, compañeros y amigos quienes aportaron con su ayuda para la elaboración de este proyecto.

A mi familia por el apoyo incondicional.

Andrés Morillo

## **DEDICATORIA**

A mi madre por depositar toda su confianza en mí, y darme el apoyo necesario para cumplir con este objetivo.

A los miembros de mi familia que siempre tuvieron a bien apoyarme y brindarme la confianza para desarrollar este proyecto de titulación.

A mis amigos y amigas que han estado presentes en los buenos y malos momentos brindándome su respaldo y ayuda.

## CONTENIDO

### PRELIMINARES

CARÁTULA.....	I
DECLARACIÓN.....	II
CERTIFICACIÓN.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
DEDICATORIA.....	V
CONTENIDO.....	VI
RESUMEN.....	XIII
PRESENTACIÓN.....	XV

### CAPITULO1.....1

### REQUERIMIENTOS DE AUTOMATIZACIÓN.....1

<b>1.1 INMÓTICA.....</b>	<b>2</b>
1.1.1 INTRODUCCIÓN .....	2
<b>1.2 REQUERIMIENTOS DE AUTOMATIZACIÓN.....</b>	<b>4</b>
1.2.1 SISTEMA AUTOMÁTICO DE LUCES.....	5
1.2.2 SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO Y SISTEMA DE VENTILACIÓN.....	6
1.2.3 SISTEMA DE SEGURIDAD.....	7
1.2.3.1 Sistema de control de accesos.....	7
1.2.3.2 Circuito cerrado de televisión .....	8
1.2.3.3 Sistema de detección y alarma de incendios .....	9
1.2.4 CONTROL Y MONITOREO DEL SISTEMA HIDRO- SANITARIO.....	9
1.2.5 CONTROL DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE EMERGENCIA.....	11

<b>CAPITULO 2.....</b>	<b>12</b>
<b>DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE AUTOMATIZACIÓN..</b>	<b>12</b>
<b>2.1 SISTEMA AUTOMÁTICO DE LUCES.....</b>	<b>13</b>
2.1.1 EL CONTROL DE LA ILUMINACIÓN Y SUS ESTRATEGIAS.....	13
2.1.2 INTEGRACIÓN DE LAS ESTRATEGIAS DE CONTROL.....	16
2.1.3 DISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN.....	18
2.1.3.1 Diseño de subsuelos .....	19
2.1.3.2 Diseño de plantas de oficinas .....	25
2.1.3.3 Selección del tipo de luminarias.....	26
2.1.4 LOS BALASTROS .....	28
2.1.4.1 Definición .....	28
2.1.4.2 Clasificación de los balastros .....	28
2.1.5 SELECCIÓN DEL SISTEMA COMERCIAL DE CONTROL DE ILUMINACIÓN .....	31
2.1.5.1 Sistema de control de iluminación para las áreas de trabajo.....	32
2.1.5.1.1 Selección del balastro electrónico.....	39
2.1.5.1.2 Selección de detector de presencia EcoSystem.....	45
2.1.5.1.3 Arquitectura de interconexión del sistema de control de iluminación.....	51
2.1.5.2 Sistema de iluminación para gradas y parqueaderos.....	53
<b>2.2 DISEÑO DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN           Y AIRE ACONDICIONADO.....</b>	<b>55</b>
2.2.1 INTRODUCCIÓN.....	55
2.2.1.1 Calidad de aire.....	55
2.2.1.2 Confort ambiental.....	57

2.2.1.3	Parámetros de confort.....	58
2.2.1.4	Rangos de confort.....	61
2.2.1.4.1	<i>Rangos de temperatura de confort.....</i>	<i>61</i>
2.2.1.4.2	<i>Rangos de humedad relativa de confort.....</i>	<i>62</i>
2.2.1.4.3	<i>Rangos de velocidad de aire de confort.....</i>	<i>63</i>
2.2.1.4.4	<i>Normas de confort térmico en ambientes cerrados.....</i>	<i>64</i>
2.2.2	ESTUDIO DE LAS NORMAS DE CALIDAD DE AIRE .....	64
2.2.2.1	Normas 55-1992 de ASHRAE.....	64
2.2.2.2	El CO <sub>2</sub> y su relación con la calidad del aire.....	65
2.2.2.3	Selección del sistema de ventilación.....	71
2.2.2.4	Selección de los actuadores.....	71
2.2.2.5	Consideraciones para la selección del controlador (PLC) .....	72
2.2.3	ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DE VENTILACIÓN.....	76
2.2.3.1	Estrategia y sistema de control de ventilación para subsuelos.....	76
2.2.3.1.1	<i>Selección de sensores de CO.....</i>	<i>77</i>
2.2.3.2	Estrategia de control de ventilación para oficinas .....	79
2.2.3.3	Selección del controlador (PLC).....	80
2.2.3.4	Selección del sensor de flujo de aire.....	88
2.2.4	SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO.....	89
2.2.4.1	Principio de funcionamiento.....	89
2.2.4.2	Clasificación de algunos de los sistemas de aire acondicionado.....	90
2.2.4.3	Sistemas de aire acondicionado centralizados.....	91
2.2.4.4	Sistemas de aire acondicionado unitarios.....	93
2.2.5	SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO EN EDIFICIOS.....	94
2.2.5.1	Sistemas de volumen de aire variable (VAV).....	95
2.2.5.2	Sistemas de volumen de refrigerante variable (VRV).....	96



<b>2.3 DISEÑO DEL SISTEMA HIDROSANITARIO .....</b>	<b>99</b>
<b>2.3.1 INTRODUCCIÓN DE LOS SISTEMAS HIDROSANITARIOS.....</b>	<b>99</b>
<b>2.3.1.1 Aguas freáticas.....</b>	<b>99</b>
2.3.1.1.1 <i>Sistema de automatización para el manejo</i>	
<i>de agua freática.....</i>	<i>100</i>
2.3.1.1.2 <i>Descripción del modo de operación del</i>	
<i>sistema de control.....</i>	<i>102</i>
2.3.1.1.3 <i>Selección de los sensores de nivel.....</i>	<i>105</i>
<b>2.3.1.2 Agua de lluvia y agua servida.....</b>	<b>107</b>
<b>2.3.1.3 Agua potable.....</b>	<b>107</b>
2.3.1.3.1 <i>Sistemas de agua potable.....</i>	<i>107</i>
2.3.1.3.2 <i>Sistema de automatización de agua potable</i>	
<i>del edificio de la EMAAP.....</i>	<i>114</i>
<b>2.3.1.4 Sistema hidráulico contra incendios .....</b>	<b>120</b>
<b>2.3.1.5 Interconexión a la red LAN.....</b>	<b>120</b>
<b>2.4 DISEÑO DEL SISTEMA DE EMERGENCIA.....</b>	<b>122</b>
<b>2.4.1 SISTEMA DE EMERGENCIA DEL EDIFICIO</b>	
<b>EMAAP.....</b>	<b>122</b>
<b>2.4.2 GENERADOR ELÉCTRICO DE EMERGENCIA</b>	
<b>Y MEDICIÓN DE PARÁMETROS.....</b>	<b>122</b>
<b>2.4.3 TABLERO DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA</b>	
<b>Y SUS ELEMENTOS.....</b>	<b>127</b>
<b>2.4.4 MONITOREO DE VARIABLES Y EQUIPOS REQUERIDOS.....</b>	<b>128</b>
<b>2.5 DISEÑO DEL SISTEMA SEGURIDAD .....</b>	<b>132</b>
<b>2.5.1 SISTEMAS DE CONTROL DE ACCESOS.....</b>	<b>132</b>
2.5.1.1 <i>Sistema de control de accesos para el edificio</i>	
<i>de la EMAAP.....</i>	<i>139</i>
2.5.1.2 <i>Tecnología de accesos propuesta.....</i>	<i>139</i>

2.5.1.3	Selección de dispositivos.....	141
2.5.1.4	Software para sistemas de control de accesos.....	147
2.5.1.5	Comunicación.....	150
2.5.2	<b>SISTEMA DE CIRCUITO CERRADO DE TELEVISIÓN.....</b>	<b>151</b>
2.5.2.1	<b>Componentes del circuito cerrado de televisión.....</b>	<b>152</b>
2.5.2.1.1	<i>Cámaras de CCTV</i> .....	152
2.5.2.1.2	<i>Lentes</i> .....	160
2.5.2.1.3	<i>El monitor</i> .....	160
2.5.2.1.4	<i>Digital video recorders (DVR)</i> .....	161
2.5.2.1.5	<i>Multiplexores de video</i> .....	165
2.5.2.2	<b>Selección de equipos para CCTV en el edificio EMAAP.....</b>	<b>167</b>
2.5.3	<b>SISTEMA DE DETECCIÓN Y ALARMA DE INCENDIOS.....</b>	<b>176</b>
2.5.3.1	<b>Introducción.....</b>	<b>176</b>
2.5.3.2	<b>Tipos de protección contra incendios .....</b>	<b>176</b>
2.5.3.3	<b>Protección activa contra incendios.....</b>	<b>177</b>
2.5.3.4	<b>Tipos de detectores y ubicación .....</b>	<b>180</b>
2.5.3.4.1	<i>Detectores de calor</i> .....	180
2.5.3.4.2	<i>Detectores de gases de combustión o iónicos</i> .....	186
2.5.3.4.3	<i>Detectores de humo fotoeléctricos</i> .....	187
2.5.3.4.4	<b>Consideraciones adicionales para ubicación de detectores de humo en general .....</b>	<b>191</b>
2.5.3.5	<b>Central de señalización.....</b>	<b>193</b>
2.5.3.6	<b>Líneas.....</b>	<b>193</b>
2.5.3.7	<b>Instalaciones de alarma .....</b>	<b>194</b>
2.5.3.8	<b>Instalaciones de emergencia.....</b>	<b>197</b>

2.5.3.9	Sistema de detección y alarma contra incendios para el edificio de la EMAAP.....	198
2.5.3.9.1	<i>Tipos de sistemas de detección de alarma de incendios</i> .....	199
2.5.3.9.2	<i>Sistemas convencionales</i> .....	199
2.5.3.9.3	<i>Sistemas inteligentes</i> .....	202
2.5.4	<b>SELECCIÓN DE EQUIPOS</b> .....	208
2.5.4.1	<b>Selección de detectores de humo inteligentes fotoeléctricos</b> .....	208
2.5.4.2	<b>Selección de detectores de humo inteligentes para ductos</b> .....	209
2.5.4.3	<b>Estaciones manuales de alarma de incendio</b> .....	209
2.5.4.4	<b>Selección de luces estroboscópicas y alarmas</b> .....	211
2.5.4.5	<b>Selección de la central de incendios</b> .....	213
 <b>CAPITULO 3</b> .....		<b>215</b>
 <b>PLATAFORMA DE INTEGRACIÓN DE LOS SISTEMAS DISEÑADOS, LISTADO DE MATERIALES Y PRESUPUESTO REFERENCIAL</b> .....		<b>215</b>
3.1	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>216</b>
3.2	<b>SISTEMAS SCADA</b> .....	<b>217</b>
3.2.1	<b>PRESTACIONES</b> .....	<b>217</b>
3.2.2	<b>REQUISITOS</b> .....	<b>218</b>

3.2.3	MÓDULOS DE UN SCADA.....	219
3.3	ESPECIFICACIÓN DE SOFTWARE REQUERIDO.....	221
3.3.1	DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE INTOUCH®.....	222
3.3.2	CARACTERÍSTICAS Y PRESTACIONES.....	222
3.4	INTEGRACIÓN DE LOS SISTEMAS.....	228
3.4.1	SISTEMA AUTOMÁTICO DE LUCES.....	228
3.4.2	SISTEMA DE VENTILACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO.....	228
3.4.3	SISTEMA HIDRO-SANITARIO .....	228
3.4.4	SISTEMA DE SEGURIDAD .....	229
3.4.5	SISTEMA DE EMERGENCIA.....	231
3.5	ELABORACIÓN DEL LISTADO DE MATERIALES Y PRESUPUESTO REFERENCIAL.....	233
CAPITULO 4.....		237
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		237
4.1	CONCLUSIONES .....	238
4.2	RECOMENDACIONES.....	240

## RESUMEN

En este proyecto se tiene como objetivo el diseñar un sistema de automatización que permita mejorar las condiciones de confort, seguridad y ahorro energético para un edificio cuyas instalaciones se emplean en su mayoría como oficinas.

Para cumplir con el objetivo indicado se ha efectuado una investigación y un estudio referente a los requerimientos y equipos de automatización que en la actualidad se están empleando para dicha tarea en los edificios, buscando obtener así, la suficiente información que permita diseñar un sistema que no se exceda en costos pero brinde la suficiente confiabilidad de operación tanto a gestores como a ocupantes del inmueble.

A medida que se avanza con el diseño de los sistemas que conforman un edificio inteligente, se realiza también una selección de equipos de fácil acceso en el medio y cuyas características mantengan un equilibrio entre calidad técnica y estética.

Una vez determinado los requerimientos mínimos para un edificio inteligente, se toma como referencia el edificio de la Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable (EMAAP) para realizar este estudio en función de sus características tanto de construcción como de operación.

La elaboración del diseño de una plataforma de integración de los sistemas antes especificados busca brindar una herramienta de control y monitoreo integral de todas las variables consideradas importantes dentro del inmueble desde una sola estación de trabajo.

El desarrollo del presente proyecto permite obtener como resultado el dimensionamiento y selección adecuada de equipos para: un sistema automático de control de luces basado en la ocupación y detección de presencia, un sistema automático de ventilación basado en la renovación programada de aire dentro de las instalaciones del edificio, un sistema hidrosanitario el cual monitorea y controla los niveles de agua contenida en las cisternas de un edificio además de distribuir el agua potable a una presión constante, un sistema de emergencia encargado del monitoreo de las variables eléctricas del edificio y de brindar un respaldo de energía cuando no se cuente con la provista por la empresa eléctrica, un sistema de seguridad que abarca campos como el control de accesos, el circuito cerrado de televisión, el sistema de detección y alarma contra incendios. Adicionalmente como resultado de la selección de equipos que manejan interfaces de comunicación compatibles se presenta el diseño de una plataforma de integración que abarca los diagramas de conexiones así como la selección de un software que permita trabajar de manera conjunta a todos los sistemas antes descritos.

## PRESENTACIÓN

El presente proyecto de titulación “Diseño del sistema de automatización para un edificio inteligente” busca que las condiciones de desempeño diario de las actividades dentro de un inmueble de oficinas se desarrolle dentro de un nivel adecuado de confort, calidad y seguridad de servicios.

El Primer Capítulo hace referencia al estudio de la inmótica y los requerimientos de automatización para los diferentes sistemas que confirman una infraestructura inteligente.

El Segundo Capítulo abarca el diseño de los sistemas automáticos de control basados en los requerimientos establecidos en el primer capítulo, así como la selección de equipos que permitan su implementación física en las instalaciones del edificio.

La selección de equipos se realiza tomando como referencia marcas de equipos comerciales que resulten de fácil acceso en el medio y que sean aptos para integrarse a la red LAN del edificio, para lo cual adicionalmente se presenta un diagrama de integración de cada sistema diseñado a la red LAN.

El Tercer Capítulo muestra el diseño de una plataforma de integración para los sistemas de control de cada servicio del edificio, para lo cual se presenta un diagrama de comunicación entre los dispositivos seleccionados, además de la selección de un software apropiado para este tipo de aplicación. Además se presenta un presupuesto referencial que permita tener una referencia en cuanto a costos de implementación se refiere.

El Cuarto Capítulo hace referencia a las conclusiones y recomendaciones que se presentan una vez desarrollado el proyecto.

## **CAPITULO 1.**

# **REQUERIMIENTOS DE AUTOMATIZACIÓN**



## **1.1 INMÓTICA**

### **1.1.1 INTRODUCCIÓN**

La inmótica en edificios, es la integración total de elementos y servicios del mismo en un sistema de automatización, cuyo objetivo principal es ayudar o facilitar al gestor del edificio a mejorar la calidad de servicio a sus ocupantes y/o clientes:

- I. Permitiendo el control y supervisión del personal
- II. Controlando las instalaciones técnicas
- III. Optimizando los recursos
- IV. Obteniendo grandes ahorros de energía

La integración tecnológica del edificio mediante los sistemas de comunicación y control buscan crear una edificación con una infraestructura que provea a sus usuarios de un ambiente flexible, efectivo, confortable y seguro, además de mejorar el medio ambiente del edificio y la funcionalidad del mismo para con sus ocupantes mientras se consigue un control de los costos.

Una completa funcionalidad permite abrir puertas, notificar las intrusiones, asegurarse que los sistemas de incendio, iluminación, seguridad sean informados cuando los empleados llegan o se retiran, lo que permite detener sistemas y ahorrar energía.

Las ventajas en cuanto a la implementación de un sistema de automatización dentro del edificio se centran en las siguientes:

- I. Integración de los sistemas del edificio, lo cual facilita el control y gerenciamiento del inmueble
- II. Proporciona una mayor seguridad de bienes y personas asociadas al inmueble
- III. Confort de dependencias

La integración de todos los sistemas permite relacionar los datos de todos los elementos a controlar, proporcionando un sistema de ayuda el cual podría ser controlado desde un PC de supervisión o un interface gráfico HMI sencillo e intuitivo.

El proyecto de automatización de un edificio debe buscar soluciones que resuelvan las funcionalidades especificadas por el cliente además de encontrarse acorde con las nuevas tecnologías en el área de la automatización. Se debe diseñar un sistema que cumpla con los siguientes requerimientos:

- I. Bajo costo de instalación
- II. Costos de reconfiguración reducidos
- III. Fácil crecimiento
- IV. Costos de entrenamiento y mantenimiento reducidos

El edificio de la EMAAP, que se ha tomado como ejemplo de un edificio en el cual se podría implementar un sistema inmótico cuenta con:

- I. Tres subsuelos
- II. Una planta baja
- III. Cuatro plantas para oficinas
- IV. Una terraza

La mayor parte del área física de los subsuelos está destinada a brindar servicio de parqueaderos y cuentan con determinadas áreas empleadas como bodegas. Las plantas superiores son en su mayoría empleadas como oficinas y en algunas de ellas se cuenta con aéreas destinadas a cuartos de proyecciones y auditorios para los cuales se requiere realizar un diseño aplicable a esta forma de funcionalidad.

La seguridad y los niveles de acceso a las instalaciones deben ser incorporados en todas y cada una de las plantas del edificio de manera independiente a la gestión a realizarse en cada una de las mismas.

## 1.2 REQUERIMIENTOS DE AUTOMATIZACIÓN

El diseño de las instalaciones debe incorporar criterios de flexibilidad, característica que permite integrar en la edificación las tecnologías que se desarrollen a futuro, así como la modificación de su distribución física.

El sistema de automatización también se caracteriza por la seguridad y la operación realizada mediante un estricto control y acciones de mantenimiento preventivo.

La seguridad de las instalaciones y ocupantes del edificio es controlada de manera integral, pues existen mecanismos de detección de fugas de agua y gas, humo e incendios y una vez localizados el sistema de control central activa dispositivos que los bloquean.

El sistema de automatización a implementarse tiene como finalidad brindar comodidad, seguridad y la reducción de costos en las diversas áreas que conforman el edificio. Los sub-sistemas y tareas a realizarse para cada uno de ellos se especifican a continuación:

- I. Diseño del Sistema automático de luces
- II. Control del Sistema de ventilación y aire acondicionado
- III. Control y Monitoreo del sistema de seguridad
  - Sistema de control de accesos
  - Sistema de detección y alarma de incendios
- IV. Control y Monitoreo del sistema Hidro Sanitario
- V. Control y Monitoreo del Sistema eléctrico de Emergencia

Activar o apagar sectores por acción de otros sistemas tales como:

- Incendios
- Control de accesos
- Detección de intrusión

El diseño de las instalaciones debe incorporar flexibilidad, característica que permite integrar en la edificación las tecnologías que se desarrollen a futuro, así como la modificación en su distribución física.

Tales inmuebles también se caracterizan por incrementar la seguridad y la operación de realizar un estricto control y acciones de mantenimiento preventivo.

### **1.2.1 SISTEMA AUTOMÁTICO DE LUCES**

Se desea implementar un sistema que permita reducir el uso innecesario de energía en las diversas áreas del edificio, durante el tiempo en que ninguna persona se encuentra en las instalaciones, obteniéndose con esto una significativa reducción en los costos por energía eléctrica destinada a iluminación, además de contar con un nivel adecuado de luz en cada sector de la infraestructura, dependiendo de su funcionalidad.

Se requiere por lo tanto un sistema que permita controlar el nivel de iluminación proporcionado por las luminarias en función del nivel de luz natural, en función del estado de ocupación de cada una de las áreas, en función del día y de la hora y que todos los parámetros de operación puedan visualizarse y monitorearse desde un computador.

El empleo de detectores de presencia también favorece el ahorro, ya que activa o desactiva servicios impidiendo que se haga un consumo indiscriminado de energía eléctrica. Por ejemplo, sólo se mantendrán encendidas las luces y servicios en los espacios donde haya personas.

Las funciones de mayor importancia que podrá desempeñar el sistema son las siguientes:

- Apagado automático de fuentes de luz temporizado en función de las pausas de trabajo o fines de semana
- Adaptación de la iluminación en función de la luz natural para condiciones de trabajo óptimas por medio de regulación de luz constante.
- Iluminación automática de pasillos, escaleras y espacios poco frecuentados gracias a detectores de movimiento para interiores.

## **1.2.2 SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO Y SISTEMA DE VENTILACIÓN**

La implementación de estos sistemas dentro de un edificio busca brindar la comodidad necesaria para desempeñar las diferentes actividades para las cuales se construyó el inmueble.

### **▪ SISTEMA DE VENTILACIÓN**

Con el fin de brindar un ambiente de trabajo adecuado es necesario un estricto control de calidad de aire y ventilación.

La función principal del sistema de ventilación se centra en la renovación de aire dentro del edificio, lo cual permite mantener el aire dentro de los parámetros de calidad requeridos.

Para el correcto funcionamiento de este sistema se requiere incorporar lo siguiente:

- Controlar el encendido y apagado automáticos de los equipos de ventilación.
- Monitoreo de todos los ventiladores que forman parte del sistema para verificar su correcto funcionamiento.
- Verificar que cada uno de los ventiladores encargados de suministrar aire fresco al edificio no inyecten aire contaminado con humo del exterior del mismo.
- Automatizar el ventilador de presurización de la escalera de emergencia para que se active en presencia de un incendio permitiendo que la gente pueda evacuar a través de la misma sin presencia de humo.

## ▪ SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO

El proceso de acondicionamiento de aire consiste en una regulación de todas las condiciones relacionadas con la temperatura y humedad internas.

El sistema de aire acondicionado se encarga entonces de mantener un nivel de temperatura adecuado y agradable en cada una de las zonas del edificio, de manera independiente a los niveles externos de dicho parámetro y de la humedad interna.

Para el correcto funcionamiento de este sistema se requiere incorporar lo siguiente:

- Calefacción de las habitaciones dependiendo de la presencia de personas.
- Calefacción individualizada, automática y programada por medio de termostatos regulables en las habitaciones.
- Ajusta la calidad del aire interior de acuerdo a normas y a la ocupación
- Ajusta temperatura, humedad y velocidades de aire
- Permite la operación programada de todos o parte de los equipos

El edificio de la EMAAP, que se ha tomado como referencia, no cuenta con un sistema de aire acondicionado ya que no se requiere que la temperatura del aire se modifique de manera constante, el ambiente en el cual se encuentra las instalaciones provee el confort necesario para un buen desempeño de actividades dentro del mismo.

## **1.2.3 SISTEMA DE SEGURIDAD**

### **1.2.3.1 Sistema de control de accesos**

El monitoreo y control de las instalaciones del edificio se lo realiza mediante un eficiente sistema de seguridad encargado de otorgar y/o restringir el acceso a las diversas áreas del edificio.

Los niveles de acceso serán otorgados al usuario de conformidad con las actividades que desarrolla dentro de las instalaciones del edificio.

El acceso a las dependencias del edificio se controlará mediante un sistema de tarjetas magnéticas con tecnología de proximidad RFID.

El sistema de seguridad a implementarse será capaz de brindar seguridad contra intrusos, control de accesos de trabajadores y visitas.

Adicionalmente el sistema puede constar de lectores en ascensores y puertas, alarmas de intrusión que deberán desactivarse en caso de emergencia.

### **1.2.3.2 Circuito cerrado de televisión**

El correcto desempeño de las labores en el edificio por parte del personal interno y del personal ajeno a las instalaciones será monitoreado por un circuito cerrado de televisión el cual proporcionará los datos necesarios a un cuarto de control desde el cual se ejecutarán los procedimientos correspondientes a cada situación que se presente en las instalaciones.

Las cámaras se ubicarán en los sitios de mayor riesgo a presentar anomalías. Además se deberá usar cámaras digitales conectadas a equipos de video grabación digital tipo DVR con acceso desde la red LAN del edificio a través de protocolo IP, permitiendo así la integración del video de seguridad con el resto de sistemas del edificio.

### **1.2.3.3 Sistema de detección y alarma de incendios**

Este sistema a implementarse tiene como objetivo brindar a los usuarios un eficiente monitoreo del estado del edificio, de esta manera al presentarse un incendio en las instalaciones el personal que se encuentre en los interiores del mismo cuenten con una ruta de escape segura.

Los sistemas de detección de incendios envían señales para abrir puertas y prender luces estroboscópicas cuando reciben una alarma, y permitirá a los usuarios evacuar ordenadamente además activa sistemas de protección de las vías de evacuación.

El sistema proveerá al edificio:

- I. Detección inteligente de incendio
- II. Liberación y señalización de Vías de evacuación

Acción sobre otros sistemas:

- I. Libera todas las puertas
- II. Manejo del humo
- III. Presurización de escaleras
- IV. Presurización de ascensores
- V. Ascensores en condición de Incendio
- VI. Desenergiza todos los circuitos del edificio excepto los que alimentan a los equipos de incendio.

### **1.2.4 CONTROL Y MONITOREO DEL SISTEMA HIDRO-SANITARIO**

El manejo del agua contenida en las cisternas del edificio y su respectivo monitoreo constituye el tópico más importante dentro del control del sistema hidro-sanitario, parámetros como el nivel de líquido contenido en cada una de ellas permite ejecutar acertadas acciones de control.

El sistema hidro-sanitario abarca no únicamente el agua para consumo humano sino también el agua de lluvia, el agua freática, el agua para incendios.



El control y monitoreo del sistema de agua potable busca mantener un constante abastecimiento de agua a las diferentes áreas del edificio a una presión constante además se monitorea las posibles fugas de agua en las dependencias, y en caso de presentarse dicho problema, se procederá al corte del suministro de la misma.

El sistema de control permite así prever cualquier desperdicio de agua que pueda presentarse por posibles fallas en tuberías o por descuido.

El control y monitoreo del agua de lluvia, freática y para incendios se centra en mantener niveles adecuados de líquido contenido en su respectivo depósito (cisterna) para lo cual se debe contar con información exacta acerca de los volúmenes de agua con los que se cuenta para así poder aplicar las acciones correctivas necesarias que permitan prevenir posibles inconvenientes futuros.

El control de nivel se constituye entonces en la principal tarea a desempeñarse en relación al agua de lluvia y freática.

Igual importancia demanda el monitoreo de las bombas sumergidas encargadas directamente del vaciado de las cisternas, ya que esto permite estar al tanto de las condiciones en las cuales se encuentran operando, por dicha razón, esto también forma parte del control y monitoreo del sistema hidro-sanitario.

En algunos casos el agua de lluvia y el agua freática no se desechan, en virtud de que pueden ser empleadas en actividades secundarias como el riego de jardines o incluso como reserva para situaciones de emergencia, para dicha situación el sistema de control y monitoreo del sistema hidro-sanitario abarca también el manejo de estas actividades, así como eventualmente el manejo de la calidad de agua.

### **1.2.5 CONTROL DEL SISTEMA ELECTRICO DE EMERGENCIA**

La energía eléctrica en el edificio es indispensable por lo cual se contará con un grupo de emergencia que entre en operación cuando el fluido eléctrico normal presente algún problema.

El grupo motor-generador contará con un sistema de control encargado de manejar y monitorear su correcta operación así como el estado de todos los parámetros asociados a su funcionamiento.

El sistema de emergencia debe contar además con un tablero de transferencia automática de carga desde la red eléctrica hacia el generador cuando el suministro de energía se ve alterado y viceversa. Este tablero debe contar con un controlador que permita monitorear los parámetros asociados a la alimentación de voltaje del edificio para determinar así la operación del grupo de emergencia.

En presencia de un incendio, el tablero de transferencia automática debe bloquearse par evitar el paso de energía al edificio, exceptuando los alimentadores a las cargas que corresponden a bomba de incendios, ventilador de presurización de gradas, ventiladores de extracción de humo, etc., es decir los equipos relacionados con el manejo de un incendio.

## **CAPITULO 2.**

# **DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE AUTOMATIZACIÓN**

## 2.1 SISTEMA AUTOMÁTICO DE LUCES

### 2.1.1 EL CONTROL DE LA ILUMINACIÓN Y SUS ESTRATEGIAS

Para el ahorro de energía en los sistemas de iluminación no basta con la instalación de equipos de iluminación de alta eficiencia, aunque necesariamente este debe ser el primer paso. Se debe complementar con equipos de control automático, por ejemplo sensores de presencia, sensores de movimiento, timers o tableros de control, con los que se puede obtener importante porcentaje adicional de ahorro en el consumo de energía.

- **Dispositivos de control**

La forma más simple de mejorar la eficiencia en los sistemas de iluminación es apagándola cuando no se necesite. El equipo más sencillo para controlar el encendido y apagado de los equipos de iluminación son los interruptores, que van desde los más simples como los apagadores de pared o tan complicados como los sistemas digitales que controlan a todo un edificio. Los interruptores son la base de cualquier estrategia de programación; también pueden ser utilizados para esquemas de adaptación - compensación de luz natural.

- **Control Automático**

Estos dispositivos pueden ser utilizados en conjunto para integrar un sistema completo que sea capaz de manejar varias estrategias de control para un gran número de luminarias.

**Relojes (Timers):** La forma más fácil de programación es utilizando unidades de tiempo. Su aplicación más sencilla es la de encender las luces a una hora determinada y la de apagarlas a otra, como en sistemas de iluminación para exteriores.

Existen unidades más complejas que permiten una programación para los 365 días del año y con ajustes para cada estación.

***Timers que operan eléctricamente y accionan el interruptor mecánicamente:***

Este tipo de dispositivos mecánicos se encuentran en versiones de 24 horas y de 7 días, algunos otros tienen ajustes astronómicos para compensar las variaciones en la duración del día y la noche de acuerdo a la estación del año.

***Timers electrónicos:*** Aquellos que utilizan circuitos integrados, de bajo costo, alta precisión, que incorporan funciones como calendarios y ajustes astronómicos para 365 días. Este tipo de dispositivos controlan la energía de los circuitos por medio de relevadores. Algunos tienen la posibilidad de manejar dos o más relevadores con diferentes horarios, por lo general, tienen una batería de respaldo por si falla el suministro de energía eléctrica.

- **Sensores de Presencia**

Este tipo de dispositivos fueron desarrollados en un principio para la industria de la seguridad, debido a su alta confiabilidad en la detección de personas en el lugar de su instalación. Su funcionamiento es sencillo ya que mientras no se detecte la presencia de alguna persona en el lugar, no enciende las luces. La mayoría pueden ser calibrados para determinar el tiempo entre la última detección y el apagado de la iluminación.

Los modelos más eficientes requieren que el usuario encienda las luces en el área controlada, mientras que la función de apagado es automática.

Este tipo de controles proporcionan un ahorro potencial entre el 25 y 50% y funcionan con alguna de las tres técnicas explicadas a continuación.

- ***Detector PIR (pasivo infrarrojo):*** Los detectores PIR reaccionan sólo ante determinadas fuentes de energía tales como el cuerpo humano. Estos captan la presencia detectando la diferencia entre el calor emitido por el cuerpo humano y el espacio alrededor.

Con objeto de lograr total confiabilidad, algunas marcas integran además, un filtro especial de luz que elimina toda posibilidad de falsas detecciones causadas por la luz visible (rayos solares), así como circuitos especiales que dan mayor inmunidad a ondas de radio frecuencia.

- **Detector ultrasónico:** Son sensores de movimiento que utilizan el principio Doppler. Dado que la cobertura ultrasónica puede "ver" a través de puertas y divisiones, es necesario darle una ubicación adecuada para evitar así, posibles detecciones fuera de la zona deseada. Las áreas con alfombra gruesa y materiales anti-acústicos absorben el sonido y pueden reducir la cobertura. La eficiencia del sensor también puede verse alterada por el flujo excesivo de aire (provocado por aires acondicionados, ventiladores, calefacción, etc.)
  
- **Detector dual:** La tecnología Dual combina las tecnologías PIR y Ultrasónica, permitiendo así el control de iluminación en áreas donde sensores de una sola tecnología pudieran presentar deficiencias en la detección, dicha combinación permite que el sensor aproveche las mejores características de ambas tecnologías, ofreciendo así mayor sensibilidad y exactitud de operación.

Los sensores de presencia se colocan generalmente en los siguientes lugares:

- **Techo**

Para cubrir toda el área del cuarto y evitar interferencia. Los sensores omnidireccionales (o para centro) son utilizados en espacios rectangulares, tales como oficinas y salones de clases. Los sensores unidireccionales (o para esquina o pared) se utilizan en grandes oficinas o salas de juntas. Los bidireccionales se utilizan en corredores, bibliotecas e iglesias.

- **Pared**

Este tipo de sensores sustituyen directamente a interruptores de pared y los mejores incluyen un interruptor manual. Algunos se diseñan con un sensor fotoeléctrico incorporado, lo cual evita que las luces se enciendan cuando existe aportación de luz natural suficiente; sin embargo, no detectan el nivel de iluminación en el plano de trabajo.

En general, los sensores de presencia son efectivos cuando se aplican en oficinas privadas, salones de clase, ciertas áreas de los aeropuertos y en todos aquellos lugares con visitas esporádicas y que no requieren de una iluminación constante.

### **2.1.2 INTEGRACIÓN DE LAS ESTRATEGIAS DE CONTROL**

En la siguiente sección se examina cómo se integran los componentes de un sistema de iluminación con las estrategias de control.

- **Establecimiento del área a controlar**

Las dimensiones y la adecuada selección del área a controlar son de crítica importancia. En general, el área no debe exceder los límites de cada cuarto. La práctica generalizada de controlar los sistemas de iluminación en grandes bloques (todo un piso de un edificio, por ejemplo) es inadecuada, siendo la más efectiva la de seleccionar un área, lo más grande posible, de la cual se deberán conocer los patrones de uso y presencia. Lo anterior es aplicable a edificios que tienen horarios perfectamente definidos y respetados, aún para el mantenimiento y limpieza.

En edificios que tengan patrones de actividad diferentes para cada área, se recomienda el uso de controles en zonas reducidas. En oficinas pequeñas los ahorros son mayores, ya que ahí trabajan menos personas y existe una mayor probabilidad de que se utilice la iluminación por un tiempo menor; las oficinas pequeñas presentan la ventaja de determinar sus necesidades de iluminación más fácilmente que las grandes, lo que las hace más adaptables a los controles.

### ▪ **Aplicación de Controles Manuales**

Este tipo de dispositivos son la base de los controles para iluminación; su efectividad depende del grado de concientización del usuario y de la facilidad de operación. El diseño de un dispositivo de control sencillo y conveniente puede ser una de las tareas más difíciles.

Las estrategias que involucran controles manuales están diseñadas para asegurarse de que los ocupantes realmente los utilicen, para lo cual se siguen las siguientes reglas, que aunque sencillas son de gran importancia:

- I. Los controles deberán estar ubicados en lugares accesibles, y deberán ser de fácil operación.
- II. La cantidad de controles deberá ser la menor posible, ya que el ocupante no los usará si existen demasiadas alternativas que lo confundan.

Los dimmers accesibles al usuario son otra oportunidad para el ahorro, pero este depende de la facilidad de uso de los dispositivos.

### ▪ **Uso de la luz natural**

Las estrategias para el aprovechamiento de la luz natural controlan las fuentes artificiales, reduciendo la potencia de estas a medida que la luz natural aumenta, e incrementándola cuando la aportación natural disminuye.

Existen tres estrategias principales que utilizan luz natural como medio de ahorro de energía:

- **Utilizar dimmers continuos** para grandes áreas, donde una fotocelda sensa la aportación natural de luz y manda una señal a la unidad central con lo que se trata de mantener un nivel mínimo necesario. Esta estrategia utiliza dimmers especiales, diseñados para balastos de lámparas fluorescentes estándares, con lo que se obtiene un rango de operación de 15 a 100%.



- **Utilizar dimmers individuales** para áreas reducidas, o utilizando un banco de balastos electrónicos dimerizables controlados por una fotocelda. El funcionamiento de esta estrategia es similar a la anterior, aunque los ahorros son mayores debido a las dimensiones del área controlada.
- **Utilizando controles manuales** o separación de circuitos, donde por ejemplo, se manejan las lámparas o luminarias cercanas a las ventanas de forma independiente. También se recomienda el uso de balastos multinivel. Esta estrategia requiere de un ajuste especial en la fotocelda para evitar ciclos de encendido y apagado repetitivos, que pueden provocar la distracción del personal. A pesar de los problemas potenciales que encierra esta estrategia, es la más útil, debido a su bajo costo.

### 2.1.3 DISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN

El diseño del sistema de iluminación para el edificio debe considerar los diferentes factores que se encargan de brindar confort y ahorro energético. El método a emplearse para el diseño se denomina: Método del Flujo Luminoso.

El método considera numerosos factores que permiten determinar el nivel adecuado de iluminación así como aprovechar el nivel de reflejo proporcionado por paredes y techos empleando lámparas fluorescentes.

El edificio cuenta con diversas áreas y para cada una de ellas se tiene una aplicación diferente de manera que la iluminación debe ser diseñada en función de la actividad a desempeñar en cada sector del edificio.

El edificio cuenta con tres subsuelos, dos de los cuales en su mayoría están constituidos por parqueaderos.

El tercer subsuelo difiere de los dos anteriores ya que adicionalmente cuenta con áreas destinadas a brindar un servicio diferente, sin embargo para los otros dos subsuelos el diseño de iluminación es similar.

### 2.1.3.1 Diseño de subsuelos

El primer factor a considerar para el diseño de iluminación con el método del flujo luminoso es la **luminancia** (E) o nivel de iluminación, factor que se lo encuentra en tablas de valores sugeridos por los fabricantes de luminarias.

Para un parqueadero los fabricantes sugieren un nivel de iluminación que oscila entre los 40 y 60 luxes razón por la cual se trabajará con un valor promedio de 50 luxes.

$$\text{Luminancia (E)} = 50 \text{ lx}$$

El siguiente parámetro a considerar para el diseño es el índice de refracción del local (RL) el cual viene dado por la ecuación:

$$RL = \frac{L \times A}{H(L + A)} \quad (\text{Ecuación 2.1}) \quad \text{Donde: } \begin{array}{l} L = \text{longitud} \\ A = \text{ancho} \\ H = \text{altura de montaje} \end{array}$$

Los parámetros que intervienen en la ecuación hacen referencia a las dimensiones de la planta en éste caso el subsuelo.

El parámetro denominado altura de montaje se define como la diferencia de longitud que existe entre la altura total del local y la altura a la cual se ubica el plano de trabajo.

El tipo de iluminación a utilizarse es de tipo DIRECTA ya que en ésta el flujo luminoso está dirigido completamente hacia abajo con lo que podemos obtener rendimientos elevados.

Las dimensiones de largo y ancho del subsuelo se las obtiene de los planos arquitectónicos así como la altura de montaje:

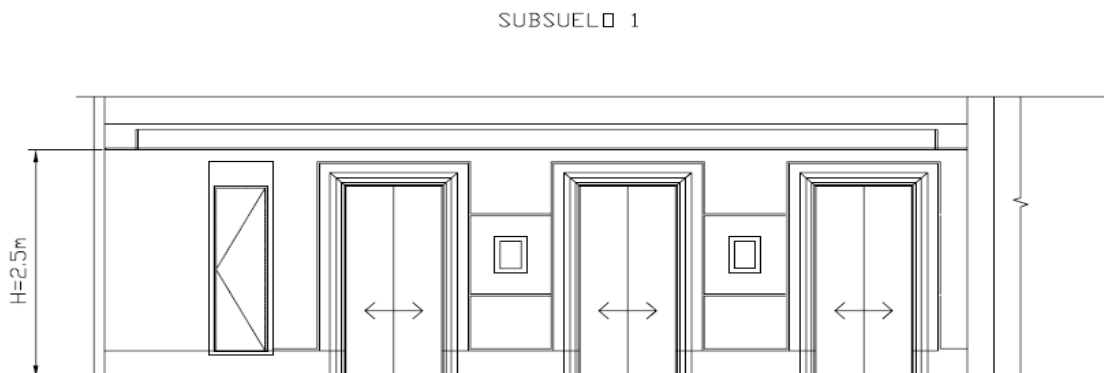


Figura 2.1 Altura de montaje para luminarias

La identificación del índice de refracción del local (RL) se lo realiza empleando una letra del alfabeto la cual se la obtiene relacionando el resultado obtenido en el cálculo empleando la Ecuación (2.1) y la tabla que muestra los rangos de variación de dicho parámetro obtenida de la publicación Luminotecnia y sus Aplicaciones de Flector.

<b>Rango ( RL)</b>	<b>Letra</b>
<i>menor a 0,7</i>	<i>J</i>
<i>0.7 --- 0.9</i>	<i>I</i>
<i>0.9 --- 1.12</i>	<i>H</i>
<i>1.12 --- 1.38</i>	<i>G</i>
<i>1.38 --- 1.75</i>	<i>F</i>
<i>1.75 --- 2.25</i>	<i>E</i>
<i>2.25 --- 2.75</i>	<i>D</i>
<i>2.75 --- 3.50</i>	<i>C</i>
<i>3.50 --- 4.5</i>	<i>B</i>
<i>mayor a 4.5</i>	<i>A</i>

Tabla 2.1 Tabla de variación del índice de refracción del local

Las dimensiones del subsuelo obtenidas de los planos arquitectónicos son las siguientes:

Longitud = 44.3 m

Ancho=47.62 m

Con los datos obtenidos de los planos la determinación del índice de refracción del local (RL) se la realiza empleando la Ecuación (2.1):

$$RL = \frac{44.3 \times 47.62}{(2.5)(44.3 + 47.62)} \quad RL = 9.18 \rightarrow \text{Tipo A}$$

El tipo de material empleado en la construcción y el color tanto de paredes y techos determinan el uso de un parámetro adicional para el diseño de iluminación llamado **coeficiente de utilización** el cual establece la cantidad neta de rayos luminosos que se utiliza en la práctica. Para la determinación de dicho coeficiente se debe considerar previamente los porcentajes de luz reflejada en función tanto del material de construcción como del color empleado en los acabados de techos y paredes. Para dicho propósito se emplea la siguiente tabla obtenida del Manual de Luminotecnia de Flector con la finalidad de obtener el porcentaje de luz reflejada en función del material de construcción:

<b>Tipo de Reflexión</b>	<b>Materiales</b>	<b>Luz reflejada (%)</b>
<b>Regular</b>	Vidrio plateado	80-90
	Aluminio abrigantado	75-85
	Aluminio pulido y cromo	60-70
<b>Difusa</b>	Encalado con yeso	80-90
	Arce y maderas similares	60
	Hormigón	40
	Nogal y maderas similares	15-20
	Ladrillos	5-25
<b>Mixta</b>	Esmalte blanco	70-90
	Aluminio cepillado	55-58

Tabla 2.2 Tabla de Reflexión de luz en función del material de construcción

El material empleado para techo y paredes en el edificio es el hormigón por lo cual el porcentaje de luz reflejada con respecto al material es de un 40%.Adicionalmente el color en los acabados del edificio determina otro porcentaje de luz reflejada el cual se obtiene de la siguiente tabla obtenida del Manual de Luminotecnia de Flector:

<b>Tonalidad</b>	<b>Color de paredes y techos</b>	<b>Luz reflejada (%)</b>
<b>Clara</b>	Blanco	75-90
	Crema-claro	70-80
	Amarillo-claro	55-65
	Verde claro y rosa	45-50
	Azul y gris claro	40-45
<b>Media</b>	Beige	25-35
	Marrón claro, verde oliva	20-25
<b>Oscura</b>	Verde, azul, rojo, gris (oscuros)	10-15
	Negro	4

Tabla 2.3 Tabla de Reflexión de luz en función del color de paredes y techos

El color asumido para el diseño es el blanco por ser el más comúnmente utilizado para estos acabados y ya que el proceso de diseño debe considerar las peores condiciones de operación del sistema se toma el valor de 75% de luz reflejada.

El **coeficiente de utilización (Cu)** se determina en función de los porcentajes anteriores en la siguiente tabla obtenida del Manual de Luminotecnia de Flector:

% de Luz Reflejada=f(material)	70% o superior			50%			30%		
	50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%
Índice de refracción del local	Coeficiente de Utilización (Cu)								
J	0,27	0,22	0,20	0,26	0,22	0,19	0,25	0,22	0,19
I	0,33	0,29	0,26	0,33	0,29	0,25	0,32	0,28	0,25
H	0,38	0,34	0,30	0,38	0,33	0,30	0,37	0,33	0,30
G	0,43	0,33	0,35	0,42	0,38	0,34	0,41	0,38	0,34
F	0,46	0,42	0,38	0,46	0,41	0,38	0,44	0,41	0,38
E	0,50	0,47	0,43	0,50	0,46	0,43	0,48	0,46	0,43
D	0,53	0,50	0,47	0,53	0,49	0,47	0,51	0,48	0,46
C	0,55	0,52	0,50	0,54	0,52	0,49	0,53	0,51	0,49
B	0,59	0,55	0,53	0,58	0,55	0,53	0,56	0,54	0,52
A	0,60	0,57	0,55	0,59	0,57	0,55	0,57	0,56	0,54

Tabla 2.4 Tabla de determinación del coeficiente de utilización

El factor de utilización obtenido para este caso es de 0,57 quedando por determinar el **coeficiente de conservación (Cc)** o mantenimiento; el cual oscila entre cero y uno para la peor y la mejor rutina periódica de mantenimiento de las luminarias respectivamente, siendo los rangos de variación considerados de la siguiente manera:

Coeficiente de conservación(Cc)	Rango
BUENO	0,66-1
MEDIO	0,51-0,65
MALO	0-0,50

Tabla 2.5 Tabla de determinación del coeficiente de conservación

Dicho parámetro puede ser asumido y para éste diseño se lo considera de 0,70 lo cual equivale a BUENO.

**Coeficiente de conservación (Cc)=0,7**

El número de lámparas a distribuir en el área para la cual se realizó el diseño se determina empleando la siguiente ecuación:

$$\text{Núm. de Lámp.} = \frac{[E(lx)][A(m^2)]}{[F(lm)][Cu][Cc]} \quad \text{Ecuación (2.2)}$$

Donde: E= luminancia

A= Área

F=Flujo luminoso

Cu: Coeficiente de utilización

Cc: Coeficiente de conservación

El dato correspondiente al flujo luminoso de las lámparas a emplear se lo obtiene del catalogo respectivo. La comparación entre forma, dimensiones y rendimiento permite la selección del tipo de lámpara a emplearse en el diseño. La lámpara seleccionada es la siguiente **F32T8/TL830** la cual cumple con las siguientes características:

Potencia Nominal: 32w

Tipo de bulbo: T8

Flujo luminoso: 2700 Lum.

Rendimiento mínimo: 85%

El número de lámparas a ubicar en el área de diseño se lo obtiene empleando la ecuación (2.2) tomando en cuenta datos calculados y parámetros especificados:

$$\text{Núm de Lámp} = \frac{[(50lux)(44,3m \times 47,62m)]}{[(0,57)(0,7)(2700lum)]}$$

$$\text{Núm de Lámp} = 97,90$$

El resultado obtenido se lo aproxima a su inmediato superior con lo que obtenemos un total de 98 lámparas a emplearse.

La distribución se la realiza de manera simétrica en relación a la geometría del área de diseño.

### 2.1.3.2 Diseño de plantas de oficinas

Para las plantas de oficinas se considera las diferentes actividades para las cuales han sido dispuestas sus respectivas instalaciones de tal manera que el diseño de iluminación se lo realiza empleando el método de flujo luminoso siguiendo los pasos anteriormente especificados para los subsuelos, tomando en cuenta que el nivel de iluminación difiere dependiendo de la actividad a realizarse en cada espacio físico de la planta para lo cual los niveles de iluminación sugeridos en función de la actividad a desempeñar en un establecimiento destinado a brindar diferentes servicios se especifican en la siguiente tabla:

Niveles de iluminación según normas IRAM (Valores en lúmenes.)

Vivienda	Baño	Iluminación general	100
		Iluminación localizada sobre espejos	200
	Dormitorio	Iluminación general	200
	Cocina	Iluminación general	100
		Iluminación sobre plano de trabajo	200
	Estar	Iluminación general	100
Iluminación localizada		200	
Lectura intermitente, eTRIA Citura		300	
Salas de espectáculos	Hall	Durante la función	100
	Sala de fiestas		300
	Sala de proyección		200
	Sala de cine	Durante el entreacto	100
		Durante la función	Iluminación especial
Escuelas	Aulas comunes		500
	Sobre el pizarrón	Iluminación suplementaria	1000
	Biblioteca		400
	Aulas especiales		750
	Gimnasios		300
	Circulaciones		200
	Vestuarios y baños	Iluminación general	100
		Iluminación localizada	200
Correos	Salón principal		300
	Sobremesa, estampillado, etc.		700
Garajes y estaciones de servicio	Iluminación general		100
	Gomería		200
	Estacionamiento		50
	Fosas		250
	Salón de ventas		400
	Almacenaje		100
	Accesos		150
	Surtidores		200
	Reparaciones	Iluminación general	200
Iluminación localizada		400	
Lavado		200	

Tabla 2.6 Tabla de Niveles de Iluminación en función del uso de la dependencia



Mediante la selección de un adecuado nivel de iluminación para cada área y el empleo del método del flujo luminoso se obtiene el número de luminarias a ubicarse en cada una de las plantas de oficinas y específicamente para cada espacio que las constituye.

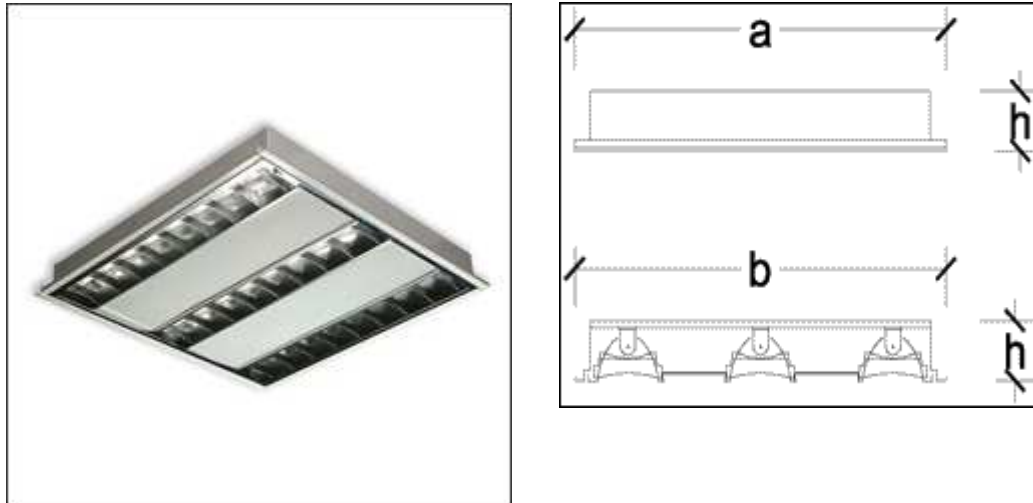
Luego de la distribución de luminarias se procede a la descripción y agrupación de las mismas para formar circuitos de iluminación independientes, para los cuales no se empleará interruptores on-off sino detectores de movimiento, ya que se requiere el encendido y apagado automático de las mismas.

La iluminación en las plantas destinadas a oficinas debe ser comandada mediante un control continuo a diferencia del control tipo discreto empleado para la iluminación en parqueaderos.

### **2.1.3.3 Selección del tipo de luminarias**

El diseño de iluminación desarrollado anteriormente emplea la luminaria **F32T8/TL830** pero considerando que las plantas superiores serán empleadas como oficinas se requiere mejorar la estética del lugar por lo cual no se empleará el mismo tipo de luminaria que se empleó en los subsuelos.

La selección del nuevo tipo de luminaria a emplear en las plantas de oficinas se selecciona en función de las características de rendimiento, aprovechamiento energético entre otras características importantes que se enlistan a continuación:



Tipo de Tubo	Voltaje (V)	Tipo de Balasto	Dimensiones (mm)			Peso (Kg)
			a	b	h	
3x14w T5	120/277	E	605	600	70	4,25
3x28w T5	120/277	E	1210	600	70	6,70
4x14w T5	120/277	E	605	600	70	4,40
4x28w T5	120/277	E	1210	600	70	7,20

Figura 2.2 Características y dimensión de la luminaria fluorescente LF-38

La luminaria seleccionada cumple con los requerimientos de diseño y estética del local en la cual van a ser empleadas. Esta luminaria fluorescente embutida ofrece un mínimo de grado de deslumbramiento y un máximo aprovechamiento energético, además cuenta con un difusor lumínico omnidireccional (ODL), compuesto por hojas verticales de aluminio además de minimizar su peso.

En cuanto a facilidades de mantenimiento en éste tipo de luminaria se puede desmontar el difusor con facilidad mediante el uso de los ganchos, al desprenderlo queda sujeto al cuerpo para facilitar la sustitución del tubo fluorescente, balasto y para la limpieza de la luminaria.

## **2.1.6 LOS BALASTROS**

### **2.1.4.1 Definición**

Las lámparas fluorescentes son lámparas de descarga de vapor de mercurio a baja presión. La descarga genera radiación ultravioleta que es convertida en luz visible mediante sustancias fluorescentes que recubren la pared interior de la lámpara. La mayoría de las lámparas fluorescentes funcionan en serie con un dispositivo que limita la corriente.

Una lámpara fluorescente presenta una impedancia negativa en su región de operación. Conforme el gas interno de la lámpara se ioniza al paso del tiempo, la impedancia de la lámpara se reduce.

Si no existe control de flujo de corriente a través de la lámpara, esta puede llegar a dañarse a causa de una corriente muy elevada. Por lo tanto la mayoría de las lámparas fluorescentes funcionan con un circuito auxiliar limitador de corriente denominado Balastro.

El balastro se encarga entonces de proporcionar la tensión de arranque y funcionamiento en régimen permanente de la lámpara.

### **2.1.4.2 Clasificación de los balastros**

Debido a que los balastros son vitales para la operación de las lámparas fluorescentes, estos han tenido un importante desarrollo tecnológico.

A través de la historia la mayoría de los balastros han sido electromagnéticos, pero en la actualidad los que ofrecen mejor rendimiento y ahorro eléctrico son los balastros electrónicos.

#### **I. BALASTRO ELECTROMAGNÉTICO**

El balastro electromagnético consiste básicamente de un núcleo de láminas de acero rodeadas por 2 bobinas de cobre o aluminio. Este arreglo transforma potencia eléctrica en una forma apropiada para arrancar y regular la corriente en la lámpara fluorescente.

El tercer componente principal de los balastos electromagnéticos es el capacitor. El capacitor en dichos balastos optimiza el factor de potencia de tal forma que puede utilizar la energía de manera más eficiente.

Los balastos equipados con el capacitor son considerados balastos de alto factor de potencia.

Los balastos electromagnéticos presentan gran simplicidad y bajo costo, estos tienen que trabajar a la frecuencia de la red lo cual, trae como consecuencia un elevado peso y gran volumen así como bajo rendimiento.



Figura 2.3 Balastro electromagnético

## II. BALASTRO ELECTRÓNICO

El balastro electrónico está basado en una tecnología enteramente diferente a la del balastro electromagnético. Enciende y regula las lámparas fluorescentes en altas frecuencias generalmente mayores a 20 KHz. Usando componentes electrónicos en vez del tradicional transformador.

Un aspecto muy importante en la evolución que han tenido los balastos electrónicos dentro de los sistemas de iluminación fluorescentes, son las ventajas que presentan con respecto a los balastos electromagnéticos tradicionales, tales como la eliminación del parpadeo de la lámpara en el encendido, el ruido audible, la habilidad para ajustar la salida de luz de la lámpara a casi cualquier nivel cuando es usado un control de intensidad luminosa.

Los balastos electrónicos de alta frecuencia son utilizados en la actualidad para la alimentación de lámparas fluorescentes.

Comparando el balastro tradicional electromagnético con el electrónico, este puede proporcionar mayor rendimiento, control de la potencia de salida, larga vida a la lámpara y reducido volumen.

#### ▪ FUNCIONAMIENTO DE UN BALASTRO ELECTRÓNICO

Los balastos son diseñados para operar las lámparas fluorescentes y proveer el voltaje apropiado requerido para el arranque y operación de la lámpara. En todos los sistemas de iluminación fluorescente el balastro se encarga de tres principales tareas:

- Proveer el voltaje adecuado para establecer un arco entre los 2 electrodos que encienden la lámpara.
- Regula la corriente eléctrica que fluye a través de la lámpara para estabilizar la salida de luz.
- Proporciona el voltaje de operación correcto para proveer la corriente de operación específica de la lámpara. Los balastos también pueden compensar variaciones del voltaje de la fuente.

Los balastos electrónicos están compuestos de grupos de componentes electrónicos que convierten voltaje CA a CD, pasando por un convertidor CD-CD el cual funciona como corrector de factor de potencia. Posteriormente la salida se conecta a un inversor de alta frecuencia que alimenta la lámpara.

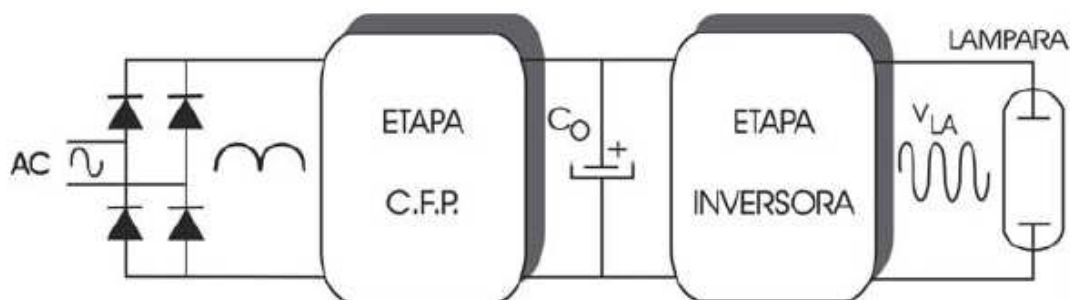


Figura 2.4 Etapas de un balastro electrónico



Figura 2.5 Balastro electrónico

### **2.1.5 SELECCIÓN DEL SISTEMA COMERCIAL DE CONTROL DE ILUMINACIÓN**

El edificio tomado como referencia tiene un sistema eléctrico prediseñado, el cual ya cuenta con un sistema de iluminación, razón por la cual el control de iluminación será implementado mediante un sistema flexible que permita incorporar actuadores y controladores sobre un sistema de iluminación que se encuentre ya en vigencia.

Se debe considerar 2 sistemas de control de iluminación dentro del edificio, uno de ellos basado en detectores de movimiento, orientado a controlar la iluminación de gradas y parqueaderos, ya que son áreas del edificio que no requieren permanecer iluminados salvo cuando las personas transitan por las mismas y el segundo sistema destinado a manejar el nivel de iluminación en las áreas destinadas a oficinas y áreas de trabajo en general.

### 2.1.5.1 Sistema de control de iluminación para las áreas de trabajo

El sistema a emplearse para las áreas de trabajo en general se denomina EcoSystem y trabaja bajo la plataforma de Lutron Electronics.

- **ECOSYSTEM**

El sistema EcoSystem fue desarrollado por Lutron Electronics Co., Inc., para el control de iluminación en edificios de oficinas y escuelas, sabiendo que la cantidad de energía que se consume en iluminación para un inmueble de este tipo es el 44% del consumo total anual, y que mientras recibimos luz solar es innecesario mantener la intensidad total de iluminación artificial en los espacios de trabajo.

La mayor cantidad de energía desperdiciada en los edificios de oficinas se encuentra en la iluminación tal como se muestra en el siguiente gráfico porcentual obtenido del Departamento de Energía de los Estados Unidos:

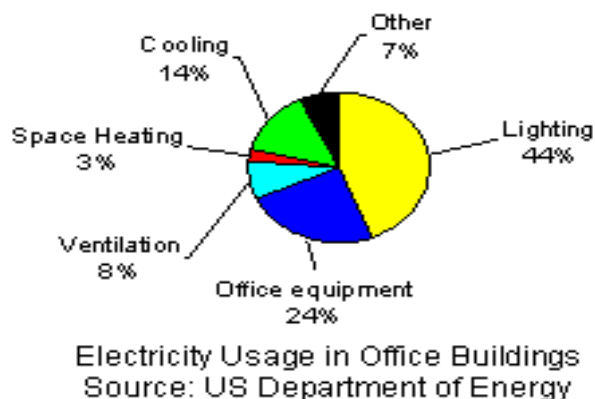


Figura 2.6 Gráfico Porcentual del consumo de energía en edificios

Con este sistema podemos mantener la iluminancia del espacio de trabajo reduciendo el flujo luminoso de la lámpara al tomar en cuenta el flujo luminoso que nos entrega el sol durante el día de trabajo. Al atenuar el flujo luminoso de la lámpara artificial estamos generando un ahorro de energía eléctrica que al final del mes se registrará como un ahorro económico en la planilla de consumo de energía eléctrica, EcoSystem fue diseñado para obtener un ahorro entre el 35% y 60% del consumo en iluminación.

ECOSYSTEM cuenta con un amplio rango de componentes "plug and play" entre ellos sensores y controladores.

En una oficina EcoSystem emplea un 67% menos electricidad que la requerida por la misma oficina si cuenta tan solo con detectores de presencia, ya que cuenta con sensores y controles personales para dimerizar las lámparas reduciendo dramáticamente la energía desperdiciada.

Lo que revoluciona el sistema EcoSystem es que la atenuación se realiza a las luminarias fluorescentes en conjunto o individualmente conectadas sin la necesidad de encontrarse directamente enlazadas al sensor o mando manual que lo gobierna, además al existir una amplia variedad respecto a potencias y cantidad de lámparas dentro de una luminaria se puede utilizar balastos Eco10 o Hi-lume desarrollados previamente por Lutron que permitirán la conexión de estas luminarias al sistema EcoSystem de control, utilizando un módulo balastro de EcoSystem, que incluso les permitirá ser atenuadas de acuerdo a las condiciones de programación del sistema.

El cableado para control no mantiene una topología, con lo cual es simple realizar la conexión pues el balastro o el módulo balastro solamente necesitan una entrada de la señal para tomarla de la red que alimenta la Fuente del Bus de EcoSystem, la misma a la que se deben conectar el resto de balastos o módulos balastro de EcoSystem. Para la conexión del módulo de control es necesario conectarlo al balastro o modulo de control más cercano del cual obtendrá la alimentación eléctrica y al cual entregara información acerca del estado en el que se encuentra un interruptor o atenuador, o de las condiciones en las que se encuentra el parámetro censado, ésta información se la transmite a la fuente del bus de EcoSystem desde la salida de transmisión del balastro al cual el módulo se encuentre conectado.



Los módulos de control que utiliza el sistema se los puede separar en mandos manuales o automáticos. Los mandos manuales responden a la interacción física de presionar teclas, girar perillas o mover palancas que modifican en rangos continuos la intensidad de iluminación en la o las luminarias. Los mandos automáticos incluyen sensores de movimiento y sensores de luz del día que supervisan el espacio, ajustando apropiadamente la iluminación acordada en el área de trabajo y reduciendo la cantidad de energía utilizada, es decir hacen eficiente al sistema de iluminación.

Los mandos manuales del sistema permiten la interacción independiente de las personas con la iluminación de su ambiente de trabajo.

Mediante programación se puede definir el nivel máximo del flujo luminoso que entrega una luminaria, es decir, podemos decidir si la intensidad de trabajo de la luminaria es del 100%, o del 80% si así requieren las necesidades del usuario, este tipo de característica nos permite diferenciar la intensidad de la luminaria según la distancia a la que se encuentre del área de trabajo y la cantidad de luminarias que contenga el espacio, con esto podemos mejorar las condiciones de trabajo para los usuarios.

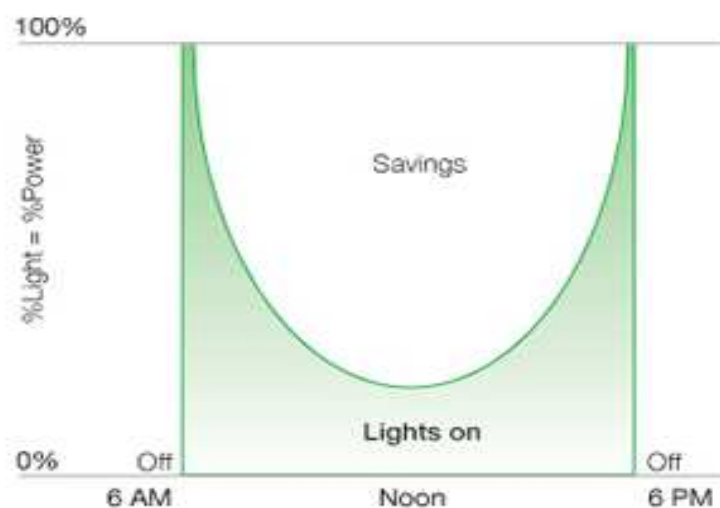


Figura 2.7 Curva de Variación del Flujo de Iluminación en función de la hora del día empleando EcoSystem

## • DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

El sistema trabaja controlado por la Fuente del Bus de EcoSystem, la cual recibe la información del estado de los sensores y de los mandos manuales mediante el Bus del sistema, que es la red de control que recorre a todos los dispositivos actuadores (balastos y módulos balastro), según esta información ordena al balastro o módulo balastro de EcoSystem correspondiente, a realizar la actividad pre-programada en el sistema.

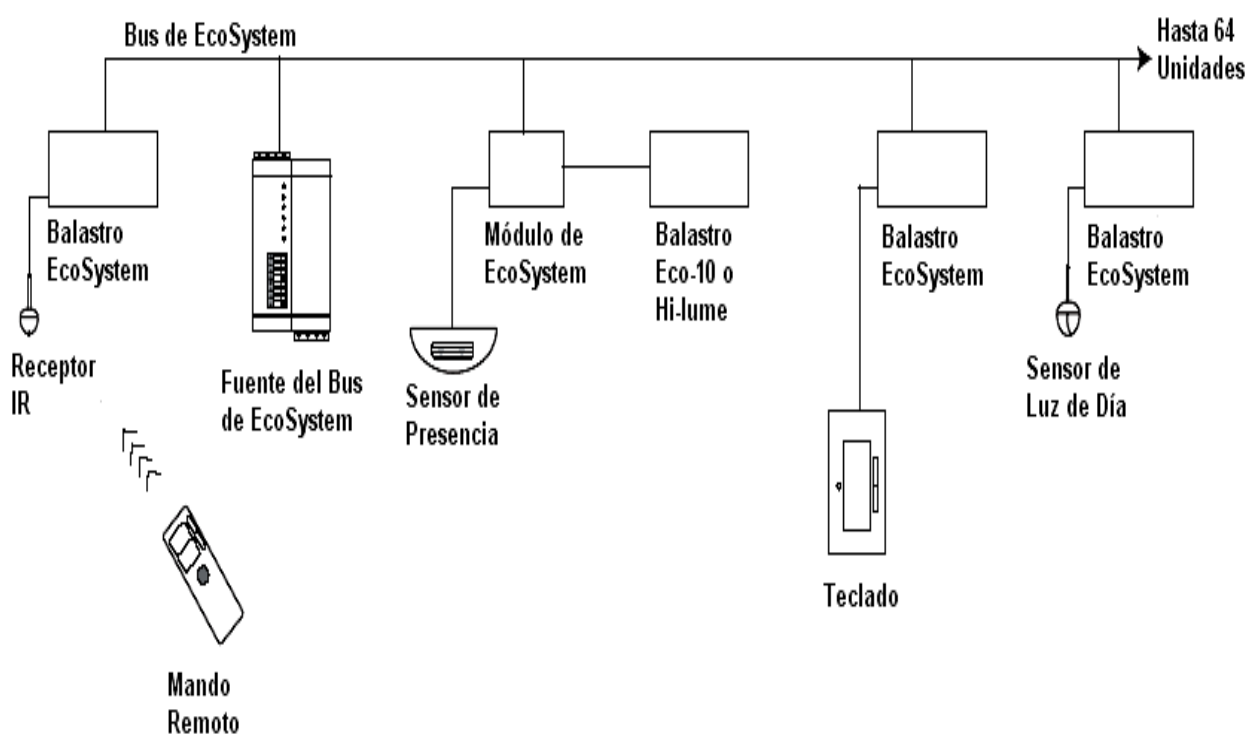


Figura 2.8 Arquitectura de EcoSystem

El módulo balastro o el balastro de EcoSystem, para obedecer las órdenes del sistema, previamente debe conocer la dirección con la cual el sistema lo identifica y esto se realiza en el primer encendido del sistema, momento en el cual el sistema le entrega su identificación específica, es decir, le entrega su dirección determinada.

En la programación se ubica el balastro y mediante una PALM con un software experto desarrollado por Lutron, se define cual será su funcionamiento, cuales serán los sensores de presencia que controlaran su encendido, cual será el sensor de luz del día que manipulará la cantidad de iluminación que entregará la luminaria, o cuál será el control de pared que el usuario manejará para su encendido o apagado, así también se puede controlar el encendido de la luminaria con un control horario en el cual se programe la hora de funcionamiento de la luminaria.

La programación se la debe realizar cerca de un sensor infrarrojo, el cual recibirá las señales desde la PALM y las transmitirá hacia el balastro, el mismo que transmitirá las ordenes por la red del sistema para que las reciba la Fuente del Bus de EcoSystem, convirtiéndola en parte de la programación y su futuro funcionamiento.



Figura 2.9 Programador EcoSystem

El sistema puede ser diferenciado en su utilización debido a las características de la Fuente de Bus de EcoSystem, que permite la conexión de máximo 64 balastos y/o módulos balastro, haciendo en muchos casos necesario la utilización de más de una Fuente del Bus de EcoSystem por piso, las mismas que serán conectadas entre si para conocer el estado del resto del sistema. Cada Fuente del Bus de EcoSystem se puede operar en conjunto o aislada del sistema según sean las necesidades del usuario para su próxima utilización.

En caso de falla de energía se puede independizar a ciertas lámparas que funcionarán como luminarias de emergencia, encendiéndose en el momento en que la energía normal del sistema se ausente, esto se consigue alimentando a estas luminarias desde un circuito diferenciado que debe estar conectado al sistema de generación eléctrico de emergencia. A las luminarias en este estado se las puede atenuar, estableciendo el nivel de luminosidad con la programación previa del funcionamiento en emergencia.

En caso de que un elemento del sistema EcoSystem sea reemplazado, éste acogerá la dirección del elemento anterior y si es necesario el sistema lo programara para que opere de idéntica manera que el elemento reemplazado. Si se desea añadir elementos del sistema, es necesario conectarlo al bus de control y programar la operación deseada para el mismo, caso contrario si se desea descartar un elemento, es sencillo, se lo retira y el resto de elementos funcionaran de la manera programada.

La base de EcoSystem son los balastos electrónicos dimerizables y sensores que proveen información referente a la iluminación del espacio físico donde se encuentran instalados, con ellos se busca mantener siempre un nivel de iluminación adecuado.

En resumen el sistema LUTRON-ECOSYSTEM:

- Controla automáticamente los niveles de iluminación
- Permite implementar un control individual de luminosidad para cada luminaria
- No demanda gastos para reprogramar el sistema

Uno de los principales factores en el mal uso de la iluminación es el mantener encendidas las luminarias aún cuando nadie se encuentra en un determinado espacio, el ahorro de energía en función de las horas en el día al emplear un sistema de control de iluminación se muestra a continuación:

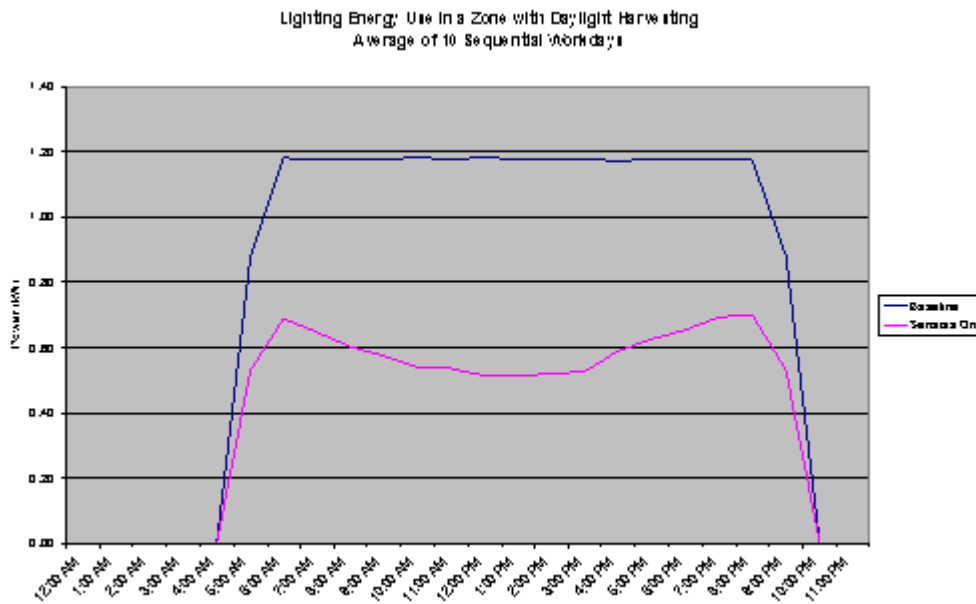


Figura 2.10 Gráfico de Intensidad de Flujo Luminoso con EcoSystem

Uno de los elementos empleados para el control de iluminación son los balastos dimerizables los cuales se constituyen en los actuadores del sistema de control.



Figura 2.11 Balastro Electrónico EcoSystem

Las dimensiones de los balastros se muestran en la figura: n

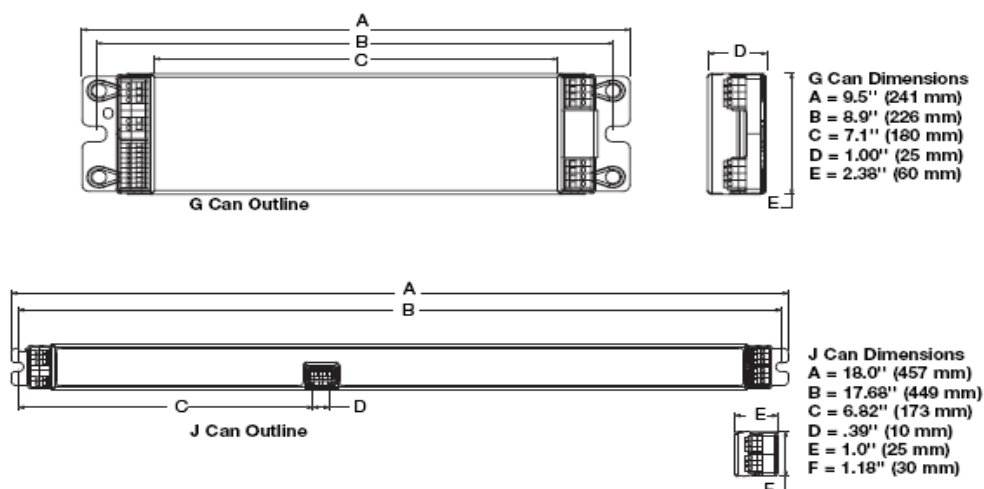


Figura 2.12 Dimensiones del Balastro Electrónico EcoSystem

#### 2.1.5.1.1 Selección del balastro electrónico

La necesidad de implementar un control de iluminación continuo conlleva a la selección de un balastro electrónico que permita variar el rango de iluminación en las dependencias donde esto sea requerido.

La selección se la realiza siguiendo la recomendación del fabricante, en la cual se establece el tipo de balastro a emplear en función del tipo de luminaria y de la frecuencia de la señal de energía eléctrica que se dispone en lugar, para este caso los balastros operan tanto a 50Hz como a 60 Hz.

El sistema de iluminación ECOSYSTEM cuenta con una amplia gama de balastros electrónicos desde la cual se seleccionará el adecuado para ésta aplicación considerando los parámetros necesarios para la misma como son:

- I. Potencia de la lámpara
- II. Número de lámparas a conectarse al balastro
- III. Dimensiones de la lámpara
- IV. Voltaje de operación

Una vez considerados todos éstos parámetros desde el catálogo de productos de ECOSYSTEM se obtiene el modelo de balastro adecuado. El fabricante proporciona un cuadro resumen, el cual reúne todas las condiciones antes señaladas así como los balastos que se ajustan a cada una de las mismas.

El cuadro resumen se muestra a continuación, además de las características requeridas para la selección del balastro para éste diseño:

Potencia de la lámpara=17W

Número de lámparas a conectarse al balastro=3

Dimensiones de la lámpara=24 pulgadas

Voltaje de operación=120 V

## Hi-lume Ballast Models





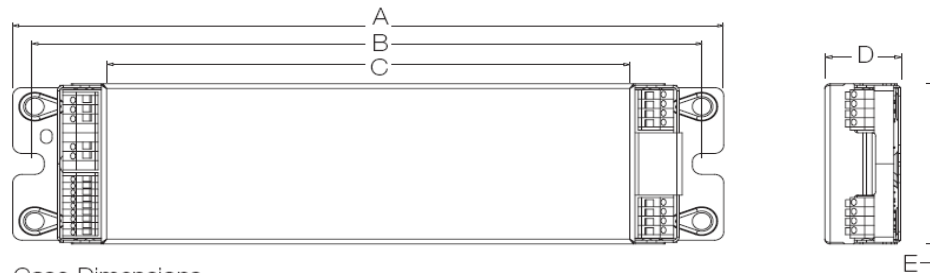
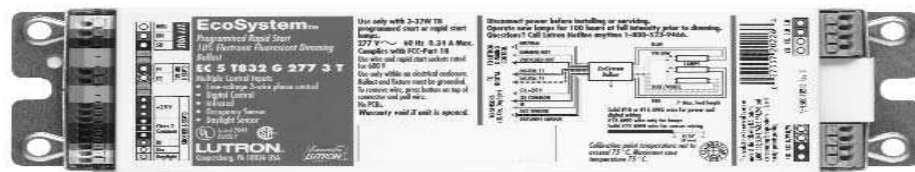
Lamp Type				120 VOLTS		277 VOLTS	
	Lamp Watts (length)	Lamps per ballast	Case Type	Ballast Current (amps)	Hi-lume Model Number <sup>1</sup>	Ballast Current (amps)	Hi-lume Model Number <sup>1</sup>
<b>T4 triple-tube 4-pin</b>  1/2 in. diameter	26 W	1	A	.26	HL3-T426-120-1-S	.12	HL3-T426-277-1-S
	32 W	1	A	.31	HL3-T432-120-1-S	.13	HL3-T432-277-1-S
<b>T5-HO linear high output</b>  5/8 in. diameter	24 W (21.5 in.)	1	C	.26	FDB-T524-120-1	.13	FDB-T524-277-1
		2	C	.45	FDB-T524-120-2	.20	FDB-T524-277-2
	39 W (33.4 in.)	1	C	.38	FDB-T539-120-1	.17	FDB-T539-277-1
	2	C	.76	FDB-T539-120-2	.31	FDB-T539-277-2	
	54 W (45.3 in.)	1	C	.58	FDB-T554-120-1	.25	FDB-T554-277-1
		2	C	1.1	FDB-T554-120-2	.45	FDB-T554-277-2
<b>T8 linear and U-Bent</b>  1 in. diameter	17 W (24 in.)	1	F	.19	FDB-2427-120-1	.08	FDB-2427-277-1
		2	F	.31	FDB-2427-120-2	.15	FDB-2427-277-2
		3	F	.43	FDB-2427-120-3	.20	FDB-2427-277-3
	25 W (36 in.)	1	F	.24	FDB-3627-120-1	.12	FDB-3627-277-1
		2	F	.43	FDB-3627-120-2	.19	FDB-3627-277-2
		3	F	.62	FDB-3627-120-3	.28	FDB-3627-277-3
	32 W (48 in.) <sup>2</sup>	1	F	.30	FDB-4827-120-1	.14	FDB-4827-277-1
		2	F	.57	FDB-4827-120-2	.25	FDB-4827-277-2
	3	F	.82	FDB-4827-120-3	.35	FDB-4827-277-3	
	40 W (60 in.)	1	F	.36	FDB-6027-120-1	.16	FDB-6027-277-1
		2	F	.64	FDB-6027-120-2	.30	FDB-6027-277-2
<b>T12 linear HO (800 mA)</b>  1 1/2 in. diameter	85 W (72 in.)	1	F	.75	FDB-7280-120-1	--	--
	95 W (84 in.)	1	F	.83	FDB-8480-120-1	--	--
	110 W (96 in.)	1	F	.88	FDB-9680-120-1	--	--

Tabla 2.7 Tabla para selección de Balastro EcoSystem



El balastro que cumple con los requerimientos es el modelo FBD-2427-120-3 cuyas dimensiones físicas se muestran en la figura:



Case Dimensions  
 A = 9.5" (241 mm)  
 B = 8.9" (226 mm)  
 C = 7.1" (180 mm)  
 D = 1.0" (25 mm)  
 E = 2.38" (60 mm)

Figura 2.12 Dimensión Balastro EcoSystem FBD-2427-120-3

• **TERMINALES DEL BALASTRO Y DIAGRAMA DE CONEXIONES**

El balastro seleccionado deberá manejar una luminaria compuesta por 3 tubos fluorescentes para lo cual el diagrama de conexiones a efectuarse se muestra en la figura:

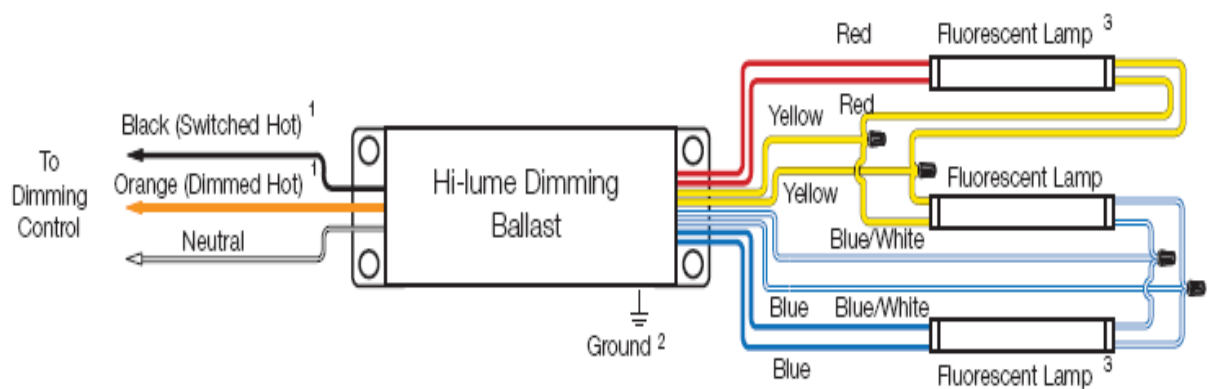


Figura 2.13 Diagrama de Conexión Balastro-Luminaria

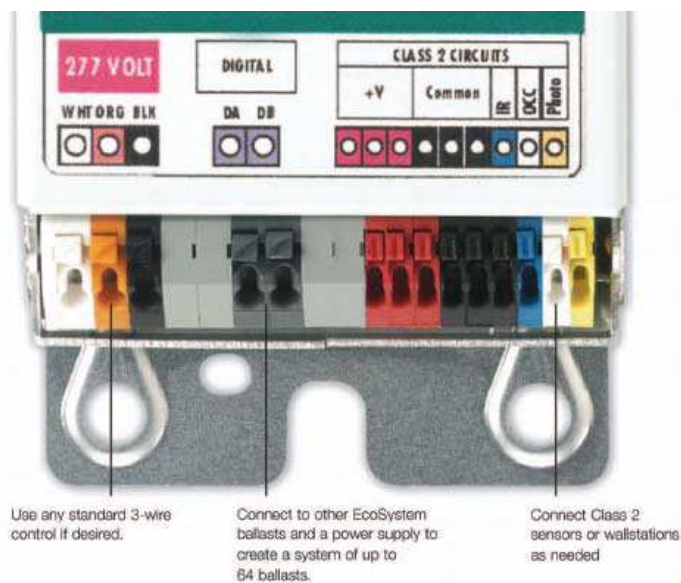


Figura 2.14 Terminales Balastro EcoSystem

El balastro está constituido por terminales específicos de conexión. Cada uno de sus terminales esta claramente identificado por un color específico y propio para los Balastros EcoSystem de Lutron, es así que podemos identificar terminales de entrada para control, fuerza y terminales de salida para alimentación de las lámparas de iluminación.

#### • Terminales de Control

Los siguientes terminales utilizan cables sólidos #22 AWG.

**+20V:** Fuente de +20V que se conecta como alimentación hacia los sensores y mandos que introducen información al balastro. (Terminal y cable color rojo)

**Común:** Compuesto por tres terminales a los cuales se conecta los comunes de los sensores que introducen información al balastro, podemos mencionar que es la tierra digital del balastro. (Terminal y cable color negro)

**IR:** Es el terminal por el cual se introduce la información del receptor de infrarrojo.  
(Terminal y cable color blanco)

**Occ:** Es terminal por el que se introduce la información del sensor de presencia.  
(Terminal y cable color azul)

**Daylight:** Es el terminal por el cual se introduce la información del sensor de detección de luz del día. (Terminal y cable color amarillo)

En el caso del mando de pared este debe ser conectado en los mismos terminales del receptor infrarrojo, pero no se lo debe introducir en el mismo balastro al mismo tiempo.

**E1 – E2:** Son los terminales a los que se conecta la red de control del EcoSystem Bus, utiliza cables sólidos #18 - #16 AWG. En estos terminales no importa la polaridad de conexión y puede ser enlazada mediante cualquier topología.  
(Terminal y cable color violeta)

<b>Calibre del Cable</b>	<b>Bus Longitud (máx.)</b>
#12 AWG	670 m (2,200')
#14 AWG	427 m (1,400')
#16 AWG	274 m (900')

El sistema de control de iluminación diseñado requiere las señales tanto de un detector de presencia como de un sensor de nivel lumínico, los cuales son los encargados de proveer la información necesaria en cuanto a condiciones del entorno para conseguir ejecutar acertadas acciones de control.

### 2.1.5.1.2 Selección de detector de presencia EcoSystem

Para el diseño de éste sistema automático de iluminación se selecciona los detectores de **WDT SERIES WALL-MOUNT DUAL-TECHNOLOGY** de tecnología dual ya que al operar bajo el principio de 2 técnicas de detección, la infrarroja y la ultrasónica son menos propensos a incurrir en errores generados por señales de sonidos provenientes de dependencias exteriores.

Las principales características técnicas del sensor seleccionado son las siguientes:

- 1 Detector de presencia con tecnología dual
- 2 Ajuste de sensibilidad y tiempo hasta 30min.
- 3 110° de abertura
- 4 12.2m de alcance

El campo de cobertura de estos detectores se ilustra en la siguiente gráfica:

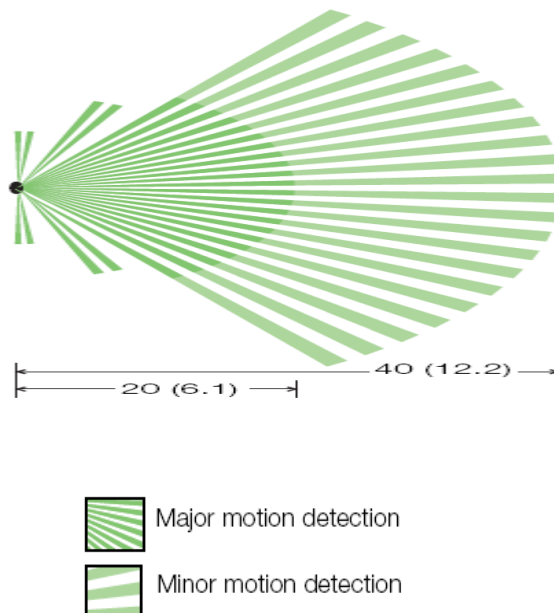


Figura 2.15 Campo de cobertura detector WDT SERIES WALL-MOUNT DUAL-TECHNOLOGY

Las figuras muestran las dimensiones de los sensores a utilizar así como su forma física, lo cual se debe tomar en consideración al momento de la instalación de los mismos:

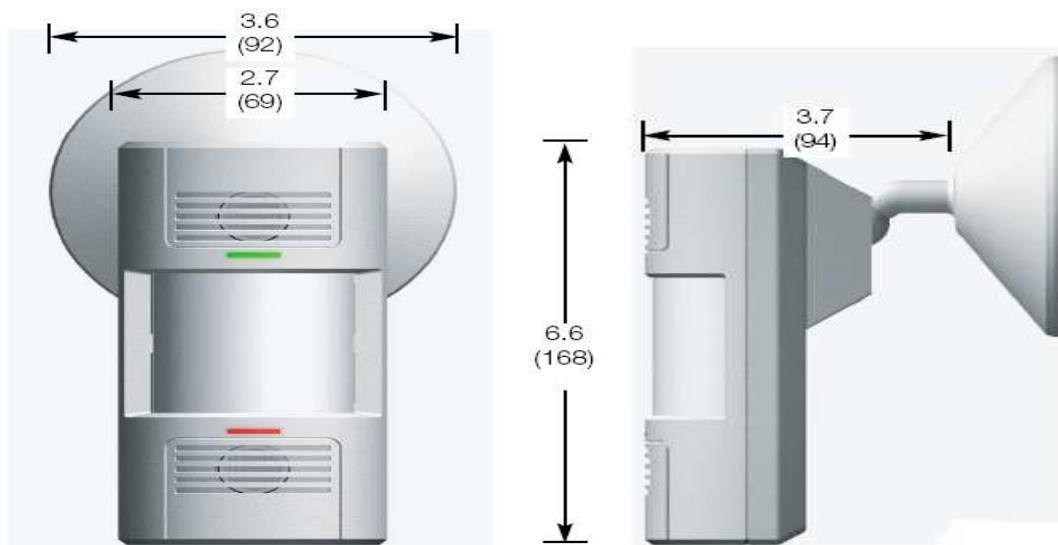


Figura 2.16: Dimension de Detector *WDT SERIES WALL-MOUNT DUAL-TECHNOLOGY*

La instalación y conexiones de estos sensores son explicadas e indicadas por el fabricante así como el limitante en cuanto al número máximo de sensores en función del número de fuentes de energía a emplear.

## **I. UBICACIÓN DEL DETECTOR DE PRESENCIA**

La ubicación del equipo de detección de presencia está generalmente en las áreas ocultas o semi-ocultas; a lo largo de tableros del piso, a lo largo de las esquinas de paredes, las ventanas, sobre las puertas delanteras o traseras de una localización, y las esquinas del sitio son las áreas comunes donde se colocan los detectores de presencia.

El detector de presencia se ubica en un área en donde cubra la mayoría del espacio posible por este motivo una esquina provee el mejor ángulo, ofreciendo un alcance del cuarto entero.

La ubicación de un equipo ultrasónico no es tan importante como la ubicación de un detector infrarrojo ya que en esta tecnología una interrupción en sonido es más fácil de tomar, en cambio la tecnología infrarroja requiere que el agente móvil se incorpore dentro del "campo de visión" del detector infrarrojo de movimiento para poder detectar cambios de calor.

Por dicha razón el fabricante nos provee información acerca de la ubicación correcta del sensor como se muestra en la figura 2.24:

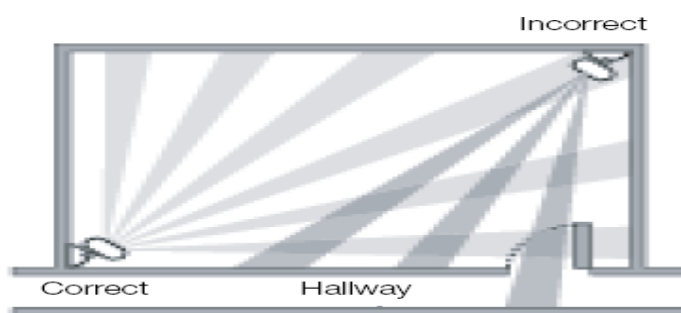


Figura 2.17: Lugar de Ubicación del Detector *WDT SERIES WALL-MOUNT DUAL-TECHNOLOGY*

## **II. CONEXIONES PARA LOS SENSORES *WDTV SERIES WALL-MOUNT DUAL-TECHNOLOGY*:**

Los sensores de presencia a emplear cuentan con 2 tipos de señal de salida; las cuales pueden ser utilizadas en función de la tarea a desempeñar.

El diseño realizado emplea la salida tipo SPDT (Single Pole Double Throw).

Las conexiones a efectuarse entre sensores y balastos son provistas por el fabricante y se muestran en la figura 2.18.

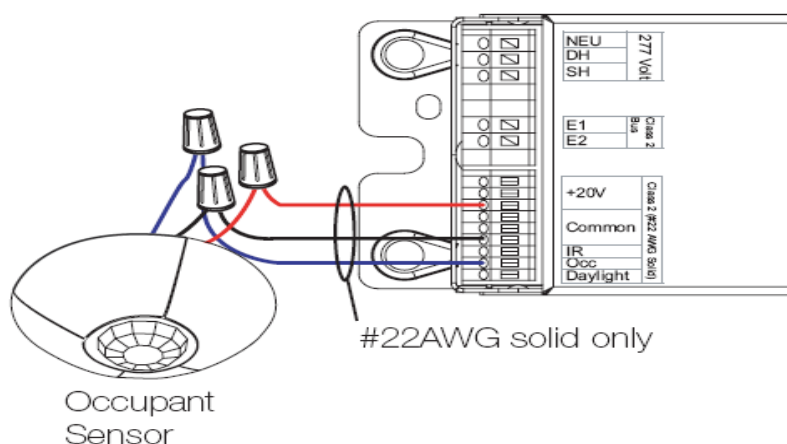


Figura 2.18 Conexión entre del Detector de presencia y el Balastro Electrónico

- **SELECCIÓN DEL DETECTOR DE NIVEL LUMÍNICO ECOSYSTEM**

El sensor seleccionado es el detector de nivel lumínico **C-SR-M1-WH** el mismo que permite a EcoSystem la disminución del nivel lumínico de las lámparas cuando el nivel de iluminación natural es alto y viceversa.

Esta operación se realiza de manera automática, así también el detector funciona como un receptor infrarrojo permitiendo así su programación desde la PALM.



Figura 2.19 Sensor de nivel lumínico C-SR-M1-WH

### Dimensions

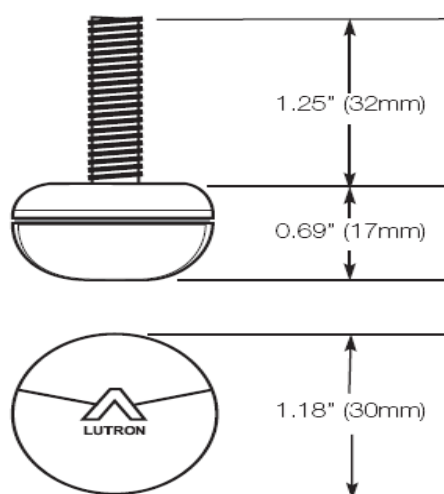


Figura 2.20 Dimensiones del sensor de nivel lumínico C-SR-M1-WH

Las características principales del sensor son provistas por el fabricante y se muestran a continuación:

### Specifications

#### Standards

- Designed for Class 2 operation only. Voltages do not exceed 35VDC. Complies with requirements of NFPA 70, of the National Electric Code (NEC)
- CEC listed
- Follow all applicable national and/or local wiring regulations when installing this sensor
- Designed to give a linear response to changes in viewed light level
- For use with Lutron EcoSystem products only

#### Power

- Operating Voltage: Low-voltage Class 2, 20V==
- Analog Signal: 0 - 2 mA
- IR Output: 0-20V==

#### Environment

- Temperature: 32-113°F (0-45°C)
- Relative humidity: less than 90% non-condensing

Tabla 2.8 Especificaciones del sensor C-SR-M1-WH

Uno de los principales requerimientos para una buena operación del sensor es su correcta ubicación para lo cual el fabricante también establece el lugar de ubicación apropiado.



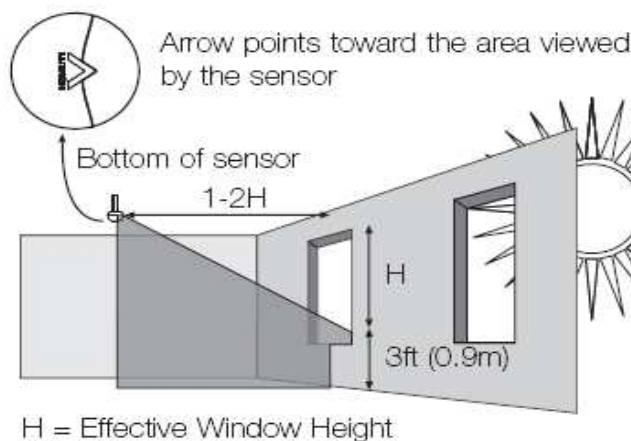


Figura 2.21 Ubicación del sensor de nivel lumínico C-SR-M1-WH

Este sensor constituye una parte fundamental para el sistema EcoSystem ya que el nivel lumínico fijado en las luminarias por los balastos electrónicos depende de manera directa de los datos provistos por este sensor.

Las conexiones a realizarse entre estos sensores y el balastro electrónico se muestran en la figura:

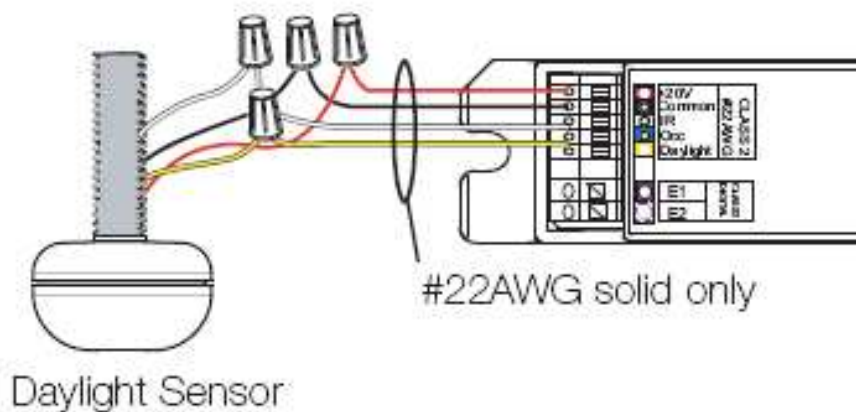


Figura 2.22 Diagrama de conexión entre el balastro y el sensor de nivel lumínico

### *2.1.5.1.3 Arquitectura de interconexión del sistema de control de iluminación*

ECOSYSTEM carece de programación horaria de encendido y apagado, es decir el sistema permite tan solo atenuación del nivel de iluminación por dicha razón se debe recurrir a un sistema auxiliar conformado por un PLC y un grupo de contactores que permitan la activación y desactivación de cada uno de los bloques de balastos electrónicos conectados en red basándose en la programación horaria.

Cada tablero de control de iluminación (TCI) por medio del PLC se puede conectar a la red LAN del edificio permitiendo así el cambio de horarios en la programación cuando esto sea requerido.

El esquema de arquitectura de comunicaciones del sistema de iluminación se muestra en la figura 2.23:

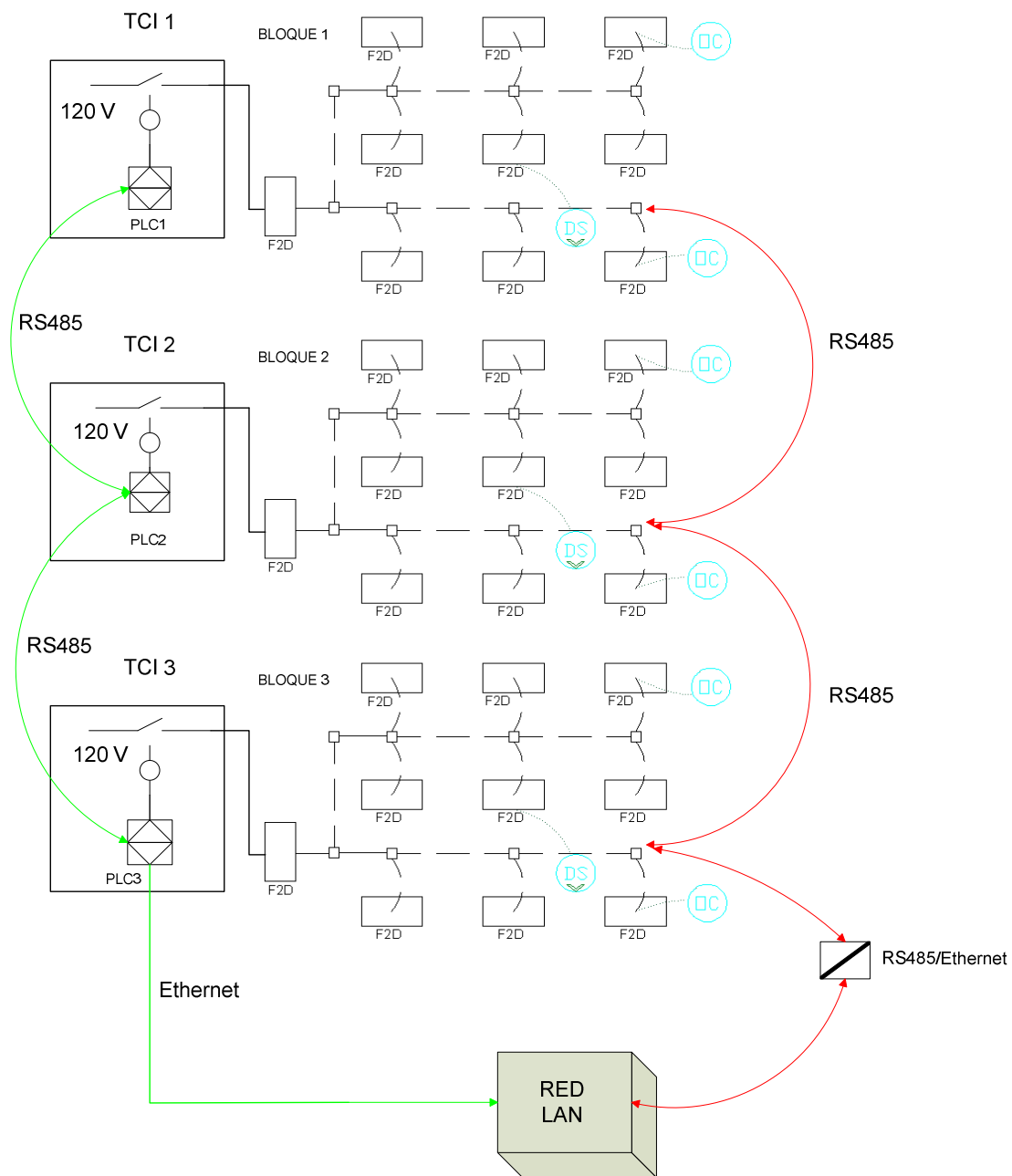


Figura 2.23 Arquitectura del sistema automático de luces

### 2.1.5.2 Sistema de iluminación para gradas y parqueaderos

La iluminación de sectores como gradas y parqueaderos se la controlará en base a la detección de movimiento con tecnología infrarroja.

La diferencia radica en el tipo de sensor a emplear ya que en este sistema se empleará detectores de movimiento más no de presencia debido a que en estas áreas del edificio la presencia de personas no es constante.

El sensor seleccionado es el LOS-CDT-2000R-WH y sus dimensiones se muestran en la figura 2.24:

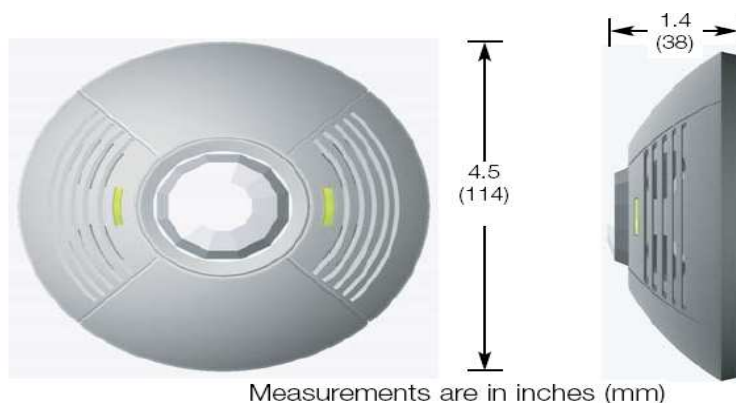


Figura 2.24 Detector de Movimiento LOS-CDT-2000R-WH

El campo de cobertura de de estos sensores se muestran a continuación:

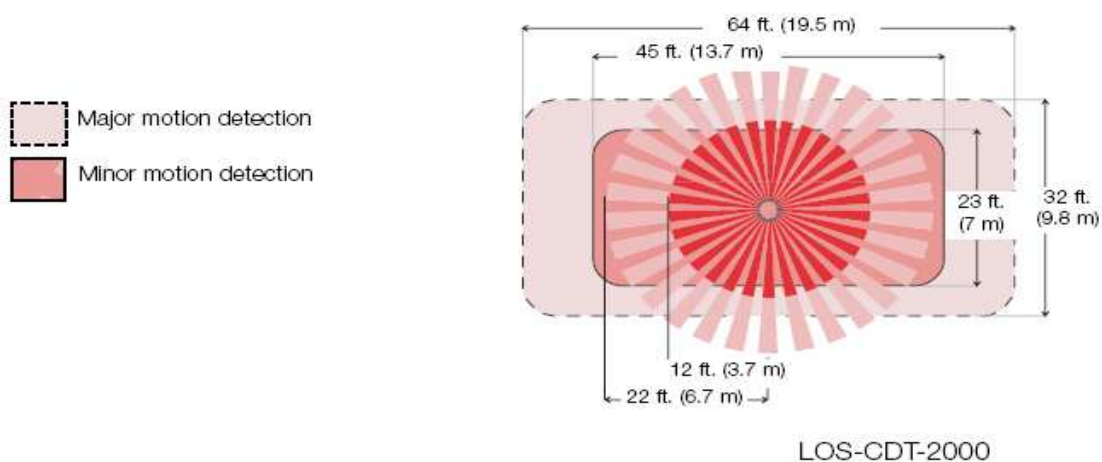


Figura 2.25 Campo de Cobertura de Detector LOS-CDT-2000R-WH

Las características técnicas principales proporcionadas por el fabricante se muestran a continuación:

Sensors	LOS-CDT Series	Occupant Sensors
LOS-CDT 2 09.04.08		
<h2>Specifications</h2>		
<p><b>Timer Adjustment</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Automatic mode: Continually adapting sensor automatically adjusts settings to the space</li> <li>• Manual mode: 8 to 30 minutes</li> <li>• Test mode: 8 seconds</li> </ul>	<p><b>Operating Environment</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperature: 32 to 104 °F (0 to 40 °C)</li> <li>• Relative humidity: less than 95%, non-condensing</li> <li>• For indoor use only</li> </ul>	
<p><b>LED Lamp</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Red: infrared motion detected</li> <li>• Green: ultrasonic motion detected</li> </ul>	<p><b>Adaptive Functions</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Installation: 60 minutes</li> <li>• Learning: 4 weeks for response to error conditions, air current adaptation, and timer optimization</li> <li>• Post-learning occupancy periods               <ul style="list-style-type: none"> <li>– 24-hour circadian occupancy periods learned</li> <li>– Weekly occupancy periods learned</li> </ul> </li> <li>• Adjustments in post-learning period               <ul style="list-style-type: none"> <li>– Generally occupied periods (threshold = high-sensitivity mode)</li> <li>– Generally unoccupied periods (threshold = miser mode)</li> </ul> </li> </ul>	
<p><b>Housing</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rugged, high-impact, injection-molded plastic</li> <li>• Color-coded leads 6 in. (15 cm)</li> </ul>	<p><b>Contact Rating (R Models only)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• SPDT 500 mA rated at 24 V<sub>DC</sub> isolated relay</li> </ul>	
<p><b>Power</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Operating voltage: 20 - 24 V<sub>DC</sub>, PELV (Class 2: USA) low-voltage</li> <li>• Operating current: 33 mA nominal</li> <li>• Control output: 20 - 24 V<sub>DC</sub> active high logic control signal with short-circuit protection, open collector when unoccupied</li> </ul>	<p><b>Photo Cell (R Models only)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prevents light from turning on when there is sufficient natural light</li> <li>• Sensitivity: 0 - 1,000 LUX adjustable</li> </ul>	

Tabla 2.9 Especificaciones del Sensor LOS-CDT-2000R-WH

La señal de salida a emplearse es la SPDT y el esquema de operación para el control de luces para áreas de parqueaderos y gradas es el siguiente:

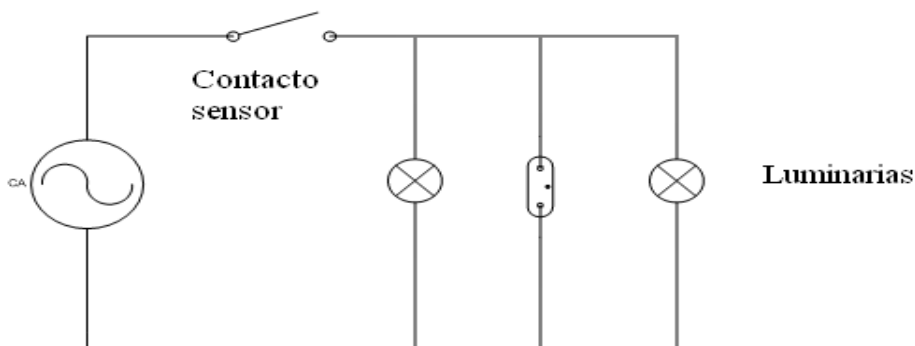


Figura 2.26 Esquema de conexión detector de movimiento LOS-CDT-2000R-WH

La limitación en cuanto al número de luminarias que pueden conectarse en paralelo y ser activadas y desactivadas por el sensor viene dada en función del valor de corriente que soporta el contacto del sensor.

El valor de corriente que consume cada una de las lámparas se la determina considerando el valor de potencia de disipación (500W de carga) y el voltaje de operación.

## 2.2 DISEÑO DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO

### 2.2.1 INTRODUCCIÓN

#### 2.2.1.1 Calidad de aire

El control de calidad de aire y confort en la actualidad constituye uno de los factores primordiales para obtener un buen desempeño laboral de la gente que permanece durante la jornada laboral en el interior de una oficina o un espacio cerrado en general.

Uno de los factores primordiales para desarrollar un sistema de control de ventilación y calidad de aire lo constituye el incremento cada vez más acelerado del número de personas que permanecen durante la jornada laboral diaria en ambientes interiores en los cuales el aire contenido en los mismos puede estar hasta 10 veces más contaminado que el aire exterior.

Estos contaminantes pueden llegar a producir efectos perjudiciales en los seres humanos, ya que al penetrar en el organismo por inhalación causan desde una mínima sensación de incomodidad a una disminución en la productividad laboral, por consecuencia del desarrollo de alergias, aparición de rinitis, asma, problemas dérmicos u otro tipo de enfermedades, como cáncer y en los casos más extremos, muerte.

Una buena calidad de aire permite mejorar el desempeño de actividades que se realizan en oficinas, aulas de clases y en general en ambientes cerrados, no solo por el bienestar de las personas que se encuentran en ellos sino también porque permite conservar de mejor manera los equipos e inclusive prolongar la vida útil de estos.

La calidad de aire en ambientes construidos es modificada en forma constante por interacción de agentes físicos como la temperatura, el viento, la radiación solar, ruidos, agentes químicos como sustancias y/o compuestos orgánicos e inorgánicos y agentes biológicos.

Los ocupantes de un edificio constituyen en sí una fuente de contaminación debido a que el ser humano produce de modo natural dióxido de carbono, vapor de agua, partículas y aerosoles biológicos. Por otro lado, hay una serie importante de contaminantes que pueden ser generados por el propio edificio, por su contenido o pueden incluso depender de su ubicación. Otro grupo tiene su origen en combustiones que se producen en el interior. También el uso de productos de limpieza y mantenimiento genera la presencia de contaminantes en el interior del edificio.

Los índices elevados de contaminación ambiental son una amenaza constante que deteriora el medio ambiente hasta convertirlo en no apto para el desarrollo de ciertas actividades y peligroso para la vida de las personas y otros seres vivos.

En ambientes cerrados es muy importante realizar el estudio de las emisiones de CO<sub>2</sub> desde las distintas fuentes que se tengan, ya que al ser éste producido principalmente por la actividad humana, es uno de los indicadores más directos de la calidad de aire no solo externamente sino también en un dichos tipos de ambiente.

### **2.2.1.2 Confort ambiental**

El confort ambiental hace referencia a una serie de condiciones como confort térmico, confort acústico, confort lumínico así la calidad de aire tiene una relación directa con el confort térmico y la ventilación que se tenga en un determinado espacio.

El confort térmico se basa en la relación que existe entre algunos parámetros encargados de proporcionar el mismo, así por un lado tenemos la actividad física , la ropa que se utiliza y la humedad relativa, la temperatura, velocidad del aire y la temperatura radiante media.

La Norma ISO-7730 define el confort térmico como aquella condición mental que expresa satisfacción con el ambiente térmico.

De acuerdo a las normas y estándares como el de la American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers (ASHRAE), “los espacios cerrados, deben garantizar una situación de confort al 90% de la población”.

Paralelamente a esta situación, cuando la ventilación es incorrecta, como consecuencia de un aporte insuficiente de aire fresco exterior, puede haber una acumulación de contaminantes de varios orígenes hasta niveles que resulten molestos para sus ocupantes. “El aporte de aire exterior ha de ser suficiente para diluir los contaminantes hasta niveles que estén por debajo de la percepción humana y, evidentemente, de los considerados perjudiciales para la salud”.



### 2.2.1.3 Parámetros de confort

Al hablar de confort en un determinado espacio físico es necesario considerar que éste como tal, es producto de una serie de circunstancias y condiciones previamente establecidas que permiten conseguir como resultado una situación de confort deseable.

Esta idea de confort se relaciona con el equilibrio térmico que debe existir entre las ganancias de calor debido al metabolismo del cuerpo y las pérdidas de calor cedidas del mismo al ambiente por efecto de las actividades del individuo.

Cuando se mide el ambiente térmico de un espacio cerrado es importante recordar que no se siente la temperatura del local, sino el calor que pierde nuestro cuerpo, por lo que los parámetros que se deben medir son aquellos que afectan a la pérdida de energía, dicho parámetros se muestran en la siguiente tabla con su respectiva unidad de medida :

<b><i>Parámetro</i></b>	<b><i>Unidad de Medida</i></b>
Temperatura del aire	°C
Temperatura radiante media	°C
Velocidad del aire	m/s
Humedad	Pa

Tabla 2.10 Unidad de Medida de Parámetros de Confort

## **I. TEMPERATURA DEL AIRE ( $T_a$ )**

Se define como: “una magnitud física descriptiva que mide el estado de la materia y la forma como esta intercambia energía térmica con el ambiente”.

La temperatura causa sensaciones de calor y frío, aumenta y disminuye el tamaño de los cuerpos y la emisión de radiación por los cuerpos, influyendo directamente en la sensación de calor que puede percibir un individuo a través de la piel o por el aire que respira en un espacio determinado.

El confort térmico de una persona depende del calor producido por el cuerpo (actividad física, consumo metabólico, etc.) y el intercambio de este calor con el medio ambiente.

## **II. TEMPERATURA RADIANTE ( $T_r$ )**

Se define como: “la temperatura promedio de las superficies que se encierran en un espacio”.

Esta temperatura se produce de dos maneras:

- Por el calor perdido debido a la radiación del cuerpo a las superficies.
- Por el calor perdido debido a la conducción, cuando el cuerpo está en contacto con las mismas.

Estas pérdidas de calor son difíciles de cuantificar porque varían con la posición del individuo en el espacio y por consiguiente con el ángulo entre el individuo y las superficies circundantes. Este calor radiante constituye “la forma de calentamiento más confortable debido a que se basa en el principio de calentamiento natural que es la radiación solar”.

La temperatura interna del ser humano es prácticamente constante y tiene un valor de 37 °C con un rango de variación de  $\pm 1$  °C lo cual se considera como normal.

El cuerpo humano posee un sistema de regulación de temperatura para garantizar su mantenimiento sobre 37°C, de tal modo que ante las diferentes condiciones que se tengan el cuerpo humano reaccionará de varias maneras para mantener ciertas condiciones internas sea cual fuere la situación, de calor o frío.

### **III. HUMEDAD DEL AIRE**

El manejo del término “Humedad del aire” conlleva necesariamente a considerar las siguientes definiciones:

#### **a. HUMEDAD ATMOSFÉRICA**

Es la cantidad de vapor de agua contenida en el aire y varía según las condiciones climatológicas; está presente en la tropósfera que va desde el nivel del mar hasta una altura media de 11 km, variando de 0 a 25 % en volumen.

$$\text{Aire húmedo} = \text{aire seco} + \text{vapor de agua}$$

#### **b. HUMEDAD RELATIVA**

Se define como: “la relación entre la cantidad de vapor de agua contenida en un volumen dado de aire y la cantidad máxima de vapor (dosis de saturación) que puede existir a una cierta temperatura, es decir es el “índice que expresa la cantidad de vapor de agua que hay en una masa de aire, en relación con la cantidad que teóricamente podría contener. Se mide en tantos por ciento.

La Humedad Relativa varía de acuerdo a la temperatura del aire, con lo cual a mayor temperatura de aire se retendrá mayor humedad que lo que se tendría para un aire frío, la humedad relativa de una muestra de aire depende de la temperatura y de la presión a la que se encuentre.

#### IV. VELOCIDAD DEL AIRE ( $V_a$ )

El movimiento del aire permite sentir tanto pérdida como ganancia del calor del cuerpo, es decir que con el roce de movimiento de aire sobre la piel, se hace más fácil ceder calor y humedad, lo cual produce una sensación de frescura aun cuando no se haya realizado controles para valores de temperatura y humedad relativa.

##### 2.2.1.4 Rangos de confort

###### 2.2.1.4.1 Rangos de temperatura de confort

Existen varios organismos internacionales que establecen rangos de temperatura para que ésta no llegue a producir una sensación de incomodidad o no confort en las personas.

De acuerdo a las Normas 55-1992 de ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating, and Air Conditioning Engineers), los valores de temperatura dependen directamente del valor de humedad relativa que se tenga, dentro de estos rangos se tienen:

Humedad Relativa (%)	Temperatura(°C)	
	Mínima	Máxima
30	20	25
40-50	20	24
60	20	23

Tabla 2.11 Nivel de Temperatura de Confort en función de la Humedad Relativa

Existe además una normativa en cuanto a valores de temperatura permisibles en función de la actividad a realizarse, así los rangos de variación de dicho parámetro son los siguientes:

Actividad	Temperatura(°C)	
	Mínima	Máxima
Sedentaria	17	27
Ligera	14	25

Tabla 2.12 Temperatura permisible en función de la actividad a desempeño

#### 2.2.1.4.2 Rangos de humedad relativa de confort

De acuerdo a las normas 55-1992 de ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating, and Air Conditioning Engineers) se han determinado ciertos valores de Humedad Relativa permisibles dependiendo directamente del tipo de estación y condiciones climáticas de las que se disponga.

Según la norma ASHRAE los valores de Humedad Relativa aceptable en función de la temperatura es el siguiente:

Rango de Temperatura(°C)		Humedad Relativa
Mínima	Máxima	
20	25	30%
20	24	40% - 50%
20	23	60%

Figura 2.13 Humedad Relativa Permisible en función de la Temperatura

Existen adicionalmente otras alternativas para determinar los rangos de Humedad Relativa adecuados en un ambiente cerrado, una de las principales es

la que se realiza de acuerdo a la ley promulgada por el Real Decreto 486/97 de la legislación Española con la cual se obtiene los siguientes valores de humedad relativa:

Actividad	Humedad Relativa (%)	
	Mínima	Máxima
Normal	30	70
Riesgo de Electricidad Estática	50	70

Tabla 2.14 Valores de Humedad Relativa aceptables de acuerdo al tipo de actividad

Si la humedad ambiental está fuera de dicho rango se pueden producir los siguientes efectos:

- a) Baja humedad relativa: Se produce un incremento de la transpiración del cuerpo, relacionada con la temperatura ambiental, que ocasiona, fundamentalmente, sequedad de las mucosas de nariz, boca, etc.
- b) Alta humedad relativa: La transpiración se ve reducida, y la termorregulación del cuerpo no es eficaz ante altas temperaturas.

#### *2.2.1.4.3 Rangos de velocidad de aire de confort*

De la misma manera que para temperatura y humedad relativa, los organismos internacionales establecen ciertos valores para que la velocidad del aire no llegue a producir una sensación de incomodidad o no confort en las personas.

De acuerdo a las Normas 55-1992 de ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating, and Air Conditioning Engineers) se tiene:

<b>Velocidad del Aire (m/s)</b>	
<b>Mínima</b>	<b>Máxima</b>
0,3	0,8

Tabla 2.15 Velocidad de Aire permisible de acuerdo a la norma 55-1992 de ASHRAE

#### *2.2.1.4.4 Normas de confort térmico en ambientes cerrados*

Para poder generalizar el concepto de calidad de aire, de tal manera de poder obtener sensaciones de confort térmico, las cuales sean admitidas por un mayor número de personas, se ha definido en la legislación vigente normativas que permitan garantizar un ambiente térmico satisfactorio.

En el Ecuador no existen normas especializadas en lo referente a control de calidad de aire en ambientes cerrados; básicamente los organismos se rigen en base a las normas ISO 7730 , por tal motivo las normas a utilizarse en la configuración de equipos y programación de los mismos serán las normas ASHRAE por ser normas que tienen un tratamiento casi total de los parámetros y aspectos que se deben considerar cuando de calidad de aire y por ende confort térmico se trata.

## **2.2.2 ESTUDIO DE LAS NORMAS DE CALIDAD DE AIRE**

### **2.2.2.1 Normas 55-1992 de ASHRAE**

De acuerdo a las normas promulgadas en 1992 por la ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating, and Air Conditioning Engineers), se establecen las siguientes disposiciones de Confort Térmico en espacios de trabajo cerrado.

Humedad Relativa (%)	Temperatura (°C)	
	Mínima	Máxima
30	20	25
40-50	20	24
60	20	23

Tabla 2.16 Rangos de Temperatura del aire

Velocidad del Aire (m/s)	
Mínima	Máxima
0.3	0.8

Tabla 2.17 Rangos de Velocidad del aire

Los valores que se indican en las tablas anteriores resumen las indicaciones que se citan la norma ASHRAE al respecto.

### 2.2.2.2 El CO<sub>2</sub> y su relación con la calidad del aire

- **DEFINICIÓN**

El Dióxido de Carbono es un gas formado por combustión de sustancias que contienen Carbono. En locales no industriales la principal fuente está en la respiración humana y el fumar.

El CO<sub>2</sub> es un asfixiante que actúa básicamente por desplazamiento del Oxígeno y que a elevadas concentraciones (mayores a 30.000 ppm) puede causar dolor de cabeza, mareos, somnolencia y problemas respiratorios, dependiendo de la concentración y de la duración de la exposición.

Es un componente del aire exterior que se encuentra habitualmente en niveles entre 300 y 400 ppm, pudiendo alcanzar en zonas urbanas valores de hasta 550 ppm.



De acuerdo a las normas del INSHT (LEP-VLA), el valor límite de exposición para un período de 8 horas es de 5000 ppm, teniendo como límite para exposiciones cortas de 15 minutos un valor de 15000 ppm. Estos valores son difíciles de encontrar en ambientes interiores no industriales como son oficinas, escuelas y servicios en general. En la práctica, en estos recintos se encuentran valores de 2000 y hasta 3000 ppm, valores a los que si bien es cierto no se intensifican crudamente las molestias pueden producir ciertos efectos de no confort sobre los ocupantes.

En caso de que los niveles mencionados sean superados, este incremento puede deberse principalmente a la presencia de combustiones incontroladas donde se sumaría la presencia de otros gases como CO el cual tiene un límite de exposición para el ser humano de 25 ppm por el nivel de toxicidad que éste presenta.

- **NIVELES PERMISIBLES DE CONCENTRACIÓN DE CO<sub>2</sub> Y LOS SISTEMAS DE VENTILACIÓN**

Para establecer valores de referencia se han tomado los datos de estudios realizados con personas a distintas tasas de ventilación y aunque existen datos que sugieren que a 600 ppm los individuos más sensibles ya manifiestan quejas y molestias, en la práctica se acepta que no debe superarse una concentración de 1000 ppm de CO<sub>2</sub> con el fin de evitar problemas de olor y para que el aire sea considerado aceptable.

Los ocupantes adaptados, es decir los que llevan un cierto tiempo en el local, pueden no notar molestias, en términos de olor corporal, hasta que la concentración de CO<sub>2</sub> supere los 2.000 ppm. Hay que tener en cuenta, sin embargo, que el hecho de que no se superen en un local estos niveles de CO<sub>2</sub> no garantiza la ausencia de compuestos de origen distinto a los naturales como productos de consumo que pueden ser molestos o nocivos para la salud.

De acuerdo a estudios realizados, al tomar como indicador de la calidad de aire interior la concentración de CO<sub>2</sub> producido en la respiración de los ocupantes de un lugar determinado, y considerando que no existe una reducción de su concentración por otro medio que no sea la ventilación, entonces se puede considerar que la ventilación es inadecuada cuando se supera 1000 ppm de CO<sub>2</sub>.

De acuerdo la norma UNE 100-011-91 sobre la Climatización, la ventilación para una calidad aceptable de aire en la climatización de los locales, establece caudales de aire exterior que permiten controlar la concentración de CO<sub>2</sub> y, paralelamente, olores, partículas y otras sustancias contaminantes, con un adecuado margen de seguridad.

Si se cita el Real Decreto 486/1997, de 14 de abril en España, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, la ventilación mínima en los locales de trabajo será de 30 m<sup>3</sup>/h de aire limpio, en el caso de trabajos sedentarios en ambientes no calurosos ni contaminados por humo de tabaco, a fin de evitar el ambiente viciado y los olores desagradables.

- **DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE VENTILACIÓN**

Con la finalidad de mantener un nivel de calidad de aire que se encuentre dentro de las normas antes estudiadas así como un ambiente de trabajo de confort se diseñara un sistema automático de control que permita la renovación así como la circulación de aire de manera automática dentro de las instalaciones del edificio cuando esta sea requerida.

El principio de funcionamiento de dicho sistema consiste básicamente en la inyección de aire limpio y a su vez la extracción de aire contaminado del interior del edificio tal como se muestra en la figura 2.27:

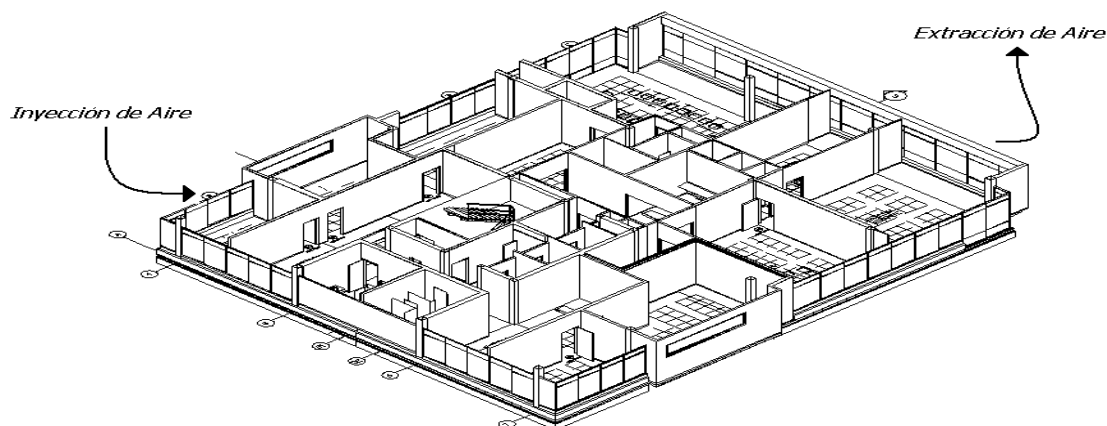


Figura 2.27 Circulación de aire en la instalación

El sistema de ventilación elegido es de tipo mecánico razón por la cual los actuadores del sistema está constituido por ventiladores, los cuales se encargarán de poner en circulación el aire dentro de cada dependencia del edificio.

El control de los motores de cada ventilador lo realizará de manera automática mediante un PLC, el cual estará encargado de los procesos de encendido y apagado de los mismos cada vez que se requiera una renovación de aire dentro de las dependencias del edificio.

La programación del PLC debe considerar el establecer horarios para cumplir con el número de renovaciones de aire requeridos en la instalación.

El sistema de control deberá considerar los parámetros de monitoreo para un correcto desempeño de cada uno de sus componentes.

La información habitualmente monitoreada es la siguiente:

- Estado on/off de equipos (ventiladores, funcionando o detenido)
- Flujo de aire

El monitoreo de dichas variables permitirá tener los siguientes beneficios:

- Información continua del estado on/off (operando o detenido) de cada uno de los ventiladores principales instalados al interior del sistema.
- Información continua de la operación global de ventiladores (monitoreo de diversas variables de operación de los equipos, tales como caudal de aire, caída de presión.
- Detección de sobre corriente del motor
- Detención inmediata de las unidades ventiladoras frente a ocurrencia de alguna emergencia, por ejemplo en caso incendio.

- **EJEMPLO DE LA DETERMINACIÓN DE LA CARGA DE VENTILACIÓN PARA UNA PLANTA DEL EDIFICIO**

Para determinar el requerimiento de ventilación dentro de un lugar se debe considerar tanto el área como el número de renovaciones de aire necesarios para el caso específico.

El caudal de aire requerido se determina a través de la siguiente expresión:

$$Q = V \times N \quad \text{Ecuación (2.3)} \quad \text{Donde: } V = \text{volumen del local}$$

N=Numero de renovaciones de aire

De acuerdo a recomendaciones sobre cambios de aire, se ha seleccionado un número de 10 cambios de aire por hora, este es apto para lugares donde se realiza una actividad ligera pero en donde es permitido fumar.

Considerando esto se procede a determinar el volumen del local, para lo cual es necesario emplear las dimensiones de una de las plantas del edificio las cuales fueron citadas en el apartado 2.1.3.1 (Diseño de Subsuelos):

$$V = L \times A \times H \text{ Ecuación (2.4)}$$

Donde: L= Largo

A = Ancho

H = Altura

Las dimensiones son las siguientes:

$$\text{Longitud} = 44.3 \text{ m}$$

$$\text{Ancho} = 47.62 \text{ m}$$

$$\text{Altura} = 2.5 \text{ m}$$

Se determina el volumen del local:

$$V = 44.3 \text{ m} \times 47.62 \text{ m} \times 2.5 \text{ m}$$

$$V = 5273.9 \text{ m}^3$$

$$V = 186273.8 \text{ ft}^3$$

El caudal de aire necesario dentro del local es:

$$Q = V \times N$$

$$Q = 186273.8 \text{ ft}^3 \times 5 \frac{\text{cambios}}{\text{hora}}$$

$$Q = 931369 \frac{\text{ft}^3}{\text{hora}}$$

### 2.2.2.3 Selección del sistema de ventilación

La ventilación del edificio será del tipo mecánico, para lo cual se emplearán ventiladores simples provistos de aspas.

De acuerdo a la carga de ventilación calculada se requieren ventiladores de:

$$Q = 931369 \frac{ft^3}{hora} \times \frac{1h}{60min}$$

$$Q = 15522.8 \text{ CFM}$$

En este caso la ventilación será neutra es decir que la cantidad de aire de suministro será igual a la cantidad de aire de escape, para esto se colocarán dos ventiladores diametralmente opuestos permitiendo de esta manera que el caudal de ventilación atravesase toda la zona.

### 2.2.2.4 Selección de los actuadores

El dimensionamiento y ubicación de ventiladores en el interior y exterior del edificio se encuentran a cargo de un contratista mecánico, el cual es el encargado de la selección de ventiladores tanto de suministro como de extracción.

El diseñador mecánico provee la información necesaria en cuanto a parámetros eléctricos de cada uno de los motores así como su respectiva ubicación dentro de las instalaciones del edificio.

El contratista mecánico de la instalación se encarga de dimensionar de manera similar al apartado anterior todas las cargas de ventilación requeridas en el edificio tanto para inyección como para extracción de aire del edificio, además de citar el lugar mas apropiado para su ubicación .

La información antes citada se muestra en el cuadro siguiente, información provista por el contratista mecánico de la instalación (CLIMAC S.A.):

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	POTENCIA		PESO	EJES	NIVEL
			HP	V/Ph/Frc	Lbs		
<b>SISTEMA DE VENTILACIÓN MECÁNICA</b>							
<b>VENTILADORES DE SUMINISTRO</b>							
1	VS-1 30000 cfm	1	15	230/3/60	1250	A-2	-5,00
2	VS-2 620 cfm	1	1/4	110/1/60	70	B-1/2	-2,00
3	VS-3 2100 cfm	1	3/4	110/1/60	90	B-2/3	-2,00
4	VS-4 2000 cfm	1	1/3	110/1/60	320	B-5/6	16.14
5	VS-5 3200 cfm	1	1/2	110/1/60	320	C-5/6	16.14
<b>VENTILADORES DE EXTRACCIÓN</b>							
6	VE-1 37000 cfm	1	25	230/3/60	1490	A-2	-8,00
7	VE-2 8000 cfm	1	5	230/3/60	670	A-8/9	-5,00
8	VE-3 1800 cfm	1	1/2	110/1/60	110	E-4	-5,00
9	VE-4 350 cfm	1	1/4	110/1/60	40	G-3	-5,00
10	VE-5 1150 cfm	1	1/4	110/1/60	60	A/B-3	-2,00
11	VE-6 5000 cfm	1	2	230/3/60	220	C/D-5	16.14

Figura 2.28 Cuadro de características de ventiladores para el Edificio de la EMAAP

#### 2.2.2.5 Consideraciones para la selección del controlador (PLC)

Seleccionar el correcto PLC para una máquina o proceso involucra evaluar no solamente las necesidades actuales, sino también los requerimientos futuros. Si los objetivos presentes y futuros no son apropiadamente evaluados, el sistema de control podría quedar rápidamente inadecuado y obsoleto.

Teniendo el futuro en mente cuando se selecciona un PLC, se debe procurar minimizar los costos de cambios y adiciones al sistema. Toda vez que la base de control de la aplicación ha sido definida, la selección del controlador debe continuar la evaluación de los requerimientos del controlador, incluyendo:

- Los requerimientos del sistema de control
- La instrumentación disponible
- El número de entradas y salidas requeridas
- Reservas para posibles incorporaciones o modificaciones futuras

- **Organización del sistema de control**

Con el advenimiento de nuevos y más inteligentes controladores programables, la decisión acerca del tipo de control viene a ser una consideración muy importante. Conocer el proceso de aplicación y los futuros requerimientos de automatización ayudará al usuario a decidir que tipo de control, y consecuentemente el PLC requerido. Las posibles configuraciones de control incluyen: Control individual, control centralizado y control distribuido, que se ilustran en la figura 2.

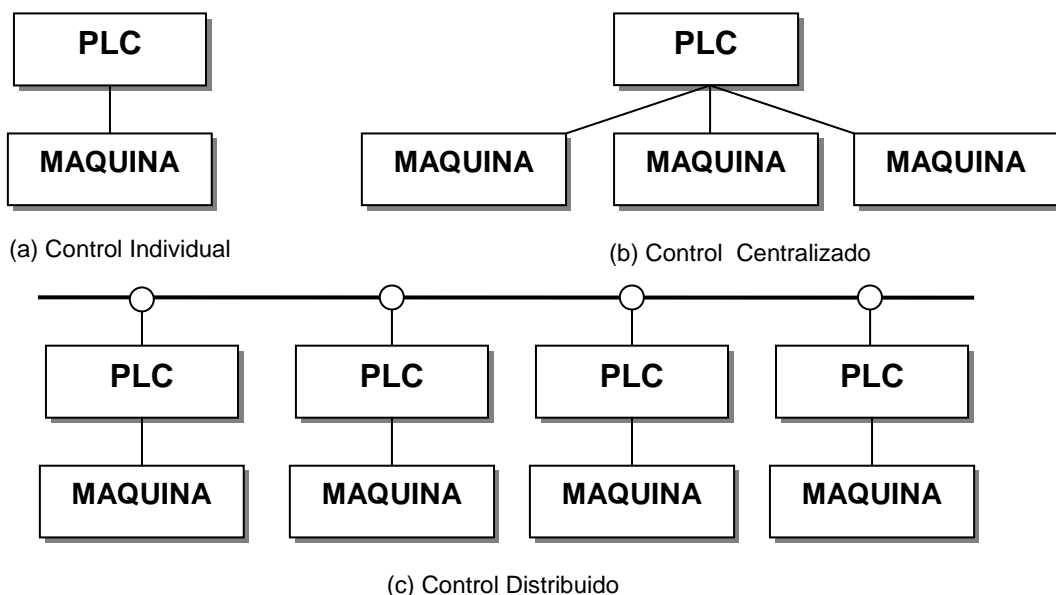


Figura 2.29 Organigrama de los Sistemas de Control



- **Consideraciones para Entradas y Salidas**

La determinación de entradas y salidas requeridas es el primer paso en la selección de un controlador. La determinación de la cantidad de entradas y salidas es simplemente una tarea de contabilizar los dispositivos discretos y analógicos que serán monitoreados o controlados. Esta contabilización ayudará a identificar el tamaño mínimo del PLC. Se debe recordar que el controlador debería permitir futuras expansiones y reposiciones, en el orden del 10% al 20%.

- **Periféricos**

El dispositivo de programación es el periférico clave en un sistema PLC. Este dispositivo es de primordial importancia debido a que debe proveer todas las capacidades para de manera exacta y fácil ingresar el programa de control al sistema. Los dos más comunes dispositivos de programación son el dispositivo de mano y el computador personal.

En adición al dispositivo de programación, un sistema puede requerir otros tipos de periféricos en ciertas estaciones de control, para proveer una interface entre el controlador y el operador. Entre los periféricos más comunes están, las interfaces de operador, la impresora en línea, los desplegados alfanuméricos para enviar mensajes o alarmas, manejadores de disco, etc.

Los requerimientos de periféricos deberían ser evaluados conjuntamente con la CPU, puesto que la CPU determinará el tipo y número de periféricos que puede ser integrado al sistema. La CPU también tiene influencia en el método de interface, al igual como en la distancia que el periférico puede ser ubicado del PLC.

- **Condiciones Físicas y Ambientales**

Las condiciones, tales como temperatura, humedad, nivel de polvo y corrosión, pueden afectar la correcta operación del controlador. El usuario debe determinar las condiciones de operación (temperatura, vibración, EMI/RFI, etc.) antes de seleccionar el controlador y el sistema de I/O.

<b>PASO</b>	<b>ACCIÓN</b>
1	<b>Conocer el proceso a ser controlado</b>
2	<b>Determinar el tipo de control</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Control Distribuido</li> <li>- Control Centralizado</li> <li>- Control Individual</li> </ul>
3	<b>Determinar los requerimientos de interfaces de entradas y salidas</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Número de entradas y salidas digitales y analógicas</li> <li>- Especificaciones de entradas y salidas</li> <li>- Requerimientos de entradas y salidas remotas</li> <li>- Requerimientos de entradas y salidas especiales</li> <li>- Aplicación de redes bus de entradas y salidas</li> <li>- Futuros planes de expansión</li> </ul>
4	<b>Determinar el lenguaje de software y funciones</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ladder, Booleano, y/o alto nivel</li> <li>- Instrucciones básicas (temporizadores, contadores, etc.)</li> <li>- Funciones e instrucciones ampliadas (operadores matemáticos, PID, etc.)</li> <li>- Lenguajes IEC 1131-3</li> </ul>
5	<b>Considerar el tipo de Memoria</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Volátil (R/W)</li> <li>- No Volátil (EEPROM, EPROM, UVPR0M, etc.)</li> <li>- Combinación de Volátil y No Volátil</li> </ul>
6	<b>Considerar capacidad de memoria</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Requerimientos de memoria basado en el uso de memoria por instrucción</li> <li>- Memoria extra para programación compleja y expansión futura</li> </ul>
7	<b>Evaluar requerimientos del Scan Time del procesador</b>
8	<b>Definir requerimientos de dispositivos de programación y almacenamiento</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Computador personal</li> <li>- Almacenamiento en disco</li> <li>- Capacidades funcionales del dispositivo de programación</li> </ul>
9	<b>Definir requerimientos de periféricos</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Desplegadores de mensajes y alarmas</li> <li>- Interfaces de Operador</li> <li>- Impresoras en línea</li> <li>- Sistema de generación de reportes</li> </ul>
10	<b>Determinar cualquier restricción física y ambiental</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Espacio disponible para el sistema</li> <li>- Condiciones ambientales</li> </ul>

Figura 2.30 Resumen de las consideraciones más importantes en la selección de un PLC

### **2.2.3 ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DE VENTILACIÓN**

Previo al desarrollo y especificación de componentes del sistema de control ventilación se cita las diferentes estrategias de control que pueden ser empleadas para mantener el aire dentro de un adecuado nivel de calidad.

- Renovación de aire dentro de las instalaciones en base programación de horarios
- Detección de máxima concentración de CO<sub>2</sub> permitida en el aire dentro de áreas de oficinas y de CO en parqueaderos
- Detección de inyección de humo en las instalaciones

La estrategia de control a aplicarse en el edificio de la EMAAP, tomado como referencia para éste, combina las estrategias antes expuestas en función del uso de las áreas del edificio.

#### **2.2.3.1 Estrategia y sistema de control de ventilación para subsuelos**

Los subsuelos del edificios de la EMAAP son empleados como parqueaderos por lo cual se selecciona como estrategia de control el mantenimiento de un nivel permisible de CO ya que debido a la presencia de automóviles, la concentración de CO se convierte en una variable crítica.

Los niveles permisibles de concentración tanto de CO como de CO<sub>2</sub> especificados en la sección anterior resultan de gran utilidad en la selección de detectores que provean información acerca de la concentración de los mismos.

El diagrama de bloques del sistema a implementarse se muestra en la figura:

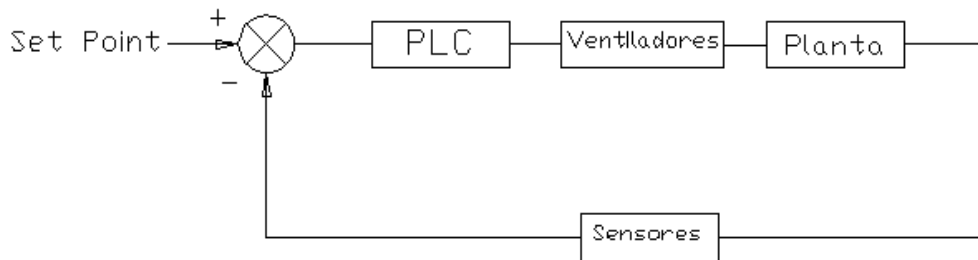


Figura 2.31 Sistemas de Control de Ventilación para los Subsuelos

En el diagrama se observa que la función de controlador será desempeñada por un Controlador Lógico Programable (PLC) el cual se encargará de procesar las señales que provienen de sensores CO, los cuales a su vez constituyen la realimentación del sistema, el procesamiento de dichas señales mediante la lógica de programación permite ejecutar las acciones necesarias de control para mantener un nivel de ventilación adecuada en las plantas del edificio.

#### 2.2.3.1.1 Selección de sensores de CO

La selección de los sensores de CO se lo realiza en función del rango de medición que permiten manejar, es decir el valor máximo de concentración de CO que existe en el aire, medido en p.p.m. (partes por millón), y que a su vez pueda ser captado por el instrumento, por lo que el rango de medida del sensor resulta muy importante para efectuar la selección.

Otro de los parámetros a considerar en la selección del sensor es el tipo de señal de salida que éste posee, la cual debe ser de tipo digital (tipo contacto) debido a que para la selección del controlador se consideró este tipo de señal.

El sensor **EE81 Series** de la marca **EE-Electronic** cumple con los requerimientos de rango de medición, así como de tipo de señal de salida.

**HVAC Room Transmitter and Switches for  
CO , Relative Humidity and Temperature**

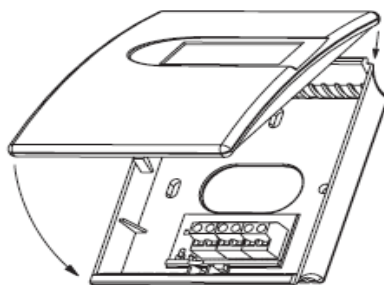


Figura 2.32 Sensor de CO *EE81 Series*

El principio de funcionamiento de este sensor se basa en la tecnología infrarroja teniendo un rango de medida comprendido entre 0 y 2000ppm y como características principales su alta estabilidad térmica, su moderno diseño y su fácil instalación.

El sensor cuenta con 2 tipos de señal de salida, una tipo analógica y otra de tipo discreta (tipo contacto).

Las terminales de conexión se encuentran en la parte interior del dispositivo y su tamaño y diseño permite mantener la armonía en la edificación.



W x H x D = 85 x 100 x 26mm (3.3 x 3.9 x 1")

Figura 2.33 Dimensiones del sensor de CO *EE81 Series*

Este sensor puede ser configurado para que trabaje dentro de una ventana de histéresis permitiendo así mantener el nivel de concentración de CO dentro de los valores adecuados, esto únicamente cuando se emplea la salida tipo contacto.

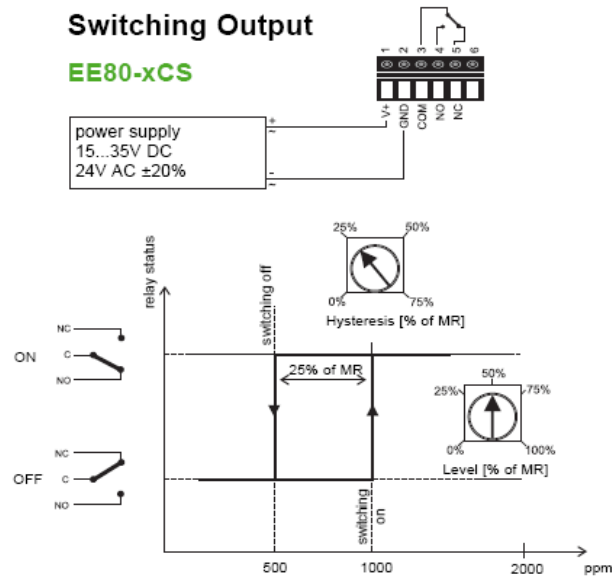


Figura 2.34 Ventana de histéresis configurable en el *EE81 Series*

### 2.2.3.2 Estrategia de control de ventilación para oficinas

Para los pisos destinados a oficinas y lugares que las personas frecuentan en general, se aplica la técnica de renovación de aire programada por horarios.

Esta programación establece un determinado número de renovaciones de aire dentro del edificio, lo cual implica inyección de aire limpio y extracción de aire contaminado.

Los horarios para renovación de aire se los establece en la programación del PLC encargado del manejo de los ventiladores.

### 2.2.3.3 Selección del controlador (PLC)

#### I. DETERMINACIÓN NÚMERO DE ENTRADAS

El número de entradas y salidas requeridas para dimensionar el PLC viene dado por el número de ventiladores que maneja el sistema de ventilación.

De conformidad con el dato proporcionado por el contratista mecánico el número de ventiladores a manejar es de 11, por lo tanto se cuenta con el mismo número de motores.

El PLC se encargara de controlar el encendido y el apagado de los mismos según sea el requerimiento.

El encendido de los motores conlleva a considerar siempre una variable crítica en esta operación, como es la corriente de arranque de los mismos, para lo cual se ha previsto 2 tipos de arranques para los motores de los ventiladores.

Los motores cuya potencia supere los 5 HP operando con voltaje nominal 220 VAC, contarán con ARRANCADORES ESTRELLA TRIANGULO y aquellos motores de una potencia inferior contarán con ARRANCADORES DIRECTOS.

#### II. CONSIDERACIONES PARA LOS TABLEROS ARRANCADORES

Los tableros arrancadores deben contar con las protecciones necesarias para garantizar la correcta operación de los motores y también ser susceptibles de ser monitoreados por el sistema de control para lo cual se requiere que éstos dispongan como mínimo de los siguientes componentes:

- Breaker (disyuntor termo magnético)
- Contactor con contacto auxiliar adicional para conexión a PLC
- Relé térmico con contacto auxiliar adicional para conexión a PLC
- Selector de tres posiciones (on/off/auto) , con contacto auxiliar para monitorear su estado fuera de automático
- Luz piloto para señalar encendido / apagado
- Luz piloto para señalar operación del relé térmico
- Bloque de borneras.

De manera adicional y para poder monitorear el estado del sistema es decir si el control en la operación de los arrancadores se la está realizando en forma manual o en forma automática se puede incorporar un contacto auxiliar al selector de tres posiciones.



Figura 2.35 Tablero arrancador de motores comercial

El PLC a seleccionar se encargará de monitorear el correcto funcionamiento de los ventiladores, para lo cual se emplea sensores de flujo de aire, ubicados en los ductos de circulación de aire específicamente a la salida de cada ventilador.

Teniendo en consideración los requerimientos anteriores se puede establecer el número de entradas y salidas del controlador a seleccionar.



- **ENTRADAS DIGITALES :**

<b>Entradas Digitales</b>	<b>Elemento</b>
Entrada Digital 1	Sensor de flujo de aire VS-1
Entrada Digital 2	Sensor de flujo de aire VS-2
Entrada Digital 3	Sensor de flujo de aire VS-3
Entrada Digital 4	Sensor de flujo de aire VS-4
Entrada Digital 5	Sensor de flujo de aire VS-5
Entrada Digital 6	Sensor de flujo de aire VE-1
Entrada Digital 7	Sensor de flujo de aire VE-2
Entrada Digital 8	Sensor de flujo de aire VE-3
Entrada Digital 9	Sensor de flujo de aire VE-4
Entrada Digital 10	Sensor de flujo de aire VE-5
Entrada Digital 11	Sensor de flujo de aire VE-6
Entrada Digital 12	Switch silenciador de alarma
Entrada Digital 13	Relé Térmico Arrancador VS-1
Entrada Digital 14	Relé Térmico Arrancador VS-2
Entrada Digital 15	Relé Térmico Arrancador VS-3
Entrada Digital 16	Relé Térmico Arrancador VS-4
Entrada Digital 17	Relé Térmico Arrancador VS-5
Entrada Digital 18	Relé Térmico Arrancador VE-1
Entrada Digital 19	Relé Térmico Arrancador VE-2
Entrada Digital 20	Relé Térmico Arrancador VE-3
Entrada Digital 21	Relé Térmico Arrancador VE-4
Entrada Digital 22	Relé Térmico Arrancador VE-5
Entrada Digital 23	Relé Térmico Arrancador VE-6
Entrada Digital 24	Contactador Arrancador VS-1
Entrada Digital 25	Contactador Arrancador VS-2
Entrada Digital 26	Contactador Arrancador VS-3
Entrada Digital 27	Contactador Arrancador VS-4
Entrada Digital 28	Contactador Arrancador VS-5
Entrada Digital 29	Contactador Arrancador VE-1
Entrada Digital 30	Contactador Arrancador VE-2
Entrada Digital 31	Contactador Arrancador VE-3
Entrada Digital 32	Contactador Arrancador VE-4
Entrada Digital 33	Contactador Arrancador VE-5
Entrada Digital 34	Contactador Arrancador VE-6
Entrada Digital 35	Contacto auxiliar selector

Tabla 2.18 Entradas digitales al PLC

La presencia de una anomalía en el sistema de ventilación genera señales de alarma tanto visuales como sonoras las cuales deben ser desactivadas de manera manual razón por la cual se debe considerar una señal de entrada adicional al PLC proveniente de un switch encargado de permitir la desactivación de la alarma sonora.

La programación del controlador debe considerar que el switch de desactivación de la alarma debe tener un funcionamiento temporizado esto debido a la posibilidad de que la falla persista razón por la cual la alarma debe ser activada nuevamente por el PLC.

El sistema de ventilación por medio del controlador PLC debe también monitorear que los ventiladores encargados de la inyección de aire no introduzcan impurezas que se encuentran mezcladas en el aire y en ocasiones humo proveniente de áreas externas a la edificación al interior de la misma. Por dicha razón los ventiladores especificados para éste sistema deben contar con los siguientes accesorios adicionales:

- Filtro de aire
- Detector de filtro de aire sucio(sensor de presión diferencial)
- Detector de fin de rollo del filtro de aire
- Detector de humo ubicado en el ducto de aire a continuación del ventilador

A excepción del filtro de aire, los accesorios restantes proveen de información al PLC para ejecutar las acciones de control necesarias ante la presencia de anomalías debido a ellos, por lo cual también se pueden considerar como señales de entrada para el controlador.

### **III.DETERMINACIÓN NÚMERO DE SALIDAS**

El PLC se encarga de ordenar el encendido y apagado de los motores de los ventiladores así como de activar alarmas visuales en caso de falla de alguno de éstos y de generar una señal de alarma que permita poner en conocimiento ésta anomalía.

- **SALIDAS DIGITALES:**

<b>Salidas Digitales</b>	<b>Elemento</b>
Salida Digital 1	Arrancador Estrella-Triángulo de VS-1
Salida Digital 2	Arrancador Directo de VS-2
Salida Digital 3	Arrancador Directo de VS-3
Salida Digital 4	Arrancador Directo de VS-4
Salida Digital 5	Arrancador Directo de VS-5
Salida Digital 6	Arrancador Estrella-Triángulo de VE-1
Salida Digital 7	Arrancador Directo de VE-2
Salida Digital 8	Arrancador Directo de VE-3
Salida Digital 9	Arrancador Directo de VE-4
Salida Digital 10	Arrancador Directo de VE-5
Salida Digital 11	Arrancador Directo de VE-6
Salida Digital 12	Alarma Visual Falla de VS-1
Salida Digital 13	Alarma Visual Falla de VS-2
Salida Digital 14	Alarma Visual Falla de VS-3
Salida Digital 15	Alarma Visual Falla de VS-4
Salida Digital 16	Alarma Visual Falla de VS-5
Salida Digital 16	Alarma Visual Falla de VE-1
Salida Digital 17	Alarma Visual Falla de VE-2
Salida Digital 18	Alarma Visual Falla de VE-3
Salida Digital 19	Alarma Visual Falla de VE-4
Salida Digital 20	Alarma Visual Falla de VE-5
Salida Digital 21	Alarma Visual Falla de VE-6

Tabla 2.19 Salidas digitales al PLC

#### **IV. REQUERIMIENTOS DE COMUNICACIÓN**

El sistema de ventilación debe integrarse a la red LAN del edificio para ser susceptible de monitoreo y control desde una PC, para lo cual el esquema de conexiones y de integración se plantea a continuación en la figura 2.55.

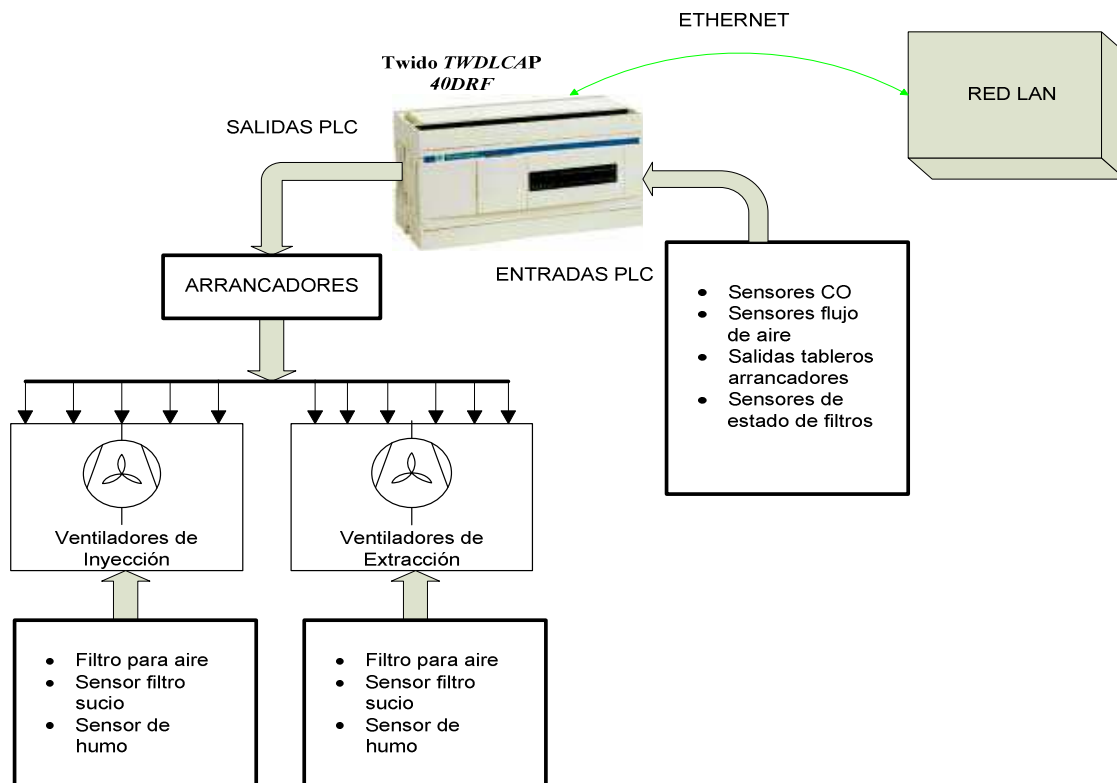


Figura 2.36 Esquema de conexiones y de integración

El PLC seleccionado debe disponer de un puerto de comunicación RS485 y protocolo Modbus además de interfaz a Ethernet ya que deberá poder ser monitoreado desde un computador en la consola de control del edificio.

En busca de un equilibrio entre calidad y costos el PLC seleccionado es el **TWD LCAP 40DRF** de la familia TWIDO de Telemecanique.

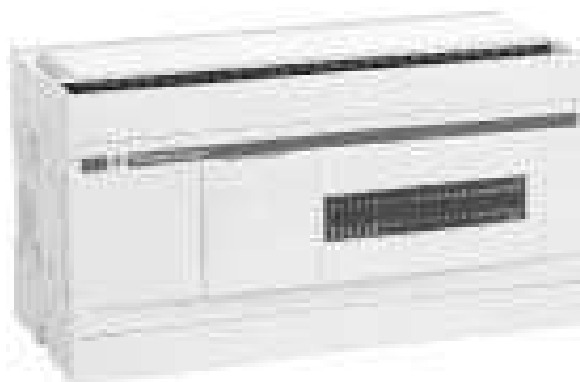


Figura 2.37 Controlador Twido TWDLCAP 40DRF

Las ventajas que presenta este controlador son las siguientes:

- Máximo efecto de automatización al mínimo costo
- Montaje, programación y uso particularmente fáciles
- De alta escala de integración, requiere poco espacio, es potente
- Aplicable tanto para los controles más simples como también para tareas complejas de automatización
- Aplicable de forma aislada, interconectado en red o en configuraciones descentralizadas
- Con destacadas prestaciones de tiempo real

Las principales características de este controlador se muestran a continuación:

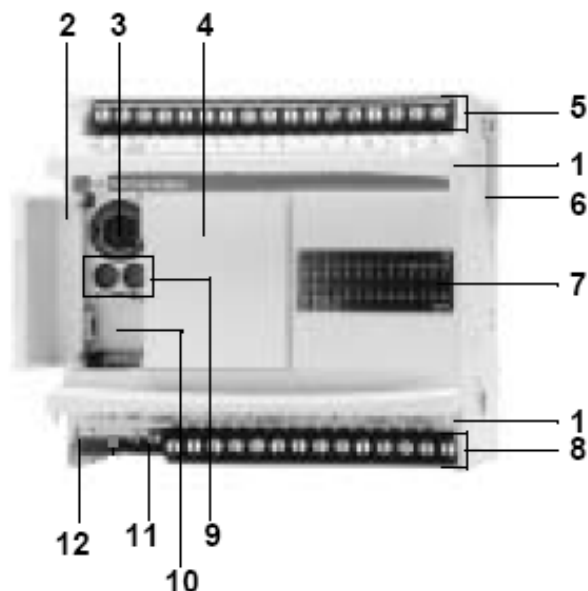


Figura 2.38 Descripción física del controlador **Twido TWDLCAP 40DRF**

Descripción:

1. Cobertores para acceso a las terminales de conexión
2. Compuerta de acceso
3. Puerto terminal para programación
4. Slot para mantenimiento del display
5. Bornera para cableado de 24 entradas
6. Conector para módulos de expansión
7. Display (muestra el estado de entradas y salidas)
8. Bornera para cableado de 16 salidas (14 tipo relé y 2 tipo transistor).
9. Entradas análogas (tipo potenciómetro)
10. Conector de extensión para añadir un puerto RS-232/RS-485
11. Terminales de la fuente de alimentación
12. Conector RJ-45 para acceso a Ethernet

Para cumplir el requerimiento del número de salidas requeridas por el sistema de control se requiere el incorporar un módulo de salidas digitales tipo relé al controlador seleccionado.



Figura 2.39 Módulo I/O TWD DMM 24DRF

El módulo TWDMMA24DRF cuenta con 8 salidas digitales tipo relé Y 16 entradas con lo cual se obtiene un total de 24 salidas en el PLC de las cuales 22 son de tipo relé y 2 de tipo transistor.

#### 2.2.3.4 Selección del sensor de flujo de aire

La operación de monitoreo a efectuarse sobre el sistema de ventilación requiere la ubicación de sensores de flujo de aire que permitan que el sistema tenga conocimiento acerca de la correcta operación de los ventiladores que lo conforman para lo cual se ha seleccionado el sensor **S688A Sail Switch** de la marca Honeywell.



Figura 2.40 Honeywell S688A Sail Switch

Este sensor cuenta con una señal de salida tipo contacto NO y NC, el cual cambia de su estado original cuando no hay presencia de aire circulando en el lugar de su montaje.

Las características principales de este sensor son las siguientes:

- I. Fácil instalación ,puede ser montado en posición horizontal y vertical
- II. Corriente máxima de soporte de los contactos 2A
- III. La velocidad de operación está entre 0.4 m/s-22.9 m/s
- IV. Señal de salida SPDT
- V. Dimensiones :

Alto: 59 mm

Ancho: 95 mm

Profundidad: 51 mm

## 2.2.4 SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO

### 2.2.4.1 Principio de funcionamiento

Un sistema de aire acondicionado basa su funcionamiento en el principio fundamental de intercambiar calor.

Un sistema básico de aire acondicionado esta constituido por los siguientes elementos:

- I. Compresor
- II. Condensador
- III. Elemento de control de flujo
- IV. Evaporador

Estos elementos incorporados en un circuito cerrado que se completa por medio de tuberías de interconexión permiten hacer circular el fluido refrigerante durante un ciclo de forma continua.

A medida que el elemento refrigerante circula no sufre cambios químicos pero su estado físico se encuentra en constante cambio, pudiendo ser liquido, gas o mezcla de los dos dependiendo de donde se encuentra en el ciclo.

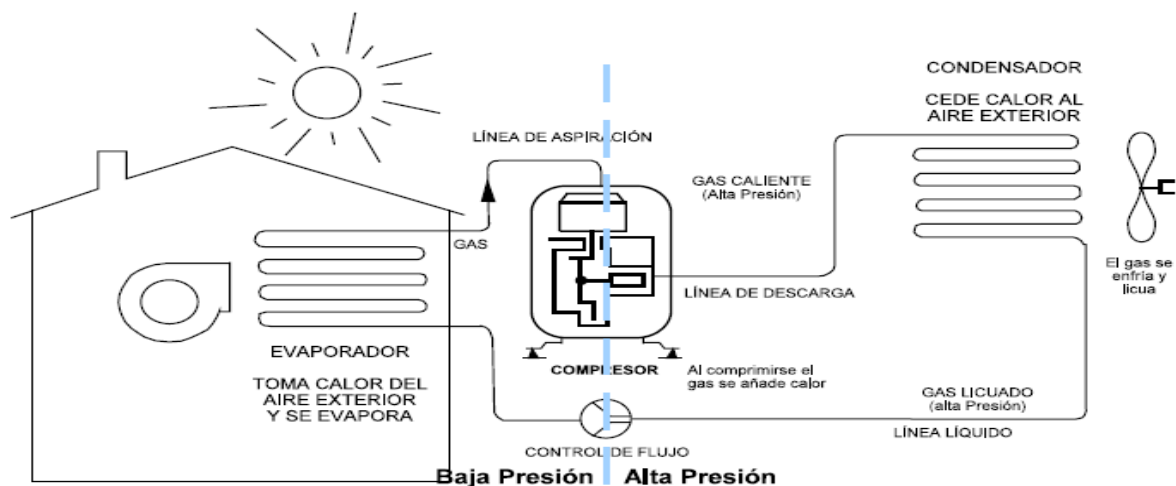


Figura 2.41 Esquema básico de componentes y funcionamiento de un sistema de aire acondicionado



El compresor recibe el refrigerante en forma de gas por la tubería comúnmente denominada línea de aspiración, lo comprime añadiéndole por tanto más calor y lo impulsa a través de la línea de descarga hacia el condensador en forma de gas caliente recalentado a alta presión.

En el condensador (normalmente formado por un serpentín aleteado para aumentar su superficie de intercambio de calor o por un haz tubular y una envolvente) el refrigerante pierde primero su recalentamiento, se satura, parte líquido, parte vapor y mientras continua perdiendo calor se condensa totalmente.

Una vez que el refrigerante se licua, se enfría algo más y pasa a través de la línea de líquido al control de flujo donde, forzado a través de una restricción, pasa abruptamente a un espacio que se mantiene a un nivel de baja presión, donde se expande formando una mezcla fría de líquido y vapor que entra en el evaporador (otro serpentín aleteado o haz tubular con envolvente) por donde a medida que avanza, sigue evaporándose, absorbiendo para ello calor de las paredes de los tubos o tubos y aletas que lo contienen. Seguirá absorbiendo calor hasta vaporizarse completamente, siendo posteriormente recalentado y aspirado por el compresor, reanudando de nuevo el ciclo.

#### **2.2.4.2 Clasificación de algunos de los sistemas de aire acondicionado**

Existen diversos criterios para clasificar los sistemas de aire acondicionado siendo los más representativos los siguientes:

- **Por su misión:**
  - I. Para el confort
  - II. Para procesos industriales
  
- **Por la estación en que actúan:**
  - I. Solo invierno
  - II. Solo verano
  - III. Todo el año

- **Por su instalación:**
  - I. Sistemas centralizados
  - II. Sistemas unitarios y semi-centralizados

La clasificación más representativa de los sistemas de aire acondicionado es por su instalación por lo cual se profundiza el análisis en estos sistemas.

#### **2.2.4.3 Sistemas de aire acondicionado centralizados**

En estos sistemas todos los componentes se hallan agrupados en una sala de máquinas.

En esta “estación central” se lleva a cabo todo el proceso total de acondicionamiento de aire. Entre los procesos más corrientes se encuentran los siguientes:

- Por ventilo-convectores tipo fan coil
- Por inducción

#### **I. PROCESO DE ACONDICIONAMIENTO POR VENTILO CONVECTORES TIPO FAN COIL**

En una estación central situada corrientemente en los sótanos del edificio se calienta o enfría, según la época del año, el agua que después, por medio de unas bombas se envía a cada una de las unidades fan coil (extractoras de aire).

Un ventilador hace pasar aire por un radiador, en el cual el aire se calienta, se enfría y deshumidifica, según la época.

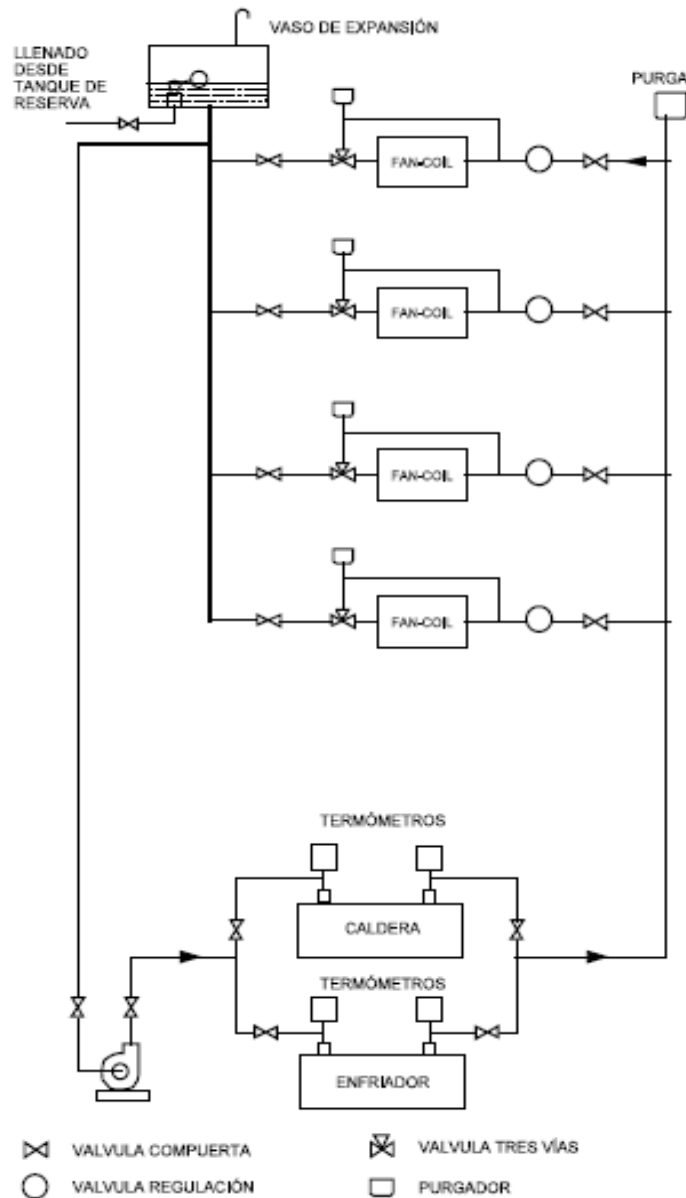


Figura 2.42 instalación centralizada con fan coils

## II. PROCESO DE ACONDICIONAMIENTO POR INDUCCIÓN

En este sistema existen unas unidades manejadoras de aire zonales tipo fan-coil, pero sin ventilador, hasta dichas manejadoras se envía por un lado agua tratada, así mismo el aire primario al salir por las toberas de impulsión induce unas corrientes de aire secundario que atraviesan la batería de agua consiguiendo así un perfecto control de la temperatura.

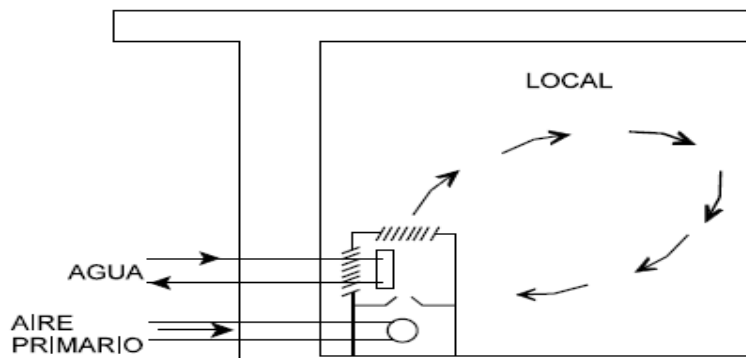


Figura 2.43 Instalación de Aire Acondicionado

#### 2.2.4.4 Sistemas de aire acondicionado unitarios

En estos sistemas se utilizan equipos totalmente montados y comprobados en fábrica, con lo cual se eliminan los defectos de montaje en obra. Puede bastar con un solo acondicionador de aire si el local es relativamente pequeño, o bien el área total puede ser dividida en varias zonas, cada una servida por un equipo de la capacidad adecuada. Estos sistemas ofrecen las ventajas de un costo inicial moderado y también la de una mayor flexibilidad de funcionamiento.

En este tipo de sistema los acondicionadores más utilizados son los llamados **acondicionadores de ventana**, los cuales reciben su nombre debido a que precisan de una salida al exterior ya que la condensación se produce por medio del aire del medio ambiente. Pueden ser instalados en ventanas, muros, etc. ya que su montaje resulta muy fácil.



Figura 2.44 Acondicionador de ventana

### 2.2.5 SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO EN EDIFICIOS

Las grandes instalaciones emplean sistemas de aire acondicionado del tipo centralizadas de una única zona, en las cuales, como ya se cito en los apartados anteriores se cuenta con grandes salas de máquinas en donde se realiza la preparación de los fluidos energéticos y control.

Las unidades de tratamiento de aire estaban ubicadas lejos de los espacios acondicionados y el aire se utilizaba como fluido para el transporte térmico, como se muestra en el esquema típico tradicional de aire acondicionado de la figura 2.45.

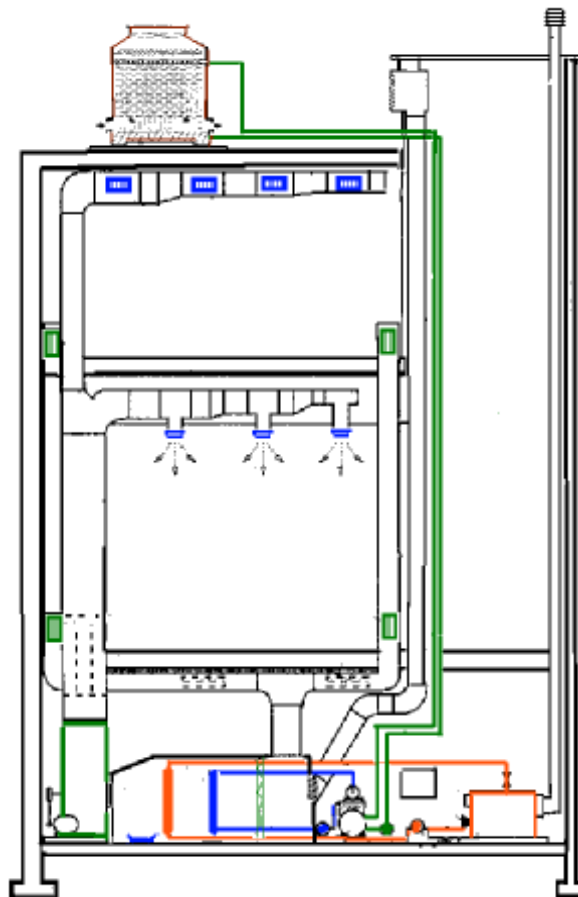


Figura 2.45 Esquema tradicional de aire acondicionado

### 2.2.5.1 Sistemas de volumen de aire variable (VAV)

Estos sistemas adquieren su nombre debido a que la acción de control consiste en variar el volumen de aire que se entrega a una determinada dependencia más no el volumen de refrigerante del sistema de aire acondicionado.

El flujo de aire para cada una de las salidas que se ubican dentro de un edificio empleando este sistema se varía mediante el uso de cajas de volumen variable.

En la actualidad los sistemas mas utilizados para proveer de aire acondicionado a un edificio son aquellos que se basan en **columnas de aire frío**.

Los sistemas que se basan en columnas de aire frío emplean los ductos de refrigeración de los edificios como medio de circulación del aire así como cajas de volumen variables manejadas por controladores PID para regular la cantidad de aire que ingresa y abandona las diferentes dependencias.

#### - DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

Al emplear un sistema de este tipo se debe controlar de manera primordial 2 variables la temperatura del aire y la presión del aire que circula dentro del edificio, para lo cual se debe implementar un sistema de presión constante.

El principio de funcionamiento se basa en mantener una presión de aire constante dentro del ducto de ventilación del edificio para lo cual se debe emplear ventiladores que permitan incrementar la inyección de aire cuando esta se vea reducida por la demanda de las diferentes dependencias del edificio.

Estos ventiladores se ubican en la parte superior del edificio para lograr el objetivo de inyectar aire a la instalación, sin embargo el consumo variable de aire en las dependencias del edificio obliga a que el volumen de aire requerido para mantener la presión constante en el ducto de refrigeración sea variable.

Este problema se ve solucionado mediante el empleo de variadores de velocidad en el manejo de los motores de los ventiladores, los cuales a su vez serán comandados por controladores PID, encargados de recibir la señal de realimentación proveniente de un sensor de presión a ubicarse en el ducto del edificio.

De esta manera una de las variables críticas del sistema queda controlada, por otro lado, la temperatura del aire se controlará variando el volumen de refrigerante que circula a través del intercambiador de calor, por lo general las unidades enfriadoras para este tipo de sistemas lo constituyen CHILLERS, los cuales son unidades destinadas al enfriamiento de agua, la cual a su vez constituye el agente refrigerante.

El proceso de control consiste en colocar un sensor de temperatura en el ducto del edificio para determinar la temperatura del aire que circula en el mismo, constituyéndose así, en la señal de realimentación en el sistema de control, dicha señal permite que un controlador PID maneje la señal de activación de servo válvulas encargadas de manejar el flujo de refrigerante en la unidad enfriadora ejecutándose así, una acción de control sobre la temperatura del aire.

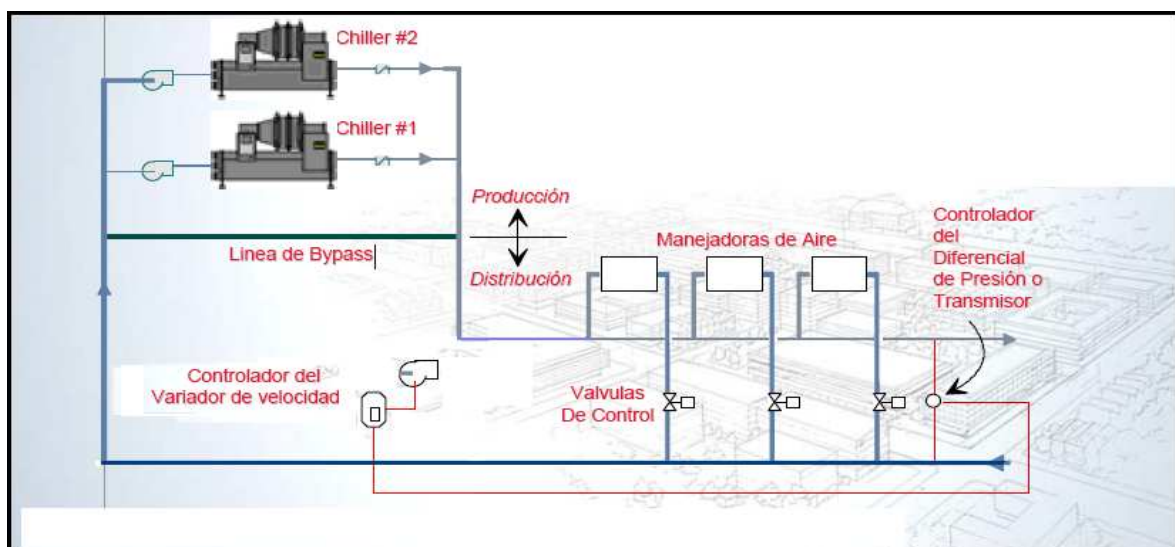


Figura 2.46 Diagrama y componentes de un sistema de presión constante

### 2.2.5.2 Sistemas de volumen de refrigerante variable (VRV)

El principio de funcionamiento de estos sistemas consiste en variar el volumen de refrigerante que circula por el área a enfriar.

En el ciclo de refrigeración circula un refrigerante cuya función es la de reducir o mantener la temperatura de un determinado ambiente por debajo de la temperatura del entorno.

Para ello, se debe extraer calor del espacio que deseamos refrigerar y transferirlo a otro cuerpo cuya temperatura sea inferior que pasa por diversos estados o condiciones. Cada uno de estos cambios se denomina "procesos".

El refrigerante comienza en un estado o condición inicial, pasa por una serie de procesos según una secuencia definida y vuelve a su condición inicial. El conjunto de esta serie de procesos se denomina "ciclo de refrigeración". El ciclo de refrigeración simple se compone de cuatro procesos fundamentales que se describen a continuación:

### **I. Expansión**

Al principio, el refrigerante está en estado líquido en la unidad exterior a alta presión. Es necesario enviarlo a la unidad interior y, para conseguir el efecto de refrigeración, se manda a través de un elemento de expansión. Con ello se consiguen dos cosas: reducir la presión y la temperatura del líquido, dejándolo con las condiciones óptimas para la operación.

### **II. Evaporación**

En el evaporador (dentro de la unidad interior), el líquido se evapora, cediendo frío al aire del local a climatizar (impulsado por un ventilador). Todo el refrigerante se evapora en el evaporador y como resultado se obtiene gas.

### **III. Compresión**

Este gas vuelve a la unidad exterior para convertirse, de nuevo, en líquido. El primer paso es comprimir el gas. Esta operación se efectúa en el compresor obteniendo gas a alta presión.

### **IV. Condensación**

El vapor a alta presión circula a través del condensador. Se evacua el calor al exterior y se obtiene el refrigerante en estado líquido.



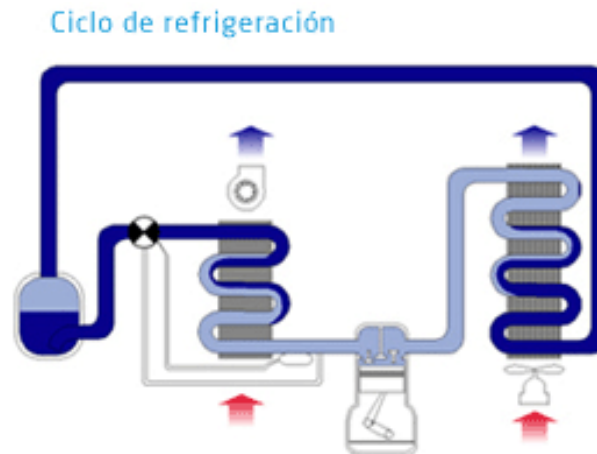


Figura 2.47 Ciclo de refrigeración

Una de las principales desventajas que presenta este tipo de sistema es la distancia ya que la circulación del refrigerante resulta mas difícil que en el sistema anterior por lo que la limitante de distancia se encuentra entre 15-20m.

La aplicación de este sistema generalmente requiere de una unidad acondicionadora por cada área o espacio físico.

El edificio de la EMAAP no cuenta con un sistema de aire acondicionado ya que su ubicación geográfica no requiere que la temperatura del aire se modifique de manera constante, el ambiente en el cual se encuentra las instalaciones provee el confort necesario para un buen desempeño de actividades dentro del mismo.

La descripción del tipo de sistemas de aire acondicionado así como su principio de funcionamiento antes realizado permite contar con un panorama claro para selección de un sistema de aire acondicionado que podría aplicarse en una edificación que así lo requiera.

## 2.3 DISEÑO DEL SISTEMA HIDROSANITARIO

### 2.3.1 INTRODUCCIÓN DE LOS SISTEMAS HIDROSANITARIOS

Las instalaciones domiciliarias conforman un conjunto de obras que se ejecutan en el interior de los edificios con la finalidad esencial de distribuir, en forma higiénica y permanente, el agua que se emplea para bebida y el aseo personal; desaguar en forma rápida el agua usada, las deyecciones y otros residuos a medida que se van produciendo y canalizar, también hacia el exterior, las aguas de lluvia que caen en el interior del inmueble. Al mismo tiempo esas instalaciones deben facilitar la eliminación hacia la atmósfera, de gases que se producen por la fermentación de los residuos que arrastra el desagüe, impidiendo su salida a los ambientes habitables cerrados.

El sistema Hidrosanitario de un edificio consiste en un adecuado manejo de los tipos de agua con los que se cuenta, así los principales son los siguientes:

- I. Aguas freáticas
- II. Agua Potable
- III. Aguas servidas
- IV. Agua de lluvia
- V. Agua para el sistema contra incendios

La recolección de los diferentes tipos de agua que se manejan dentro de un edificio se la realiza en cisternas.

#### 2.3.1.1 Aguas freáticas

Una masa de suelo, está constituida por una parte de material sólido, otra parte por líquidos, y otra parte por gases, sin embargo por debajo de la superficie de la tierra es mayor el contenido de agua, hasta el punto que el contenido de aire es totalmente ocupado por el agua, en este punto donde se halla solo parte sólida, y parte de agua, se denomina **Nivel Freático**.

Las aguas Freáticas, son entonces las aguas que encontramos cuando el suelo esta saturado, y están por debajo de este nivel freático.

Este nivel freático es muy variable, así en el verano, cuando el calor se hace más intenso, el nivel freático baja, por el proceso de evaporación que genera el calor en el verano. Así también el nivel freático en el tiempo de lluvia, sube, y puede llegar hasta muy altos niveles, es decir a muy poca profundidad, el sitio donde empiezan las aguas freáticas, pudiendo ser un factor importante en la construcción, al modificar los suelos en los que se construye.

#### *2.3.1.1.1 Sistema de automatización para el manejo de agua freática*

El proceso de automatización del sistema de manejo de aguas freáticas esta orientado al manejo de las bombas encargadas de vaciar el contenido de la cisterna de agua freática la cual generalmente está ubicado por debajo del último subsuelo.

La automatización de dicho sistema de bombas está orientada hacia los siguientes objetivos:

- I. Operación automática
- II. Aumentar la confiabilidad
- III. Ahorro de recursos en la energía eléctrica
- IV. Monitoreo

El edificio de la EMAAP se encuentra ubicado en una zona geográfica que cuenta con un nivel freático sumamente bajo por lo cual no requiere un sistema de manejo automático para el manejo de agua freática, sin embargo en el presente proyecto se describe los componentes principales de un sistema de automatización que permita manejar de manera automática el agua freática contenida en una cisterna destinada a ese propósito, el mismo que se puede aplicar en cualquier edificación que lo necesite.

La estrategia de control para el manejo de agua freática consiste en controlar el nivel de líquido de tal manera que el sistema de control debe garantizar que la cisterna jamás exceda su capacidad de contenido de líquido, ya que esto puede provocar un desbordamiento del mismo y por ende generar problemas de inundaciones, las cuales se iniciarán en los subsuelos.

Con la finalidad de evitar este problema, se debe mantener un monitoreo constante del nivel de líquido contenido en la cisterna y también se debe establecer los periodos de vaciado de la misma empleando bombas.

El sistema estará constituido por los siguientes componentes:

- Bombas sumergibles auto protegidas
- Sensores de nivel para operación
- Sensores de nivel de respaldo
- Tablero de encendido de bombas
- Sensores de inundación

Los componentes antes mencionados se los integra dentro de un sistema de control que permita el monitoreo del correcto nivel de líquido dentro de la cisterna efectuando las acciones de control necesarias para que no se genere ningún desbordamiento.

El funcionamiento del sistema se lo ilustra en el diagrama de bloques siguiente:

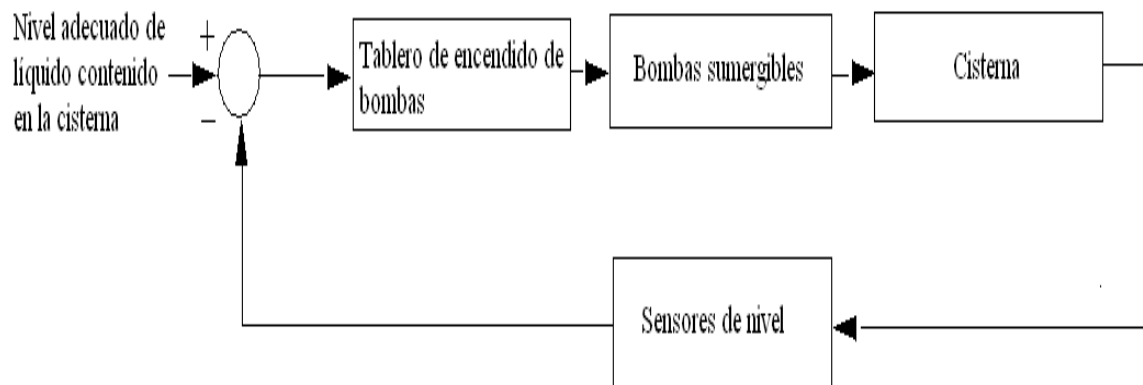


Figura 2.48 Sistema de control bombas cisterna

El funcionamiento normal del sistema implica tener un nivel de agua dentro de la cisterna relativamente bajo con lo cual no se requiere de ninguna acción de control automático sobre el mismo.

#### *2.3.1.1.2 Descripción del modo de operación del sistema de control*

En todo sistema de control se cuenta con los siguientes elementos básicos:

- Controlador
- Actuador
- Planta
- Señal de realimentación

En el presente sistema la función del controlador está a cargo de un PLC el cual se ubica dentro del tablero de encendido de bombas.

El **controlador** se encarga de encender cada una de las bombas para drenar el agua freática fuera de la cisterna cuando recibe la señal de alerta proveniente de los sensores de nivel.

Los **actuadores** para este sistema son las bombas sumergibles, las cuales se encargan de mantener el nivel de líquido en un valor adecuado dentro de la cisterna.

Las bombas a emplear son de tipo auto protegidas debido a que estas cuentan con todas las protecciones necesarias para las condiciones de arranque y operación de los motores de activación de las mismas.

**La señal de realimentación** del sistema proviene de los sensores de nivel, los cuales se encuentran separados en dos grupos:

- a. Sensores de nivel para operación
- b. Sensores de nivel para respaldo

Cada uno de estos grupos de sensores de nivel tiene una ubicación diferente dentro de la cisterna ya que su operación genera distintas acciones de control sobre la cisterna.

#### **a. SENSORES DE NIVEL PARA OPERACIÓN**

Los sensores de nivel para operación se encargan de generar señales de alerta, las cuales son interpretadas por el PLC, el cual se encarga de mandar a encender progresivamente cada una de las bombas dependiendo del nivel en el cual se encuentre el agua, es decir si al encender la primera bomba el nivel de agua se reduce a un valor permisible, no se requiere encender ninguna bomba adicional, caso contrario el segundo sensor de nivel generando una señal de alerta, lo cual indica al PLC que se requiere la operación de la segunda bomba para lograr que el nivel de líquido decrezca y así de manera secuencial hasta lograr mantener bajo control el nivel de agua dentro de la cisterna.

Estos sensores de nivel se ubican en la posición en la cual queremos mantener el nivel de líquido.

#### **b. SENSORES DE NIVEL PARA RESPALDO**

Estos sensores se ubican en la parte superior de la cisterna, su tarea principal es la de enviar una señal de alerta al PLC indicando que el nivel del agua esta en un valor crítico.

La generación de una señal de alerta proveniente de estos sensores debe provocar el encendido inmediato de todas las bombas además de generar la activación de las alarmas respectivas para esta situación, tareas que deben ser ejecutadas por el PLC.

Uno de los elementos adicionales que forman parte de este sistema son los sensores de inundación los cuales se ubican a 10 cm del suelo sobre el nivel del último subsuelo, esto con la finalidad de contar con una señal de alarma adicional que nos indique que la capacidad de la cisterna fue superada.

La señal de salida de estos sensores se conecta al PLC el cual se encarga de activar las alarmas necesarias para un caso de inundación.

Para ilustrar lo antes expuesto, la figura 2.49 muestra en forma gráfica los diferentes elementos a ubicarse dentro de la cisterna y fuera de ella necesario para la operación del sistema de control.

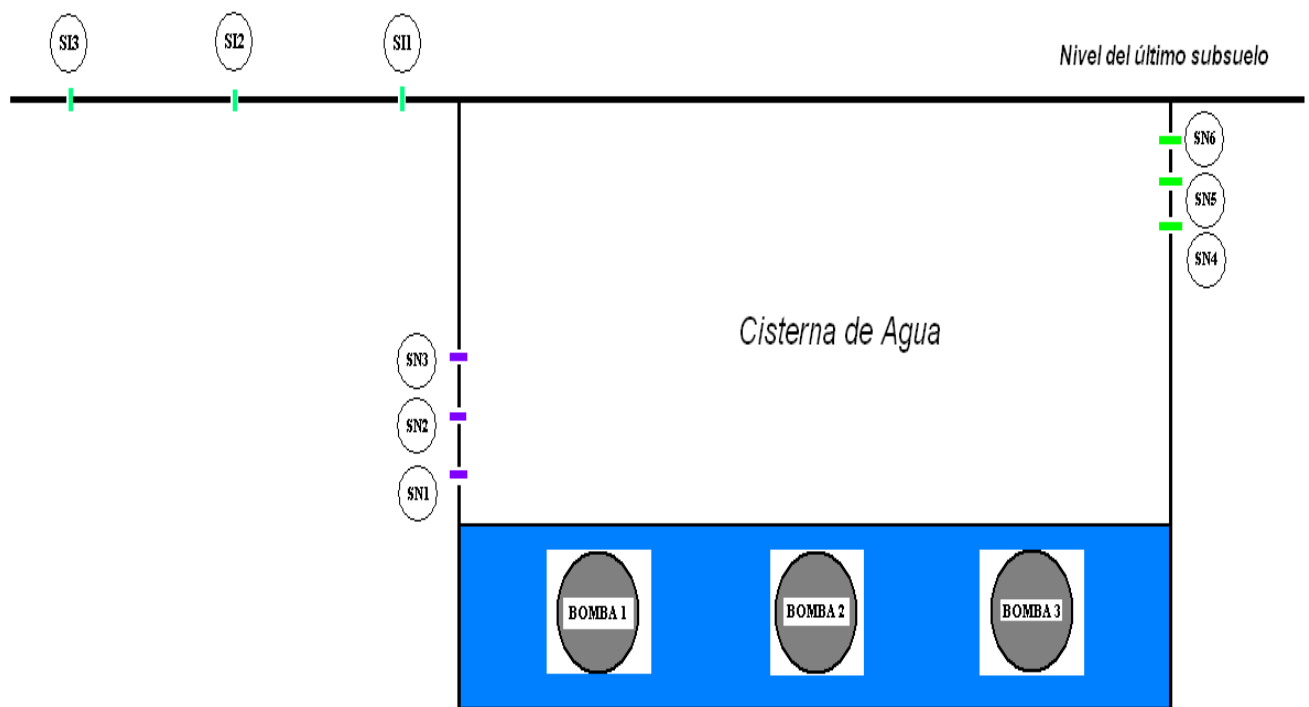


Figura 2.49 Esquema gráfico de los elementos del sistema de control

En la figura:

Sensores de nivel para operación: SN1, SN2, SN3

Sensores de nivel para respaldo: SN4, SN5, SN6

Sensores de inundación: SI1, SI2, SI3

El agua freática no necesariamente debe ser desechada ya que en muchos edificios es utilizada como una reserva de agua potable, la cual puede ser consumida por los seres humanos luego de ser sometida a un proceso de clorificación.

Otra forma de aprovechar el agua freática consiste en canalizarla hasta un sistema de riego de jardines evitando así su desperdicio.

Por lo crítico de estos sistemas se suele detectar sobre corriente de las bombas para prevenir su daño.

#### *2.3.1.1.3 Selección de los sensores de nivel*

Los sensores son parte esencial en cualquier sistema de control. Los sensores de nivel de líquidos C-7235 fabricados con Polipropileno son los adecuados para ubicarse dentro de las cisternas.. Cuando el flotador magnético pivota al nivel adecuado, el sensor abrirá o cerrará sus contactos respecto a la posición de montaje. La sujeción al depósito se realiza mediante rosca y disponen de 50 cm. de cable para la conexión.



Figura 2.50 Sensor de Nivel de Líquidos C-7235



Las dimensiones del sensor son las siguientes:

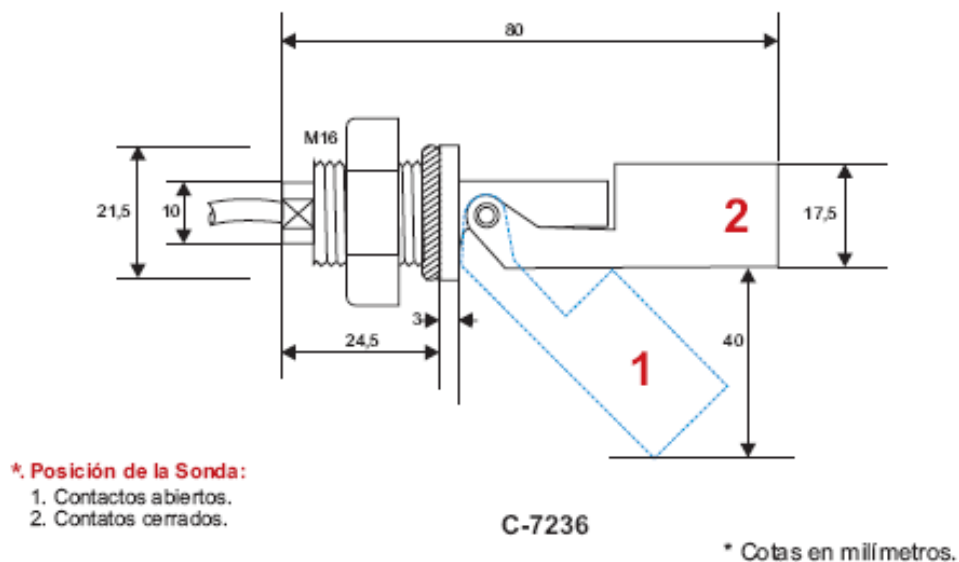


Figura 2.51 Dimensión del sensor de líquidos C-7235

Las características principales de estos sensores se especifican a continuación:

#### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

Tensión de conmutación	Max. Vdc200
Corriente de conmutación	Max. A0,5
Potencia media	Max. W10
Resistencia de contacto	Max. 0,15
Tiempo de actuación(incl. rebote)	ms0,5
Tiempo de liberación	ms0,1
Temperatura de trabajo y alm.	-20 a 90 °C.
Material del cuerpo	Polipropileno
Material de la tuerca	Polipropileno
Material del flotador	Polipropileno
Material de la junta	Caucho nitrilo
Conexión	0,5m de cable de dos conductores de 0,14 mm <sup>2</sup> .
Fijación al depósito	C-7235. M-10 C-7236. M-16

Tabla 2.19 Características Técnicas del sensor de líquidos C-7235

### **2.3.1.2 Agua de lluvia y agua servida**

El almacenamiento de agua de lluvia y de agua servidas se produce de manera similar en cisternas.

La procedencia de estos tipos de agua es diferente ya que la primera generalmente proviene de la calle y la segunda del consumo interno del edificio.

No deja de ser importante el implementar un sistema de control que permita prevenir cualquier tipo de inconveniente con el manejo de estos tipos de agua, ya que el desbordamiento de alguna de las cisternas de almacenamiento puede provocar graves daños e inconvenientes dentro de la edificación.

La estrategia de control entonces, consiste nuevamente en mantener el nivel de líquido en un rango permisible.

El sistema de control antes descrito para el manejo de agua freática puede ser aplicado también para el control y monitoreo de estos tipos de agua, ya que con el mismo se puede garantizar el mantener los niveles de contenido de líquido dentro de un margen razonable.

### **2.3.1.3 Agua potable**

#### *2.3.1.3.1 Sistemas de agua potable*

El manejo del agua potable dentro de un edificio se lo puede lograr empleando alguno de los siguientes sistemas:

- Sistema con tanque de agua elevado
- Sistema con tanque hidroneumático presurizado
- Sistema de presión constante

## I. SISTEMA CON TANQUE DE AGUA ELEVADO

El sistema que opera con tanque de agua elevado no ofrece una garantía en cuanto a presión se refiere, ya que ésta dependerá del nivel de líquido contenido en el tanque, así la activación de muchas válvulas a la vez provocará una caída de presión en el sistema de suministro de agua de la edificación

El sistema opera en base a un tanque presurizado, el cual se encarga de enviar el agua desde el nivel donde se encuentra la acometida de agua potable hasta el último nivel del edificio, donde comúnmente se encuentra el tanque elevado.

El agua se distribuye entonces desde el nivel superior del edificio hacia abajo a un valor de presión variable ya que ésta dependerá de la cantidad de líquido que se encuentre en el tanque así como de la demanda de agua para el consumo que se tiene para un determinado instante de tiempo

El sentido de flujo de agua con el sistema de tanque elevado se muestra en la Figura 2.72, en la cual se puede evidenciar que la presión en este tipo de sistema no es constante.

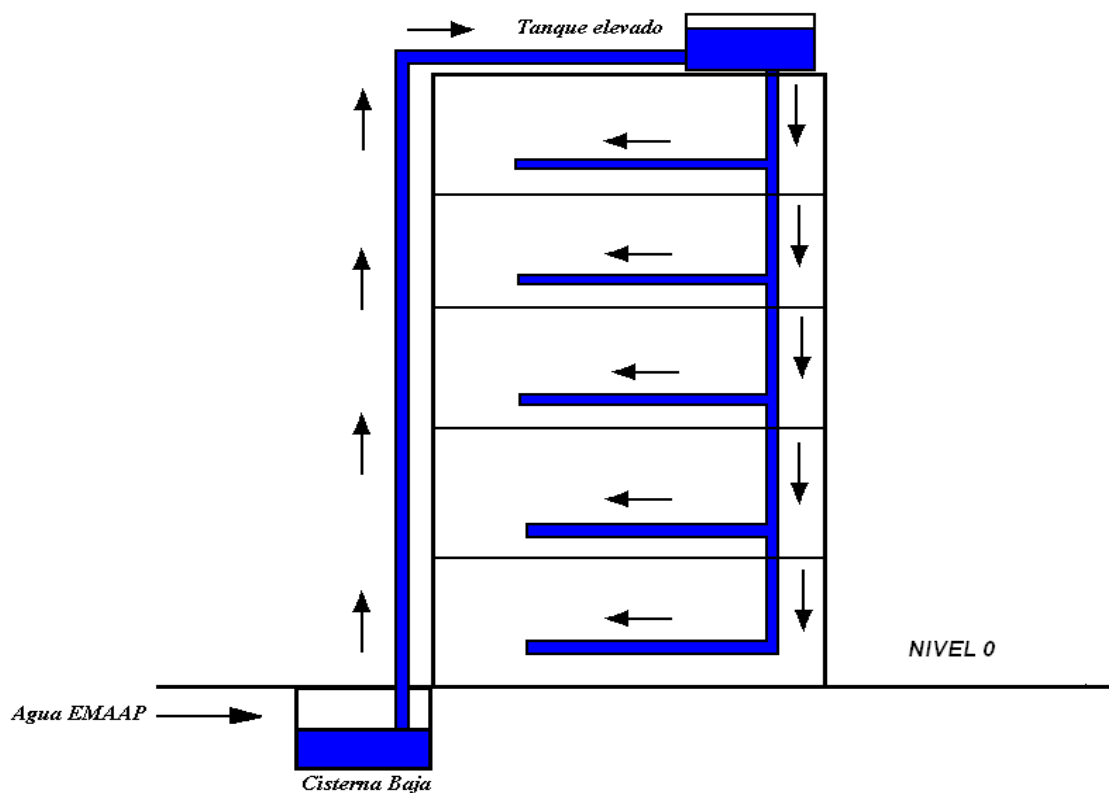


Figura 2.52 Sistema de agua potable con tanque elevado

## II. SISTEMA CON TANQUE HIDRONEUMÁTICO PRESURIZADO

Entre los diferentes sistemas de abastecimiento y distribución de agua en edificios e instalaciones, los Equipos Hidroneumáticos han demostrado ser una opción eficiente y versátil, con grandes ventajas frente a otros sistemas; este sistema evita construir tanques elevados, colocando un sistema de tanques parcialmente llenos con aire a presión. Esto hace que la red hidráulica mantenga una presión excelente, mejorando el funcionamiento de lavadoras, filtros, regaderas, llenado rápido de depósitos en excusado, operaciones de fluxómetros, riego por aspersión, entre otros; demostrando así la importancia de estos sistemas en diferentes áreas de aplicación. Así mismo evita la acumulación de sarro en tuberías por flujo a bajas velocidades.

Este sistema no requiere tanques ni red hidráulica de distribución en las azoteas de los edificios (evitando problemas de humedades por fugas en la red) que dan tan mal aspecto a las fachadas y quedando este espacio libre para diferentes usos.

Los Sistemas Hidroneumáticos se basan en el principio de compresibilidad o elasticidad del aire cuando es sometido a presión, funcionando de la siguiente manera: El agua que es suministrada desde el acueducto público u otra fuente, es retenida en un tanque de almacenamiento; de donde, a través de un sistema de bombas, será impulsada a un recipiente a presión (de dimensiones y características calculadas en función de la red), y que posee volúmenes variables de agua y aire.

Cuando el agua entra al recipiente aumenta el nivel de agua, se comprime el aire y aumenta la presión, cuando se llega a un nivel de agua y presión determinados ( $P_{m\acute{a}x.}$ ), se produce la señal de parada de bomba y el tanque queda en la capacidad de abastecer la red; cuando los niveles de presión bajan, a los mínimos preestablecidos ( $P_{m\acute{i}n.}$ ) se acciona el mando de encendido de la bomba nuevamente.

Como se observa la presión varía entre  $P_{\text{máx}}$  y  $P_{\text{mín}}$ , y las bombas prenden y apagan continuamente. El diseño del sistema debe considerar un tiempo mínimo entre los encendidos de las bombas conforme a sus especificaciones, un nivel de presión ( $P_{\text{mín}}$ ) conforme al requerimiento de presión de instalación y un  $P_{\text{máx}}$ , que sea tolerable por la instalación y proporcione una buena calidad de servicio.

El sistema con tanque hidroneumático esta compuesto por una bomba de agua y un tanque de almacenamiento que contiene en su interior una bolsa de hule o neopreno la cual almacena el agua y por la fuerza del aire contenido en el tanque sobre la bolsa de hule ejerce una presión y al abrir cualquier llave de la casa es liberada la presión mediante un flujo de agua continuo, la bomba solo enciende cuando la presión es menor.

El sentido de flujo de agua con el sistema de tanque hidroneumático presurizado se muestra en la Figura 2.73, en la cual se puede evidenciar que la presión en este tipo de sistema al igual que en el antes descrito no es constante.

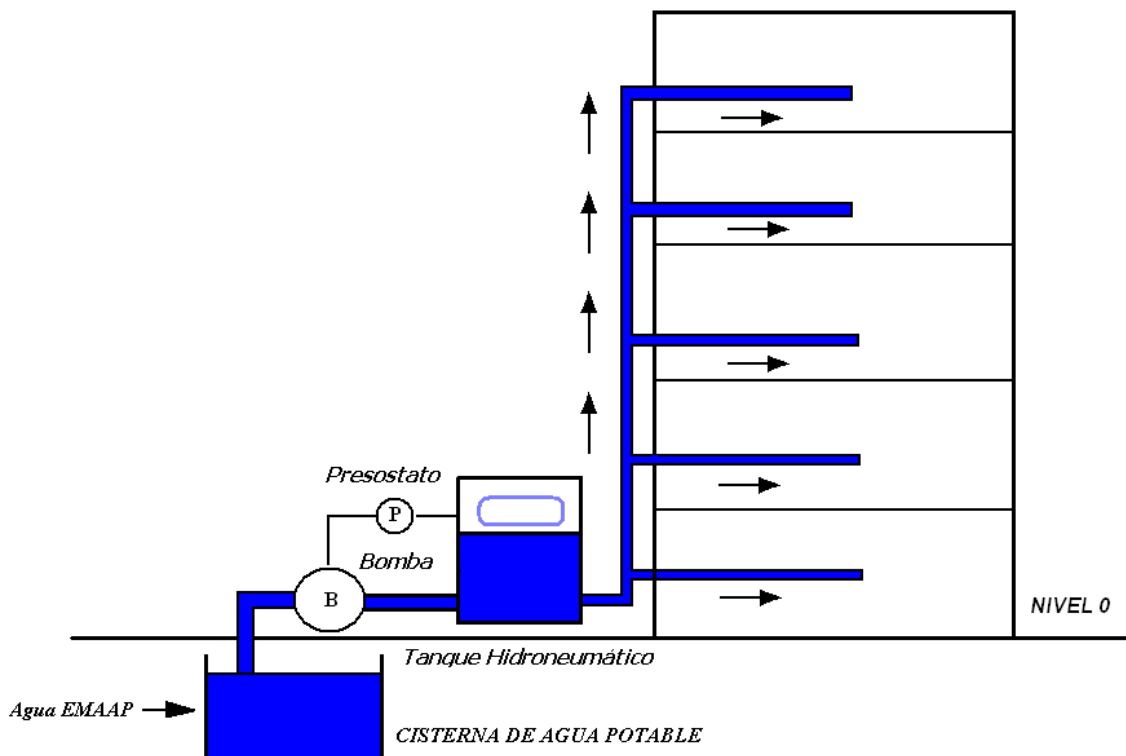


Figura 2.53 Sistema de agua potable con tanque hidroneumático

### III. SISTEMA DE AGUA CON PRESIÓN CONSTANTE

Los sistemas de presión constante utilizan la tecnología que ofrece un dispositivo de frecuencia variable, lo cual permite modificar la velocidad de la bomba encargada de enviar el agua hacia los pisos superiores satisfaciendo así la demanda de los consumidores manteniendo una presión constante en todo el sistema.

Cuando la demanda de agua se incrementa, la velocidad de la bomba también aumenta y viceversa.

La bomba solo funciona lo necesario para cumplir con el nivel de demanda y con la presión.

Un sistema de este tipo cuenta siempre con la señal de un sensor de presión el cual le indica al variador de frecuencia si se requiere aumentar o disminuir la velocidad del motor de la bomba para mantener la presión constante.

El diagrama de la Figura 2.74 muestra la combinación de la técnica de tanque de presión hidroneumático con la técnica de presión constante.

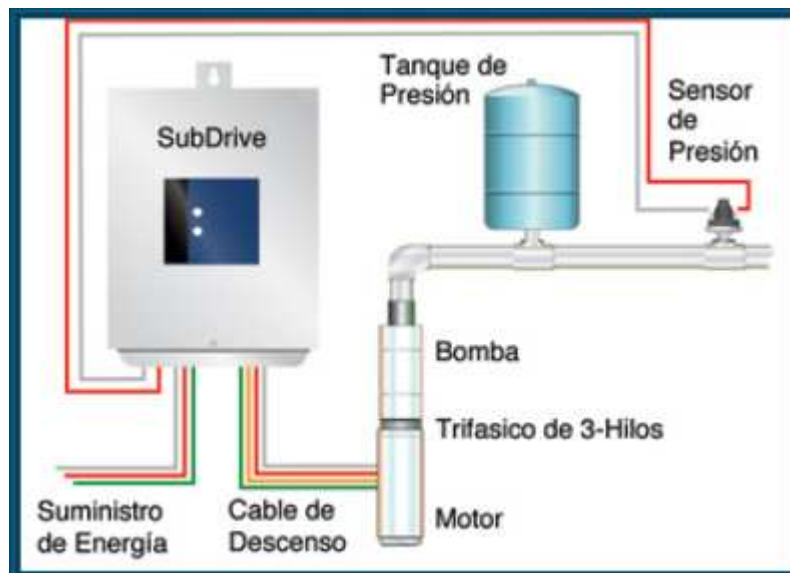


Figura 2.54 Sistema de presión constante con tanque de presión hidroneumático

Dentro de un sistema de presión constante la variable a modificar para poder mantener la misma, es la velocidad del motor de la bomba, la cual se verá afectada cada vez que alguna salida de agua dentro de la instalación sea empleada.

La figura 2.75 muestra un sistema hidroneumático de una pequeña vivienda dentro de la cual se encuentran una variedad conocida de salidas de agua para servicios básicos.

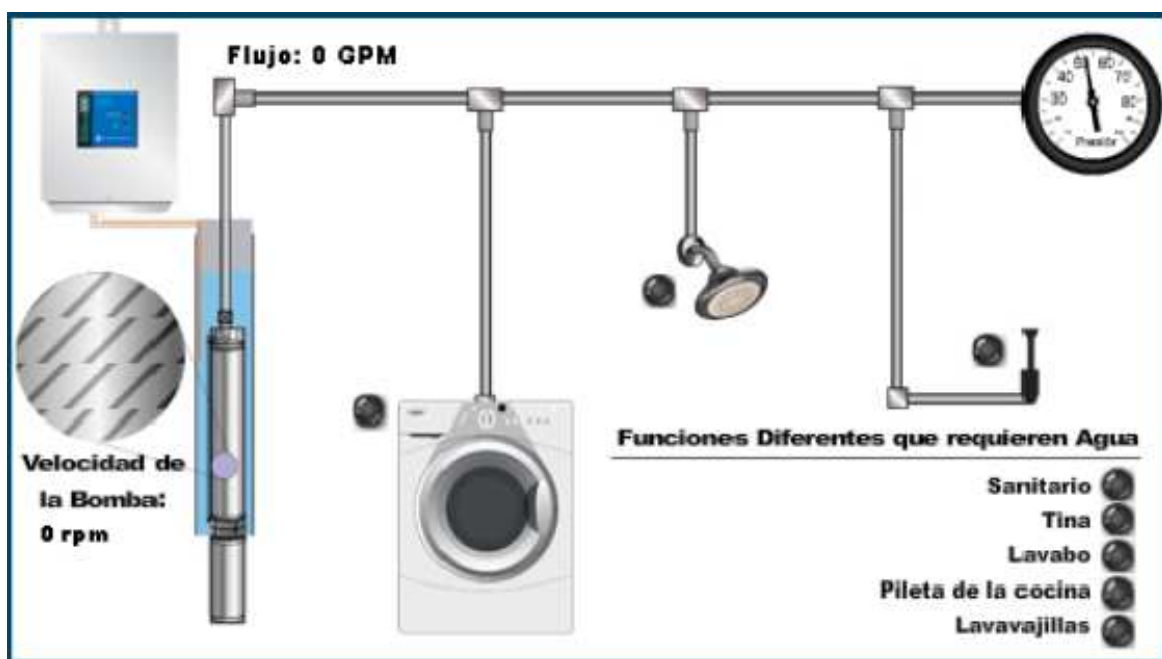


Figura 2.55 Esquema hidroneumático de una vivienda

La siguiente secuencia de imágenes muestra como la presión de la línea de agua principal se mantiene prácticamente constante sin importar las salidas de agua que se activan, la variable a modificarse es la velocidad de la bomba, en cada una de las imágenes se encuentran activadas diferentes salidas de agua y los datos importantes a considerar es la lectura de presión (constante) y la velocidad de la bomba (variable).

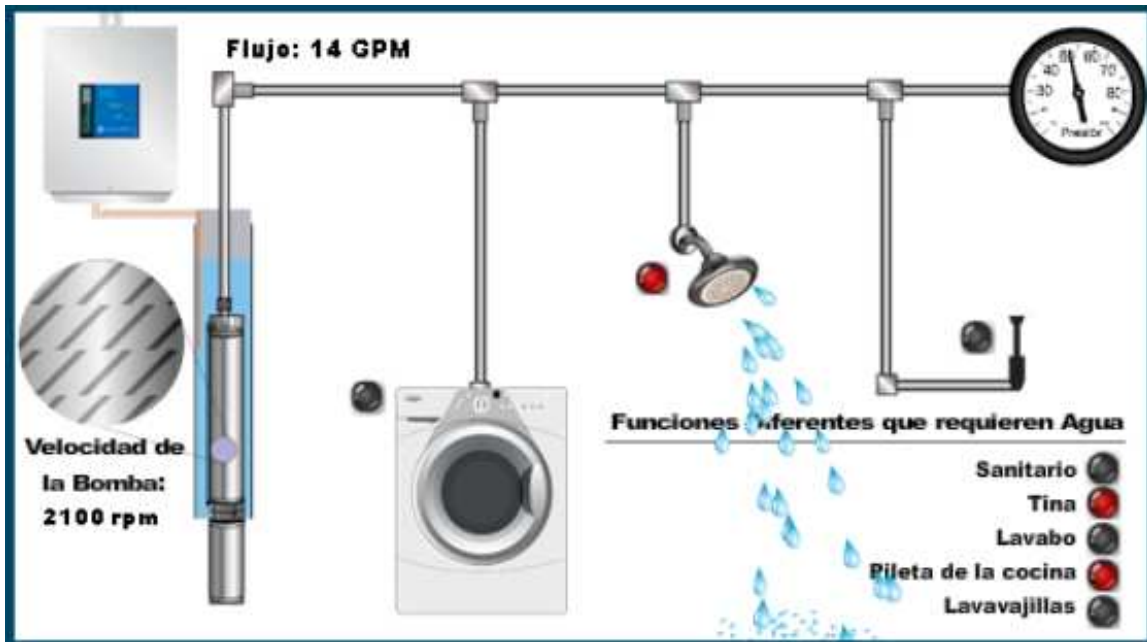


Figura 2.56 Ejemplo 1 de la operación de un sistema de presión constante

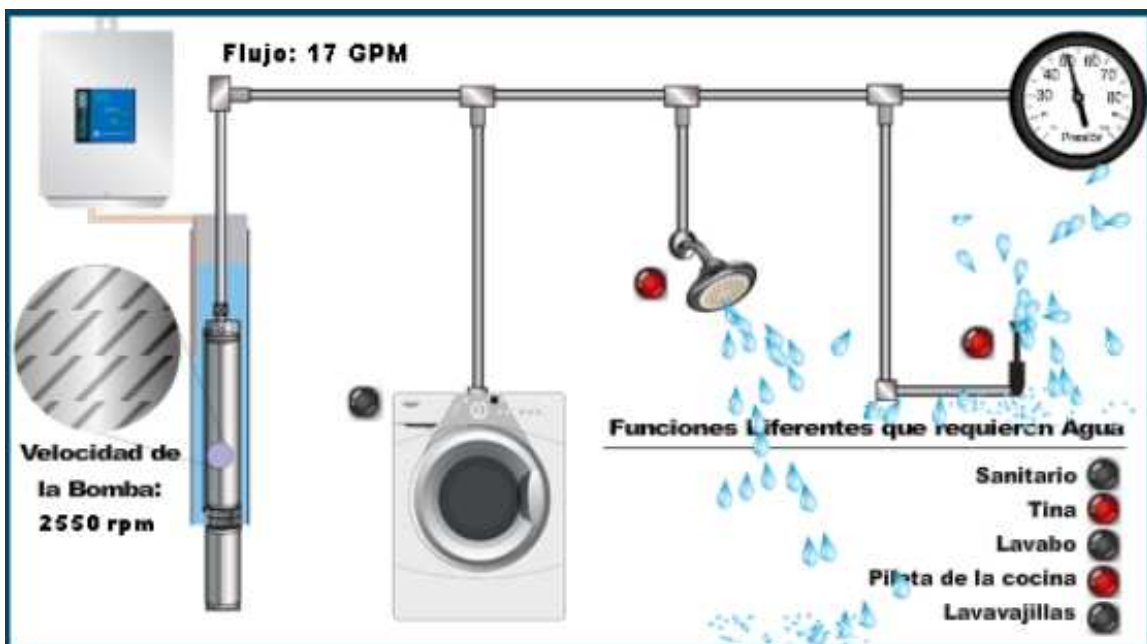


Figura 2.57 Ejemplo 2 de la operación de un sistema de presión constante



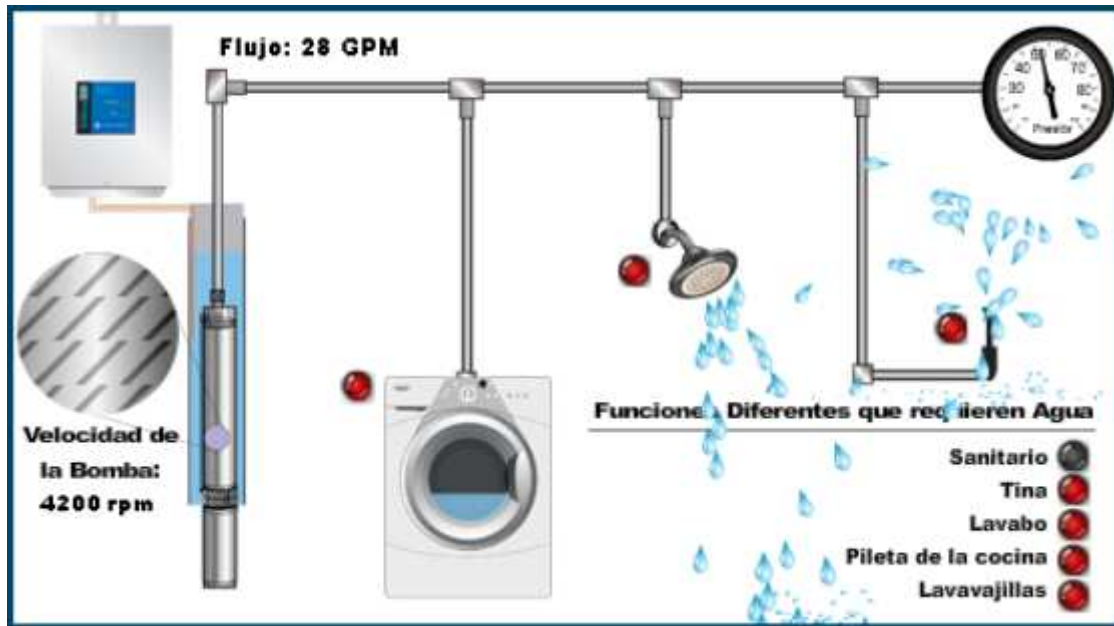


Figura 2.58 Ejemplo 3 de la operación de un sistema de presión constante

#### 2.3.1.3.2 Sistema de automatización de agua potable del edificio de la EMAAP

La estrategia de control para el manejo del agua potable es la de control de presión por dicha razón el sistema de agua potable seleccionado para el edificio de la EMAAP es el sistema de presión constante ya que cuenta con mayor confiabilidad en cuanto a calidad de servicio se refiere.

El sistema a implementar garantiza que en la línea principal de alimentación de agua potable del edificio la presión se mantenga constante, garantizando a su vez así, que la presión dentro de cada una de las dependencias del edificio se mantenga fija.

En el mercado se encuentra una amplia gama de proveedores de sistemas de presión constante entre los cuales se selecciona el que cuenta con las mejores condiciones técnicas

El paquete mejor equipado es el sistema varibooster de IHM S.A. , del cual se detalla la información provista por el fabricante a continuación:



Figura 2.59 Sistema de Presión Constante Varibooster IHM System

## **Características**

- Sistema de varias bombas con velocidad variable y control PID para suministro automático de agua en edificaciones con la última tecnología
- Máximo ahorro de energía, amigable con el medio ambiente
- Control de última tecnología con velocidad variable
  
- Sistema y tablero probados en fábrica y de fácil instalación
- Bajo costo de operación
- Contratos de mantenimiento opcionales
- Motores adecuados para variador
- Silencioso, bajo nivel de ruido gracias al sistema de arranque y apagado de bombas

## **Especificaciones**

- Puerto de comunicación RS-485 / Modbus
- Velocidad variable con VFD de última generación con software especializado para bombas
- Memoria de operación y registro que facilita el servicio
- Control Inteligente PID, control lógico programable para secuenciamiento y manejo de bombas
- Sistema alterno de operación en emergencia y sin variador
- Transductor robusto y de alta precisión

- Gabinete ventilado
- Protección contra armónicos
- Protecciones y alarmas de bajo nivel de líquido, sobrecorriente, baja y alta presión del sistema
- Opcional software y hardware para monitoreo y control via internet
- Teclado y pantalla de datos en español

El sistema cuenta con un control PID que permite ejecutar las acciones necesarias de control para mantener la presión constante en la línea de descarga de agua.

La presión de descarga es detectada por el transductor y si ella está por debajo del nivel de la presión definida en el sistema, el control PID, incrementa las RPM de manera controlada de la bomba hasta que la presión de descarga se restablece el valor definido.

Si con este mecanismo la presión en la descarga no se alcanza a restablecer, las bombas número 2 o número 3 del sistema entran a operar secuencialmente hasta lograr que la presión recupere su valor preestablecido.

Si la presión en la tubería de descarga se incrementa por encima del valor preestablecido, debido al decremento del agua consumida, las RPM de la bomba van descendiendo compensando el incremento detectado, hasta llegar al nivel mínimo de velocidad en donde se apaga la bomba número 3 y así sucesivamente hasta completar el apagado de todas en el orden número 3 , número 2 y por ultimo la número 1.

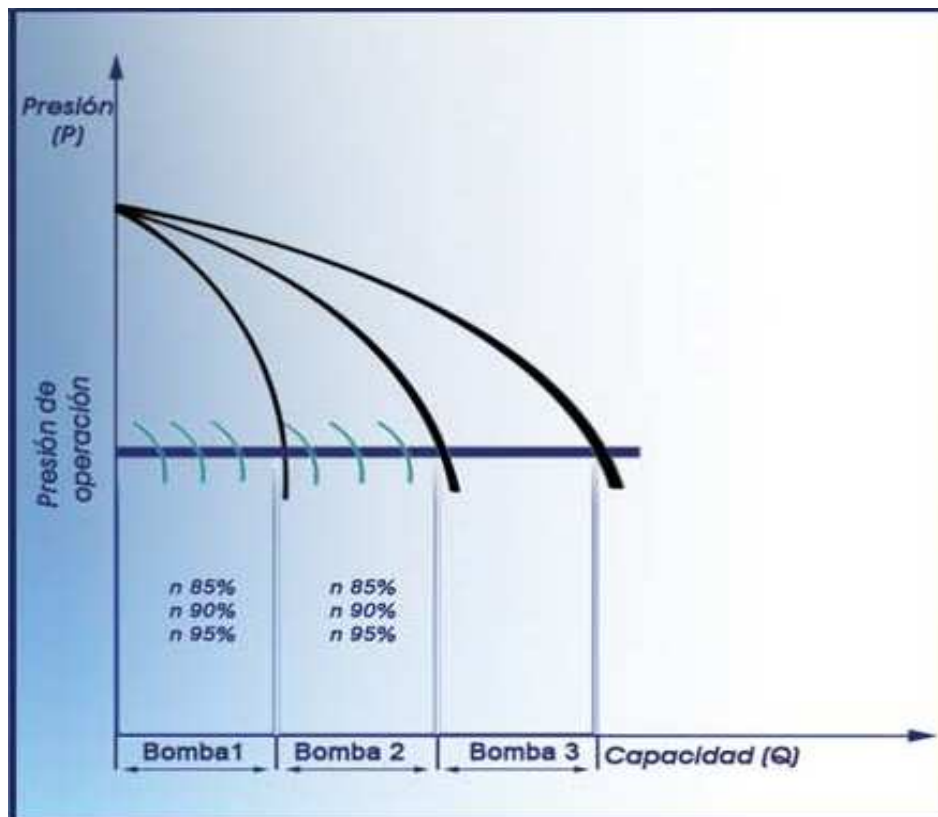


Figura 2.60 Diagrama de funcionamiento de las bombas

**Controlador de última tecnología**  
Responsabilidad sobre bombas, controlador y todos los componentes

Varidor móvil que opera con todas las bombas

1. Memoria de operación y registro que facilita el servicio.
2. Velocidad variable con: VFD de última generación con software especializado para bombas
3. Teclado y pantalla de datos en español e inglés.
4. Control inteligente PID para el sistema. Control lógico programable para secuenciamiento y manejo de bombas. Programación de software propia.
5. Transductor robusto y de alta precisión.
6. Sistema alterno de operación en emergencia sin variador.
7. Gabinete autoventilado.
8. Maniobra y protección de marca con reposición de elementos.
9. Protección contra armónicos.
10. Operación manual y automática. Alarma contra fallas. Protección contra bajo nivel de líquido, sobrecorriente, baja y alta presión del sistema

\* Opcional software y hardware para monitoreo y control via internet.

Bogotá - Colombia Carrera 42 bis No 17A- 24  
PBX. (571) 3 52 89 11  
www.igihm.com

**Ignacio Gómez IHM S.A.**

Figura 2.61 Componentes del tablero de control del sistema de presión

#### **2.3.1.4 Sistema hidráulico contra incendios**

El agua destinada a ser usada en caso de presentarse un incendio en las instalaciones del edificio no cuenta con una estrategia de control para su manejo debido precisamente a los fines de uso que posee.

En presencia de un incendio el agua de la cisterna para incendios debe ser consumida en su totalidad de ahí que dicho depósito no cuenta con ningún tipo de sensor y la bomba debe operar hasta que la cisterna quede completamente vaciada.

El sistema de bombeo para incendios esta compuesto por una bomba principal destinada a proveer de agua al edificio de presentarse un incendio y una bomba jockey de menor potencia que la principal encargada de mantener presurizada la línea de incendios que tiene el edificio.

El sistema de control de incendios será quien se encargue de manejar la operación oportuna de las bombas para incendios.

#### **2.3.1.5 Interconexión a la red LAN**

El sistema Hidrosanitario especificado debe integrarse a la red LAN del edificio para así poder ser monitoreado.

La arquitectura de interconexión de los sub-sistemas Hidrosanitario diseñados y su integración a la red se muestra en el esquema a continuación:



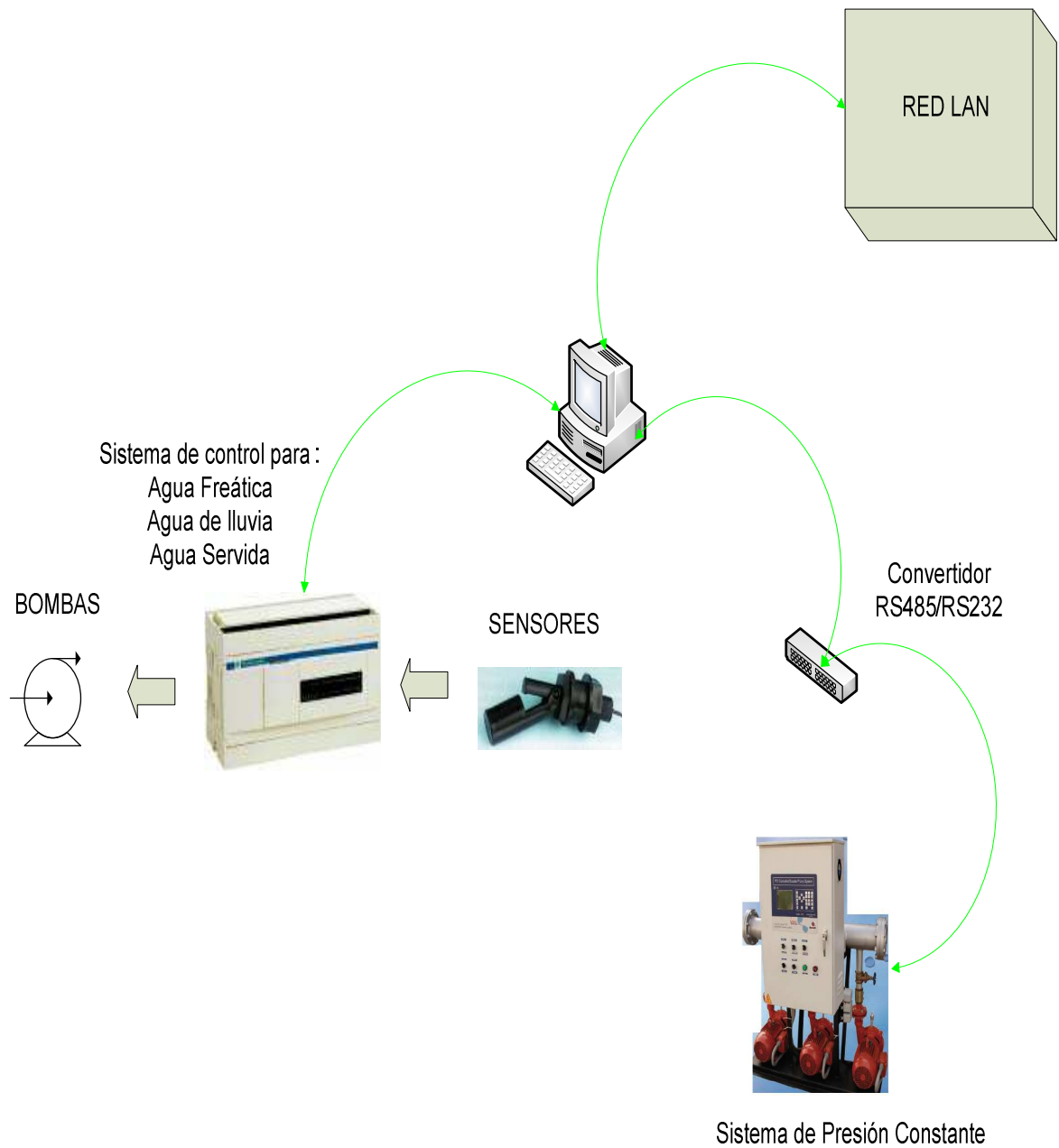


Figura 2.62 Diagrama de integración del sistema Hidrosanitario a la red LAN del edificio



## **2.4 DISEÑO DEL SISTEMA DE EMERGENCIA**

### **2.4.1 SISTEMA DE EMERGENCIA DEL EDIFICIO EMAAP**

El manejo apropiado de la energía y la seguridad de contar con un sistema de energía eléctrica de calidad e ininterrumpida hacen necesario el proveer al edificio de un sistema de generación eléctrica de emergencia.

La implementación de un sistema de emergencia demanda un análisis de la carga instalada en el edificio.

Con base en los requerimientos eléctricos de los equipos a instalarse en el edificio, como son: bombas del sistema de agua potable, bomba de incendios, salidas especiales, cargas resultantes de los sistemas de iluminación, tomacorrientes, ventilación, etc., se ha llegado a determinar: una carga total instalada de 250 KVA, dejando como previsión y criterio general de diseño la posibilidad de llegar a tener una densidad de usuarios de hasta 1 cada 10m<sup>2</sup> de área física útil de oficinas.

El sistema de emergencia esta constituido por un generador eléctrico y un sistema de transferencia automática basado en un tablero de control que permite ejecutar tanto el traspaso de carga como el monitoreo de los parámetros eléctricos asociados a esta operación para que el proceso se realice sin inconvenientes. El edificio contará con un generador eléctrico para cubrir el 100% de la carga, incluyendo unidades de ventilación.

### **2.4.2 GENERADOR ELÉCTRICO DE EMERGENCIA Y MEDICIÓN DE PARÁMETROS**

El sistema de emergencia estará conformado por un generador de 250 KVA, tipo Stand-By, efectivo a la altura de Quito (2800 msnm).

En caso de ausencia del suministro normal de energía por parte de la E.E.Q.S.A., el generador atenderá la carga total del edificio, y todas las restantes salidas de

los sistemas que conforman el presente estudio. Es decir la cobertura es del 100%.

El mercado ofrece gran variedad de generadores eléctricos de emergencia dependiendo de la potencia requerida y demás parámetros adicionales de su dimensionamiento.



Figura 2.63 Generador eléctrico comercial

La correcta operación de un generador demanda el monitoreo de muchos de los parámetros mecánicos como eléctricos de los componentes del mismo, para lo cual es su mayoría los generadores cuentan con medidores de parámetros que permiten monitorear el estado de los parámetros del generador.

En el mercado se cuenta con una gran variedad de medidores de parámetros de un generador, los cuales pueden ser acoplados a los generadores permitiendo así el monitoreo de parámetros sobre los mismos.

Un ejemplo de un panel digital para la medida de parámetros de un generador y su ubicación en el mismo se muestra en la figura 2.84:

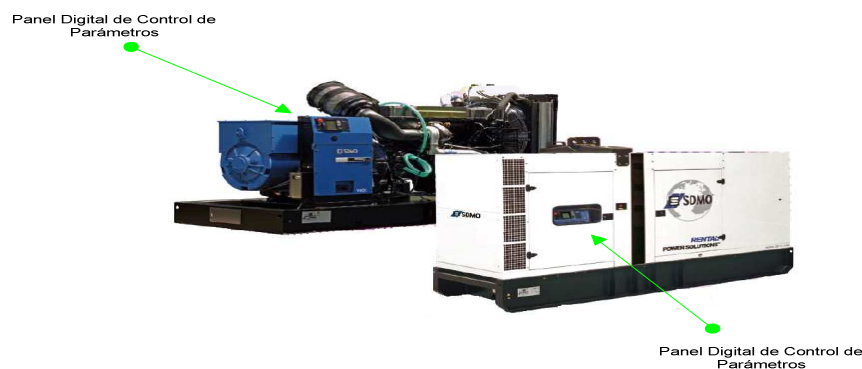


Figura 2.64 Panel digital para la medición de parámetros de un generador

Uno de los fabricantes de los controladores de parámetros en generadores es MICS TELYS, los controladores de esta línea cuentan con los siguientes elementos:

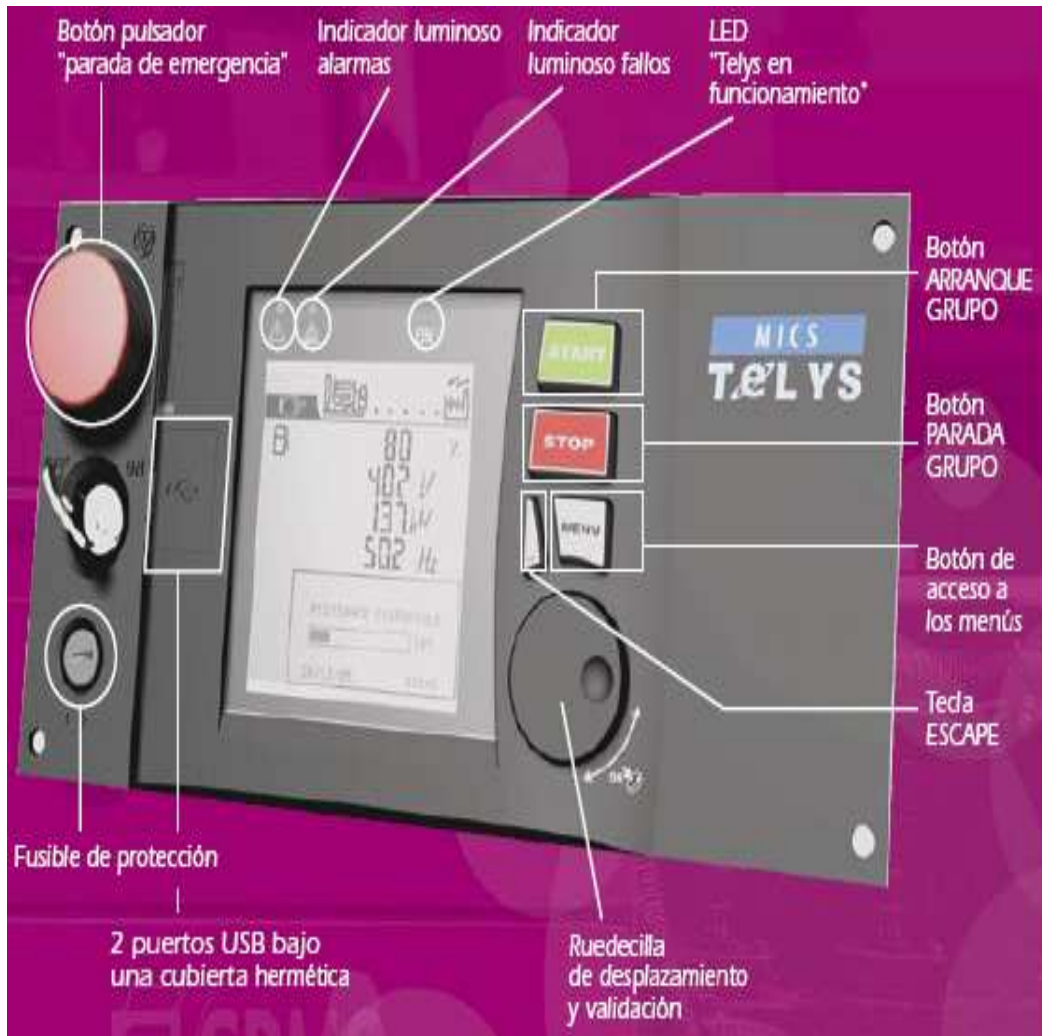


Figura 2.65 Elementos del panel medidor de parámetros MICS TELYS

Los parámetros que permite monitorear son los siguientes:

**OPERACIÓN:**

- Funcionamiento automático o manual
- Grupo en funcionamiento - Tensión y frecuencia estables
- El grupo suministra corriente a la instalación
- (flechas parpadeantes)
- Acoplamiento en red o entre grupos
- Indicador de mantenimiento

**MOTOR:**

- Nivel fuel
- Temperatura y nivel del líquido de refrigeración
- Tensión y carga de la batería
- Presión, temperatura y nivel de aceite
- Parada de emergencia
- Sobrecarga
- Fallo de arranque, baja velocidad o sobre velocidad
- Velocidad de rotación del motor

**PROTECCIONES:**

- Mín./máx. tensión alternador
- Mín./máx. frecuencia alternador
- Mín./máx. tensión batería
- Sobrecarga y/o cortocircuito
- Retorno de potencia activa/reactiva
- Presión del aceite
- Temperatura del agua
- Sobre velocidad
- Baja velocidad

La información del panel medidor de parámetros se despliega en el display como se muestra a continuación:




EJEMPLOS DE PANTALLAS DEL GRUPO EN FUNCIONAMIENTO	
	<p>Grupo en modo automático en proceso de arranque</p> <p>Indicación velocidad motor</p> <p>Indicación de la temperatura del líquido de refrigeración AT (unidades según la configuración)</p> <p>Indicación de la presión del aceite (unidades según la configuración)</p> <p>Indicación de la temperatura del aceite (unidades según la configuración)</p> <p>Mensaje de información</p>
	<p>Grupo en modo automático que proporciona suministro a la instalación</p> <p>Indicación del nivel de fuel</p> <p>Indicación de la tensión suministrada</p> <p>Indicación de la potencia activa suministrada a la instalación</p> <p>Indicación de frecuencia de corriente</p> <p>Barra gráfica indicadora de la potencia disponible</p>
	<p>Grupo en modo manual</p> <p>Indicación de tensión compuesta entre fases</p> <p>Indicación de frecuencia de corriente</p> <p>Mensaje de advertencia</p>

Figura 2.66 Información mostrada en el panel MICS TELYS

Este tipo de medidor permite la comunicación a través de Ethernet o RS-485 con protocolo Modbus.

Tanto el tablero de instrumentos y control del generador, como el tablero de transferencia automática serán de tipo digital con comunicación RS485 e interfaz Ethernet para ser monitoreadas por el computador de la sala de control.

#### **2.4.3 TABLERO DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA Y SUS ELEMENTOS**

El edificio del EMAAP, tomado como referencia, debe disponer de un servicio de emergencia con cobertura al 100% y con un tablero de transferencia automática que garantice que los cortes de energía sean superados en el menor tiempo posible.

La transferencia automática tiene una capacidad nominal de 600 A / 600 V y da servicio a todas las cargas del Edificio.

El tablero además dispondrá un controlador lógico programable PLC para realizar toda la lógica de operación de la transferencia y adicionalmente el PLC deberá disponer un puerto de comunicación RS485 y protocolo Modbus con interfaz a Ethernet ya que deberá poder ser monitoreado y re-calibrado desde un computador en la consola de control del edificio.

Es indispensable que todo el sistema de emergencia sea susceptible de ser controlado y monitoreado en forma remota desde la oficina de administración, para lo cual todos los componentes del sistema deben conectarse a través de la red de comunicación del edificio utilizando protocolo Modbus.

El tablero de transferencia automática tiene dos etapas constituidas en una sola unidad. La primera etapa cubre la totalidad de la carga excepto la bomba de incendios. La segunda etapa del tablero de transferencia automática cubre exclusivamente a la bomba contra incendios. Esto ha sido dispuesto de esta manera para garantizar la posibilidad de desenergizar totalmente el sistema eléctrico del edificio y dejar únicamente alimentada a la bomba de incendios en caso de un flagelo.

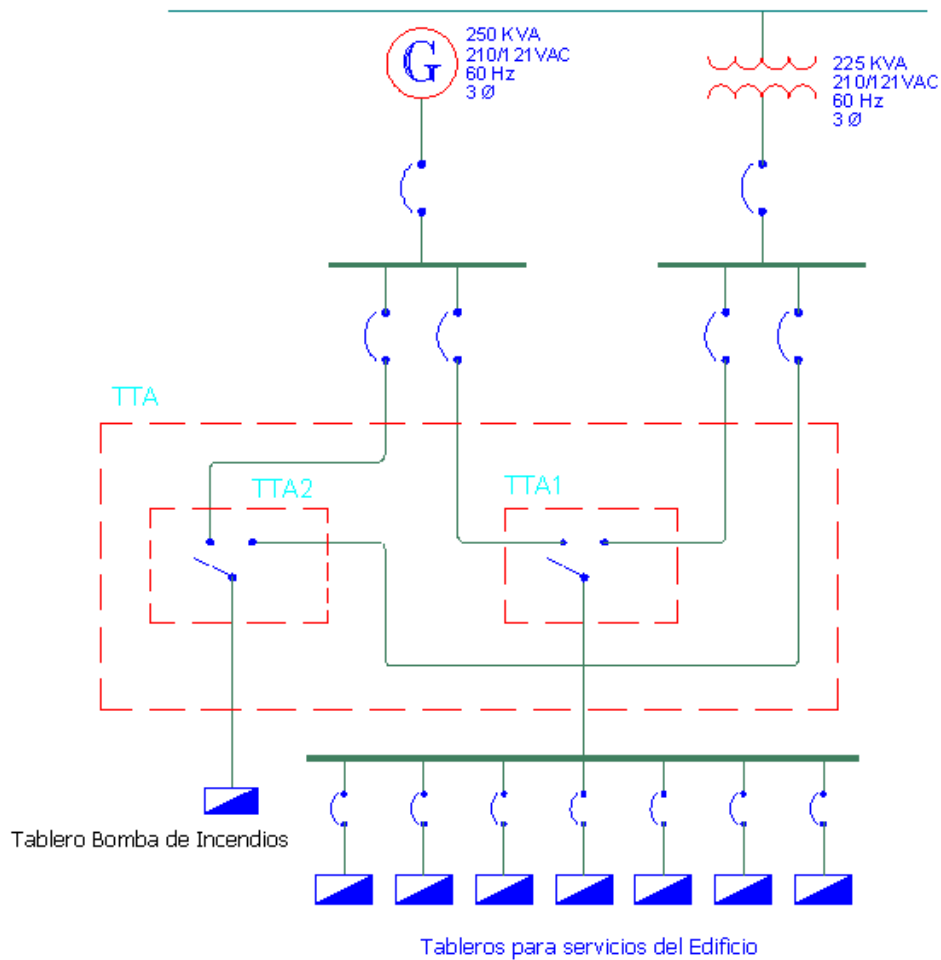


Figura 2.67 Diagrama unifilar del T.T.A.

#### 2.4.4 MONITOREO DE VARIABLES Y EQUIPOS REQUERIDOS

El tablero de transferencia automática debe estar al tanto de las diferentes anomalías que pueden presentarse tanto en la red eléctrica como en el generador de emergencia.

La información requerida por el tablero de transferencia es provista por dos relés monitores de línea trifásicos, uno para monitorear el estado de la EEQSA y otro para el Generador.

Estos relés deben estar en la capacidad de detectar:

- Falta de fase
- Sobre voltaje
- Bajo voltaje
- Secuencia inversa

Las salidas de estos irán a entradas del PLC para que éste realice la lógica de transferencia y retransferencia, considerando tiempos de espera para reconexión, tiempo de enfriamiento del generador, reintentos de arranque del generador, y la función de ejercitamiento semanal del sistema de emergencia.

El PLC debe incorporar entonces un reloj-calendario en tiempo real para poder programar horarios en los que se hace el ejercitamiento, horarios en los que se habilita cada bloque de transferencia, y además debe tener una entrada prevista para caso de incendio ya que en caso de recibir una señal externa (contacto seco) de incendio declarado, el PLC deberá desconectar toda la carga normal, no la correspondiente a la bomba de incendio.

La transferencia debe disponer además de un analizador de red (medidor digital de parámetros eléctricos), con pantalla digital y puerto de comunicación serial RS485 con protocolo Modbus, los respectivos transformadores de corriente y fusibles de protección.

El analizador se encarga del monitoreo de las variables eléctricas del bloque de transferencia principal, como son: voltajes, corrientes, potencias activa, reactiva y total, factor de potencia, etc.

El analizador de red **PM500 Merlin Gerin** cuenta con todas las especificaciones antes expuestas para este equipo.





Figura 2.68 Analizador de Red PM500 MERLIN GERIN

La pantalla digital del analizador permite visualizar los parámetros medidos por este, la descripción se muestra a continuación:

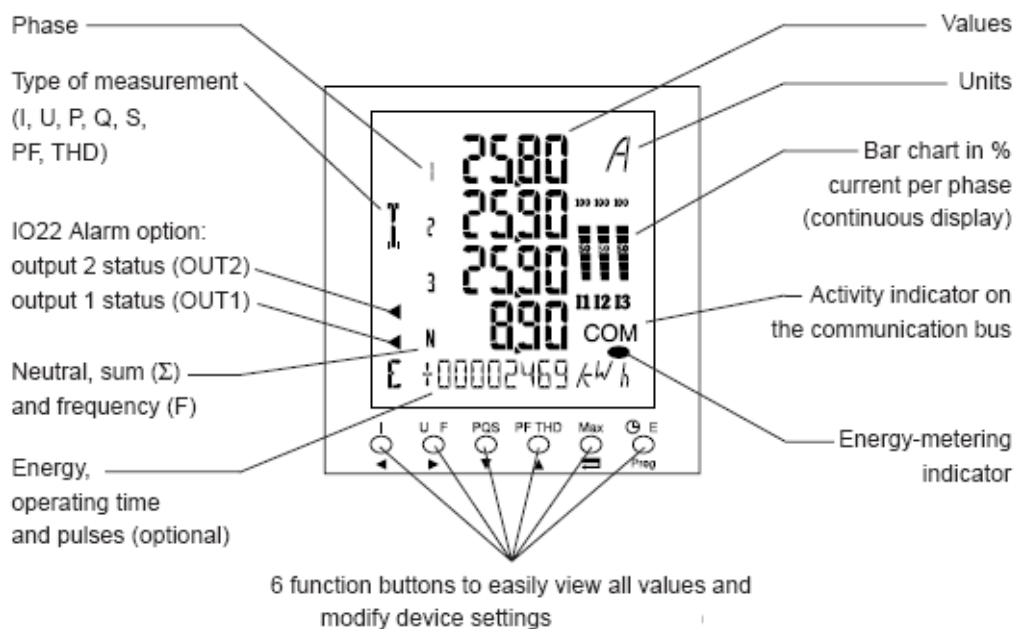


Figura 2.69 Parámetros Visualizado en el Analizador Red PM500 MERLIN GERIN

Los parámetros que el analizador es capaz de determinar se muestran en el siguiente cuadro provisto por el fabricante.

PM500		Operation	
		Local	Remote <sup>(1)</sup>
<b>Instantaneous rms values</b>			
Current	phase and neutral	■	■
Voltage	ph-N and ph-ph	■	■
Frequency		■	■
Active power (four quadrants)	total and per phase	■	■
Reactive power (four quadrants)	total and per phase	■	■
Apparent power (four quadrants)	total and per phase	■	■
Power factor	total and per phase	■	■
<b>Maximum instantaneous values</b>			
Maximum current <sup>(2)</sup>	3 phases and neutral	■	■
Maximum ph-ph voltage <sup>(2)</sup>	3 phases	■	■
Maximum frequency <sup>(2)</sup>		■	■
<b>Energy values</b>			
Active energy (four quadrants)	0 to 99 999 999 kWh	■	■
Reactive energy (four quadrants)	0 to 99 999 999 kvarh	■	■
Apparent energy	0 to 99 999 999 kVAh	■	■
Operating times	in centihours	■	■
<b>Demand values</b>			
Current	phase and neutral	■	■
Total demand active, reactive and apparent power	total	■	■
<b>Maximum demand values</b>			
Maximum current	phase and neutral	■	■
Maximum active power (four quadrants)	total	■	■
Maximum reactive power (four quadrants)	total	■	■
Maximum apparent power	total	■	■
<b>Power-quality values</b>			
Total harmonic distortion (THD)	current and voltage	■	■
<b>Reset</b>			
Maximum instantaneous value <sup>(2)</sup>		■	■
Maximum demand values		■	■
Energy values and operating times		■	■
Input counter <sup>(2)(3)</sup>		■	■

Figura 2.70 Parámetros medidos por el Analizador PM500 MERLIN GERIN

## **2.5 DISEÑO DEL SISTEMA SEGURIDAD**

### **ELEMENTOS DEL SISTEMA DE SEGURIDAD**

El sistema de seguridad para el edificio de la EMAAP consta de 3 elementos principales:

- a. Control de accesos
- b. Circuito cerrado de televisión
- c. Sistema contra incendios

### **2.5.1 SISTEMAS DE CONTROL DE ACCESOS**

#### **I. INTRODUCCIÓN**

Las sociedades y el ser humano desde la antigüedad han tenido la necesidad de controlar el acceso a ciertas áreas y lugares. Esta necesidad es motivada inicialmente por temor que personas inescrupulosas o delincuentes puedan robar y/o extraer material valioso de acuerdo a criterios personales, sociales, comerciales, etc.

En la actualidad, tecnológicamente han cambiado ciertas cosas, pero en el fondo persisten las razones y motivos para mantener mecanismos de control de acceso sobre áreas e información que se desea proteger.

Los mecanismos de validación han sufrido modificaciones así hoy en día tenemos controles biométricos, magnéticos, visuales, etc.

En cuanto al control de acceso, se considera, tradicionalmente, que comprende los siguientes mecanismos de seguridad:

- **Identificación de usuarios**

Proceso por el cual se identifica a una persona, ejemplo: la cédula de identidad para el caso de un país, o el código de identificación (User ID) para el caso de un computador.

- **Autenticación de usuarios**

Proceso que tiene por objeto la confirmación que la persona que se identificó es quien dice ser; ejemplo de este proceso es la utilización de palabras claves.

- **Autorización de usuarios**

Proceso que determina quién tiene acceso a qué objetos, y qué tipo de acceso tiene.

Cada uno de estos mecanismos está apoyado por una tecnología de seguridad, por ejemplo: palabras claves (passwords), los tokens inteligentes o de seguridad, certificados digitales, los dispositivos de reconocimiento de huellas digitales, palma de la mano, iris del ojo, etc. Estas tecnologías están presentes en una gran variedad de productos de seguridad.

Existen diferentes tecnologías que apoyan el mecanismo de autenticación de usuarios y su relación con la complejidad de implantación.



Figura 2.71 Tecnologías que apoyan el mecanismo de autenticación

El evaluar de manera periódica la efectividad de los mecanismos de control de acceso permite mejorar u optimizar el enfoque, administración y monitoreo del control de acceso además de reducir el riesgo de accesos no autorizados. Por tanto, el mantener mecanismos de seguridad sobre la información y los datos, ayudan a crear un ámbito de confianza y permiten minimizar errores.

## II. MECANISMOS DE CONTROL COMPLEMENTARIOS DE UN SISTEMA DE CONTROL DE ACCESO

El avance en los conceptos de seguridad, ha obligado a profundizar en términos tecnológicos, es así como nuevas condiciones deben ser identificadas para poder establecer los mejores mecanismos de seguridad y de control de acceso a la información.

En la actualidad se reconocen que existen, al menos cuatro mecanismos complementarios de un sistema de control de acceso:

- Identificación de usuario
- Autenticación de usuario
- La verificación de la autenticación
- Re-autenticación

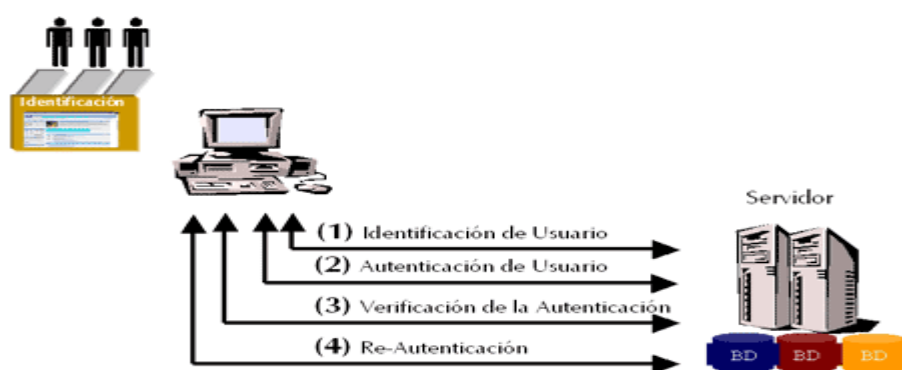


Figura 2.72 Mecanismos complementarios de un sistema de control de acceso

El *primer mecanismo* de un sistema de control de acceso está diseñado para identificar a un usuario que se encuentra registrado en un determinado sistema, esto se realiza mediante un “User ID”.

El *segundo mecanismo* de un sistema de control de acceso consiste en la autenticación de un usuario, es decir, determinar que un usuario es quien dice ser.

Esto se realiza por medio de “algo que se conoce”, representado básicamente por:

- I. Una contraseña o clave de acceso (passwords),
- II. Número de identificación personal (PIN),
- III. Entrada asociativa, en la que el sistema autentica al usuario mediante la secuencia de palabras o conceptos asociados que el sistema debe almacenar.
- IV. Respuesta desafiante, en la que el sistema proporciona una o una serie de preguntas que sólo el usuario identificado puede presumiblemente responder. Asimismo, este mecanismo se puede caracterizar por “algo que el usuario posee”, como por ejemplo:

- Tarjetas inteligentes
- Tarjetas de crédito o débito
- Un token
- Algún dato como la cédula de identidad o pasaporte, entre otros

El *tercer mecanismo* de un sistema de control de acceso está diseñado debido a la debilidad inherente que tiene una contraseña o clave de acceso (password).

Su propósito u objetivo es el probar la autenticidad del usuario mediante la utilización de las características inherentes al cuerpo del agente externo o usuario por ejemplo:

- Tono de voz, reconocimiento de la voz
- Huellas dactilares
- Patrones de la retina o iris del ojo
- ADN, el reconocimiento de los surcos de los labios
- Reconocimiento facial, entre otros

El *cuarto mecanismo* de un sistema de control de acceso contempla los procesos que aseguran que un usuario permanece autenticado, mediante la re-autenticación. Esto se puede llevar a cabo mediante procesos automáticos que se despiertan según la permanencia del usuario que está interactuando con un determinado sistema.

La instalación de un sistema de control de accesos requiere de una coordinación previa con el personal de seguridad de la dependencia con la finalidad de establecer la respectiva autorización de accesos a las diferentes aéreas disponibles en una empresa o recinto en la cual se disponga del sistema.

Los parámetros principales a considerar son:

- Lugar de acceso
- Tiempo de acceso
- Niveles de acceso

Dentro de los niveles de acceso se pueden considerar los siguientes:

- Ejecutivos
- Empleados o funcionarios
- Personal de limpieza
- Visitante piso

### III. ELEMENTOS BÁSICOS DE UN CONTROL DE ACCESOS

Los elementos físicos que componen un control de acceso son los siguientes:

- Lectora
- Pulsador de salida (RTE Request to exit)
- Sensor de estado de la puerta (contacto magnético)

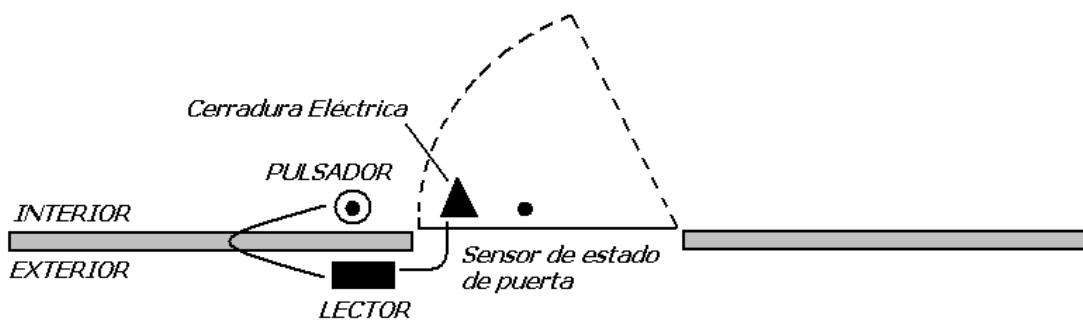


Figura 2.73 Elementos de sistema de acceso

Cada uno de los elementos de un control de accesos cumple con una función específica dentro del conjunto.

**Lectora:** La lectora se encarga de dar la orden de que la puerta se abra.

**Pulsante de salida:** Da la señal de que alguien autorizado abrió la puerta desde el interior.

**Sensor de estado de la puerta:** Además de indicar el estado de la puerta, sirve también para programar un tiempo de apertura, es decir un tiempo máximo de apertura permitido.



#### IV. ARQUITECTURA DE UN CONTROL DE ACCESO

La arquitectura de un control de accesos comercial se basa en los componentes antes descritos teniendo sistemas para dos lectoras, que son los más utilizados, y también sistemas para 4, 8 y 16 lectoras, siendo estos últimos los menos utilizados.

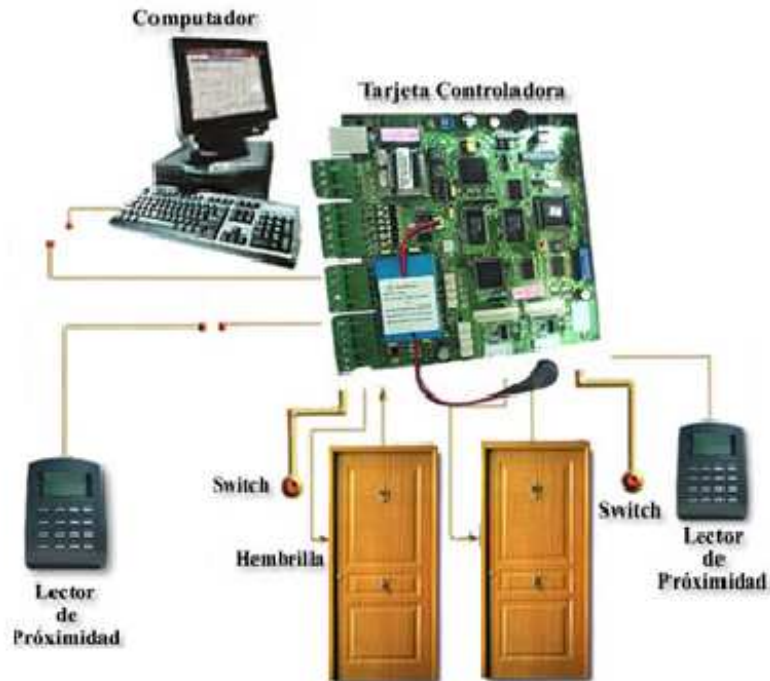


Figura 2.74 Arquitectura de un control de acceso

Lo más recomendable es utilizar un controlador por cada una o dos puertas para evitar cableado excesivo y si un controlador sufre una avería, no se va afectado todo el sistema.

Se puede formar una red de controladores conectados a un PC ya que en la actualidad se cuenta con controladores con tecnología Ethernet.

Los diferentes componentes del sistema de control de acceso deben contar con puertos de comunicación tales como Ethernet, RS-485 y siempre contarán con protocolo Wiegand, el cual es un protocolo estandarizado para comunicación lectora-controlador.

### **2.5.1.1 Sistema de control de accesos para el edificio de la EMAAP**

Los edificios gubernamentales, ministerios, sedes de empresas y bancos tienen, a pesar de sus diferentes finalidades, algo esencial en común, la necesidad de protección.

En un concepto integral de seguridad no pueden faltar los sistemas automáticos para el control físico de acceso.

Precisamente en los edificios destinados a actividades administrativas el diseño juega un papel tan importante como la propia función, ya sea de estilo vanguardista o clásico, el edificio deberá transmitir una imagen de prestigio y elegancia. Por ello la armonía en el diseño, una estética agradable y la comodidad de uso son criterios decisivos a la hora de elegir los equipos de control de acceso.

En el edificio de la EMAAP se tiene previsto instalar un sistema digital de última tecnología para el sistema de seguridad y control de accesos, sobre la base de una arquitectura distribuida de lectores y controladores de acceso que combinan las técnicas de comunicación modernas como son los protocolos Wiegand, RS485 y Ethernet.

### **2.5.1.2 Tecnología de accesos propuesta**

Se propone fundamentalmente la tecnología de proximidad o Radio Frecuencia (RF) combinada con el código personal o PIN en forma opcional, como definición básica del sistema de control de accesos propuesto. Como criterio general en todas las puertas interiores donde se ha previsto controlar el acceso se instalará una lectora inteligente que incorpore un lector RF de tarjetas de proximidad y un teclado numérico, de tal manera que se pueda configurar según el nivel de acceso de cada usuario si su acceso se permite tan solo con la tarjeta, tan solo con el PIN o mediante la combinación de ambos.

Los lectores de proximidad con teclado se alimentarán con voltaje DC entre 5 y 12 Vdc regulado, y se comunicarán con protocolos estándar del mercado como Wiegand o RS485 con la controladora de accesos.

Por su parte los controladores de accesos deben caracterizarse por una tecnología de punta en cuanto al uso de microprocesador de 32 bits, memoria no volátil con soporte de pila de litio, reloj calendario en tiempo real basado en cristal de cuarzo y fundamentalmente debe disponer de un puerto de comunicación para red con protocolo Ethernet – TCP IP.

Cada controlador debe disponer como mínimo las siguientes entradas y salidas:

- Cuatro salidas de relé, expandible a 16, con capacidad mínimo de 2A para el manejo de cerraduras magnéticas o pestillos eléctricos, según el caso.
- Cuatro entradas digitales, expandibles a 16, para dispositivos de seguridad como detectores de movimiento, contactos magnéticos, sensores de rotura de vidrio, etc., supervisables.
- Puertos de entrada para la comunicación con lectores mediante interfaz Wiegand o RS-485.

En las entradas digitales de las controladoras se conectarán los dispositivos de alarma por intrusión como detectores de movimiento, contactos magnéticos o pulsantes de pánico que podrían ser requeridos en el futuro para el complemento de seguridad del Edificio.

La arquitectura del sistema se basa en lectoras-teclado que se comunican con sus controladores mediante protocolo Wiegand o RS485. Un computador central conectado también a la red de datos con el software propio del fabricante del sistema servirá para la programación, administración y registro de todos los eventos del sistema de accesos y alarmas.

Como criterio general en las puertas donde se ha previsto controlar el acceso se ha previsto una lectora de ingreso y un pulsante de salida (RTE), un contacto magnético para monitorear el estatus de la puerta, una cerradura magnética de 600 lbs. como sistema de cierre y una sirena de 20 db.

Todas las puertas con control de accesos deberán disponer cierra-puertas como accesorio de la misma, accesorio que no se debe incluir en la provisión del sistema de accesos como tal.

Dado que según el fabricante de cada sistema de control de accesos, la capacidad de lectores de cada controlador puede variar, la cantidad de controladores deberá ajustarse según la marca y modelo que proponga el proveedor. Sin embargo, debe necesariamente respetarse la arquitectura del sistema propuesto y los esquemas de comunicación requeridos, así como la tecnología de lectores y controladores.

#### **2.5.1.3 Selección de dispositivos**

En base a los requerimientos antes citados se procede a seleccionar tanto las lectoras como la controladora que acceso.

La fabricación de dispositivos y equipos para el control de accesos se encuentra liderada por la marca HID Global la cual provee soluciones de acceso basadas en la tecnología, soluciones de emisión, soluciones de tecnología integradas y soluciones de tecnología logística.

## I. SELECCIÓN DEL CONTROLADOR DE ACCESOS

La controladora de accesos seleccionada es la VERTX (CS) V2000:

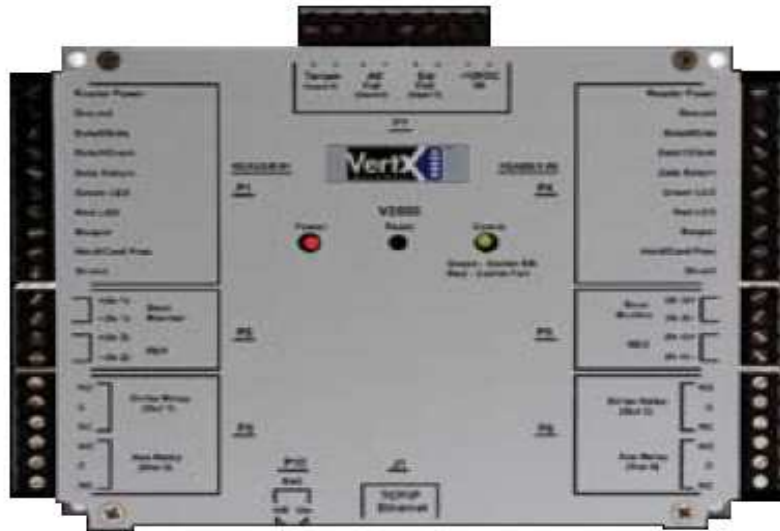


Figura 2.75 Controladora de accesos READER INTERFACE / ACCESS CONTROLLER

El fabricante proporciona las características principales de la controladora de accesos:

### **Puertos de Comunicación:**

- RJ-45 connector for Ethernet TCP/IP
- Wiegand

### **Entradas para:**

- Dos lectoras
- Dos door monitor switches,
- Dos RTE (Request-to-Exit switches)

**Salidas:** 4 Salidas de contacto seco para 2A

VertX V2000 (CS) Quick Installation Guide		VertX HID CS central station	
Output number	V2000	Input number	V2000
1	P3 Pins 1/2/3 <i>Strike (lock) Relay 1</i>	1	P2 Pins 1/2 <i>Door Monitor</i>
2	P3 Pins 4/5/6 <i>Aux Relay 1</i>	2	P2 Pins 3/4 <i>REX input</i>
3	P6 Pins 6/5/4 <i>Strike (lock) Relay 2</i>	3	P5 Pins 4/3 <i>Door Monitor</i>
4	P6 Pins 3/2/1 <i>Aux Relay 2</i>	4	P5 Pins 2/1 <i>Rex Input</i>
		5	P7 Pins 8/7 <i>Tamper</i>
		6	P7 Pins 6/5 <i>AC Fail</i>
		7	P7 Pins 4/3 <i>Batt Fail</i>

Figura 2.76 Entradas y salidas del VERTX (CS) V2000

La nomenclatura empleada para las salidas de la controladora de accesos se detalla con el siguiente ejemplo:

Output 1, V2000, P3: Pin1 corresponde a: NO (Normally Open)

Pin 2 corresponde a C (Common)

Pin 3 corresponde a NC (Normally Closed).

La conexión de una de las salidas es la siguiente:

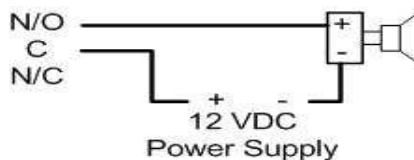


Figura 2.77 Diagrama de conexión de salidas del VERTX (CS) V2000

La conexión de una de las entradas es la siguiente:

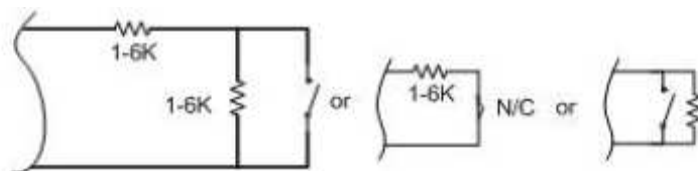


Figura 2.78 Diagrama de conexión de entradas del VERTX (CS) V2000

## II. SELECCIÓN DE LAS LECTORAS

De acuerdo a los requerimientos antes mencionados se selecciona la lectora-teclado *HID –ENTRYPROX*.



Figura 2.79 Lector KEY-READER *HID –ENTRYPROX*

El lector de proximidad seleccionado cuenta con las siguientes características principales:

**Tipo de tarjeta y alcance de lectura:**

ProxCard® II card up to 3.0" (7.6 cm)

ISOProx® II card up to 2.5" (6.35 cm)

DuoProx® II card up to 2.5" (6.35 cm)

Smart ISOProx® II up to 2.5" (6.35 cm)

Smart DuoProx® II up to 2.5" (6.35 cm)

HID Proximity & MIFARE® Card up to 2.5" (6.35 cm)

ProxCard® Plus card up to 1.0" (2.5 cm)

ProxKey™ II Keyfob up to 1.5" (3.8 cm)

Microprox® Tag up to 2.0 " (5.1 cm)

**Dimensiones:**

5.25" x 2.75" x 1.625" (13.33 x 6.98 x 4.1 cm)

**Voltaje de alimentación:**

Recomendado: 150 mA @ 12 VDC

**Salidas de Relé**

Main Relay - switches up to 2A @ 30 VDC

Aux Relay - switches up to 1A @ 30 VDC

**Entradas monitor**

Door Position - N.O. dry contact

Request to Exit - N.O. dry contact

**Protocolo de comunicación**

Remote Reader Module - 10 feet (3m)

Wiegand Interface - 500 feet (152m)

La distribución de pines del lector se muestra a continuación:

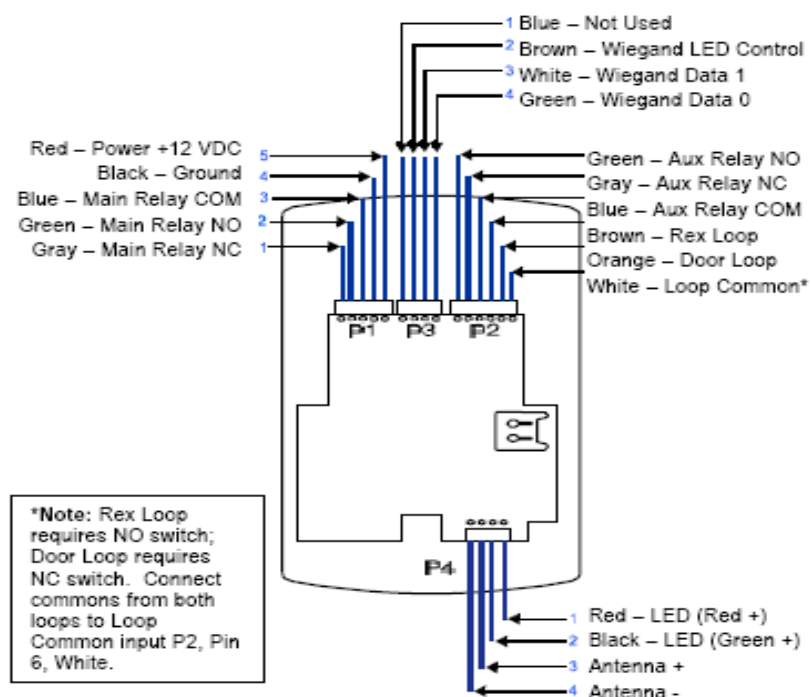


Figura 2.80 Distribución de terminales HID-ENTRYPROX



### III. SELECCIÓN DE LAS TARJETAS

Para la selección de las tarjetas a emplear se toma como referencia la amplia gama de tarjetas compatibles con la lectora seleccionada, así la tarjeta seleccionada es la ***HID 1326 ProxCARD® II Clamshell Card Value Priced HID Proximity Card***.



Figura 2.81 Tarjeta *HID 1326 ProxCARD®*

Dimensiones:

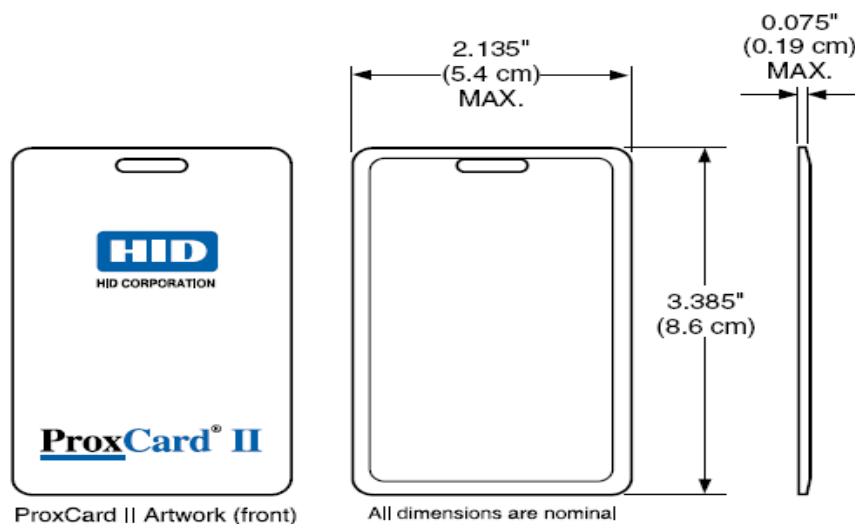


Figura 2.82 Dimensiones *HID 1326 ProxCARD®*

Las características se muestran en el siguiente cuadro provisto por el fabricante:

#### Features

- ▶ Offers universal compatibility with all HID proximity readers.
- ▶ Provides durable packaging and consistent read range.
- ▶ Provides an external number for easy identification and control.
- ▶ Supports formats up to 85 bits, with over 137 billion codes.
- ▶ Custom pre-printed artwork available.
- ▶ A PVC overlay allows for on-site photo ID using most direct image printers.
- ▶ Using HID's ProxProgrammer<sup>®</sup>, card vendors can ship ProxCARD II proximity cards, custom programmed to their customers' requirements, from their own inventory. Enables smaller order quantities and overnight delivery. (Check with vendor for availability.)

Figura 2.83 Características de *HID 1326 ProxCARD<sup>®</sup>*

#### 2.5.1.4 Software para sistemas de control de accesos

Para que un sistema de control de accesos pueda realizar tareas completas de seguridad debe ser diseñado con unas premisas claras de funcionalidad. Entre los parámetros de diseño podemos considerar la capacidad del sistema, la posibilidad de operar el sistema desde más de un puesto de control (arquitectura cliente-servidor), la modularidad en el software (partir de un software básico y tener la posibilidad de añadir funciones de acuerdo a las necesidades de diferentes clientes), la sencillez de manejo y la capacidad de ser integrado en un sistema de orden superior que permita una gestión global de la seguridad (control de accesos, CCTV, intrusión y detección de incendios).

El sistema se debe instalar y configurar de una forma extremadamente sencilla y proporcionar un interfaz gráfico de usuario muy potente que facilite el trabajo del operador del sistema incluyendo, entre otras características, la selección de elementos en gráficos, barra de herramientas configurable y la navegación entre aplicaciones. Es recomendable que la aplicación tenga un certificado de Microsoft garantizando la compatibilidad con el entorno de aplicaciones informáticas actuales y futuras.

El sistema se debe adaptar a instalaciones sencillas con pocos controladores gestionando un reducido número de puertas y un único ordenador de gestión, o adaptarse también a instalaciones muy grandes distribuidas geográficamente con múltiples ordenadores y un número de usuarios muy elevado. Independientemente del tamaño del proyecto debe ser posible integrar dentro del control de accesos otros sistemas, como por ejemplo CCTV o también integrar el control de accesos en sistemas de gestión de edificios BMS (*Building Management System*).

La gestión de alarmas eficiente tiene que incluir un mecanismo multimedia de tratamiento de alarmas completo y un alto nivel de seguridad de los puntos monitorizados. Es fundamental que el sistema muestre en tiempo real todos los eventos que se producen en la instalación.

Para lograr una alta seguridad en la gestión de identificación y contraseña de los operadores del sistema es recomendable que el software incluya la posibilidad de utilizar la autenticación de Windows. El hecho de utilizar estándares de redes pudiendo utilizar, si así se desea, la red corporativa del cliente para establecer la comunicación con los controladores facilita la instalación del sistema garantizando la integridad de los datos, gracias a los mecanismos de encriptación de la información que incluyen los protocolos, como por ejemplo *Secure Sockets Layer (SSL)*.

El uso por parte del sistema de bases de datos estándar (como por ejemplo SQL Server) posibilita la utilización de herramientas estándar para hacer backup de las bases de datos. También facilita el intercambio de datos con otras aplicaciones (como la gestión de presencia). Un sistema de control de accesos debe permitir combinar la seguridad física (sistema de control de accesos) con la seguridad lógica (acceso a los datos).

Como resumen se incluye un listado de las funciones básicas y adicionales que ha de tener un sistema de control de accesos avanzado:

**Funciones básicas:**

- ✓ Compatibilidad con los sistemas operativos de Microsoft.
- ✓ Soportar comunicaciones seguras con los controladores mediante Ethernet TCP/IP y/o buses estándar como RS485.
- ✓ Aplicación multiusuario y multitarea.
- ✓ Arquitectura cliente/servidor.
- ✓ Bases de datos estándar (por ejemplo Microsoft SQL Server 2000 y MSDE).
- ✓ Potente interface gráfico de usuario.
- ✓ Entrada en el sistema mediante encriptación completa de contraseña o autenticación de Windows.
- ✓ Gestión avanzada de usuarios incluyendo páginas de información de usuarios.
- ✓ Gestión potente y sencilla de horarios. Vacaciones programables.
- ✓ Registro de eventos en tiempo real
- ✓ Generador de informes integrado.
- ✓ Gestión completa multimedia de alarmas
- ✓ Herramientas de backup del sistema.
- ✓ Acceso individual o por grupo de usuarios.

- ✓ Posibilidad de operación manual de las puertas.
- ✓ Soporte de amplia gama de tecnologías de lectores.
- ✓ Posibilidad de conexión de diferentes tipos de lectores de registro.

#### **Funciones adicionales :**

- ✓ Gráficos de planta con símbolos dinámicos de elementos.
- ✓ Control de rondas.
- ✓ Gestión de visitas.
- ✓ Sistema de vídeo integrado.
- ✓ Control de ascensores.
- ✓ Transmisión de mensajes a diferentes receptores.
- ✓ Gestión global de tarjetas.
- ✓ Integración en sistema de gestión edificios.
- ✓ Comunicación con sistema de gestión de personal.

#### **2.5.1.5 Comunicación**

Las unidades controladoras de accesos se comunican con los lectores de proximidad en base al protocolo de comunicación Wiegand.

Una de las ventajas de las controladoras de accesos seleccionada es que posee un puerto de comunicación Ethernet y maneja el protocolo TCP/IP con lo cual se puede tener acceso a la información del sistema de acceso desde cualquier PC.

En la figura 2.84 se muestra un esquema de conexión del sistema de control de accesos con el computador.

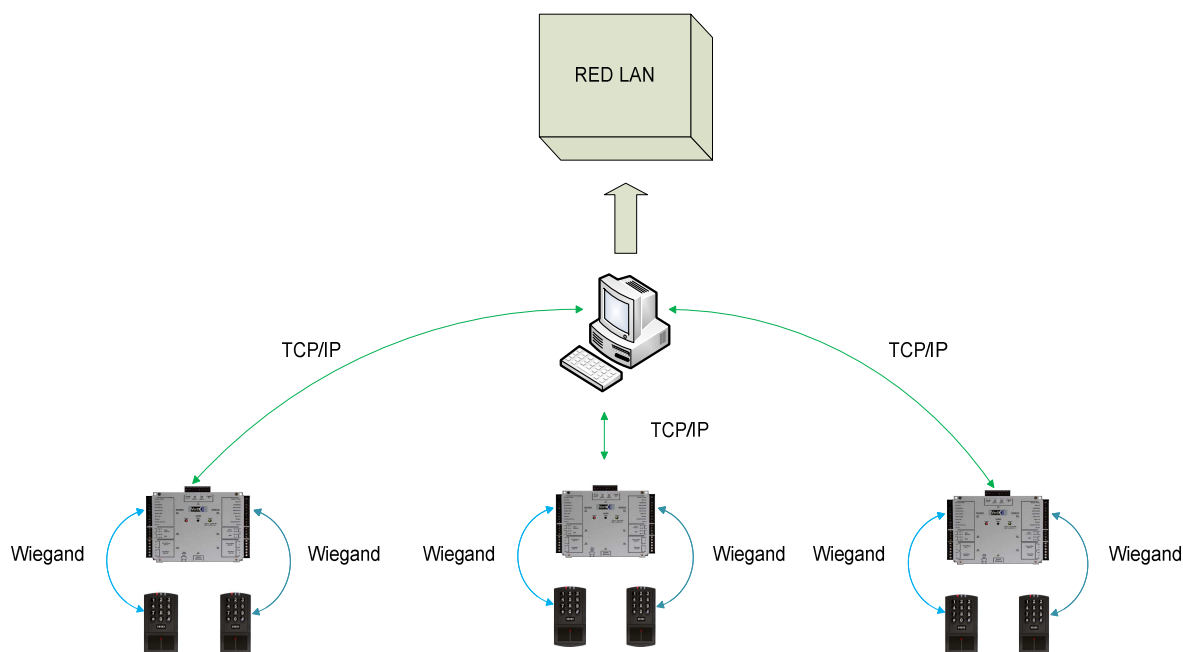


Figura 2.84 Esquema de conexión del sistema de control de accesos con el computador

## 2.5.2 SISTEMA DE CIRCUITO CERRADO DE TELEVISIÓN

En la moderna arquitectura de control de los edificios actuales, la incorporación del circuito cerrado de televisión (CCTV) es indispensable. Los proyectos incluyen cámaras de funcionamiento nocturno y diurno, internas, externas y de iluminación y captación infrarroja para zonas de seguridad crítica, en color y en blanco y negro.

Se le denomina circuito cerrado ya que, al contrario de lo que pasa con la difusión, todos sus componentes están enlazados. Además, a diferencia de la televisión convencional, este es un sistema pensado para un número limitado de espectadores.

El circuito puede estar compuesto, simplemente, por una o más cámaras de vigilancia conectadas a uno o más monitores o televisores, que reproducen las imágenes capturadas por las cámaras. Aunque, para mejorar el sistema, se suelen conectar directamente o enlazar por red otros componentes como vídeos u ordenadores.

En un sistema moderno las cámaras que se utilizan pueden estar controladas remotamente desde una sala de control, donde se puede configurar su panorámica, enfoque, inclinación y zoom.

Entre las distintas cámaras y la imagen a presentar al operador se proponen una variedad de posibilidades dependiendo de la arquitectura del edificio, de la zonificación del mismo y de las posibilidades de control.

Estos últimos equipamientos incluyen: mecanismos de control de posición de cámara (pan-tilt), controles de aproximación (zoom), controladores de señal (switches), grabadores de señal, particionadores de imagen (quad), etc. Todos estos procesos se pueden hoy controlar mediante el software aplicado, e incluso utilizar las redes instaladas más comunes como las Ethernet, fibras ópticas e incluso la red telefónica del edificio para transmitir las señales de vídeo.

Los sistemas modernos de CCTV permiten digitalizar las imágenes y comprimirlas para así poder mostrar en un solo monitor toda la información requerida estos sistemas son los llamados "Multiplexores **DIGIQUAD**", con los sistemas de videograbación **TIMELAPSE** se pueden grabar en tiempo real todas las cámaras comprimidas, y así tener una mejor secuencia de los hechos.

### **2.5.2.1 Componentes del circuito cerrado de televisión**

#### *2.5.2.1.1 Cámaras de CCTV*

Las cámaras de T.V. en circuito cerrado constituyen el elemento base del sistema, ya que transforman una imagen óptica en una señal eléctrica de fácil transmisión.

Una cámara de T.V. es básicamente una caja (metálica o de material plástico) en el interior de la cual se alojan:

- El dispositivo captador de imagen
- Los circuitos electrónicos que la procesan

El dispositivo captador de imagen, hasta el año 1.985, consistía en un cilindro de cristal en el que se había hecho el vacío, con un elemento calefactor en un extremo y en el otro una superficie fotosensible de forma rectangular, escrutada mediante un haz de electrones; según el diámetro del tubo se estandarizaron dos tipos:

Tubo captador de 1" (con 16 mm. de diagonal del área sensible).

Tubo captador de 2/3" (con 11 mm. de diagonal del área sensible).

Tubo Vidicón, el más económico, con sensibilidad comprendida entre 5 y 20 lux de iluminación de escena y solo aconsejable para interiores (se dañaba con luces intensas).

Tubo Newicón, unas diez veces más sensible y mucho más resistente al grabado por contrastes de luz (aconsejable para exteriores).

Tubo Ultricón, aún más sensible que el Newicón, pero con inferior resolución, extendía su campo de visión al infrarrojo, permitiendo "ver sin ser visto" con ayuda de focos adecuados.

El desarrollo de los captadores de estado sólido (CCD), con centenares de miles de elementos de imagen que actúan por transferencia de línea, desbancó a los captadores de tubo, de igual forma que los circuitos integrados sustituyeron a las válvulas electrónicas.

Se fueron estandarizado sucesivamente tres formatos, cada uno de ellos con la mitad de superficie sensible que el anterior, pero manteniendo la relación en sus lados de 4/3 (anchura/altura):

- Captador CCD de 2/3"
- Captador CCD de 1/2"
- Captador CCD de 1/3"



En general todos dan una buena resolución, con retículas de más de 500 x 500 elementos captadores de imagen (pixels), por lo que se está imponiendo el formato pequeño, incluso para cámaras de alta resolución; su duración se considera prácticamente ilimitada, su sensibilidad es muy alta, superior a la de los antiguos tubos Ultracón, y algunas versiones permiten, como ellos, ver con luz infrarroja.

Con esta misma tecnología CCD aparecieron también cámaras en color para aplicaciones en CCTV, con sensibilidades muy altas para ser de color (menos de 2 lux en la escena, cuando las de tubo precisaban más de 200), que solucionan problemas específicos en casinos, centros comerciales, vigilancia de procesos industriales en que interviene el color, etc.

Los circuitos electrónicos, conjuntamente con el dispositivo captador, determinan la calidad de la imagen, la cual es explorada electrónicamente de izquierda a derecha y de arriba a abajo mediante unos impulsos eléctricos denominados sincronismos (horizontal y vertical).

A medida que se realiza la exploración de la imagen formada en el dispositivo captador la señal obtenida varía en función de la iluminación de cada punto, obteniéndose unas ondas eléctricas denominadas señal de vídeo.

Así pues, la señal eléctrica suministrada por una cámara de T.V. en circuito cerrado está compuesta por la superposición de tres diferentes:

- Señal de vídeo
- Señal de sincronismo horizontal
- Señal de sincronismo vertical

La norma que se emplea es la CCIR, que implica trazar la imagen con 625 líneas y 25 veces por segundo; para color se usa el sistema PAL (norma europea), y NTSC (norma americana), con la misma base, de forma que es compatible (pueden verse imágenes en blanco y negro provenientes de cámaras en color).

#### **a. Objetivos para cámaras de T.V.**

Su misión consiste en reproducir sobre la pantalla del dispositivo captador, con la mayor nitidez posible, las imágenes situadas frente a ella por medios exclusivamente ópticos, exactamente igual que los objetivos de las cámaras fotográficas.

Todo objetivo viene determinado por tres parámetros:

- El formato, es decir, el máximo tamaño de imagen que puede proporcionar; así, un objetivo para cámaras de 1/2" puede emplearse en cámaras de 1/3", pero no a la inversa, pues podría recortar los bordes de la imagen.
- La distancia focal, normalmente expresada en milímetros, corresponde a la distancia existente entre el centro geométrico de la lente y el punto en el que confluyan los rayos luminosos que la atraviesan; tiene gran importancia para saber el ángulo que abarcará cada objetivo, para un formato determinado.
- Señal de sincronismo vertical

Así, los objetivos con una distancia focal similar al formato de la cámara a la que están acoplados abarcan un ángulo horizontal cercano al del ojo humano (30°) y se les denomina normales (16 mm. en 2/3", 12 mm. en 1/2" y 8 mm. en 1/3"); los de distancia focal inferior, que abarcan un ángulo mayor, se denominan gran angular, y los de distancia focal superior, que amplían el tamaño del objeto, teleobjetivos.

La luminosidad, que nos indica la máxima cantidad de luz que puede transmitir un objetivo, se expresa por un número adimensional que es el cociente entre su distancia focal y el diámetro correspondiente a su apertura máxima; en Circuito Cerrado de T.V. son habituales los objetivos de luminosidad 1,4, e incluso los hay inferiores a 1.

De estos tres parámetros, *el Formato y la Señal de Sincronismo Vertical* son fijos, pero la *Distancia Focal* puede variarse, como sucede en los objetivos de distancia focal variable llamados zoom.

Ello nos introduce en otro tipo de parámetros, los dispositivos ajustables de un objetivo, que son:

- Foco (o distancia de enfoque)
- Diafragma (o iris)
- Zoom

**El foco** permite ajustar la distancia a la que se encuentra la figura que desea captarse, a fin de que se reproduzca nítidamente en la pantalla del dispositivo captador; habitualmente puede ajustarse desde 1 metro hasta el infinito. Existen cámaras con ajuste automático de foco (autofocus).

**El zoom** como se ha mencionado, permite variar la distancia focal de algunos objetivos y con ello, modificar el ángulo abarcado; normalmente varían de un gran angular (no muy potente) a un teleobjetivo, por ejemplo de 6 a 36 mm. (en el formato de 1/3"); considerar que en las distancias focales más largas el enfoque es bastante crítico.

De estos tres parámetros, el **diafragma** puede automatizarse de forma que se adapte a la luz ambiente, obteniéndose los objetivos auto-iris; estos objetivos son aconsejables para condiciones muy variables de luz (el exterior, por ejemplo).

Los otros dos parámetros, foco y zoom, requieren en muchos casos un ajuste constante, por lo que suelen emplearse los objetivos zoom motorizados, que permiten telemandarse desde una sala de control.

Las características antes mencionadas: distancia focal, zoom, iris están asociadas directamente al tipo de lente que emplea cada cámara, el cual se seleccionaba en función de las necesidades del sistema de CCTV.

### **b. Carcasas de protección**

Cuando las cámaras de T.V. tienen que aislarse de manipulaciones, o bien situarse en el exterior o en locales de elevada temperatura o humedad, deben protegerse mediante las adecuadas carcasas.

Hay de varios tipos, según su uso:

- Carcasa interior
- Carcasa exterior (incluye parasol)
- Carcasa exterior con calefactor y termostato
- Carcasa exterior con ventilador y termostato
- Carcasa exterior con calefactor, limpia cristal y bomba de agua
- Carcasa estanca (sumergible)
- Carcasa anti-vandálica

Pueden ser metálicas (generalmente de aluminio) o de diferentes tipos de plástico, aunque las de mayor resistencia se construyen de acero.

### **c. Soportes, posicionadores y domos**

Las cámaras de vigilancia deben fijarse a paredes o techos, por lo que precisan de los correspondientes soportes.

Todo soporte de cámara o de carcasa dispone de una rótula ajustable, de forma que una vez fijado a la pared pueda orientarla adecuadamente.

Cuando el campo que debe abarcar una cámara excede el que puede cubrir un objetivo gran angular, o bien cuando debemos seguir al posible sujeto a vigilar, se hace necesario disponer de un soporte móvil llamado posicionador, que puede ser de tres tipos.

- Posicionador panorámico horizontal para interiores
- Posicionador panorámico horizontal y vertical para interiores
- Posicionador panorámico horizontal y vertical para exteriores (debe ser a prueba de agua y disponer de mayor potencia, para mover las cámaras con carcasa, zoom, etc.).

Todo posicionador precisa a su vez un soporte, que en éste caso ya no será articulado, aunque deberá tener mayor solidez para soportar el peso adicional; al aire libre puede consistir en un poste anclado al suelo y para mucha altura se precisarán incluso torretas con tensores, para una buena estabilidad.

Existen también unos posicionadores, generalmente de alta velocidad, que se encuentran protegidos por una semiesfera más o menos transparente, para vigilancia discreta. Hay versiones con giro sin fin, con velocidad regulable, o con puntos de pre-posicionado (pre-sets), que requieren controladores especiales. Se les llama esferas, semiesferas o incluso burbujas, pero el nombre que se está imponiendo es el de domo, por similitud con el anglosajón "*dome*".

## **TIPOS DE CÁMARAS PARA CCTV**

Hay muchos tipos de cámaras de CCTV, pueden ser clasificados por los tipos de imágenes que son capaces de capturar, la cantidad de fotogramas que pueden tomar por minuto, el tipo de conexión con el monitor o dispositivo de grabación de vídeo, si están en condiciones de mover la posición y funciones especiales que pueden proporcionar.

## **I. Tipos de Imágenes**

En general son aquellas cámaras de circuito cerrado de televisión, tanto en blanco y negro o en color de imágenes de vídeo. Además, muchas cámaras de circuito cerrado de televisión puede tener la capacidad de visión nocturna que permiten una cámara de circuito cerrado de televisión para ver y grabar imágenes con poca luz usando tecnología especial.

## **II. Fotogramas por segundo**

Fotogramas por segundo significa que la cantidad de imágenes completas que una cámara de vídeo capta y envía a un dispositivo de grabación o monitor por segundo. Si bien la mayoría de sistemas de cámaras de CCTV son fácilmente capaces de capturar 30 o más fotogramas por segundo (30 fps se considera en tiempo real), la cantidad de cintas de vídeo o digital de almacenamiento sería enorme para registrar cada momento de cada día. Para la mayoría de las tiendas, las velocidades de 1 a 6 fotogramas por segundo son más que suficientes para capturar y grabar un delito.

## **III. Pan Inclinación Zoom (PTZ) Cámaras**

Estos tipos de cámaras de CCTV permitir a una persona el control de la vigilancia de un espacio para mover la cámara a distancia, por lo general con un cable de RF o controlador. La mayoría de las cámaras móviles de vigilancia permitirá a la persona que se mueva la cámara de izquierda a derecha (PAN), arriba y abajo (inclinación / TILT) y de un estrecho ángulo de un gran angular (cerca de zoom).

## **IV. Accesorios con cámaras especiales**

Algunas cámaras de circuito cerrado de televisión tienen funciones especiales que se hacen para usos especiales. Por ejemplo, son extremadamente pequeñas cámaras de vigilancia que se utilizan para el espionaje, hay cámaras que están hechos para ver de noche, las cámaras que son resistentes al vandalismo y cámaras que son específicamente para uso en interiores o exteriores.



Figura 2.85 Cámara para CCTV

#### 2.5.2.1.2 Lentes

En los sistemas de CCTV profesionales las cámaras vienen sin la lente y únicamente con un conector rosca para que el instalador ensamble el lente que se adapte mejor a los requerimientos, los cuales varían de acuerdo a:

- Distancia del objeto
- Ángulo mínimo de observación
- Varifocal o fijo
- Intensidad de luz, variable o fijo

No todos los lentes tienen ajuste focal e iris. La mayoría debe tener ajuste de iris; algunas lentes de muy amplio ángulo no tienen anillo de enfoque.

#### 2.5.2.1.3 El monitor

La imagen creada por la cámara necesita ser reproducida en la posición de control. Un monitor de CCTV es prácticamente el mismo que un receptor de televisión, excepto que éste no tiene circuito de sintonía. Pero la característica principal es la durabilidad de su pantalla. Se debe recordar que en el CCTV se requieren 24 horas de trabajo sin pérdida de la calidad de la imagen, durante muchos años en ambientes difíciles u hostiles.

En la actualidad el uso de DVR's resulta lo mas común ya que estos dispositivos cuentan con salidas tipo VGA, lo cual permite el uso de monitores de computador con entrada tipo VGA.

#### 2.5.2.1.4 *Digital video recorders (DVR)*

Hay dos formas principales para grabar imágenes de vídeo de cámaras de CCTV, los grabadores analógicos de cinta (prácticamente obsoletos) y grabadoras de vídeo digital.

La gran mayoría de grabadoras de vídeo analógico utiliza cintas de vídeo estándar, ya sea para grabar las imágenes especiales de seguridad o de tiempo de la grabadora para grabar imágenes durante un período más largo de tiempo.

Existen dos tipos de DVR (Digital Video Recorders), los que son autónomos y los dispositivos de discos duros que están conectados a un sistema informático. Los DVR realizan un trabajo similar a la del vídeo, exceptuando que las imágenes que captura desde la cámara de circuito cerrado de televisión son digitales. El número de imágenes que puede capturar en un DVR es determinada por unos pocos factores, entre ellos los fotogramas por segundo registradas, la cantidad de cámaras conectadas al dispositivo DVR, la resolución que el DVR almacena las imágenes en vídeo y la compresión utilizada (por ejemplo, MPEG4). Para un conjunto común, donde se tiene 4 cámaras de disparo a 30 fps y que utiliza una resolución de imagen de 320 x 240, cada cámara sólo registra cuando está en movimiento, y que utiliza la compresión MPEG4, debería ser capaz de llenar un 20 a 25 GB de disco duro en aproximadamente 80 horas.



Figura 2.86: Grabador de video digital (DVR) comercial



## **CONSIDERACIONES PARA LA SELECCIÓN DE UN DVR**

Para seleccionar un grabador digital de video se debe considerar:

- Numero de cámaras
- Cantidad de imágenes
- Formato de compresión
- Conexión a la red
- Integración

### **I. NÚMERO DE CÁMARAS**

La primera consideración para la selección de una DVR es el número máximo de las cámaras que la DVR aceptará, típicamente, cuatro, nueve o 16. Se recomienda generalmente considerar DVR's con por lo menos dos canales adicionales a los necesarios para soportar la expansión futura.

La mayoría de DVR's de hoy proporcionan la funcionalidad que requirió previamente el uso de un multiplexor y una vídeo grabadora de cinta magnética.

Como un multiplexor, la DVR puede aceptar cámaras análogas múltiples y prepara la entrada de todas para grabar sobre un solo medio.

Aunque las DVR's de un único canal de entrada para un multiplexor independiente están disponibles, las DVR's de varios canales son mucho más populares porque proporcionan más flexibilidad en opciones de la grabación.

A diferencia de los multiplexores, que en la operación normal graban todas las cámaras continuamente y con la misma cantidad de imágenes por segundo, las DVR's pueden grabar imágenes de ciertas cámaras solamente durante ciertas horas o puede aumentar la cantidad de imágenes durante ciertas horas.

## **II. CANTIDAD DE IMÁGENES**

Una decisión importante para seleccionar una DVR es la cantidad máxima de imágenes que la unidad puede grabar. Lo máximo que una DVR es capaz de grabar cada cámara simultáneamente son 30 imágenes por segundo (ips) especificado por estándares del vídeo de ESTADOS UNIDOS.

Grabando esta cantidad de imágenes, puede asegurarse de que todos los detalles serán capturados, incluso si un objeto está en el movimiento. Para una DVR de 16 cámaras, por ejemplo, la cantidad máxima de grabación debería ser 480 ips (o 30 por 16). Pero, dado que los costos del almacenaje del disco duro pueden ser absolutamente altos para tal sistema, muchos sistemas graban un menor número de imágenes por segundo a menos que se detecte movimiento.

Para calcular velocidad de grabación necesitada, se debe primero planear los parámetros de la grabación para cada cámara. Si la mayoría de las cámaras no graban continuamente en 30 ips, se puede ahorrar el dinero comprando un DVR con una velocidad de grabación máxima más baja, tal como un sistema 16 cámaras que graben un máximo de 120 ips.

## **III. FORMATO DE COMPRESIÓN**

La opción del formato de la compresión dependerá de una variedad de factores, incluyendo precio, los parámetros de grabación, y si se trata de una aplicación de alta seguridad. El objetivo de la compresión es reducir al mínimo el número de los "bits" requeridos para transmitir y para almacenar las imágenes video.

Hay dos tipos de compresión, los formatos de imagen completa o de la menor pérdida, tales como Wavelet y la serie del JPEG/MJPEG que comprimen imágenes individuales. Los formatos que únicamente almacenan cambios, como la serie del MPEG, usan ciertas imágenes como imágenes de referencia, graba y transmite solamente la información que cambia a partir de una imagen a la siguiente (por ejemplo cuando una persona camina delante de la cámara).

Dependiendo de cómo se utilizan las cámaras, los formatos de solo cambios pueden ayudar a reducir al mínimo los tamaños del disco duro en comparación con formatos de imagen completa. Pero si se registra una cantidad substancial de movimiento, los formatos de solo cambio pueden funcionar de manera similar a estar grabando imágenes completas, perdiendo las ventajas potenciales de almacenamiento.

Los DVR's permiten además ejecutar las siguientes funciones:

- Grabar por eventos
- Grabación de video únicamente al detectar movimiento en un área específica del campo de visión de cada cámara
- Grabar durante intervalos previos y posteriores a un determinado evento

#### **IV. CONEXIÓN A RED**

El consejo para ofrecer una DVR que trabaje en una red es conocer el propósito de usar la red, si el usuario estará recuperando el vídeo esporádica o continuamente. Es de vital importancia conocer cualquier restricción del ancho de banda. Para seleccionar DVR que trabaje en una red, determínese si requerirá direcciones IP estáticas o dinámicas. Un regulador de ancho de banda que limite la cantidad de ancho de banda que en una red el vídeo puede consumir también puede ser provechoso. Esto es particularmente importante si las imágenes son transmitidas sobre una conexión con poco ancho de banda y si comparten ancho de banda con las transmisiones de datos corporativas o de misión crítica.

#### **V. INTEGRACIÓN**

Una consideración principal al seleccionar una DVR es si el cliente desea integrarla con un sistema de la detección de intrusión o de control acceso . La mayoría de las DVR's permiten la conexión de un contacto magnético o de un detector movimiento asociado a cualquiera de sus cámaras. La desventaja es que los sistemas de vídeo y de alarma en la mayoría de los casos funcionan como dos sistemas independientes, para muchas instalaciones, este nivel de integración puede ser apropiado.

Las DVR's que permiten la integración completa se logra únicamente con ciertos modelos de los sistemas del control de acceso y de detección de intrusión. El tipo de sistema operativo que una DVR utiliza puede ser particularmente importante cuando el DVR será conectada a una red o integrada a otro sistema.

Algunas DVR's usan sistemas operativos "embedded", basados generalmente en Linux, mientras que otros son basados en Windows los cuales pueden ser más fáciles de integrar. Los fabricantes que usan sistemas operativos "embedded" afirman que sus productos son más inmunes a los virus y proporcionan un nivel más alto de seguridad. Los sistemas operativos "embedded" pueden ofrecer niveles múltiples del acceso de red.

#### 2.5.2.2.5 *Multiplexores de video*

Los multiplexores de video, también llamados muxes, son dispositivos que ayudan a ubicar las grabaciones de las señales de múltiples cámaras de seguridad en un casete, manejando varias señales de video simultáneamente.

Los multiplexores de vídeo pueden partir un monitor en diversas áreas de exhibición y viceversa, es decir, combinar señales de salida de varias cámaras a un solo monitor.

También pueden proporcionar visualización simultánea y funciones de reproducción, algunos multiplexores de vídeo combinan las mejores características de conmutadores y quads.



Figura. 2.87 Multiplexor de video comercial

- **TIPOS DE MULTIPLEXORES DE VIDEO**

Los multiplexores de video se describen como:

- Simplex
- Dúplex
- Triplex

Esta descripción indica el número de funciones de multiplexación que pueden ser realizadas en un determinado momento.

**Los multiplexores simplex** puede realizar sólo una función de multiplexación en un momento y se mostrará una imagen de pantalla completa. Por lo tanto este tipo de multiplexor no permite grabar y reproducir al mismo tiempo, para reproducir un video se debe detener la grabación.

**Los multiplexores dúplex** muestran divididas opciones mientras se continúa grabando, ya que tiene dos procesadores de multiplexación en la misma unidad. Por lo tanto, un multiplexor dúplex puede mostrar múltiples cámaras al mismo tiempo y además permiten grabar y reproducir al mismo tiempo.

**Los multiplexores triplex** añaden un tercer procesador que tiene la capacidad de mostrar tantas grabaciones en vivo como vídeo grabado en la misma pantalla al mismo tiempo.

Permiten visualizar en forma multiplexada varias cámaras dividiendo la pantalla en n particiones, al mismo tiempo se pueden grabar y reproducir. Esto significa que el multiplexor posee 2 salidas para emplearse en 2 monitores.

- **SELECCIÓN DE UN MULTIPLEXOR DE VIDEO**

Para elegir el vídeo multiplexor se debe considerar el número de entradas de cámara que necesita, teniendo en cuenta los futuros cambios (en el caso de la ampliación).

Las características que se busca en un multiplexor son las siguientes:

1. Una salida de alarma
2. Detección de movimiento.
3. Capacidad para ser utilizado con el equipo de software
4. Usar con el color o en blanco y negro de las cámaras

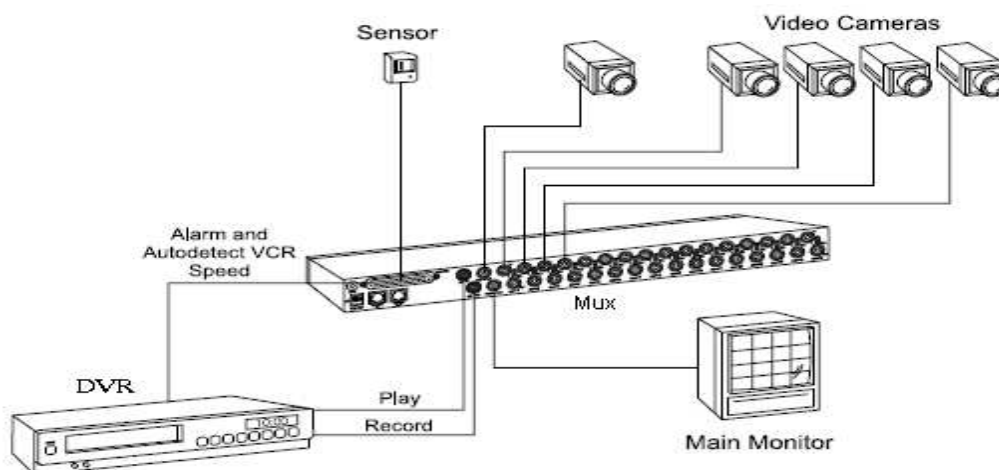


Figura 2.88 Diagrama integral de un CCTV

### 2.5.2.2 Selección de equipos para CCTV en el edificio EMAAP

Para el edificio tomado como modelo en este proyecto se prevee un sistema de circuito cerrado de televisión cuyo objetivo principal es el de cooperar con la seguridad general del Edificio mediante la vigilancia por video y grabación de los sitios de acceso en los puntos que se han definido como estratégicos y donde existen más equipos de valor a cuidar.

En términos generales se propone un sistema basado en cámaras a color, con sensor digital CCD y con las siguientes características generales:

- Alta resolución como mínimo 420 TVL y 480 TVL en áreas específicas
- Capacidad de visión nocturna en base al uso de cámaras de bajo nivel lumínico requerido y/o que incorporen iluminadores infrarrojo
- Lente con control de autoiris, compensación de back-light
- Lentes varifocales para ajuste manual de la longitud focal
- Salida analógica estándar con impedancia característica 75 ohms.

En la parte exterior y en parqueaderos las cámaras estarán montadas dentro de encapsulados metálicos de protección grado IP65 a prueba de humedad. Las cámaras previstas en espacios interiores serán contenidas en minidomos decorativos para montaje en cielo falso.

En el nivel de la terraza se han dispuesto dos cámaras, una en cada esquina opuesta del edificio, del tipo ciberdomo robotizadas PTZ, con control de movimiento horizontal de 360°, vertical de 90° y zoom óptico de mínimo 16X y digital de 8X adicional. Estas cámaras PTZ están especificadas para montaje exterior con brazo de sujeción para pared. El control de su operación será en base a comunicación RS485 utilizando un par del cable UTP que sirve para la transmisión del video, y llegando a un controlador de movimiento que permitirá la selección de cámara, el control de los DVRs y dispondrá un joystick para la operación.

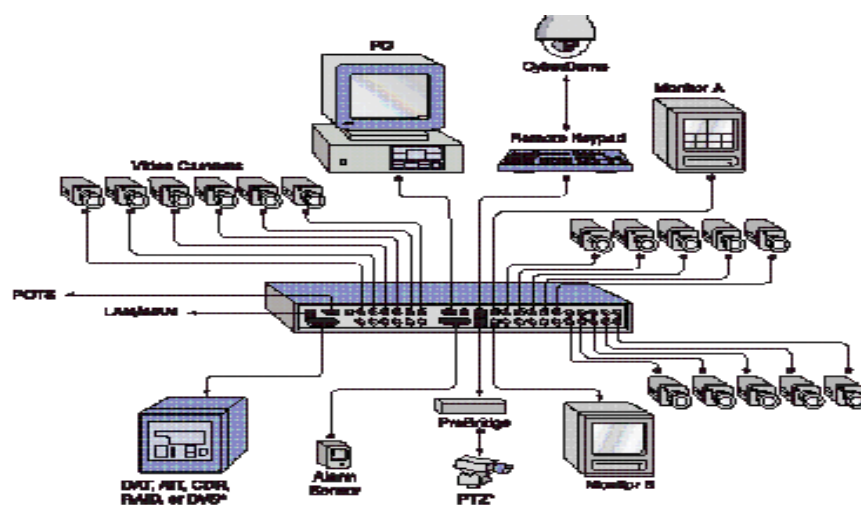


Figura 2.89 Esquema de operación del sistema de CCTV

La transmisión del video desde la cámara que lo origina hasta el punto de recepción se realiza utilizando cable UTP cat. 5e sobre la base del concepto de arquitectura de una red de cableado estructurado, teniendo como administradores patch panels con conectores RJ45 en el sitio de recepción de cámaras.

Para poder conectar la salida analógica convencional con conector BNC de la cámara al cable UTP se utilizará un convertidor de medio o balun que a la vez realice la conversión de impedancia de 75 a 100 ohms. De manera similar se efectúa la conexión desde el patch panel hacia el equipo central DVR o multiplexor DVR utilizando un patch cord y otro balun.

Las cámaras de seguridad serán conectadas a un conjunto de DVR's con tecnología digital y operación triplex que dispondrán de un disco de almacenamiento de mínimo 200 Gb y puerto de red Ethernet para permitir desde un computador conectado en la red tanto la visualización de imágenes en vivo como la reproducción de videos grabados de cualquiera de las cámaras seleccionadas.

Los monitores serán del tipo LCD pantalla plana de alta resolución con entrada VGA, es decir, monitores de computador.

La selección de equipos se lo efectúa en base a los requerimientos antes expuestos y considerando que es uno de los más conocidos fabricantes de equipos para CCTV se considera como referencia a la marca PELCO.



## I. CÁMARAS

- **Cámara para exteriores y parqueaderos:**

### **Pelco Heavy Duty Spectra Series Integrated PTZ Dome**



Figura 2.90 Cámara Pelco Heavy Duty Spectra Series Integrated PTZ Dome

#### Características:

- Tough, Heavy-Duty Construction
- Stylish, Discreet Design
- Barrel-Type Key Locks
- Bubble Constructed of .177-Inch Thick Acrylic
- Trim Rings – Thick Aluminum Construction
- Protective Cage for Lower Dome (Optional)
- Compatible with All Spectra Dome Drives
- In-Ceiling and Pendant Models Available
- Indoor/Outdoor Applications
- Pendant Models, NEMA 4X and IP66 Rated
- Easy to Install

- **Cámara para interiores:**

### **Pelco Spectra III Series Integrated PTZ Dome**



Figura 2 .91 Cámara Pelco Spectra III Series Integrated PTZ Dome

#### Características:

- Auto Focus, High-Resolution Integrated LowLight™ Color Camera/Optics Package
- 16X Optical and 8X Digital Zoom (128X Total)
- Zone Blanking
- On-Screen Compass and Tilt Display
- Multilanguage On-Screen Menus
- Password Protection
- Integral, Auto-sensing, Multi-Protocol Receiver/Driver
- 5.9-inch Acrylic Bubble
- “Auto Flip” Dome Rotation
- Quick Disconnect Dome Drive
- One Pattern
- Built-in Power Line Surge and Lightning Protection
- Easy to Install – Quick and Simple Electrical Connections

- **Cámara para terraza:**

### **Pelco Spectra IV Series Integrated PTZ Dome**



Figura 2.92 Cámara Pelco Spectra IV Series Integrated PTZ Dome

#### Características:

- Auto Focus, High-Resolution Integrated LowLight™ Color Camera/Optics Package
- 16X Optical and 8X Digital Zoom (128X Total)
- Multilanguage On-Screen Menus
- Password Protection
- Integral, Auto-sensing, Multi-Protocol Receiver/Driver
- 5.9-inch Acrylic Bubble
- “Auto Flip” Dome Rotation
- Built-in Power Line Surge and Lightning Protection

## II. SOPORTES

- **Soporte para las cámaras de terraza:**

Soporte metálico para pared para cámaras Spectra:



Figura 2.93 Soporte Pelco IWM Series Wall Mount

## III. MULTIPLEXOR DVR

### **DVMRE-PRO16 Series 16-channel Triplex Multiplexer-Recorder**



Figura 2.94 DVMRE-PRO16 Series 16-channel Triplex Multiplexer-Recorder

## Características:

**Specifications****Inputs**

- Camera: 4, 10, or 16 looping BNC connectors, NTSC/EIA or PAL/CCIR compatible; auto-terminating
- Conditioning: AGC, 0.5 to 2.0 V pk-pk video accepted
- Termination: Automatic, 75 ohm or Hi-Z if looped
- RS232 Port 1: DB9 male connector. For POTS, remote control and front panel emulation
- RS232 Port 2: RJ45 connector for ASCII text insertion and event generation

**Video Outputs**

- Monitor A composite: One monitor A multiscreen output, BNC connector, NTSC/EIA or PAL/CCIR compatible
- Monitor B composite: One monitor B multiscreen output, BNC connector, NTSC/EIA or PAL/CCIR compatible

**Archive**

- Archive device type: Internal CD-RW and DVD+RW drive

**Network**

- Type: 10/100 Ethernet (auto-sensing); one RJ45 connector

**Video**

- Colors: YUV 4:2:2, 16.8 million
- Grayscale: 256 levels
- Horizontal resolution: 720 pixels
- Vertical resolution: 484 active lines NTSC/EIA; 576 active lines PAL/CCIR

**Alarm Handling**

- Alarm inputs: 4, 10, or 16 programmable NO or NC in menus
- Alarm outputs: Two form-C relays, each NO and NC; rated 0.5 A continuous, 1.0 A momentary
- Alarm latching: Three settings: Latched, Transparent, Timed-Out; programmable 1 to 100 sec
- Alarm recording: Programmable priority control: interleaved, exclusive, or none
- Alarm displays: Automatic alarm multiscreens; programmable

**Video Motion and Activity Detection**

- Zones per camera: 256, 16 x 16 grid
- Sensitivity settings: 10 levels
- Gray levels per zone: 256 levels
- False alarm rejection processing: 3 levels
- Size discrimination: 256 levels
- Status output: Link to relay

**Miscellaneous**

- Input voltage: 12 VDC, 100 to 240 VAC
- AC/DC adapter included
- Power: 75 W nominal
- Operating temperature: 32° to 104° F (0° to 40° C)
- Relative humidity: 90 percent, noncondensing
- Dimensions: 13 in W x 3.5 in H x 13.5 in D (330 mm x 89 mm x 343 mm)

Figura 2.95 Cuadro de características del DVMRE-PRO16 Series 16-channel Triplex Multiplexer-Recorder

#### IV. CONTROLADOR DE MOVIMIENTO

##### Pelco KBD400 Full-Function Keyboard



Figura 2.96 Controlador de movimiento Pelco KBD400 Full-Function Keyboard

##### Características:

- Remote Controllable Multiplexer Functions
- Select up to 256 Cameras from One Keyboard Connected to a String of MX4000 Genex® Multiplexers
- Select up to 128 Cameras from a Maximum of Four Keyboards through an MX4000SVR Genex Multiplexer Server
- Joystick for Fixed-Speed and Variable-Speed Control of Pan/Tilt Units
- Main and Spot Monitor Control
- Digital Zoom Control on Main Monitor

## **2.5.3 SISTEMA DE DETECCIÓN Y ALARMA DE INCENDIOS**

### **2.5.3.1 Introducción**

El sistema de detección y alarma de incendios es parte fundamental del sistema de seguridad de un edificio inteligente

El sistema para incendios se encarga de monitorear y de generar las acciones de control entre otras necesarias para:

- La presurización de escaleras de evacuación
- Controlar el estado de los sensores de humo para evitar la propagación de las llamas por los conductos,
- Accionar compuertas reguladoras (dampers contra fuego )
- Controlar el estado de los detectores de gas y monóxido de carbono.

### **2.5.3.2 Tipos de protección contra incendios**

La lucha contra incendios, tanto en sus facetas de prevención como de protección, se puede llevar a cabo en dos formas distintas:

- Protección activa
  - Protección pasiva
- 
- LA PROTECCIÓN ACTIVA incluye aquellas situaciones que implican una acción directa, en cuanto al uso de instalaciones y medios para la protección y lucha contra los incendios como por ejemplo: la evacuación, el empleo de extintores, sistemas fijos, etc.
  - LA PROTECCIÓN PASIVA O ESTRUCTURAL incluye aquellos métodos que deben su eficacia al hecho de estar permanentemente presentes, pero sin implicar ninguna acción directa sobre el fuego. Estos elementos pasivos no actúan directamente sobre el fuego, pero pueden de cierta forma detener su desarrollo, impedir la caída del edificio y permitir la evacuación.

La protección estructural es la faceta quizás más importante en la lucha contra el fuego, pero a su vez, es la más olvidada debido a las dificultades de aplicación que conlleva y por los condicionantes que introduce en el diseño.

El sistema de protección a implementarse en el edificio tomado como referencia es de tipo pasiva razón por la cual este estudio se enfoca en dicho tipo de sistema.

### **2.5.3.3 Protección activa contra incendios**

#### **INSTALACIONES Y MEDIOS**

A continuación se describirán las instalaciones y medios de protección activa enmarcados en los grupos siguientes:

- a. Detección
- b. Alarma
- c. Emergencia
- d. Extinción

Como se puede apreciar estos grupos corresponden a las fases de desarrollo de un siniestro (detección, alarma, salvamento, y lucha-extinción).

#### **▪ Instalaciones de detección**

Se entiende por detección de incendios al hecho de descubrir y notificar la presencia de fuego en un determinado lugar.

La detección no sólo debe descubrir que hay un incendio, sino debe localizarlo con precisión en el espacio y comunicarlo con fiabilidad a las personas que harán entrar en funcionamiento el plan de emergencia previsto.



La característica fundamental de la detección es la rapidez, de lo contrario, el desarrollo del fuego traería consecuencias desfavorables.

La detección puede ser de tipo:

- Humana
- Automática

La detección humana es aquella que como su propia palabra indica se realiza por las personas; es obvio que la rapidez de detección en este caso es baja.

Las instalaciones fijas de detección automática de incendios:

- Permiten su detección y localización, así como la puesta en marcha automática o semi-automática del plan de alarma. Opcionalmente pueden accionar los sistemas fijos de extinción de incendios.
- Pueden vigilar permanentemente zonas inaccesibles a la detección humana, y con más rapidez, si bien caben las detecciones erróneas.
- Normalmente están supervisadas por un vigilante, pero pueden programarse para actuar automáticamente si no existe esta vigilancia o si el vigilante no actúa correctamente según el plan preestablecido (plan de alarma programable).

Las funciones del sistema de detección automática de incendios son:

- Detectar la presencia de un conato de incendio con rapidez, dando una alarma preestablecida (señalización óptica-acústica en un panel o central de señalización).
- Localizar el incendio en el espacio.
- Ejecutar el plan de alarma, con o sin intervención humana.
- Realizar funciones auxiliares: transmitir automáticamente la alarma a distancia, disparar una instalación de extinción fija (ésto para locaciones empleadas como centros de cómputo, donde se emplea gas FM200 en lugar de agua), parar máquinas (aire acondicionado), liberar puertas, etc.

- El sistema debe poseer seguridad de funcionamiento por lo que necesariamente debe auto vigilarse o auto diagnosticarse.

Los componentes principales de una instalación automática de detección son:

- Detectores automáticos
- Central de señalización y mando a distancia
- Líneas
- Aparatos auxiliares: Alarma general, teléfono directo a bomberos, accionamiento sistema de extinción, etc.

- **Detectores automáticos**

Son los elementos que detectan el fuego a través de algunos fenómenos que lo acompañan: gases o humos, temperatura o radiación UV, visible o infrarroja.

Según el fenómeno que detecten los detectores se denominan:

- Detector de gases o iónico
- Detector de humo visible
- Detector de temperatura:
  - *Fija*
  - *Termovelocimétrico*
- Detector de llama:
  - *Ultravioleta*
  - *Infrarroja*

En vista de que los fenómenos detectados aparecen sucesivamente después de iniciado un incendio, la operación de los diferentes elementos antes indicados se dará en forma secuencial así, primero actúan los iónicos, luego los ópticos de humos, los ópticos de llamas y por último los térmicos (éstos últimos precisan que el fuego haya tomado un cierto incremento antes de detectarlo).

### 2.5.3.4 Tipos de detectores y ubicación

#### 2.5.3.4.1 Detectores de calor

Los detectores de Calor o Térmicos responden a la energía calorífica emitida por convección y generalmente se sitúan en el techo. La respuesta se produce cuando el elemento de detección alcanza una temperatura fija predeterminada, o cuando alcanza una velocidad predeterminada de variación de temperatura. Estos dispositivos son diseñados en general, para detectar los cambios de temperatura de un material sólido o gaseoso sometido al calor.

#### - Detectores de temperatura fija

De tipo puntual, los detectores de temperatura fija se diseñan para dar la alarma cuando la temperatura del elemento operacional alcanza un valor específico. Estos detectores cumplen una amplia gama de temperaturas de operación o activación las cuales van desde 135°F (57.2°C) en adelante. Los detectores de calor con ajuste de temperatura elevada son necesarios en ambientes con temperaturas normalmente altas, o cuando se requieran que estén muy localizados, de manera que solo funcionen aquellos que se encuentran en el área inmediata al incendio.

Los metales eutécticos o las aleaciones de bismuto, plomo, estaño y cadmio, funden rápidamente a una temperatura prefijada, por lo cual son utilizados como elementos operativos para la detección del calor. El empleo más común se observa en los rociadores automáticos. Al fundirse el elemento, se desprende la cubierta del rociador y el agua fluye, iniciándose la alarma.

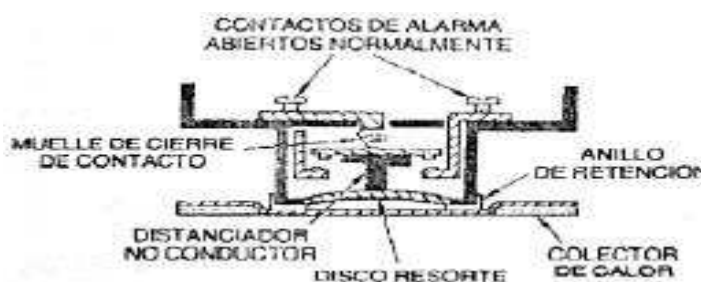


Figura 2.97 Detector de temperatura fija

También puede utilizarse un metal eutéctico para activar un detector de calor mecánico. El metal se emplea frecuentemente como soldadura para asegurar un muelle en tensión.

Cuando el metal se funde, por la acción del calor, el resorte cierra los contactos de manera mecánica, poniendo en corto el circuito de iniciación y se produce la alarma. Los dispositivos que usan materiales eutécticos no pueden reponerse, por tal razón el dispositivo queda inoperativo, y debe reemplazarse después de su accionamiento.

Otros detectores de temperatura utilizan elementos bimetálicos, tales como discos cóncavos los cuales cambian su curvatura a convexa al recibir el calor y accionando el muelle hasta cerrar los contactos. En este tipo de detectores el disco regresa a su posición original, una vez la temperatura caiga a los niveles normales.

#### - Detectores de calor velocimétricos

De tipo puntual, los detectores de calor termovelocimétricos o de rango variable funcionan bajo el principio de rata de compensación o rango de variación de temperatura. Ellos se activan cuando el cambio de temperatura excede una rata prefijada, por lo general de 15°F/minuto (8.3°C/min uto). Estos detectores están en capacidad de compensar los cambios habituales de la temperatura ambiente en donde se encuentran.



Figura 2.98 Detector de calor velocimétrico

### - Detectores de calor combinados

También del tipo puntual, estos detectores combinan las operaciones de temperatura fija y termovelocimétrica. Estos detectores ofrecen mayores ventajas que los anteriores ya que el elemento de respuesta por variación responde con prontitud a un fuego de rápido desarrollo y el de temperatura fija responde a un incendio de lento desarrollo.

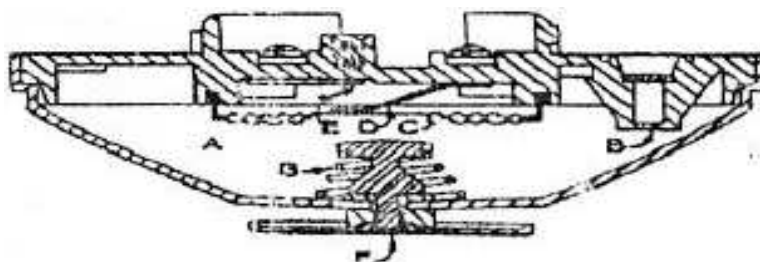


Figura 2.99 Detector de calor combinado

### - Detectores de calor termoelectrónicos

Estos dispositivos constan de un material semiconductor, termistor, o silicón conectados bajo un circuito electrónico de estado sólido los cuales generan un aumento de potencial cuando la temperatura aumenta a una velocidad dada, o cuando alcanza un valor fijo de potencial (Temperatura). Los modelos más avanzados de este tipo de detector combinan ambos efectos. Por lo general estos detectores poseen mayor alcance que los detectores de calor mecánicos, y sus componentes no se ven afectados por la acción del calor, por lo cual no se requiere el reemplazo de ninguno de sus componentes una vez que han sido accionados, ya que están en capacidad de restablecerse a sus valores normales de operación.



Figura 2.100 Detector de calor termo eléctrico

- **SELECCIÓN Y UBICACIÓN DE DETECTORES DE CALOR**

Los detectores de calor poseen el más bajo costo y la menor frecuencia de falsas alarmas, pero tienen por lo general la respuesta más lenta frente a un incendio. Por lo tanto, estos tipos de detectores tienen su mejor aplicación en la protección de espacios confinados o en áreas donde se espera un incendio con llamas y alta cantidad de calor desde el inicio. Cuando se instalan detectores de calor a las distancias certificadas por UL (Underwriters Laboratories), los tiempos de detección son aproximadamente equivalentes al tiempo de respuesta de los rociadores de agua normalizados de 165°F (75°C) del tipo fusible.

- **UBICACIÓN Y ESPACIAMIENTO MÁXIMO PARA DETECTORES DE CALOR**

Los Laboratorios UL (Underwriters Laboratories) y FM (Factory Mutual) asignan a cada modelo de detector de calor un espaciamiento máximo. Por ejemplo los detectores de temperatura fija pueden tener aprobaciones que van desde 225 pies<sup>2</sup> hasta 900 pies<sup>2</sup> (20.93 m<sup>2</sup> hasta 83.61 m<sup>2</sup>) dependiendo del tipo y de la temperatura de operación.

Los detectores termovelocimétricos tienen aprobaciones de UL para 2500 pies<sup>2</sup> (232.26 m<sup>2</sup>), sin embargo FM no otorga más rango que el de la porción de temperatura fija.

Es importante destacar que con estos espaciamientos máximos, la respuesta del detector es tan solo unos segundos más rápida que la de un rociador para el mismo tipo de incendio.

## - UBICACIÓN

Los detectores de calor puntuales deben ubicarse en el techo (o donde se acumule calor) a una distancia no menor de 10 cm. (4 pulgadas) de la pared. Si se colocan en la pared, estos deben instalarse entre los 10 cm. y 30 cm. (12 pulgadas) desde el techo.

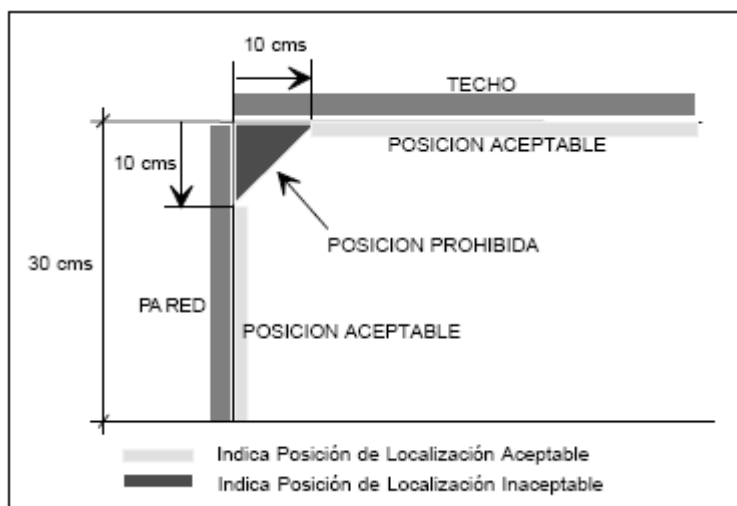


Figura 2.101 Ubicación de detectores puntuales

## - ESPACIAMIENTO

### Techos lisos

En techos lisos definidos por la NFPA como aquellos de superficies continuas sin interrupciones (vigas, correas, ductos, etc.) que se extiendan más de 10 cm. por debajo de la superficie del techo; el espaciamiento que existe entre detectores "S" (S= Spacing) no debe exceder el máximo permitido por los laboratorios encargados de homologar estos equipos (UL ó FM). Igualmente se deben colocar detectores a una distancia no mayor de la mitad del espaciamiento máximo permitido ( $0.5 S$  ó  $S/2$ ) con respecto a las paredes, medidos perpendicularmente a las mismas o a tabiques que se encuentran a más de 45 cm del techo.

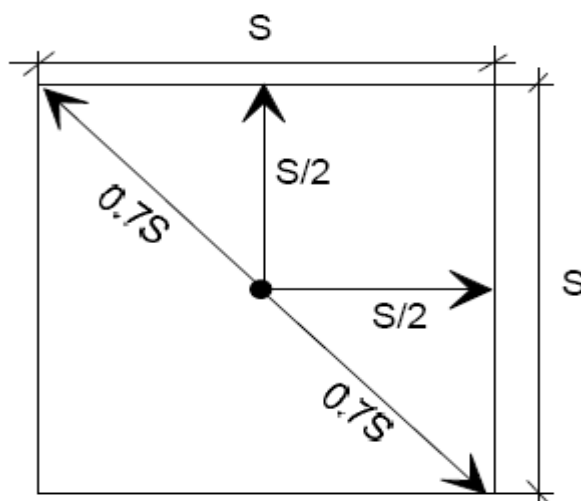


Figura.2.102 Espacio entre detectores puntuales

Cualquier punto del techo debe tener un detector a una distancia no mayor al 70% del espaciamiento máximo homologado ( $0.7 S$ ).

Esta regla es muy útil para ubicar los detectores en corredores, pasillos ó áreas irregulares. Cuando la superficie es irregular, la distancia entre detectores se puede aumentar un poco por encima del espaciamiento máximo permitido ( $S$ ), siempre y cuando ningún punto, pared o esquina que se encuentre dentro del área que cubre el detector quede a una distancia mayor a  $0.7 S$ .

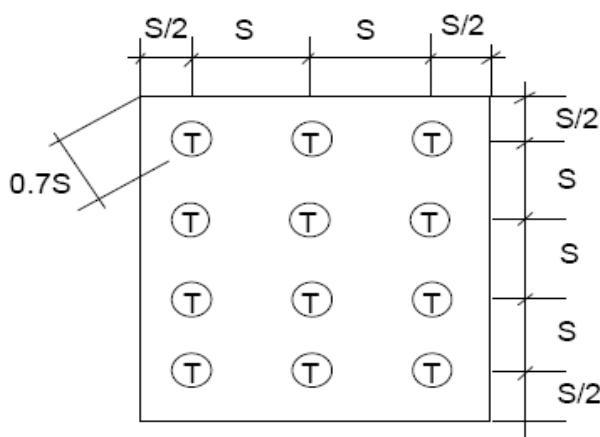


Figura 2.103 Espacio entre detectores en techos lisos



#### 2.5.3.4.2 Detectores de gases de combustión o iónicos

El detector de humo iónico tiene una cámara con una pequeña cantidad de material radioactivo el cual ioniza el aire dentro de la cámara, y dos láminas o electrodos cargados eléctricamente opuestos. Entre ambas láminas circula normalmente una corriente prefijada ya que las partículas de aire ionizadas se comportan como conductoras efectivas de esa corriente. Cuando las partículas de la combustión penetran en la cámara se mezclan con las moléculas ionizadas del aire y la conductancia eléctrica disminuye.

Cuando la corriente se reduce a un valor prefijado, se genera la señal de alarma.

Los detectores de humo iónicos son adecuados para la detección de fuegos rápidos que generan gran cantidad de llama o energía desde el principio, donde las partículas de la combustión tienen un tamaño de 0.01 a 0.3 micrones.

Los detectores iónicos están sujetos a algunas limitaciones tales como el sucio y el polvo que se acumula en la fuente radioactiva, lo que los hace más sensibles, ó a la excesiva humedad y/o salinidad del ambiente, a las corrientes de aire fuerte, a pequeños insectos y a la altura.

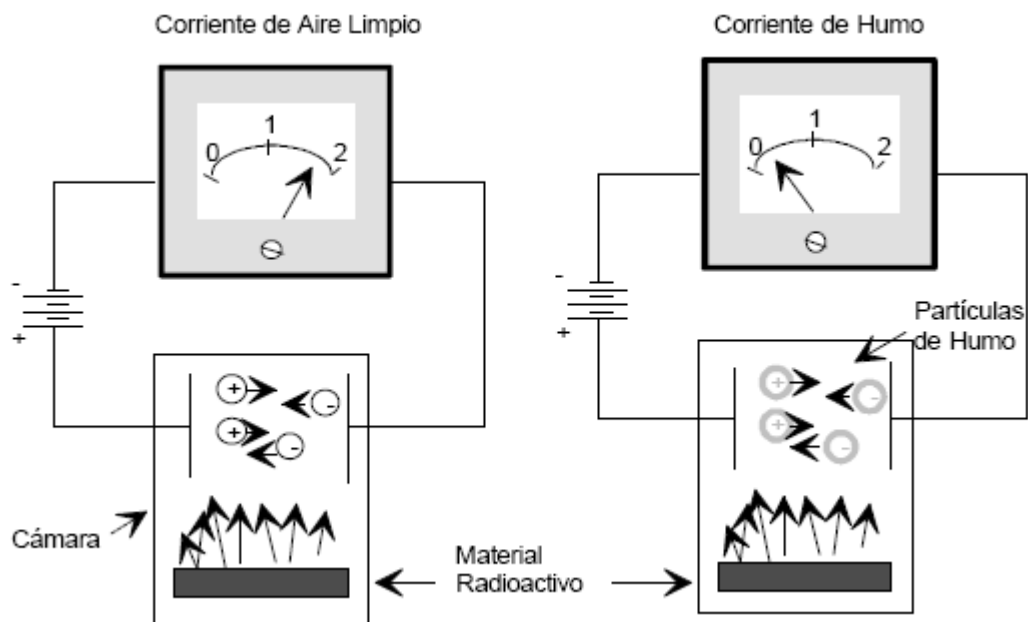


Figura 2.104 Principio de funcionamiento detectores iónicos

Éste tipo de detector esta prácticamente entrando en desuso debido a su composición interna y el material radioactivo que contiene, el americio, lo cual los convierten en elementos difíciles de desechar cuando terminan su vida útil.

#### 2.5.3.4.3 Detectores de humo fotoeléctricos

Las partículas de humo suspendidas en el aire generadas por un incendio afectan el paso de luz en el aire. El humo causa que la luz se disperse. Este principio es usado por los detectores fotoeléctricos para detectar un incendio.

Existen dos métodos usados por los sensores fotoeléctricos para medir la luz:

1. Por Dispersión
2. Por Oscurecimiento

El Principio de Dispersión es el principio más ampliamente usado en los detectores de humo puntuales, mientras que el principio de Oscurecimiento es usado por detectores de humo ópticos del tipo lineal.

- **Principio de Dispersión**

Una fuente de luz usualmente generada por un LED es transmitida dentro de una cámara oscura.

La intensidad de la luz es medida por un foto-receptor el cual se encuentra en cierto grado de alineación con respecto al Led emisor.

Cuando las partículas de humo entran en la cámara, la luz es reflejada y se produce un aumento en la cantidad de luz recibida por el foto-receptor.

Cuando la señal de luz excede un valor prefijado el detector envía una señal de alarma.

Los detectores Fotoeléctricos son mejores para la detección de fuegos lentos o de baja energía, donde se genera humo desde el inicio, y los mismos pueden detectar partículas de la combustión entre 0.3 micrones a 10 micrones.

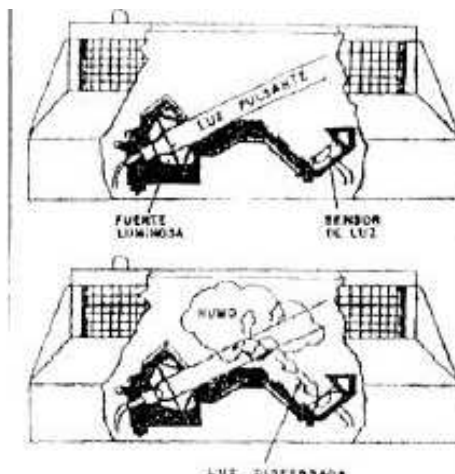


Figura 2.105 Principio de dispersión de la luz

Los detectores de humo fotoeléctricos están sujetos a un incremento de su sensibilidad debido al sucio, al polvo, y a insectos. Sin embargo no se ven afectados por la altura o por la salinidad del ambiente.

Los detectores fotoeléctricos son los más utilizados, debido a que la mayoría de las muertes (75%) de ocupantes de lugares donde se produce el incendio, se derivan por la inhalación de humo y partículas tóxicas que los adormecen durante la presencia de fuegos lentos.

Los detectores iónicos son más usados en lugares donde pueda preverse la presencia de fuegos rápidos o de alta cantidad de energía (Depósitos, Combustibles, etc.). Los dos tipos de detectores pueden eventualmente detectar ambos tipos de incendios. Sin embargo, debido a que la temprana advertencia del fuego es determinante, es importante usar el tipo de detector correcto al momento de la instalación.

- **SELECCIÓN, UBICACIÓN Y ESPACIAMIENTO DE DETECTORES DE HUMO**

Los detectores Fotoeléctricos son preferidos en instalaciones residenciales y de oficinas debido a que ellos responden más rápido a fuegos lentos, los cuales se generan por la combustión de materiales como nylon, plástico, cables eléctricos presentes en gran proporción en estos lugares.

De acuerdo a la NFPA(National Fire Protection Association), los incendios lentos causan el 75% de muertes, por eso para resguardar la vida de los ocupantes, los detectores de humo deben ser colocados en cada dormitorio, habitación, sala, corredor, oficina ó área donde normalmente las personas desempeñan actividades, en cada piso o nivel de la edificación (incluyendo sótanos y áticos) y en pasillos o áreas de acceso en las afuera de cada habitación o área confinada por una puerta, ascensor u otro mecanismo.

Los detectores iónicos pueden ser usados en residencias u oficinas, pero básicamente se ubican en aquellas áreas destinadas a depósitos de combustibles, materiales o solventes de limpieza, depósitos de mercancía o papel y en áreas de máquinas en industrias y fábricas.

#### ▪ **UBICACIÓN Y ESPACIAMIENTO**

En términos generales, la ubicación y espaciamiento de detectores de humo se realiza siguiendo las mismas pautas que para detectores de calor en lo que se refiere al tipo de techo y a la altura del mismo, ya que los espaciamientos homologados por UL y FM son similares. Sin embargo, debido a que el principio de funcionamiento de los detectores de humo es diferente, el diseñador, especificador o instalador deberá tener presente las siguientes consideraciones adicionales:

##### - **Estratificación**

Todos los detectores de humo puntuales requieren que el humo penetre en su cámara para poder activar la alarma.

Por esa razón, los detectores de humo usualmente se colocan en el techo, y el tiempo de respuesta dependerá de la naturaleza del fuego. El diseñador o instalador debe tener presente que para que los detectores de humo operen, el humo debe moverse desde el punto de origen hacia el detector. Por tal razón, algunas veces es necesario realizar pruebas de trayectorias de humo dentro del área para determinar la mejor ubicación de los detectores.

El fenómeno de Estratificación del aire en un local puede evitar que el humo o los gases de la combustión alcancen los detectores instalados en el techo.

La estratificación ocurre cuando el aire (caliente o tibio) que contiene humo asciende debido a la diferencia de densidades con respecto al aire frío que le rodea, pero se detiene al llegar a un nivel donde no existe más esa diferencia de temperatura. Las condiciones que acentúan la estratificación son:

- Cuando existe una capa de aire caliente debajo de un techo inadecuadamente aislado, calentado por la radiación solar. El aire a una temperatura inferior se estratificará debajo de esta capa caliente.
- Cuando existe una capa de aire frío debajo de un techo inadecuadamente aislado, enfriado por el aire exterior. En este caso el aire caliente se enfría cuando alcanza ese nivel o capa.
- Cuando un sistema de aire acondicionado crea capas calientes o frías dentro de un local alguna de las condiciones anteriores pueden estar presente.

En el caso de presentarse el fenómeno de estratificación, el diseñador o instalador puede alternar los detectores, ubicando una parte en el techo y el resto por lo menos a 3 pies (0.90 metros) por debajo del techo mediante la utilización de soportes adecuados. Se debe enfatizar en la necesaria realización de pruebas para determinar el nivel al cual puede ocurrir la estratificación.



Figura 2.106 Fenómeno de estratificación

#### **2.5.3.4.5 Consideraciones adicionales para ubicación de detectores de humo en general**

En el diseño o instalación de detectores de humo siempre debe tomarse en cuenta cualquier fuente normal de humo, vapores o gases, como los que se pueden producir o estar presentes en áreas de manufactura o procesos. No se debe colocar detectores de humo cercanos a estas fuentes ya que pueden generarse falsas alarmas.

Los detectores de humo no deben utilizarse en ambientes cuya temperatura pueda exceder los 38°C (100°F), o caer por debajo de 0°C (32°F), a menos que estén aprobados por UL ó FM u otro Laboratorio de Pruebas reconocido, para operar a temperaturas más altas o más bajas de las indicadas.

Cuando exista ventilación forzada o aire acondicionado, se recomienda ubicar los detectores de humo puntuales por lo menos a 3 pies (0.90 metros) de distancia de las rejillas de suministro, y a no más de 3 pies (0.90 metros) de las rejillas de retorno si es posible. Siempre debe observarse el siguiente principio: " Los detectores de humo deberán ubicarse en la dirección del aire hacia retornos evitando posiciones donde los difusores de aire puedan diluir o impedir la entrada de humo al detector. En todo caso, considere siempre el uso de Detectores de Humo para Ductos de Ventilación.

En la figura 2.127 se esquematiza la fase del incendio en que actúa cada tipo de detector. La curva corresponde al incendio iniciado por sólidos con fuego de incubación.

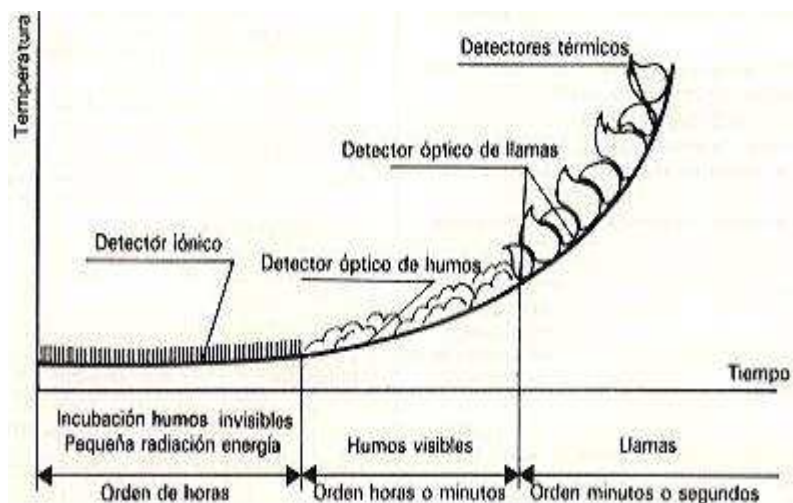


Figura 2.107 Fase de actuación de detectores

Para una adecuada selección de detectores a instalarse en una dependencia se presenta un cuadro de guía de selección de los mismos.

#### GUÍA DE SELECCIÓN DE DETECTORES DE INCENDIO

APLICACIONES TÍPICAS	TIPO DE DETECTOR		
	FOTOELÉTRICOS	IONICOS	TÉRMICOS
OFICINAS	•••	••	•
HOTELES	•••	••	
COCINAS			•••
TIENDAS POR DEPARTAMENTO	•••	••	
FÁBRICAS, GALPONES	•••	••	
GARAGES DE ESTACIONAMIENTO	•		••
ALMACENES DE MATERIAL INFLAMABLE	••	•••	•
HOSPITALES, CASAS DE CUIDADO DE LA SALUD	•••	••	

LEYENDA: • REGULAR •• BUENA ••• EXCELENTE

Tabla 2.20 Tabla de selección de detectores de incendio

### **2.5.3.5 Central de señalización**

Es el cerebro del sistema y a ella están unidas las líneas de detectores y las de pulsadores de alarma.

Entre las funciones a desarrollar por una central de señalización destacan:

- Alimentar el sistema a partir de la red debiendo disponer de batería para alimentación de emergencia por fallo de red.
- Dar señales ópticas o acústicas en los diversos niveles de alarma preestablecidos.
- Debe permitir localizar la línea donde se ha producido la alarma.

Realizar funciones auxiliares (opcionales) como:

- Transmitir alarma al exterior
- Dar orden de disparo de instalaciones automáticas
- Transmitir a mandos situados a distancia
- Permitir realización de pruebas, etc.

### **2.5.3.6 Líneas**

Se encargan de unir los detectores y pulsadores de alarma a la central y ésta a las alarmas ópticas, acústicas o sistema de mando a distancia.

Entre las características de las líneas destacan:

- Las líneas deben estar vigiladas. Una avería (rotura) debe ser detectada y señalizada en el central.
- Alcanzar longitudes de hasta 1000 metros y 20 detector/línea. No tiene sentido controlar zonas muy alejadas de la central que requerirán un tiempo alto de localización del detector excitado, con la demora en la toma de decisiones que esto supone.



- El material de las líneas es similar al de iluminación o telefonía, con las secciones adecuadas a la carga, pero el aislamiento empleado es especial, ya que los conductores cuentan con una chaqueta anti-flama (retardante al fuego), la cual no emite gases tóxicos en caso de combustión.

#### **2.5.3.7 Instalaciones de alarma**

La alarma es utilizada en el campo de la lucha contra el fuego para comunicar de forma instantánea una determinada información (aviso de evacuación) mediante la emisión de señales acústicas. Para cumplir su finalidad, es necesario que toda persona sujeta a su campo de aplicación reciba la señal y la identifique sin equívocos.

Se consideran instalaciones de alarma las siguientes:

- Instalaciones de pulsadores de alarma
  - Instalaciones de alerta
  - Instalaciones de megafonía
  - Instalación de pulsadores de alarma
- **Instalación de pulsadores de alarma**

Tiene como finalidad la transmisión de una señal a un puesto de control, centralizado y perfectamente vigilado, de forma tal que resulte localizable la zona del pulsador que ha sido activado y puedan ser tomadas las medidas pertinentes.

Los pulsadores deben ser fácilmente visibles y la distancia a recorrer desde cualquier punto de un edificio protegido por la instalación de pulsadores hasta alcanzar el pulsador más próximo, habrá de ser inferior a 25 metros.

Los pulsadores deben estar provistos de dispositivos de protección que impida su activación involuntaria.

- **Dispositivos de notificación de alarma**

Los dispositivos de notificación de alarma son a menudo vagamente considerados. Es imperativo que se conozca el número de dispositivos requeridos, y la corriente que consume cada dispositivo, de manera que pueda determinar el tamaño de la fuente de poder del panel de control, y los cálculos de las baterías de reposo necesarias.

De acuerdo con la NFPA 101; Sección 7-6.3.4, la NFPA 72 y los lineamientos CABO/ANSI A117.1 las señales de notificación para evacuación de ocupantes deberán ser audibles y visibles. Las señales audibles para operación en modo público deberán tener un nivel de sonido no menor de 75dB a 10 pies (3 metros), ó más de 130 dB a una distancia mínima desde el dispositivo. Para asegurarse que las señales son claramente escuchadas, deberá requerirse que el sonido este como mínimo a 15 db por encima del nivel promedio de sonido del ambiente o 5 db por encima de máximo nivel de sonido que tenga una duración de como mínimo 60 segundos.

- **Instalación de alerta**

La instalación de alerta tiene como finalidad la transmisión desde un puesto de control, centralizado y perfectamente vigilado, de una señal perceptible en todo el edificio o zona del mismo protegida por esta señal, que permita el conocimiento de la existencia de un incendio por parte de los ocupantes.

El plan de emergencias contra incendios debe contemplar la forma de uso de esta instalación.

Las señales deben ser acústicas en todo caso y además visuales cuando así se requiera por las características del edificio o de los ocupantes del mismo.

- **Estaciones manuales de alarma de incendio**

La iniciación manual de alarma de acuerdo a la NFPA 101; Sección 7-6, es uno de los métodos más comunes, y es realizada con el más simple de los dispositivos de iniciación, *Las Estaciones Manuales*.

Las Estaciones Manuales de Alarma no toman corriente de los circuitos y no requieren listado de compatibilidad.

**Ubicación:**

Las estaciones manuales deberán ser ubicadas en el patrón o ruta normal de escape de la edificación, cerca de cada salida del área. Como mínimo deberá colocarse una estación manual por piso en edificaciones de múltiples niveles.

Estaciones Manuales adicionales deberán ser ubicadas en cualquier parte de la edificación a no más de 200 pies (60 metros) de separación o de distancia horizontal en el mismo nivel.

Las estaciones manuales se ubican a 48 pulgadas (1.22 metros) por encima del nivel del piso acabado, y donde puedan ser accesadas de manera rápida para su manejo.



Figura 2.108 Estación manual de alarma

### 2.5.3.8 Instalaciones de emergencia

Se consideran instalaciones de emergencia las siguientes:

- *Alumbrado de emergencia*

Aquel que en caso de fallo del alumbrado general se activa permitiendo de esta forma la evacuación segura y fácil de los ocupantes del edificio hacia el exterior. El alumbrado de emergencia estará previsto para entrar en funcionamiento automáticamente al producirse el fallo de los alumbrados generales y deberá poder funcionar durante un mínimo de una hora.

- *Alumbrado de señalización*

Es el que se instala para funcionar de un modo continuo durante determinado período de tiempo. Este alumbrado debe señalar de modo permanente la situación de puertas, pasillos y salidas de los locales durante todo el tiempo que permanezcan con público.

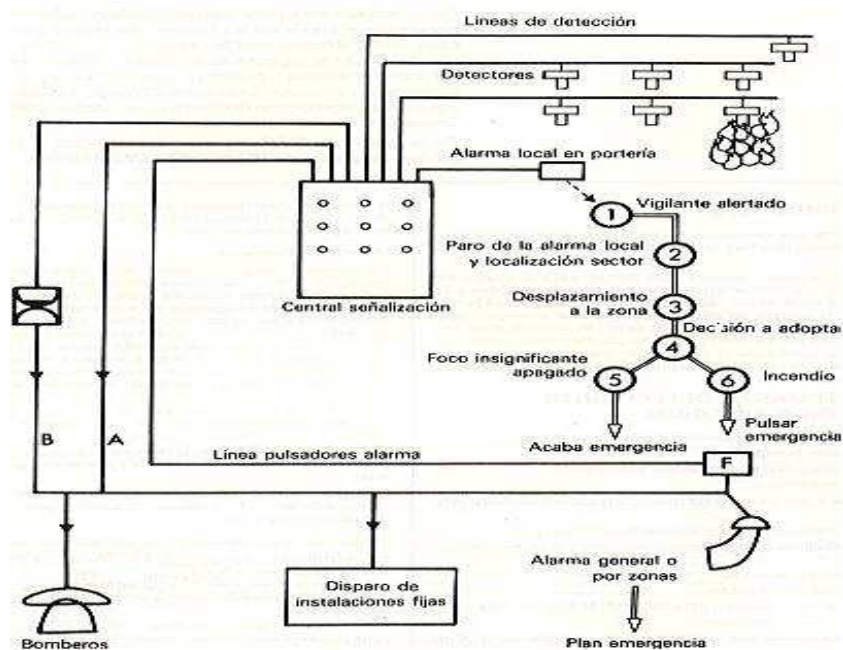


Figura 2.109 Instalación automática de detección de incendios

### **2.5.3.9 Sistema de detección y alarma contra incendios para el edificio de la EMAAP**

De acuerdo a lo expuesto en el apartado anterior en lo referente a componentes de un sistema de detección automático se procede a diseñar el sistema de detección y alarma contra incendios para la EMAAP.

El edificio de EMAAP debe contar con un sistema de detección y alarma de incendios basado en las normas vigentes al respecto, tanto internacionales como las locales, es decir las dictadas por el Cuerpo de Bomberos de Quito, de ahí que el dimensionamiento de equipos se lo efectuara de conformidad a dichas normas.

La NFPA publica reglamentos y normas concernientes a todos los aspectos de la protección contra incendios.

La normativa empleada para el diseño e implementación de un sistema de incendios es la NFPA 72

Los sistemas de detección de incendios están compuestos por elementos de INICIACIÓN Y elementos de NOTIFICACIÓN.

- **Elementos de iniciación**

Pueden ser de accionamiento manuales o automático tales como estaciones manuales, pulsadores, sensores de humo, sensores de calor, sensores de gas, sensores de CO, etc.

- **Elementos de notificación**

En esencia están conformados por sirenas electrónicas y luces estroboscópicas. Las sirenas están construidas con elementos de estado sólido, cuentan con dispositivos que permitan el control de volumen y la selección de tonos. Poseen un nivel sonoro entre 90 a 110 dB medidos a 3 metros del dispositivo.

Las luces estroboscópicas, están diseñadas para dar avisos de alarmas de tipo lumínico mediante destellos de flashes estroboscópicos, con duraciones controladas de los impulsos.

En términos generales el sistema ha sido diseñado en base a los siguientes dispositivos básicos:

- Detectores de humo inteligentes direccionables, con tecnología de detección por efecto foto electrónico.
- Detectores de concentración de monóxido de carbono,
- Detectores de humo inteligentes direccionables para utilización en ductos de suministro de aire de ventilación del edificio,
- Estaciones manuales de alarma de incendio, de doble efecto, conectados a través de módulos de monitoreo (interfaces de entrada direccionables), para conectarlos a la red del sistema de detección,
- Alarmas audio-visuales en base a unidades integradas con sirena y luz estroboscópicas, conectadas a través de módulos de control (interfaces de salida direccionables) para conectarlos a la red del sistema de detección y alarma.

#### *2.5.3.9.1 Tipos de sistemas de detección de alarma de incendios*

Existen 2 tipos de sistemas de detección de alarma de incendios:

- Sistemas convencionales (Aplicaciones de pequeña escala, edificios pequeños).
- Sistemas Inteligentes Direccionables (Aplicaciones a media y gran escala).

#### *2.5.3.9.2 Sistemas convencionales*

Al existir un número elevado de detectores dentro de un sistema de alarma y detección de incendios resulta improcedente el hecho de efectuar un cableado individual para cada uno de los detectores, ya que con esto se obtendría un excesivo número de conductores conectados a la central de incendios.

Los sistemas convencionales funcionan bajo el concepto de ZONAS, las cuales representan una determinada área física del edificio en donde se encuentran ubicados un determinado número de detectores.

Los detectores de una determinada zona se conectan todos en paralelo, esto con la finalidad de reducir el número de conductores que se conectan a la central, ya que al estar conectados en paralelo se lleva tan solo un par de cables hasta la central de incendios.

Este tipo de sistema permite que las estaciones manuales puedan conectarse en paralelo con los detectores.

Las normas NFPA exigen que todos los sistemas sean estrictamente supervisados.

La central de incendios debe entonces, revisar el estado de los conductores, así como el de los detectores.

Para este tipo de sistema se emplea detectores que entregan una señal de salida tipo contacto seco cuando se activan en presencia de alguna anomalía.

La condición normal de los detectores y estaciones manuales es la de contacto abierto.

El siguiente diagrama muestra la conexión de los elementos de detección a la central de incendios:

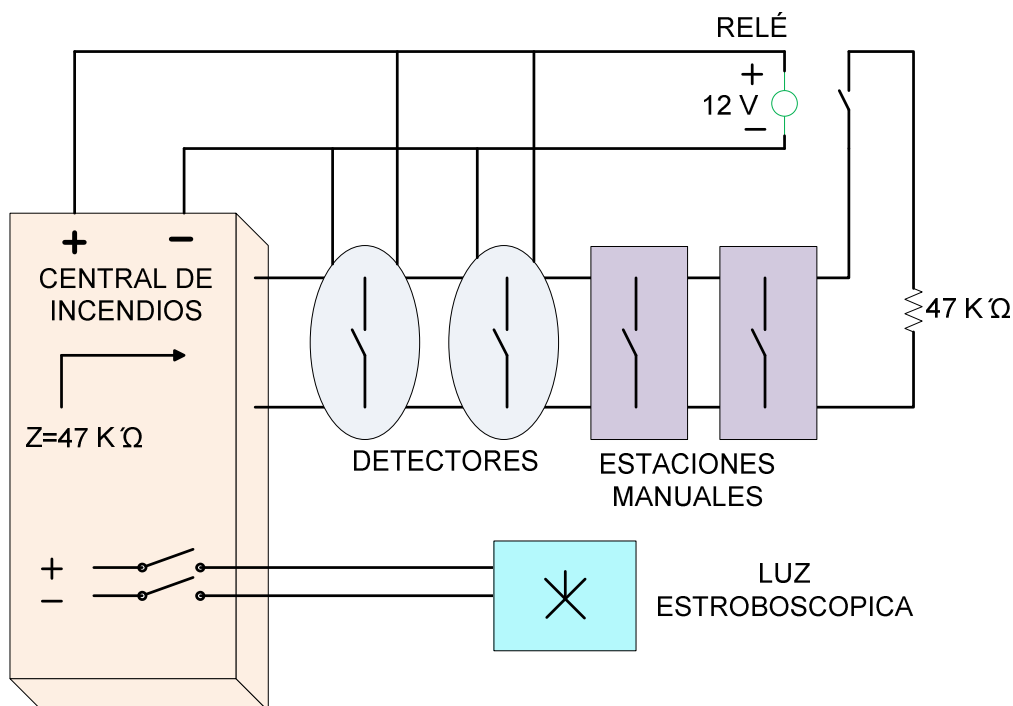


Figura 2.110 Conexión de los elementos de detección a la central de incendios

- **DETECCIÓN DE FALLAS EN SISTEMAS CONVENCIONALES**

La central de incendios debe estar en capacidad de conocer las anomalías presentes tanto en cables y voltaje de alimentación, así como también en los detectores y estaciones de una determinada zona para lo cual se coloca una resistencia de  $47\text{K}\Omega$  y un relé para sensar el correcto estado de los elementos de detección y el voltaje de alimentación.

Las fallas que se presentan en cables y dispositivos se los detecta mediante la impedancia que detecta la central de incendios en el bus al cual se encuentran conectados los dispositivos, así cuando todo se encuentra en funcionamiento normal la impedancia del bus es de  $47\text{K}\Omega$  debido a la resistencia que se encuentra conectada al final del mismo, pero al presentarse anomalías tales como el daño de algún detector, alguna estación manual o ruptura de algún conductor el valor de ésta impedancia varía.



Una falla en algún dispositivo conectado al bus provocaría que los contactos de su señal de salida se queden permanentemente cerrados, esta anomalía provoca que la resistencia de  $47K\Omega$  quede en estado de corto circuito, es decir la central de incendios detectaría una impedancia de  $0\ \Omega$ , dato que permite detectar la falla de alguno de los detectores o estaciones manuales, sin embargo una de las principales desventajas de este sistema es que no se puede conocer con certeza cual de los elementos es el que presenta anomalías.

La ruptura de uno de los conductores que conforman el bus de conexiones provocaría que el circuito se quede abierto, por lo que la central de incendios detectará una impedancia infinita en las terminales del bus, de esta manera se establece la presencia de una falla en el cableado del bus.

El relé de 12V o 24 Vdc según el caso, supervisa la alimentación de voltaje, se conecta en serie un contacto normalmente ABIERTO del relé en serie con la resistencia. Si no hay energía la bobina se desenergiza y el contacto del relé se abre.

Para la supervisión de la sirena o de la luz estroboscópica se coloca un diodo polarizado directamente en serie con la sirena o luz, el dispositivo muchas veces cuenta ya con el diodo y una resistencia terminal para establecer una impedancia característica del circuito de alarma, de manera similar a los circuitos de detección.

#### 2.5.3.9.3 *Sistemas inteligentes*

Este tipo de sistemas manejan centrales de incendios direccionables manejadas por lazos de comunicación.

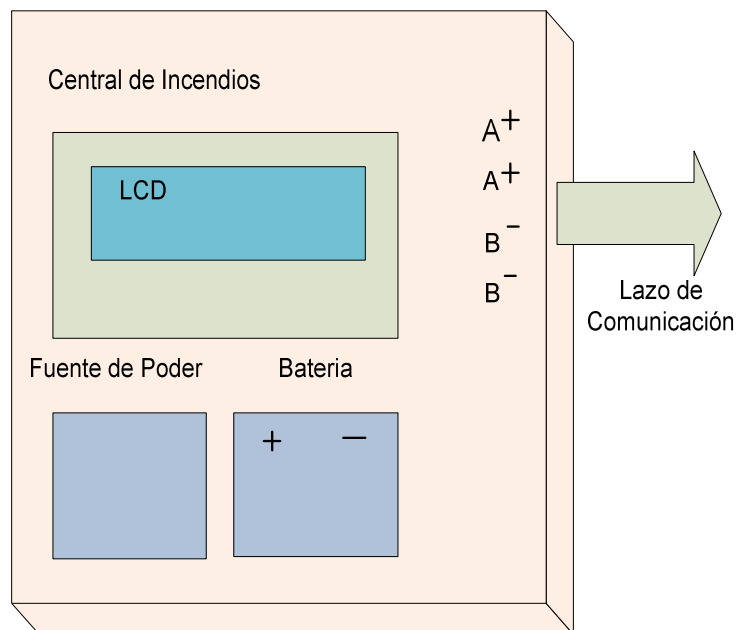


Figura 2.111 Esquema de una central de incendios manejada por lazos

Las centrales que se emplean en este tipo de sistemas pueden manejar desde 1 hasta 24 lazos.

Los llamados “lazos” hacen referencia a la conexión en red de los dispositivos direccionables que emplean estos sistemas.

Cada uno de los dispositivos conectados a la central dispone de una dirección dentro de la red formada por los mismos, consiguiéndose con esto, la configuración y monitoreo de cada uno de los dispositivos, mediante un proceso de comunicación secuencial iniciado por la central de incendio, es decir un esquema de polling.

A diferencia de los sistemas convencionales, al emplear un sistema inteligente se puede conocer con exactitud cual es el dispositivo que presenta alguna anomalía así como su ubicación física, ya que estos son datos que maneja la central de incendios luego de una adecuada programación.

- **CIRCUITOS DE INICIACIÓN DE ALARMA**

Los circuitos de Iniciación de Alarma son aquellos en los cuales se conectan dispositivos de iniciación de alarma, tales como detectores de humo, detectores térmicos, detectores de llama y estaciones manuales a la central de incendios. Los circuitos de Iniciación de alarma más usados son:

- **Circuito clase A de 4-hilos con dispositivos normalmente abiertos**

En este circuito los dispositivos de detección automática o de activación manual son conectados entre dos cables en paralelo. Después del último dispositivo los dos cables son retornados al panel de control y conectados a los terminales apropiados, entre los cuales se conecta una Resistencia Final de Línea, se debe recalcar además que los cables que retornan deben ser cableados en forma separada, es decir por otro tubo, canaleta o ducto alternativo y por otra ruta.

Cuando un dispositivo se activa pone en derivación a la resistencia final de línea, esto aumenta la corriente limitada en el circuito iniciando una condición de alarma en el panel de control.

En este tipo de circuito un corto circuito entre los cables produce una alarma. Una condición de apertura y/o aterramiento alguno de los conductores causa una avería, pero la alarma puede ser aún recibida ya que los dispositivos quedan operativos.

Los siguientes diagramas muestran el comportamiento de los Circuitos de Iniciación Clase A, bajo condiciones de alarma, apertura, aterramiento y corto circuito.

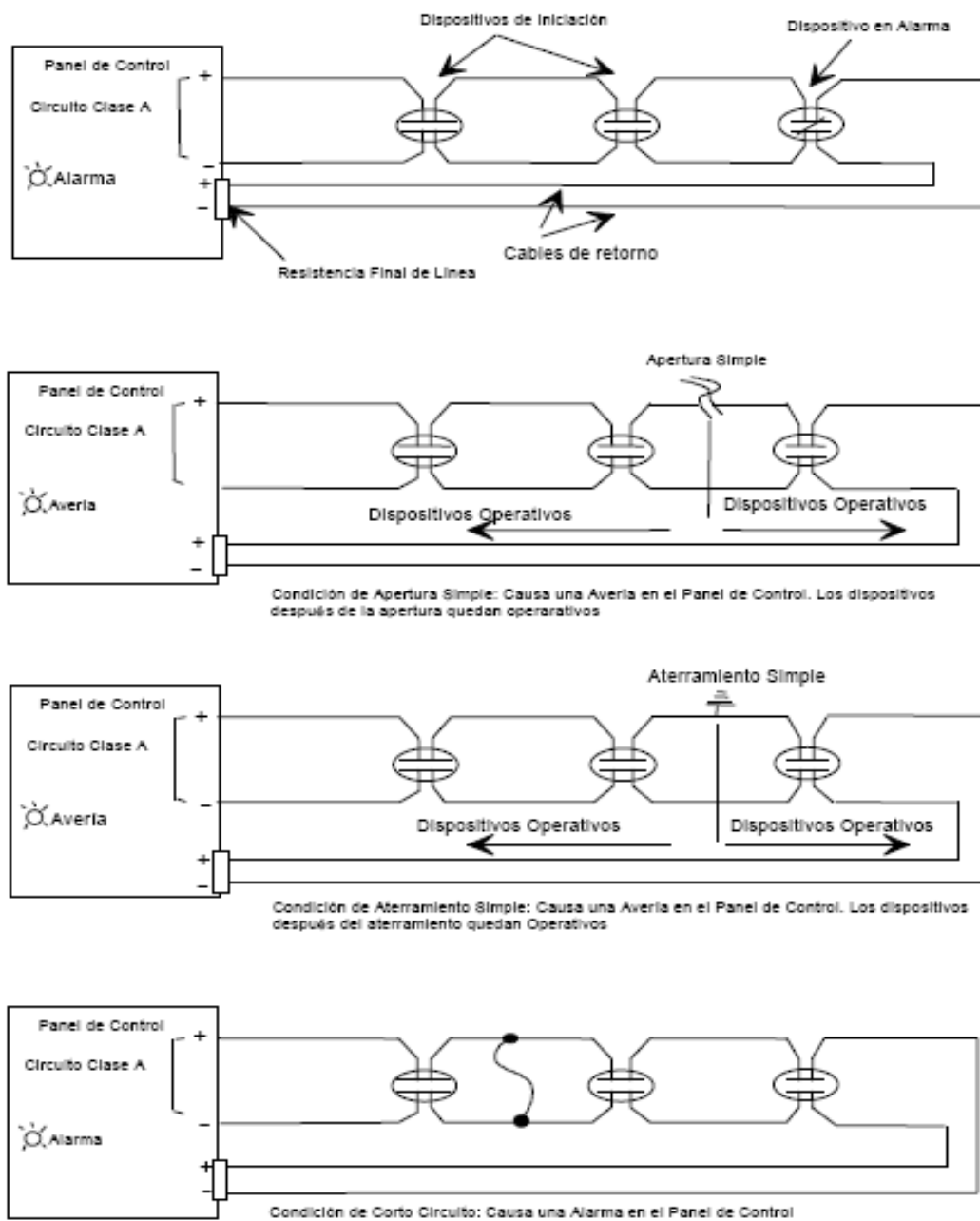


Figura 2.112 Comportamiento de los Circuitos de Iniciación Clase A

- **Circuitos clase B de 2-hilos con dispositivos normalmente abiertos**

En este circuito los dispositivos de detección automática o de activación manual son conectados entre dos cables en paralelo. Después del último dispositivo se conecta una Resistencia Final de Línea.

Cuando un dispositivo se activa pone en derivación a la resistencia final de línea, esto aumenta la corriente limitada en el circuito iniciando una condición de alarma en el panel de control.

En este tipo de circuito un corto circuito entre los cables produce una alarma. Una condición de apertura en alguno de los conductores causa una avería y la alarma no puede ser transmitida por los dispositivos de detección ubicados posteriormente a la apertura.

El aterramiento de cualquiera de los cables produce una señal de avería, pero la alarma puede ser recibida.

Los siguientes diagramas muestran el comportamiento de los Circuitos de Iniciación Clase B, Estilo B bajo condiciones de alarma, apertura, aterramiento y corto circuito.

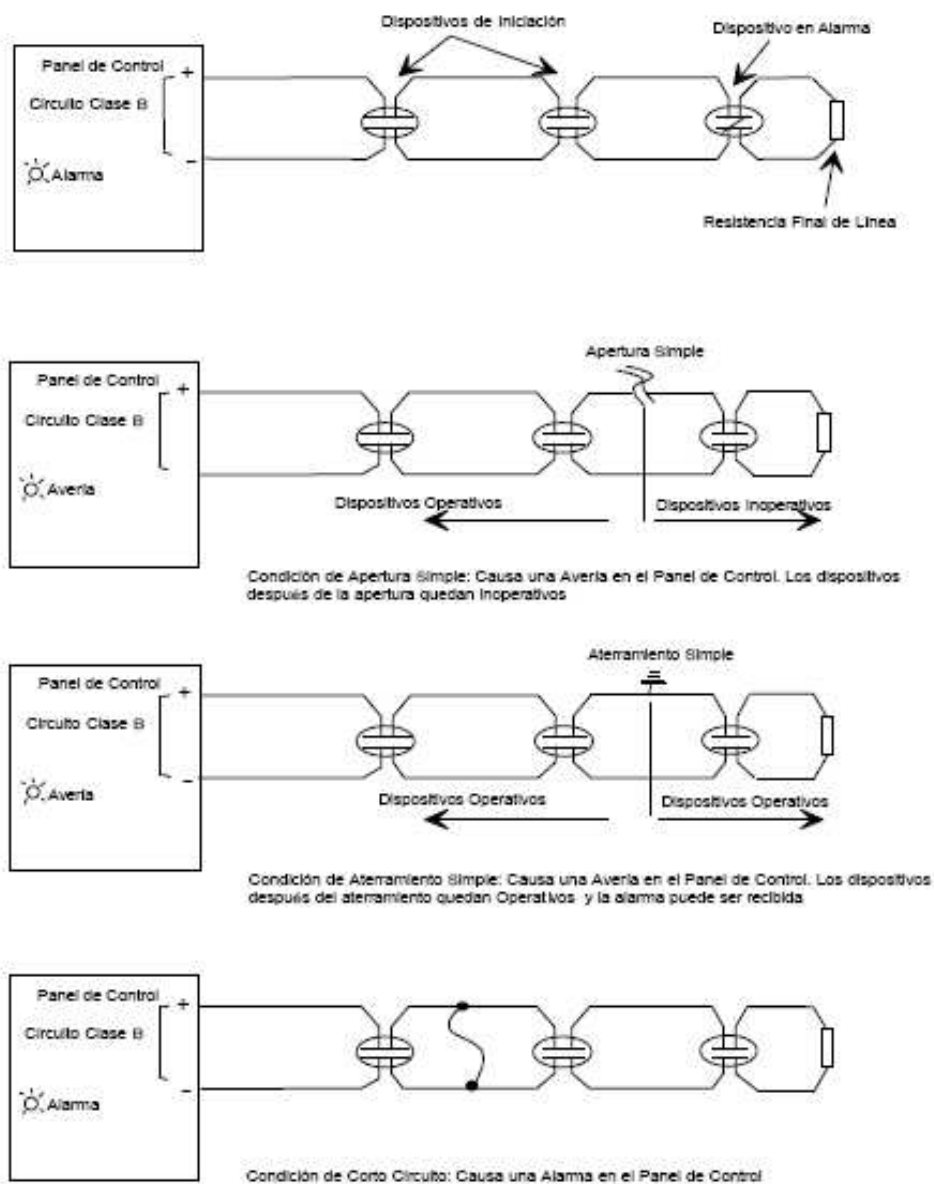


Figura 2.113 Comportamiento de los Circuitos de Iniciación Clase B

## 2.5.4 SELECCIÓN DE EQUIPOS

Al emplear una cantidad considerable de dispositivos para detección y alarma de incendios, en el edificio de la EMAAP se requiere una central direccionable de incendios, ya que con este tipo de central se obtiene una mejor localización de anomalías y permiten llevar un estricto control de los dispositivos en mal estado.

Una de las marcas especializadas en fabricar dispositivos y equipos destinados a la protección contra incendios es FIRE LITE, la cual resulta ser bastante conocida en el medio, por ende estos productos resultan ser fácilmente accesibles.

La selección de dispositivos se lo realiza en base a esta marca, ya que los elementos con sus respectivas características, antes especificados para el diseño de este sistema, están presentes en la gama de productos de la marca FIRE LITE.

### 2.5.4.1 Selección de detectores de humo inteligentes fotoeléctricos

Los requerimientos que deben cumplir estos sensores son los siguientes:

- Ser direccionable
- Tecnología de detección por efecto foto eléctrico

El sensor que cumple con estas condiciones es el **Fire-Lite SD355 Addressable PhotoElectric Smoke Detector**



Figura 2.114 Sensor Fire-Lite SD355

### 2.5.4.2 Selección de detectores de humo inteligentes para ductos

Los requerimientos que deben cumplir estos sensores son los siguientes:

- Ser direccionables
- Permitir su utilización en ductos de suministro de aire de ventilación del edificio

El sensor que cumple con estas condiciones es el **Fire-Lite D350P Addressable Duct Smoke Detector**



Figura 2.115 Sensor Fire-Lite D350P

### 2.5.4.3 Estaciones manuales de alarma de incendio

- Deben ser de doble efecto, lo cual implica que para su accionamiento se debe efectuar 2 movimientos mecánicos, primero hacia la parte interior y luego hacia la parte inferior.



Figura 2.116 Estaciones manual de doble efecto



Una característica general de las estaciones manuales es el poseer enclavamiento mecánico, es decir que una vez activadas la única manera de que regresen a su estado inactivo es de forma manual.

- Estar conectados a través de módulos de monitoreo (interfaces de entrada direccionables), para conectarlos a la red del sistema de detección

La estación seleccionada es la **BG-12 Series Manual Fire Alarm Pull Stations**



Figura 2.117 Estacion la BG-12 Series Manual Fire Alarm Pull Stations

#### 2.2.4.4 Selección de luces estroboscópicas y alarmas

Se selecciona el sistema de luces estroboscópicas para montaje en el techo serie ZRS:



Figura 2.118 Luz estroboscópica ZRS

Los parámetros eléctricos provistos por el fabricante se muestran a continuación:

##### Requisitos de alimentación

##### Consumo de corriente de la luz estroboscópica

Tipo de tensión	Consumo de corriente
CC:	15 cd: 65 mA, 30 cd: 105 mA, 75 cd: 189 mA, 95 cd: 249 mA, 115 cd: 300 mA, 177 cd: 420 mA
RMS:	15 cd: 110 mA, 30 cd: 170 mA, 75 cd: 280 mA, 95 cd: 375 mA, 115 cd: 455 mA, 177 cd: 645 mA
Tensión (entrada)	
Nominal:	24 VCC o Vrms
Rango:	16 V a 33 V

Figura 2.119 Características de la luz estroboscópica ZRS

Se selecciona la SIRENA DE ALARMA MULTITONO DIRECCIONABLE SA100:



Figura 2.120 Sirena de alarma multitono direccionable SA100

Sirena electrónica, para alarma acústica de elevada sonoridad y bajo consumo, con ocho tonos distintos y selección de potencia acústica.

Se conecta directamente a la salida de sirenas de las centrales convencionales MS9200 y MS9600, a través de una línea independiente de los detectores.

Las características eléctricas provistas por el fabricante son las siguientes:

#### INFORMACIÓN TÉCNICA:

• Conexión	Salida supervisada de las centrales convencionales
• Tensión de trabajo	24V cc
• Consumo en alarma	De 3 mA min. a < 20 mA máx.
• Potencia acústica	máx. 95 dBA
• Conexionado	por regleta
• Cable	2 x 1.5 mm
• Dimensiones	63x93 mm
• Fijación	2x30mm

Figura 2.121 Características SIRENA SA100

#### 2.2.4.5 Selección de la central de incendios

Los elementos antes seleccionados deben conectarse a una central de incendios que permita llevar a cabo el monitoreo del estado de cada uno de los mismos además de determinar la acción apropiada a ejecutarse en función de la situación de alarma que se presente.

Se debe seleccionar una Central de Incendios inteligente direccionable en base a una red de comunicación que proveerá tanto la alimentación a los dispositivos como el enlace de comunicación digital entre ellos y la Central de Incendios, la misma que deberá ser una unidad de mínimo dos lazos con 159 direcciones disponibles en cada uno, con tecnología de barrido de alta velocidad que garantice un polling completo en menos de 5 segundos. La Central deberá cumplir los estándares vigentes.

La central de incendios a seleccionar debe ser de la marca FIRE LITE permitiendo así facilitar la integración del sistema.

La central de incendios que cumple con los requerimientos antes especificados es la **FIRE LITE MS 9600**:



Figura 2.122 Central de incendios FIRE LITE MS 9600

Entre las principales características de esta central se tiene lo siguiente:

- Equipo compacto
- Capacidad de 318 direcciones
- Capacidad de 2 lazos
- Cada lazo soporta 159 detectores direccionables
- Cuenta con un panel para interfaz de usuario

La arquitectura del sistema de alarma y detección de incendios se muestra en el siguiente esquema:

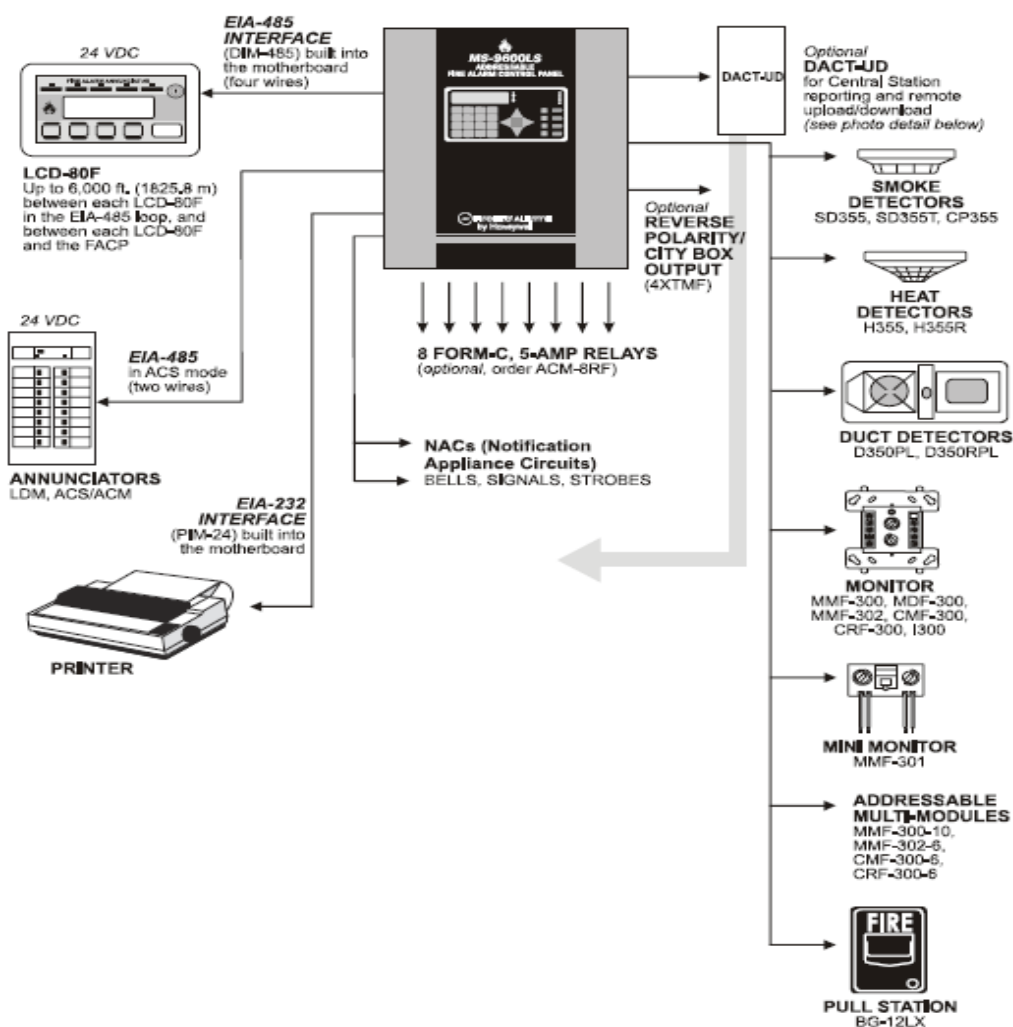


Figura 2.123 Arquitectura de conexión de la central FIRE LITE MS 9600

### **CAPITULO 3.**

## **PLATAFORMA DE INTEGRACIÓN DE LOS SISTEMAS DISEÑADOS, LISTADO DE MATERIALES Y PRESUPUESTO REFERENCIAL**

## 2.6 INTRODUCCIÓN

La plataforma de integración de los sistemas de automatización diseñados para el edificio busca mejorar y facilitar las tareas de control y monitoreo del edificio en su totalidad.

Para facilitar el acceso de cada uno de los sistemas diseñados a la red de información del edificio, la selección de equipos para cada uno de los mismos se lo ejecuto con orientación a integrar todos los sistemas, así la mayoría de equipos controladores de cada sistema cuenta con la tecnología necesaria en cuanto a comunicaciones para permitir el respectivo acceso de su sistema a controlar a TRAVES DE la red LAN del edificio.

La idea que persigue la plataforma se muestra a continuación:

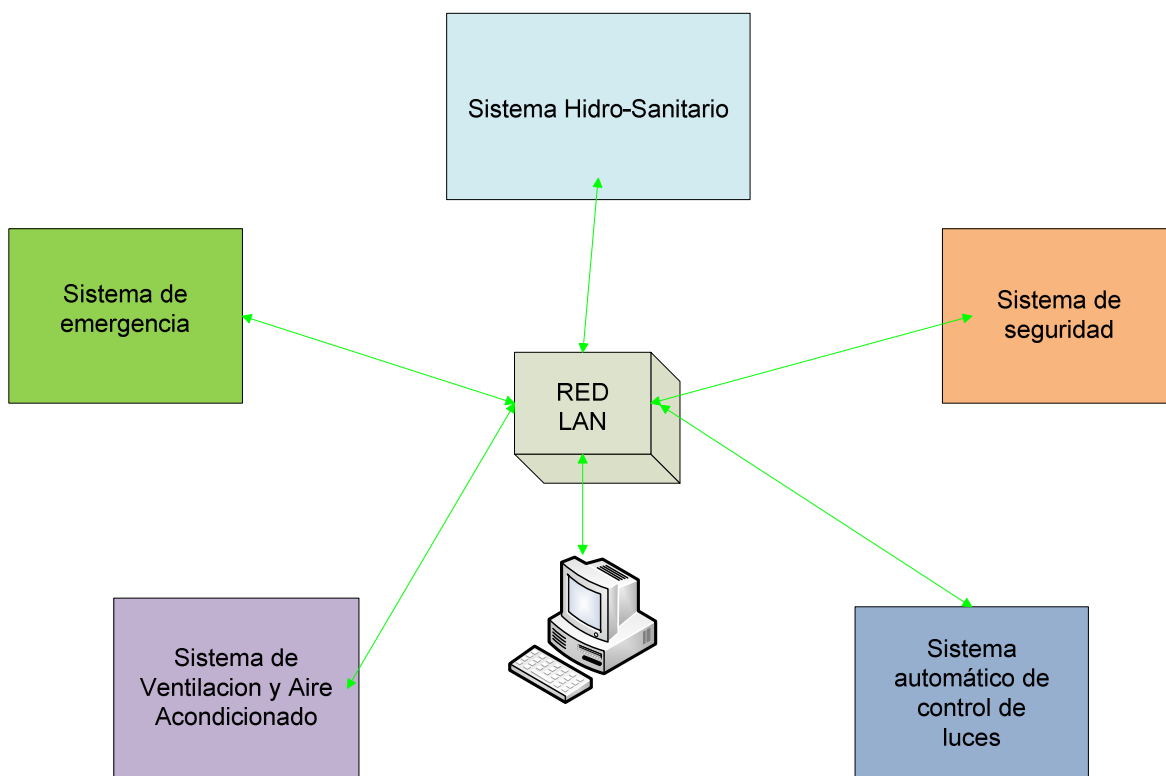


Figura 3.1 Diagrama en bloques de la plataforma de integración de servicios para la EMAAP

La plataforma de integración de los sistemas de automatización del edificio de la EMAAP no es más que la base para la implementación de un sistema SCADA para el control y supervisión del inmueble, de ahí que resulta importante un breve estudio previo de los sistemas SCADA en el presente proyecto.

### **3.2 SISTEMAS SCADA**

SCADA viene de las siglas de "Supervisory Control And Data Acquisition", es decir: adquisición de datos y control de supervisión. Se trata de una aplicación software especialmente diseñada para funcionar sobre ordenadores en el control de producción, proporcionando comunicación con los dispositivos de campo (controladores autónomos, autómatas programables, etc.) y controlando el proceso de forma automática desde la pantalla del ordenador. Además, provee de toda la información que se genera en el proceso productivo a diversos usuarios, tanto del mismo nivel como de otros supervisores dentro de la empresa: control de calidad, supervisión, mantenimiento, etc.

En este tipo de sistemas usualmente existe un ordenador, que efectúa tareas de supervisión y gestión de alarmas, así como tratamiento de datos y control de procesos. La comunicación se realiza mediante buses especiales o redes LAN. Todo esto se ejecuta normalmente en tiempo real, y están diseñados para dar al operador de planta la posibilidad de supervisar y controlar dichos procesos.

Los programas necesarios, y en su caso el hardware adicional que se necesite, se denomina en general sistema SCADA.

#### **3.2.1 PRESTACIONES**

Un paquete SCADA debe estar en disposición de ofrecer las siguientes prestaciones:

Posibilidad de crear paneles de alarma, que exigen la presencia del operador para reconocer una parada o situación de alarma, con registro de incidencias.



Generación de históricos de señal de planta, que pueden ser volcados para su proceso sobre una hoja de cálculo.

Ejecución de programas, que modifican la ley de control, o incluso anular o modificar las tareas asociadas al autómata, bajo ciertas condiciones.

Posibilidad de programación numérica, que permite realizar cálculos aritméticos de elevada resolución sobre la CPU del ordenador.

Con ellas, se pueden desarrollar aplicaciones para ordenadores (tipo PC, por ejemplo), con captura de datos, análisis de señales, presentaciones en pantalla, envío de resultados a disco e impresora, etc.

Además, todas estas acciones se llevan a cabo mediante un paquete de funciones que incluye zonas de programación en un lenguaje de uso general (como C, Pascal, o Basic), lo cual confiere una potencia muy elevada y una gran versatilidad. Algunos SCADA ofrecen librerías de funciones para lenguajes de uso general que permiten personalizar de manera muy amplia la aplicación que desee realizarse con dicho SCADA.

### **3.2.2 REQUISITOS**

Un SCADA debe cumplir varios objetivos para que su instalación sea perfectamente aprovechada:

Deben ser sistemas de arquitectura abierta, capaces de crecer o adaptarse según las necesidades cambiantes de la empresa.

Deben comunicarse con total facilidad y de forma transparente al usuario con el equipo de planta y con el resto de la empresa (redes locales y de gestión)

Deben ser programas sencillos de instalar, sin excesivas exigencias de hardware, y fáciles de utilizar, con interfaces amigables con el usuario.

### 3.2.3 MÓDULOS DE UN SCADA

Los módulos o bloques software que permiten las actividades de adquisición, supervisión y control son los siguientes:

**Configuración:** permite al usuario definir el entorno de trabajo de su SCADA, adaptándolo a la aplicación particular que se desea desarrollar.

**Interfaz gráfico del operador:** proporciona al operador las funciones de control y supervisión de la planta.

El proceso se representa mediante sinópticos gráficos almacenados en el ordenador de proceso y generados desde el editor incorporado en el SCADA o importados desde otra aplicación durante la configuración del paquete.

**Módulo de proceso:** ejecuta las acciones de mando pre programadas a partir de los valores actuales de variables leídas.

Gestión y archivo de datos: se encarga del almacenamiento y procesamiento ordenado de los datos, de forma que otra aplicación o dispositivo pueda tener acceso a ellos.

Comunicaciones: se encarga de la transferencia de información entre la planta y la arquitectura hardware que soporta el SCADA, y entre ésta y el resto de elementos informáticos de gestión.

En el campo de la automatización de edificios, muchos fabricantes ofrecen SCADAS dedicados a esta aplicación bajo el nombre de BAS (Building Automation Systems), algunos ejemplos son Siemens, Honeywell, Johnson Controls, etc.

Algunos de los paquetes computacionales dedicados a la automatización de edificios se muestran a continuación:

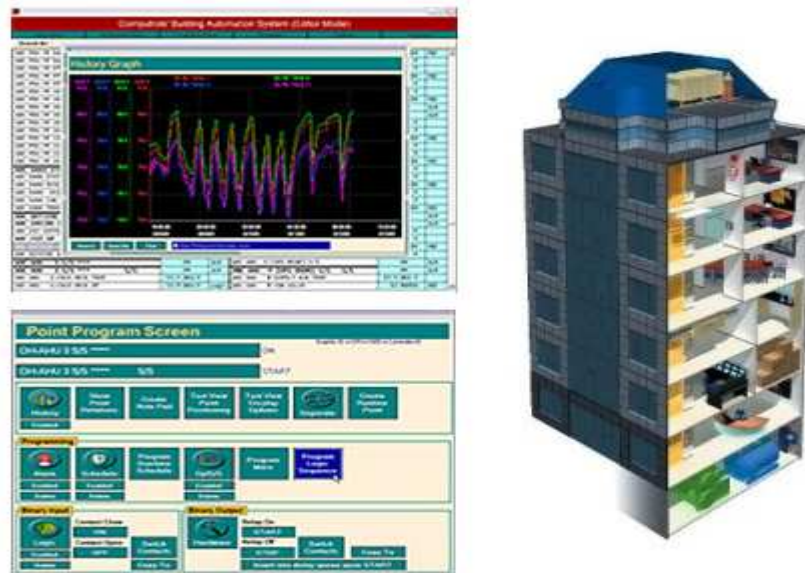


Figura 3.2 Paquete computacional ENTERPRISE BUILDINGS INTEGRATOR™  
HONEYWELL

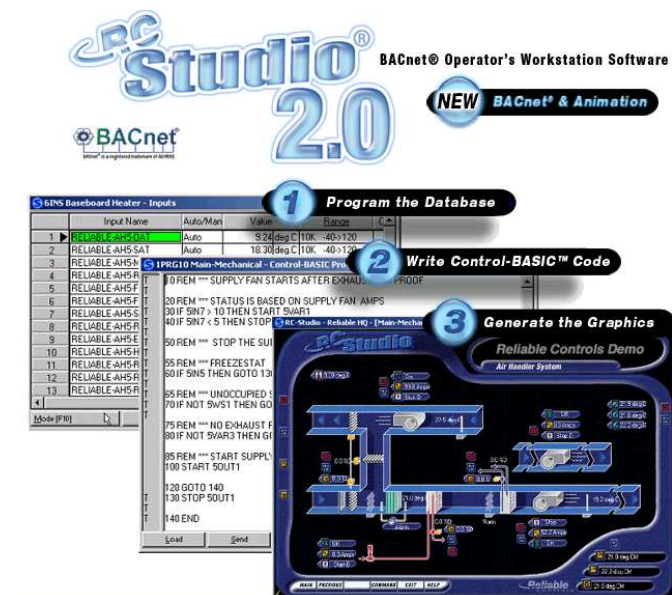


Figura 3.3 RELIABLE CONTROLS - RC-STUDIO 2\_0 SOFTWARE



Figura 3.4 SIEMENS TALON CONTROL SYSTEM BUILDING  
AUTOMATION.MHT

### 3.3 ESPECIFICACIÓN DE SOFTWARE REQUERIDO

Pese a existir en el mercado numerosos paquetes de programas computacionales diseñados exclusivamente para la automatización de edificios y distribuidos por gran cantidad de fabricantes resulta conveniente optar por un software abierto que permita implementar un sistema SCADA para la edificación, manteniendo un equilibrio en cuanto a costos se refiere.

El software a seleccionar debe permitir implementar los parámetros o acciones que demanda un SCADA, tal como se describió en el apartado anterior.

El paquete de software seleccionado para éste proyecto es el **InTouch** de **Wonderware** el cual es un generador de aplicaciones MMI (Interfaz Multimedia) destinadas a la automatización industrial, control de procesos y supervisión.

### 3.3.1 DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE INTOUCH®

Wonderware ofrece mediante **InTouch®** la posibilidad de generar aplicaciones SCADA al más alto nivel, utilizando las herramientas de programación orientadas a objetos, para usuarios no informáticos. El empleo de este software provee una mejora muy significativa en la calidad y cantidad de producción y en una reducción de costes de proyecto y mantenimiento.

In Touch brinda mucha seguridad debido a la compatibilidad total entre sus diferentes versiones y módulos, asegurando plenamente sus inversiones de energía, tiempo y dinero.

### 3.3.2 CARACTERÍSTICAS Y PRESTACIONES

- **Gráficos orientados a objetos**

Las aplicaciones fáciles de editar y configurar, representan un menor tiempo de desarrollo. Con **InTouch®** puede mover, redimensionar y animar objetos o grupos de ellos tan sencilla y rápidamente como imágenes estáticas. Dispone de todo tipo de herramientas de diseño: dibujos sencillos, alineación, trabajo en múltiples capas, espaciado, rotación, inversión, duplicación, copia, eliminación, etc. Todas estas prestaciones se encuentran en una única y configurable caja de herramientas o en sus menús.

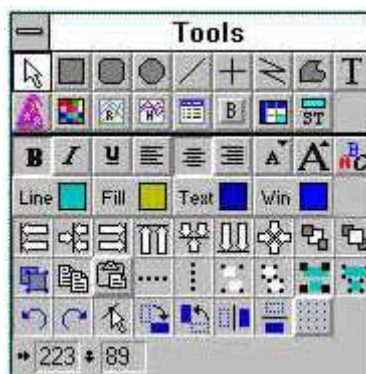


Figura 3.5 Gráficos orientados a objetos

- **Animación de objetos**

Las propiedades de animación de los objetos de **InTouch®** pueden ser combinadas para ofrecer cambios complejos de tamaño, color, movimiento o posición. Permite un número ilimitado de objetos animados en cada pantalla. Incluye barras deslizantes verticales y horizontales; botones discretos o con acciones asociadas; control de color sobre textos, rellenos y líneas según valores discretos, analógicos o de alarmas; control de anchura, altura, posición vertical u horizontal; rellenos de objetos por porcentaje; visibilidad; visualización de datos discretos, analógicos o textos con propiedades especiales; rotación; intermitencia; etc.

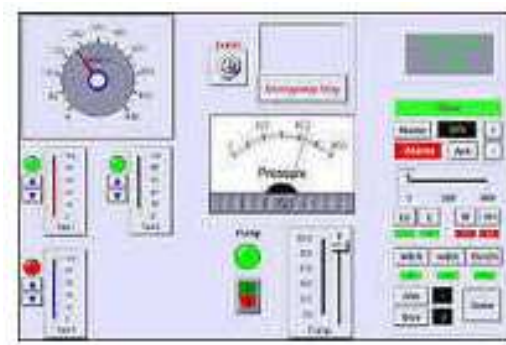


Figura 3.6 Animación de objetos

- **SuiteLink / OPC (Structured Query Language)**

**SuiteLink®** es un protocolo de comunicaciones elaborado por Wonderware de muy altas prestaciones para enlace de aplicaciones FS2000 bajo TCP/IP, (SIGNIFICADO DE TCP / IP ) utilizando las características de seguridad de Windows NT, sin necesidad de configuración y de alto rendimiento, especialmente para grandes volúmenes de datos.

- **Gráfico de Tendencia Histórico y a tiempo real**

La incorporación de gráficos históricos y en tiempo real en las aplicaciones es sencilla a través de los objetos incorporados. Cada gráfico puede presentar hasta 16 plumas con referencias a variables y ficheros históricos independientes. Cada uno de los gráficos dispone, en tiempo de ejecución, de selección de variables, visualización del valor en la posición del cursor, ampliación, desplazamiento o centrado. No existe límite en cuanto al número de gráficos a visualizar por pantalla o en toda la aplicación.

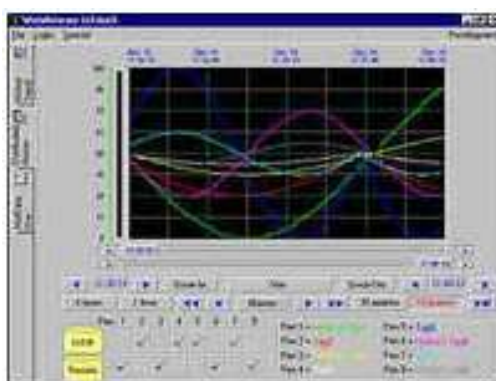


Figura 3.7 Gráfico de Tendencia Histórico y a tiempo real

- **Alarmas**

**InTouch®** permite configurar y establecer prioridades de alarmas rápidamente. Hasta 999 prioridades diferentes, cambios de color de acuerdo con el estado de la alarma y hasta 8 niveles de jerarquía entre grupos de alarma con posibilidad de hasta 16 subgrupos para cada uno de ellos. No hay límite en el número de alarmas. Se pueden visualizar todas o un extracto de ellas de forma histórica o en tiempo real y grabar en disco o imprimir en diferentes formatos personalizables.

Las nuevas funciones de alarmas distribuidas incluyen reconocimiento global o selectivo, desplazamiento por la lista y visualización de alarmas procedentes de diferentes servidores en un único panel.



Figura 3.8 Alarmas

Por supuesto, es también posible la gestión distribuida de alarmas en red, permitiendo la centralización de las mismas y acceso desde cualquier nodo de la red

- **Programación**

InTouch dispone de un lenguaje de programación sencillo y extenso para la realización de cálculos en segundo plano, simulaciones, etc. Su programación está estructurada en grupos y eventos. Los programas condicionales se pueden asociar a resultados (verdadero, falso, mientras sea verdadero o falso) o botones (al pulsar, al mantener o al soltar). Los programas de pantallas se invocan al abrir, cerrar o mientras la pantalla esté visible. Los programas por cambio de valores se activan al cambio de valores de tags, por acciones del operador (como la selección de objetos), o como resultado de eventos o condiciones de alarmas.

El editor de programas muestra todas las funciones disponibles en pulsadores y dispone de utilidades de búsqueda y reemplazo, conversión y hasta 256 caracteres en expresiones para programas condicionales.



Su lenguaje de programación soporta expresiones matemáticas y lógicas. Los usuarios pueden visualizar números decimales de precisión sencilla mientras se calculan con doble precisión. Se han añadido nuevas funciones de manipulación de cadenas de texto, matemáticas, entrada/salida de ficheros, recursos del sistema, representaciones hexadecimales y científicas de valores, etc.

- **Seguridad**

**InTouch®** ofrece hasta 10.000 niveles de acceso a los que puede asignarse un password, asegurando que las entradas a áreas no permitidas y operaciones condicionales de una aplicación se realicen correctamente.



Figura 3.9 Seguridad

- **Aplicaciones en red**

Las Referencias Dinámicas permiten al usuario la modificación de las propiedades de enlace de sus variables en tiempo de ejecución, como direcciones del PLC o celdas de hojas de cálculo. De esta forma se puede visualizar cualquier celda de una hoja de cálculo utilizando un único tag.

Las Alarmas Distribuidas soportan múltiples servidores o proveedores de alarmas simultáneamente, facilitando al operador la posibilidad de monitorizar la información de alarmas de múltiples localizaciones a la vez.

Las nuevas funciones de alarmas distribuidas permiten implementar reconocimiento, barras de desplazamiento y otras operaciones para el uso en una red.

De la misma forma, el nuevo sistema de Gráficos Históricos Distribuidos permite la especificación de diferentes ficheros históricos de datos para cada una de las 8 plumas posibles de un grafico.

#### ▪ **I/O Servers**

**Wonderware** tiene a disposición una amplia gama de Servidores I/O de los dispositivos de control más populares, incluyendo Allen-Bradley, Siemens, Modicon, Omron, Mitsubishi, Hitachi, etc. Todos los servidores de **Wonderware®** disponen de comunicación DDE estándar con cualquier aplicación que soporte este protocolo, así como "*FastDDE*" con productos propios.

El **DDE Server®** Toolkit posibilita el desarrollo de nuevos servidores específicos aprovechando toda la experiencia y potencia del sistema de comunicación "*FastDDE*".

#### **Requerimientos:**

- Hardware: PC con un mínimo de 64 MB de RAM
- Software: Microsoft Windows 95/98/NT/2000
- Redes: Soporte para cualquier red estándar NetBIOS: Ethernet, Novell, Token Ring, Arcnet, etc.  
Soporte para conexión serie, TCP/IP o DecNET.

### **3.4 INTEGRACIÓN DE LOS SISTEMAS**

Para cada uno de los sistemas antes diseñados se especificó un diagrama de integración a la red LAN del edificio de la EMAAP.

#### **3.4.1 SISTEMA AUTOMÁTICO DE LUCES**

Para el sistema automático de luces se maneja una red de PLC's encargados del manejo de cada tablero de control de iluminación.

El controlador tomado como referencia para la implementación de los sistemas de control (TWIDO) cuenta con puerto de comunicación RS-485 y Ethernet, lo cual facilita el acceso de la red de PLC's a la red LAN. El protocolo que emplea el controlador es MODBUS, lo cual implica que INTOUCH debe contar con el driver para dicho protocolo.

#### **3.4.2 SISTEMA DE VENTILACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO**

El PLC que maneja el tablero de control de motores y sensores del sistema cuenta con el puerto de comunicación Ethernet con protocolo MODBUS, con lo cual se puede integrar directamente a la red LAN.

#### **3.4.3 SISTEMA HIDRO-SANITARIO**

Para este sistema en especial se tiene una diversificación especial, ya que se tiene 2 sub-sistemas de control independientes, uno para agua potable y otro para el manejo de agua servidas, lluvia y freática.

Por su parte el sistema de presión constante seleccionado cuenta con un puerto de comunicación RS-485, por lo cual se requiere de un convertidor de RS-485 a Ethernet previo a la integración de la red.

El otro sub-sistema está manejado por un PLC's que posee comunicación Ethernet con protocolo MODBUS y no requiere ninguna etapa previa de conversión en la interfaz de comunicación.

Para este sistema INTOUCH debe:

- Mostrar y registrar alarmas o pre-alarmas del sistema.
- Registrar niveles en las cisternas
- Monitorear y registrar la frecuencia de arranque de bombas
- Mostrar un mímico del sistema con el estatus de todos los elementos

### **3.4.4 SISTEMA DE SEGURIDAD**

#### **I. Control de accesos**

El sistema de control de accesos diseñado cuenta con unidades controladoras que poseen un puerto de comunicación Ethernet /TCP – IP con lo cual pueden acceder directamente a la red del edificio. La integración del sistema de control de accesos con INTOUCH se efectúa a nivel software, es decir, el software a cargo del sistema de control de accesos debe integrarse con INTOUCH a través de las posibilidades que ofrece INTOUCH tales como, DDE, OPC, ActiveX.

Para este sistema INTOUCH debe garantizar:

- Acceso a las bases de datos del software de control de accesos.
- Asociar eventos de acceso con sistema de control de luces
- Asociar eventos de acceso con el sistema de CCTV
- Asociar eventos de acceso con sistema de control de ventilación

## **II. Circuito cerrado de Televisión**

Los multiplexores de video empleados cuentan con puertos de comunicación Ethernet, por lo tanto acceden a la red directamente.

La integración del CCTV con INTOUCH de manera similar al sistema de control de accesos se lo realiza a nivel de software , es decir , el software a cargo del sistema de CCTV debe integrarse con INTOUCH a través de las posibilidades que ofrece INTOUCH tales como, DDE, OPC, ActiveX.

Para este sistema INTOUCH debe:

- Debe poder acceder vía DDE, ACTIVEX, OPC, a la base de datos, a los videos grabados y en línea a los DVR, para en base a esto poder tomar acciones conjuntas con los otros sistemas.
- Registro de situaciones de alarma de cualquier evento con asociación de video de seguridad respectivo
- Detectar apertura de puertas y tener la capacidad de dirigir o seleccionar una cámara asociada al lugar.
- Asociar en un registro de acceso invalido a una puerta, un lapso de video de una cámara que apunte a esa puerta.

## **III. Sistema de alarma y detección de incendios**

Las unidades controladoras de incendios seleccionadas poseen interfaces para comunicación RS-232 Y RS-485 por lo que requieren una etapa de conversión a Ethernet previo a su conexión a la red.

Para este sistema INTOUCH debe:

- Incorporar y mostrar pantallas con los planos del edificio con la ubicación de cada detector
- Recibir la información que entrega la central de incendios y animar los planos mostrando el estatus de cada elemento del sistema.
- Registrar los eventos de alarma
- Permitir el reconocimiento del estado del sistema por parte del operador

### **3.4.5 SISTEMA DE EMERGENCIA**

Tanto la unidad controladora de parámetros del generador como el tablero de transferencia automática, el cual cuenta con un PLC, cuentan con interfaces de comunicación para Ethernet con protocolo Modbus.

Para este sistema INTOUCH debe:

- Permitir la visualización del generador con todos sus parámetros
- Visualizar el Tablero de Transferencia Automática con su respectivo estatus
- Visualizar todos los parámetros eléctricos
- Hacer curvas de tendencia de voltajes, corrientes, potencias, factor de potencia
- Permitir el cambio de los parámetros de operación de la transferencia automática, día y horario de ejercitamiento del generador, manejo de alarmas y pre-alarmas del generador.

El diagrama de niveles del sistema SCADA que se puede implementar basado en esta plataforma es el siguiente:

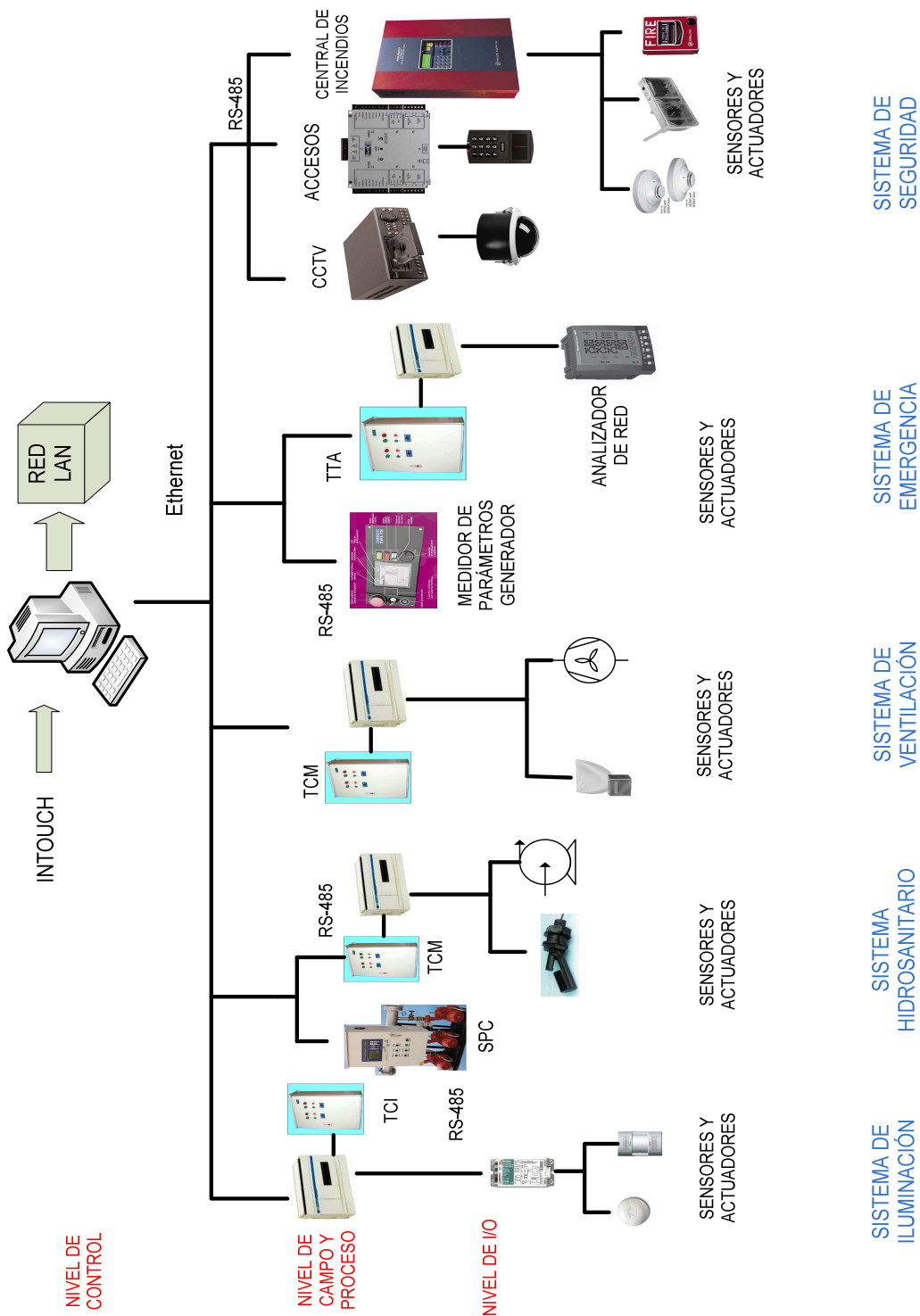


Figura 3.10 Diagrama de niveles del sistema de integración

### 3.5 ELABORACIÓN DEL LISTADO DE MATERIALES Y PRESUPUESTO REFERENCIAL

El presupuesto del proyecto se obtiene a través de la solicitud de proformas a proveedores o representantes locales y para determinados productos mediante consulta de catálogos de proveedores.

El listado de equipos y sus costos respectivos son los que se exponen en la Tabla 3.1:

PRESUPUESTO REFERENCIAL DE EQUIPOS Y DISPOSITIVOS REQUERIDOS PARA LA AUTOMATIZACIÓN DEL EDIFICIO DE LA EMAAP				
EQUIPO / DISPOSITIVO	MARCA	COSTO P.U.(Dólares)	CANTIDAD	COSTO TOTAL
<b>SISTEMA AUTOMÁTICO DE LUCES</b>				
Balasto Eco 10 3x17W	LUTRON		291	
Bus Digital EcoSystem	LUTRON		6	
Sensor de luminosidad EcoSystem	LUTRON		16	
Sensor de techo, 24V, 2000 sq ft,360 grados	LUTRON		36	
Modulo EcoSystem para conectar los balastos	LUTRON		146	
Teclado EcoSystem de 4 botones	LUTRON		12	
Estación de control de pared de 1 botón	LUTRON		16	
IR receiver para control personal	LUTRON		8	
Control remoto con escena favorita	LUTRON		8	
Programador del Sistema EcoSystem	LUTRON		1	
			TOTAL	71968
TABLERO DE CONTROL DE LUCES DE 10 ZONAS CON CONTROLADOR PROGRAMABLE CON RELOJ CALENDARIO EN TIEMPO REAL CON COMUNICACIÓN RS485 Y ETHERNET	Tablero de Fabricación Nacional con PLC TWIDO	1600	13	20800

El presupuesto referido a equipos y dispositivos de Lutron - EcoSystem se lo presupuestó de manera global por el fabricante y no de manera individual para cada dispositivo por dicha razón en el cuadro consta el precio global del sistema automático de luces.



<b>SISTEMA DE VENTILACIÓN</b>				
SENSOR DE FLUJO DE AIRE , SALIDA SPDT, 2A	HONEYWELL S688A	139,35	11	1532,85
TABLERO ARRANCADOR VENTILADORES, CONTENIDO EN GABINETE METÁLICO EQUIPADO CON UN CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE PLC CON RELOJ INTERNO EN TIEMPO REAL , PUERTO RS485 CON PROTOCOLO MODBUS, PUERTO ETHERNET CON PROTOCOLO MODBUS , LOS SIGUIENTES ARRANQUES ELECTRICOS: 2 DIRECTOS DE 1/3 HP, 2 DIRECTOS DE 1/2 HP, 2 DIRECTOS DE 1/4 HP, 1 DIRECTO DE 3/4 HP, 1 DIRECTO DE 5 HP , 1 DIRECTO DE 2 HP, 1 DE 15 HP ESTRELLA TRIANGULO Y 1 DE 25 HP ESTRELLA TRIANGULO. CADA ARRANCADOR DEBE INCLUIR BREAKER, CONTACTORY PROTECCIÓN TÉRMICA, SELECTOR DE 3 POSICIONES AUTO-OFF-MANUAL, LUZ PILOTO DE SENALIZACION DE ESTADO Y FALLA DE TÉRMICO. LOS TÉRMICOS DEBEN TENER UN CONTACTO AUXILIAR PARA MONITOREO VIA PLC.	Tablero de Fabricación Nacional con PLC TWIDO y Arrancadores WEG	4730	1	4730
<b>SISTEMA HIDRO-SANITARIO</b>				
SENSOR DE NIVEL SUMERGIBLE PARA CISTERNA, SALIDA SPDT, 0.5A	TIPO C-7235	75,56	2	151,12
SISTEMA DE PRESION CONSTANTE Triplex; 280 GPM; 105 psi; 30 hp; 3500 rpm	Varibooster IHM	14600	1	14600
SENSOR DE INUNDACION 12V, SALIDA SPDT, 100mA	Waterbug	69,99	4	279,96
TABLERO PARA MONITOREO DE BOMBAS SUMERGIBLES Y BOMBAS DE INCENDIOS AUTO PROTEGIDAS, CONTENIDO EN GABINETE METÁLICO EQUIPADO CON UN CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE PLC CON RELOJ INTERNO EN TIEMPO REAL , PUERTO RS485 CON PROTOCOLO MODBUS, PUERTO ETHERNET CON PROTOCOLO MODBUS	Tablero de Fabricación Nacional con PLC TWIDO	2820	1	2820
<b>SISTEMA DE SEGURIDAD</b>				
<b>CONTROL DE ACCESOS</b>				
LECTOR DE PROXIMIDAD ALCANCE ESTANDAR Y TECLADO: Unidad Stand-alone con comunicación a sistema central, unidad de alarma de 1 zona, con activación y desactivación mediante teclado o tarjeta, salida digital relé para cerradura eléctrica, salida para sirena de alarma, entrada para pulsante de salida, entrada para Formato de salida: Wiegand, compatible con las unidades controladoras de tarjetas, RS-232 Y RS-485 contacto de puerta, entrada para zona de alarma de seguridad. Voltaje de alimentación: 5 a 12 Vdc, compatibles con las unidades controladoras de tarjetas.	HID-ENTRYPROX	178,75	24	4290
PULSANTE DE SALIDA BICOLOR	ALR GRA-8	38	9,44	358,72
CONTROLADOR DE ACCESOS - CONTROLADOR COMUNICACIONES/ ETHERNET /TCP-IP. En base a microprocesador de 16 bits, con memoria de programa y datos con capacidad para controlar mínimo 16 lectores de tarjetas cada controlador. Opción para interfaz ETHERNET para comunicación en red, con protocolo TCP-IP. Dos puertos de comunicación RS-485 y 1 RS-232. Capacidad para manejar mínimo 5000 tarjeta-habientes.	VERTX (CS) V2000	984	12	11808
SOFTWARE Y CONFIGURACION SISTEMA DE ACCESOS	HID	1200	1	1200
TARJETAS DE PROXIMIDAD HID PROX	HID 1326	3,98	400	1592

CCTV				
<b>CAMARA CCTV MOVIL PTZ TIPO CYBER-DOME A COLOR ALTA RESOLUCION, VISION NOCTURNA:</b> Cámara 1/4" color de tipo CCD (Digital) .Alta Resolución 480 TVL. Movimiento horizontal 360o, alta velocidad. Interfaz RS-422 /RS-485 para comando remoto. Alimentación con voltaje regulado de 12 Vdc, 150 mA.	PELCO Spectra III	299,2	17	5086,4
<b>CAMARA CCTV FIJA A COLOR, AUTO IRIS, LENTE VARI FOCAL, CON ENCAPSULADO PARA EXTERIOR, COMPLETA. VISION NOCTURNA:</b> Cámara 1/3" color de tipo CCD (Digital) .Alta Resolución 480 TVL. Salida de 1 Vp-p, 75 ohm con conector BNC. Encapsulado metálico grado IP65 con brazo para montaje en pared, y ajuste manual de posición horizontal y vertical. Alimentación con voltaje regulado de 12 Vdc, 150 mA.	PELCO Spectra IV	405,8	16	6492,8
<b>CAMARA CCTV FIJA A COLOR DE ALTA RESOLUCION, AUTO IRIS, LENTE VARI FOCAL, EN MINIDOMO DECORATIVO DE 5", COMPLETA, VISION NOCTURNA, ILUMINADOR INFRARROJO INCLUIDO:</b> Cámara 1/4" color de tipo CCD (Digital) .Alta Resolución 470 TVL. Salida de 1 Vp-p, 75 ohms con conector BNC. Alimentación con voltaje regulado de 12 Vdc, 150 mA. Lente autoiris con ajuste varifocal de 3.5 a 8 mm.	PELCO Duty Spectra	1250	2	2500
<b>DVR-MULTIPLEX O TRIPLEX DE 16 CANALES A COLOR CON VIDEOGRABADOR DIGITAL Y DISCO DE 300 GB, CONEXION A RED ETHERNET PROTOCOLO IP, SALIDA VGA Y BNC.</b> Grabación tiempo real 480 IPS. Grabación continua o por eventos CON DETECCIÓN DE MOVIMIENTO - VIDEO. Puerto de comunicación de red LAN/WAN, con protocolo TCP-IP. Capacidad para revisar, cargar y almacenar imágenes a través de la red mientras esta grabando el sistema. Puertos de comunicación RS232 y RS485 para mando desde PC.	PELCO DVMRE-PRO16	3675,92	2	7351,84
MONITOR 19" TIPO LCD	SAMSUNG	319	1	319
SOFTWARE Y PROGRAMACION SISTEMA DE CCTV	PELCO	1270	1	1270
CONTROLADOR PARA CAMARA MOVIL CON TECLADO Y JOYSTICK	PELCO KBD400	809,63	1	809,63
SISTEMA DE ALARMA Y DETECCION DE INCENDIOS				
<b>ESTACION MANUAL DE INCENDIOS, DOBLE EFECTO</b>	FIRE LITE BG-12	32,34	26	840,84
<b>SENSOR FOTOELECTRONICO, 15-30VDC, DIRECCIONABLE, SENSIBILIDAD PROGRAMABLE DESDE EL CENTRO DE CONTROL</b>	FIRE LITE-SD355	96	108	10368
<b>DETECTOR DE MONOXIDO DE CARBONO 24V, SALIDA SPDT, RESETABLE MEDIANTE CORTE DE ALIMENTACION</b>	EE81 Series	27	11	297
<b>LUZ ESTROBOSCOPICA DE ALTA INTENSIDAD</b>	SYSTEM SENSOR SSP2RSP	66	45	2970
<b>CENTRAL DE INCENDIOS DIRECCIONABLE:</b> Panel de alarma de incendio DIRECCIONABLE, Programación desde el teclado, capacidad de direccionar mínimo 2X99 dispositivos inteligentes, Y 2X99 módulos, con tecnología de barrido de alta velocidad. Disponer de un puerto RS/232 para impresora y un puerto RS/485 o RS/232 para interfaz con un PC para la programación y monitoreo de la central de incendios. Compatibilidad con detectores: Iónicos, foto eléctricos y térmicos. La central debe venir con su propio gabinete, el mismo que incluye todos los accesorios para el montaje total de sus componentes internos: tarjetas de CPU, fuente de poder, baterías, interfaces de comunicación, display, teclado, así como tapas para espacios no usados en caso de existir.	FIRE LITE 9600	2658	1	2658

<b>SISTEMA DE EMERGENCIA</b>				
ANALIZADOR DE RED	PM500 MERLIN GERIN	795	1	795
TABLERO DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA 600 AMP CON PLC	Tablero de Fabricación Nacional con PLC TWIDO	4800	1	4800
MEDIDOR DE PARÁMETROS PARA EL GENERADOR	MICS TELYS		1	0
SOFTWARE Edificio EMAAP Tags HMI Windows viewer de 3000 tags Wonderware	ELSYSTEC	3500	1	3500
			<b>COSTO</b>	
			<b>TOTAL:</b>	163856,31

Tabla 3.1 Presupuesto Global del Proyecto

## **CAPITULO 4.**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 2.6 CONCLUSIONES

- Los objetivos planteados al inicio de este proyecto se han cumplido en su totalidad , manteniendo el equilibrio ofrecido entre calidad y costos del sistema a diseñarse.
- La calidad de vida, el confort, la seguridad y la tecnología representan campos que avanzan de manera conjunta en busca del bienestar personal y material dentro de una infraestructura inteligente.
- Los requerimientos de automatización en edificios dependen del grado de inteligencia que se busque otorgar al inmueble, así, en el presente proyecto se estableció un grado de automatización básico que podría ser elevado mediante el empleo de equipos y dispositivos adicionales que el mercado de la automatización ofrece para dicho propósito.
- El dimensionamiento de equipos y sistemas empleados para el desarrollo de todo proyecto requiere del conocimiento de las funcionalidades del edificio ya que dicha información constituye la base para poder ejecutar una selección adecuada de los mismos.
- Los sistemas de alarma y detección de incendios para edificios deben ajustarse a una gran cantidad de normas tanto de selección como de ubicación de dispositivos que permitan garantizar la integridad de sus ocupantes y proteger la infraestructura.
- Los sistemas comerciales de automatización para edificios representan una alternativa poco viable cuando se requiere de un sistema económico , sin embargo resulta conveniente su uso cuando se desea tener un sistema unificado en cuanto a marcas de equipos se refiere.

- Se puede concluir que la base teórica generada en el presente proyecto sirve como guía para el desarrollo de proyectos similares en diferentes infraestructuras.
  
- Pese a necesitarse de una inversión económica representativa para la implementación de un sistema de este tipo, se puede concluir que el ahorro provisto por el mismo, logrará que la inversión inicial se recupere a mediano plazo.

## 4.2 RECOMENDACIONES

La experiencia adquirida durante la ejecución de este trabajo ha permitido identificar las recomendaciones que se listan a continuación:

- La selección de equipos en sistemas que posteriormente serán integrados para brindar un servicio unificado debe realizarse considerando los parámetros referentes a comunicaciones tales como disponibilidad de puertos y protocolos.
  
- Al no seleccionarse un sistema comercial dedicado a la automatización de edificios se debe analizar todas las características de los equipos que ofrece el mercado en cuanto a sensores, PLC's, unidades de control, y demás equipos empleados, para poder así sacar ventaja en cuanto al costo beneficio.
  
- En lo posible se recomienda emplear todas los dispositivos y protecciones adicionales para el sistema de seguridad del edificio, ya que el presente diseño constituye tan solo una de las tantas posibilidades y considera lo estrictamente necesario.
  
- Adicionalmente al sistema propuesto en el presente proyecto se recomienda la instalación de equipos que permitan mejorar la calidad de energía disponible en el edificio, ya que esto permitirá garantizar el buen funcionamiento de los equipos a instalarse.

## BIBLIOGRAFÍA

- **LUTRON ELECTRONICS**, <http://www.lutron.com/cms400/page.aspx?id=5481>
- **LLUMIQUINGA**, Jaime; **UBIDIA**, Mónica, Construcción de un sistema de monitoreo y control de calidad de aire en un ambiente cerrado. Tesis. EPN. 2007
- **CHINCHERO**, Héctor; CINTELAM, Seminario Domótica, EPN.2008
- **HONEYWELL** ,S688 Data sheet,2008
- **TELEMECANIQUE**, *Telemecanique Twido™* Catálogo,2008
- **FRANKLIN ELECTRIC**,  
<http://www.franklinelectric.com/business/WaterSystems/default.aspx>
- **CATERPILLAR**, Generación de Energía.  
<http://latinamerica.cat.com/cda/layout?m=9779&x=12>
- **PELCO PRODUCTS** ,  
<http://www.pelco.com/>
- **HID PRODUCTS** ,  
<http://www.hidglobal.com/iam/physicalAccess.php>
- **SAMSUNG PRODUCTS**,  
<http://www.samsung.com/cl/business/cctv/>
- **OBRALUX**,  
<http://www.obralux.com/producto.asp-categoria=LF&ID=LF-33.htm#>
- **ILUTEC** ,  
<http://www.ilutec-ecuador.com/Contactos.htm>
- **NFPA** , Ubicación y selección de detectores de humo NFPA 72
- **FIRE LITE** , Manual de la central de incendios MS-9600
- **ELSYSTEC** , Catálogo de productos 2009



## **ANEXOS**

