

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**

**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**

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

**PROYECTO DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO EN INGENIERÍA**

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA  
AUTOMÁTICO DE DETECCIÓN Y ALARMA DE  
INCENDIOS UTILIZANDO DISPOSITIVOS  
DIRECCIONABLES Y SISTEMA AUTOMÁTICO DE  
ALARMA DE CÓDIGO AZUL Y ALERTA MEDIANTE  
MENSAJES SMS PARA EL ÁREA DE EMERGENCIA DEL  
HOSPITAL CARLOS ANDRADE MARÍN”**

**MAURICIO DAVID SUÁREZ TAPIA**

**SANGOLQUÍ – ECUADOR**

**2012**

## **CERTIFICADO**

Sr. Ing. Paúl Ayala T.  
Sr. Ing. Rodolfo Gordillo

### **CERTIFICAN**

Que el trabajo titulado “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO DE DETECCIÓN Y ALARMA DE INCENDIOS UTILIZANDO DISPOSITIVOS DIRECCIONABLES Y SISTEMA AUTOMÁTICO DE ALARMA DE CÓDIGO AZUL Y ALERTA MEDIANTE MENSAJES SMS PARA EL ÁREA DE EMERGENCIA DEL HOSPITAL CARLOS ANDRADE MARÍN”, realizado por el Sr. Mauricio David Suárez Tapia, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la ESPE, en el Reglamento de Estudiantes de la Escuela Politécnica del Ejército.

Debido a que se trata de un trabajo de investigación recomiendan su publicación.

El mencionado trabajo consta de un documento empastado y un disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil de Acrobat (pdf). Autorizan al Sr. Mauricio David Suárez Tapia que lo entregue al Ingeniero Víctor Proaño, en su calidad de Director de la Carrera.

Sangolquí, Enero 2012

---

Sr. Ing. Paúl Ayala

---

Sr. Ing. Rodolfo Gordillo

DIRECTOR

CODIRECTOR

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar quiero agradecer a mis padres por haberme brindado su amor incondicional y su apoyo constante que a lo largo de toda mi vida me han sabido guiar para conseguir todos los objetivos que me he planteado, en segundo lugar agradezco a mi hermano y hermana por ser siempre los amigos infalibles que a pesar de muchos momentos difíciles me han sabido aconsejar y tender una mano para librar cualquier inconveniente que se ha puesto en mi camino. Agradezco además a todas las personas que hicieron posible que esta tesis se lleve a cabo, al Ing. Pablo Sevilla y al Ing. José Rueda por haberme brindado la oportunidad de desempeñarme como profesional y haberme otorgado la responsabilidad de implementar este proyecto. Por otra parte quiero agradecer a los profesores que durante toda mi carrera me han enseñado que el conocimiento no se encuentra solo en los libros sino que también se lo puede adquirir con la experiencia de cada día tanto en lo profesional y lo que es más importante en lo personal. Por último agradezco a mis amigos de toda la vida por ser como son y no darme nunca la espalda cuando he necesitado de su ayuda.

## **DEDICATORIA**

Dedico todo el esfuerzo realizado para conseguir la culminación de esta tesis a mi pequeña sobrina Emilia Fernanda por ser la luz y alegría de mi familia, a mis padres por haber estado en los buenos y más aun en los malos momentos que se me han presentado durante toda mi vida, a mi hermano Diego por ser siempre el amigo que con su buen ejemplo me ha enseñado que lo más importante en la vida es la familia y por último dedico este proyecto a mi hermana Karina por el cariño y apoyo que me ha brindado en todo momento.

## PROLOGO

El Hospital Carlos Andrade Marín es uno de los centros de salud más concurridos por pacientes de todas las especialidades en el país, de ahí la necesidad de que esté en constante renovación de sus instalaciones y equipos para brindar la mejor atención a sus usuarios.

En el presente proyecto se solucionó dos de las necesidades más importantes en cuanto a recintos hospitalarios se refiere, la primera es la de proteger principalmente la vida de los ocupantes del hospital y en complemento los equipos e instalaciones ante un eventual incendio, la segunda es la de anunciar una alarma de Código Azul utilizando tecnología innovadora que le permita responder al equipo pertinente de una manera rápida y efectiva.

Para solucionar la primera necesidad se diseñó e implementó un Sistema Automático de Detección de Incendios basándose en la normativa NFPA 72 (Código Nacional de Alarma de Incendios), se diseñó un sistema que responde básicamente ante la activación de estaciones manuales y de detectores de humo y calor, que gracias a su tecnología Analógica Direccional permite identificar la ubicación exacta del sitio donde se produjo la alarma, la implementación e instalación se la realizó en la Sala de Urgencias del H.C.A.M.

Para solucionar la segunda necesidad se diseñó e implementó un Sistema de Alarma de Código Azul y Alerta mediante Mensajes SMS, utilizando un Panel de Alarmas y un Comunicador GSM se logró diseñar un sistema que envía un mensaje de texto a los teléfonos celulares de cada uno de los integrantes del Equipo de Código Azul presionando previamente cualquier pulsador que se

encuentre destinado para activar una alarma, el sistema es capaz de identificar el sitio exacto de activación por medio de un teclado anunciador en el cuál se reconoce el estado de cada zona de detección y alerta a la enfermera que se encuentra de turno en la Estación de Enfermería de la Sala De Urgencias.

## ÍNDICE

CERTIFICACIÓN .....	II
AGRADECIMIENTO.....	III
DEDICATORIA.....	IV
PRÓLOGO .....	V
ÍNDICE .....	VII

### CAPÍTULO 1

<b>DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO</b> .....	1
1.1 ANTECEDENTES .....	1
1.2 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA .....	2
1.3 ALCANCE DEL PROYECTO .....	3
1.4 OBJETIVOS .....	5
1.4.1 General .....	5
1.4.2 Específicos.....	5

### CAPÍTULO 2

<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	6
2.1 INTRODUCCIÓN .....	6
2.2 SISTEMA DE DETECCIÓN Y ALARMA DE INCENDIOS.....	7
2.2.1 Fundamentos y conceptos básicos de incendios en instalaciones hospitalarias .....	7

2.2.1.1 Definición de incendio.....	8
2.2.1.2 El fuego y su química.....	8
2.2.1.3 Tipos de Fuego.....	10
2.2.2 Componentes de un Sistema de Alarma y Detección de Incendios.....	11
2.2.2.1 Detección Humana.....	12
2.2.2.2 Detección Automática de Incendios.....	12
2.2.2.3 Detectores de Incendios.....	14
2.2.2.3.1 Detectores de Humo.....	15
2.2.2.3.2 Detectores de Calor.....	16
2.2.2.3.3 Detectores de Llama.....	17
2.2.2.4 Estaciones Manuales.....	17
2.2.2.5 Dispositivos de Notificación de Incendio.....	18
2.2.2.6 Panel de Detección y Alarma de Incendios.....	19
2.2.2.6.1 Sistemas Convencionales.....	20
2.2.2.6.2 Sistemas Direccionables.....	21
2.2.2.6.2.1 Sistema Convencional Direccionable.....	21
2.2.2.6.2.2 Sistema Analógico Direccionable.....	21
2.2.2.6.2.3 Signaling Line Circuits (SLC).....	22
2.2.2.6.2.4 Punto.....	22
2.2.2.6.2.5 Protocolo de Comunicación.....	22
2.2.3 Norma NFPA 72.....	23
2.3 SISTEMA DE ALARMA DE CÓDIGO AZUL.....	24
2.3.1 Fundamentos de Código Azul.....	24
2.3.1.1 Definición de Código Azul en Urgencias Médicas.....	24
2.3.1.2 Integrantes del Equipo de Código Azul.....	24
2.3.1.3 Activación de Código Azul.....	25
2.3.2 Sistemas de Alarma.....	26



2.3.3 Componentes de un Sistema de Alarma.....	27
2.3.3.1 Panel Central .....	27
2.3.3.2 Teclado .....	27
2.3.3.3 Sirena y Luces de Monitoreo .....	27
2.3.3.4 Sensores y Detectores.....	27
2.3.3.5 Batería de Respaldo .....	28
2.3.3.6 Equipo de Comunicación y Reporte.....	28

### **CAPÍTULO 3**

<b>DISEÑO DE SISTEMAS AUTOMÁTICOS.....</b>	<b>29</b>
<b>3.1 DISEÑO DEL SISTEMA DE DETECCIÓN Y ALARMA DE INCENDIOS .....</b>	<b>29</b>
3.1.1 Criterios de diseño .....	29
3.1.1.1 Desarrollo de sitios específicos de incendio .....	29
3.1.1.1.1 Clasificación de subáreas del hospital.....	29
3.1.1.1.2 Descripción, selección y diseño de ubicación y espaciamiento de detectores de las subáreas.....	33
3.1.1.1.3 Diseño de ubicación y espaciamiento de dispositivos de accionamiento manual en las subáreas.....	34
3.1.1.1.4 Diseño de ubicación y espaciamiento de aparatos de notificación en las subáreas.....	34
3.1.2 Selección de equipos y materiales.....	36
3.1.2.1 Selección de panel de control de incendio.....	37
3.1.2.2 Selección de detectores de humo, detectores de calor y estaciones manuales.....	38
3.1.2.3 Selección de aparatos de notificación NAC .....	44
3.1.2.4 Selección del Cableado .....	46
3.1.2.5 Selección de la batería de respaldo.....	59
3.1.3 Planos de diseño.....	60
3.1.3.1 Plano de Disposición de Subáreas .....	61

3.1.3.2 Planos de diseño .....	62
3.1.3.3 Diagrama unifilar del sistema.....	63
3.2 DISEÑO DEL SISTEMA DE ALARMA DE CÓDIGO AZUL Y ALERTA MEDIANTE SMS.....	65
3.2.1 Criterios de diseño .....	65
3.2.1.1 Procedimiento para la atención de Código Azul .....	65
3.2.1.2 Integrantes del equipo de Código Azul .....	66
3.2.1.3 Arquitectura del Sistema de Alarma de Código Azul y Alerta SMS...	67
3.2.1.4 Requerimientos específicos del Sistema de Alarma de Código Azul y Alerta SMS .....	68
3.2.2 Diseño.....	69
3.2.2.1 Arquitectura del Sistema de Alarma de Código Azul y Alerta SMS para la sala de Urgencias del HCAM .....	70
3.2.2.2 Descripción y selección de equipos y materiales.....	71
3.2.2.2.1 Selección de Panel de Alarma, Comunicador GSM y Teclado ..	71
3.2.2.2.2 Selección de Pulsadores y Luz Estroboscópica .....	76
3.2.2.2.3 Selección del Cableado .....	79
3.2.2.2.4 Selección de batería de respaldo .....	83
3.2.3 Planos de diseño.....	86
 <b>CAPÍTULO 4</b>	
<b>IMPLEMENTACIÓN DE LOS SISTEMAS AUTOMÁTICOS.....</b>	<b>88</b>
4.1 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA AUTOMÁTICO DE DETECCIÓN Y ALARMA DE INCENDIOS .....	88
4.1.1 Programación del Sistema .....	88
4.1.1.1 Descripción General de la Programación Del Panel.....	88
4.1.1.2 Solución de Programación del Sistema en Particular .....	95
4.1.1.3 Programación Manual.....	98
4.1.1.3.1 Descripción de la Interfaz .....	98

4.1.1.3.2 Descripción del Menú Principal .....	100
4.1.1.3.3 Configuración y Programación del Sistema .....	101
4.1.1.4 Programación por Software del IntelliKnight 5700 .....	103
4.1.1.4.1 Instalación de la Plataforma.....	103
4.1.1.4.2 Descripción de la Plataforma.....	103
4.1.1.4.3 Programación del IntelliKnight 5700 .....	105
4.1.1.4.4 Enlace del IntelliKnight 5700 con el Ordenador.....	106
4.1.2 Instalación de Equipos .....	109
4.2 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA AUTOMÁTICO DE ALARMA DE CÓDIGO AZUL Y ALERTA MEDIANTE SMS.....	113
4.2.1 Programación del Sistema .....	113
4.2.1.1 Descripción General de la Programación del Sistema.....	113
4.2.1.1.1 Panel de Alarma PC1864 .....	113
4.2.1.1.2 Comunicador GSM GS3055-I.....	115
4.2.1.2 Solución de Programación del Sistema en Particular .....	116
4.2.1.3 Programación Manual del PC1864 .....	123
4.2.1.3.1 Descripción de la Interfaz .....	123
4.2.1.3.2 Configuración y Programación del Sistema .....	125
4.2.1.4 Programación por Software del PC1864.....	126
4.2.1.4.1 Instalación de la Plataforma.....	126
4.2.1.4.2 Descripción de la Plataforma.....	128
4.2.1.4.3 Programación del PC1864.....	130
4.2.1.4.4 Enlace del PC1864 con el Ordenador .....	131
4.2.1.5 Programación del GS3055-I.....	133
4.2.1.5.1 Instalación de la Plataforma.....	134
4.2.1.5.2 Descripción de la Plataforma.....	135
4.2.1.5.3 Programación del GS3055-I .....	135
4.2.1.5.4 Enlace del GS3055-I con el Ordenador .....	137

4.2.2 Instalación de Equipos .....	138
------------------------------------	-----

## **CAPÍTULO 5**

PRESUPUESTO .....	143
5.1 CONCEPTOS ECONÓMICOS PARA REALIZAR UN PRESUPUESTO.....	143
5.1.1 Costos Directos.....	143
5.1.2 Costos Indirectos .....	144
5.1.3 Costos Imprevistos.....	144
5.2 PRESUPUESTO DE SISTEMAS AUTOMÁTICOS .....	144
5.2.1 Presupuesto del Sistema de Detección de Incendios .....	147
5.2.2 Presupuesto del Sistema de Alarma Código Azul.....	148

## **CAPÍTULO 6**

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	151
6.1 CONCLUSIONES.....	151
6.2 RECOMENDACIONES .....	153

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

### **ANEXOS**

ANEXO 1: TABLAS INDICATIVAS Y DESCRIPCIONES GENERALES

ANEXO 2: PLANTILLAS DE DISEÑO

ANEXO 3: PROGRAMACIÓN MANUAL IntelliKnight 5700

ANEXO 4: PROGRAMACIÓN POR SOFTWARE IntelliKnight 5700

ANEXO 5: PROGRAMACIÓN MANUAL PC1864

ANEXO 6: PROGRAMACIÓN POR SOFTWARE PC1864

ANEXO 7: RESUMEN NFPA 72

ANEXO 8: PLANOS DE DISEÑO DE SISTEMA AUTOMÁTICO DE  
DETECCIÓN DE INCENDIOS

ANEXO 9: PLANOS DE DISEÑO DE SISTEMA AUTOMÁTICO DE  
ALARMA DE CÓDIGO AZUL Y ALERTA SMS

ANEXO 10: DIAGRAMAS DE CONEXIÓN

ANEXO 11: MANUALES DE USUARIO

**ÍNDICE DE FIGURAS**

**ÍNDICE DE TABLAS**

**GLOSARIO**

**HOJA DE ENTREGA**

## **CAPITULO 1**

### **DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO**

#### **1.1 ANTECEDENTES**

El Hospital Carlos Andrade Marín (H.C.A.M.) es uno de los más importantes centros de salud del Ecuador, con más de treinta y cinco años de servicio. Su autonomía económica y administrativa permite que esta institución brinde el mejor servicio a los afiliados del IESS (Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social), satisfaciendo y llenando las necesidades y expectativas de los mismos. Es por esta razón que el HCAM se ve en la necesidad de adquirir los mejores equipos y la mejor tecnología para tratar a sus pacientes. Uno de las más importantes áreas de tratamiento en cuanto a la urgencia médica dentro del HCAM es el área de emergencias debido a todo el recurso humano y tecnológico que se encuentra inmiscuido dentro de los procedimientos para la atención de un caso considerado como emergente.

Por otro lado, al hablar de los aspectos de seguridad de las personas, equipos e instalaciones que forman parte de un predio, es de primordial importancia nombrar la seguridad respecto a la detección y alarma de incendios. Los sistemas de detección y control de incendio han ayudado durante muchos años a brindar soluciones a este problema, de tal forma que con el avance de la tecnología a través del tiempo se han desarrollado sistemas mucho más avanzados y complejos, este es el caso de los sistemas automáticos de detección y control de incendios. Estos sistemas tienen una importancia fundamental en la

detección temprana de un incendio mediante una serie de anunciadores (sensores) y estaciones manuales, para poder extinguirlo al inicio con medios manuales o controlados como por ejemplo extintores portátiles y rociadores respectivamente, salvaguardando de ésta manera a los pacientes y personal del hospital.

Al mencionar el área de emergencias en un hospital es importante referirse a la existencia de varias condiciones en las que se desenvuelve el personal calificado para la atención de dichas emergencias, una de las condiciones más críticas es la de Código Azul, la misma que se da en caso de que el paciente entre en un Paro Cardio-Respiratorio. El procedimiento para el tratamiento de este estado de emergencia requiere de un equipo especializado en Reanimación Cardio-Pulmonar (RCP), el cuál debe asistir de una manera inmediata al lugar donde se origina la señal de alarma. Es por eso que en muchos hospitales se han visto en la necesidad de optar por tecnología que permita el pronto anuncio de la condición de código azul al personal destinado a la atención del mismo, una opción que se ha implementado últimamente es la utilización de tarjetas electrónicas debido a su respuesta instantánea.

## **1.2 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA**

El H.C.A.M. es un hospital que tiene muchos años de funcionamiento por lo que es de conocimiento general la cantidad de gente que circula diariamente en sus instalaciones, la cantidad de equipos que se encuentran a la disposición de los pacientes; equipos que por sus características su valor económico es muy cuantioso.

A pesar de todo, el hospital no se ha caracterizado por tener una seguridad óptima al hablar de riesgos incendiarios al menos en lo que el Área de Emergencias se refiere, ya que el sistema de incendios que se encuentra vigente en estas instalaciones es en su mayor parte manual, por lo que el factor humano y económico no se encuentran en su totalidad protegidos debido a que los sistemas manuales de detección de incendio son muy lentos en su accionar, es por eso

que en el área de emergencias se ha decidido diseñar e implementar un Sistema Automático de Detección y Alarma de Incendios el mismo que permitirá monitorear las zonas protegidas, estratificadas por su nivel de peligrosidad, durante todo el tiempo de una manera ininterrumpida conforme a las normativas establecidas por las autoridades locales y las normas internacionales.

Los sistemas de anunciación de código azul alrededor de toda la sala de emergencia es de vital importancia para la vida del paciente que se encuentra en una condición de Paro Cardio-Respiratorio de tal manera que el sistema que se encuentre a cargo de anunciar dicha condición de alarma sea capaz de responder de una forma instantánea e ininterrumpida. Gracias a la nueva tecnología se puede diseñar e implementar un sistema anunciador para la condición de Emergencia de Código Azul que cumple con los requerimientos antes mencionados y así brindar un mejor y más óptimo tratamiento a los pacientes que necesitan un RCP en el Área de Emergencias del H.C.A.M.

### **1.3 ALCANCE DEL PROYECTO**

Este proyecto consta de dos etapas que son diseño e implementación, las mismas que se subdividen en dos cada una, todas estas etapas se las llevará a cabo para el Área de Emergencias Hospital Carlos Andrade Marín.

La primera parte es diseñar el Sistema de Detección y Alarma de Incendio mediante un sistema direccionable de dispositivos cumpliendo con la normativa internacional de la NFPA (National Fire Protection Association). Se pretende emplear sensores de detección de humo y de temperatura; así como botones de pánico que enviarán señales a una central de incendios localizada en la estación de enfermería para su adecuado monitoreo. Además se enviará una señal de alarma a la estación de bomberos más cercana bajo el criterio de peligrosidad a ser programado en la central.

La segunda parte del diseño concierne al Sistema de Anunciación de Alarma de Código Azul alrededor de toda la sala de emergencias, agrupando y



distinguiendo las zonas en las que se producen las alarmas mediante el empleo de una tarjeta panel de control de alarmas médicas por cada 4 zonas; es decir dos tarjetas que estarán en comunicación constante y las mismas que serán programadas por cada área a ser monitoreada. De producirse una alarma, según el procedimiento de código azul, será anunciado el estado de la alarma a la enfermera de turno en la Estación de Enfermería, quien en función de los procedimientos médicos pulsará el respectivo botón para enviar un SMS al médico responsable del paciente, para lo cual se enlazarán las tarjetas de alarma médica con un módem GSM.

Para la primera parte de la implementación se utilizarán equipos de la empresa Honeywell exclusivamente de la línea Silent Knight que se especializa en paneles de control y dispositivos de detección y anunciación de incendios.

Por último la segunda parte de la implementación que se la realizará con los equipos de la empresa DSC la misma que tiene una amplia gama de tarjetas electrónicas dedicadas al tratamiento de alarmas y a la comunicación remota.

Una vez cumplidas las etapas de diseño e implementación se procederá a realizar las pruebas necesarias que permitan verificar el correcto funcionamiento de cada uno de los sistemas para posteriormente hacer el análisis respectivo de resultados.

El diseño e instalación de los equipos observarán normas y protocolos clínicos empleados en Hospitales.

Por último se pretende documentar todo lo investigado y desarrollado a lo largo del proyecto, con el fin de redactar una memoria técnica, un manual de usuario y un manual de instalación que proporcionen el respaldo necesario al usuario del sistema en el momento de la implementación, instalación y mantenimiento.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 General**

Diseñar e implementar en el Hospital Carlos Andrade Marín, un sistema automático de Detección y Alarma de Incendios utilizando tecnología direccionable, y un sistema automático de Alarma de Código Azul y alerta remota para el personal pertinente mediante mensajes SMS.

### **1.4.2 Específicos**

- a. Realizar el estudio preliminar de los Sistemas de Detección de Incendios y Alarma de Código Azul.
- b. Diseñar un sistema de detección y alarma de incendio basado en la normativa NFPA.
- c. Diseñar el sistema de alarma de Código Azul identificando las zonas potenciales de alarma, de tal manera que se pueda anunciar mediante un mensaje SMS a los doctores que estén a cargo del caso en emergencia.
- d. Configurar el panel de control direccionable de incendios y así adquirir un conocimiento total de las funciones del mismo.
- e. Configurar el panel de alarma del Sistema de Alarma de Código Azul para familiarizarse con los comandos que dispone este dispositivo.
- f. Realizar las pruebas de los sistemas implementados, analizar resultados y efectuar el análisis pertinente.

## **CAPÍTULO 2**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 INTRODUCCIÓN**

Al hablar de instalaciones hospitalarias es muy importante mencionar todo el valor tanto económico con humano que se encuentra inmerso dentro de las actividades diarias de los hospitales.

Una de las principales preocupaciones de las autoridades responsables de regular todos los predios en donde existe gran afluencia de personas es el correcto manejo de un eventual incendio dentro de dicha localidad. Es por eso que hace algunos años se han venido desarrollando técnicas para la detección, alarma y control de incendios, una de las más empleadas en la actualidad debido a su confiabilidad es la de alarma y detección automática de incendio, la misma que se ocupa en la mayoría de establecimientos siendo un requisito primordial en el momento de evaluar los riesgos de una posible catástrofe. En este capítulo se mencionará conceptos básicos acerca de lo que se refiere a incendios, se describirán los métodos de detección así como los dispositivos más utilizados en un sistema automático de alarma y detección de incendios.

Por otro lado el siguiente tema a tratarse en este documento es el de Alarma de Código Azul, este código se refiere a un estado de emergencia hospitalario, por lo que es indispensable dentro de un hospital tener un sistema de alarma para que este propósito cumpla con ciertos requisitos que principalmente tiene que ver

con velocidad de respuesta ante la activación de una alarma y con requisitos propios generales del sistema impuestos por el personal que va a disponer de este servicio. Gracias a la tecnología se pueden desarrollar sistemas cada vez más sofisticados para la anunciación de alarmas de tal forma que en este capítulo se explicará lo que es un estado de Código Azul en una sala de emergencias así como los componentes básicos de un sistema de anunciación y por último se tratará el tema de paneles de alarmas que es una herramienta muy importante para el desarrollo de este proyecto.

## **2.2 SISTEMA DE DETECCIÓN Y ALARMA DE INCENDIOS**

### **2.2.1 Fundamentos y conceptos básicos de incendio en instalaciones hospitalarias**

Los ocupantes de instituciones hospitalarias se los considera parcialmente incapaces de auto protegerse en caso de un incendio. Un alto porcentaje de los ocupantes de los hospitales no son capaces de responder ante una situación de evacuación, o muchos otros son de carácter ambulatorio. El alto costo de equipamiento médico y de las instalaciones obliga a que el diseño de sistema de detección, alarma, detenido y atacado del incendio sea de lo más eficiente y rápido posible de tal manera que se precautele en primer lugar la vida y seguridad de los ocupantes y en segundo lugar las inmuebles del hospital.

Los hospitales y centros de salud debido la actividad que realizan están de muchas formas limitados en procedimientos en un eventual riesgo de incendio, debido a que en su mayoría el principal recurso que existe en este tipo de instalaciones es el humano, que en muchos casos por las condiciones médicas en las que se encuentran no se los puede resguardar de un peligro con la suma rapidez que se debe hacerlo en casos de incendio.

El criterio de dividir al hospital en zonas más sensibles se debe a lo anteriormente expuesto (condición médica del paciente), procurando que las habitaciones sean delimitadas por paredes, pisos y techos con materiales incombustibles principalmente en las zonas con más riesgo como son cuidados

intensivos, quirófanos, urgencias, vías de evacuación, ductos de escaleras, corredores, laboratorios, sectores de apoyo y depósitos de material combustible.

Es por todo lo anteriormente mencionado que para poder realizar un buen diseño es de vital importancia conocer todos los aspectos que están relacionados antes, durante y después de un incendio, así como la mejor manera de prevenirlos, dicho esto se continuará definiendo conceptos y posteriormente describiendo los dispositivos que conforman un sistema de incendio.

### 2.2.1.1 Definición de incendio

Es una instancia de fuego descontrolada que abraza y destruye cualquier cosa así no haya estado predestinado a quemarse. Afecta directamente a estructuras y a seres vivientes que son a los que más daño causa. La peor de las circunstancias es cuando el incendio provoca la muerte debido a exceso de la inhalación de humo o por desvanecimiento producido por la intoxicación y posteriormente quemaduras graves.

### 2.2.1.2 El fuego y su química

El fuego es una combustión que se caracteriza por la emisión de calor acompañada de humo, de llamas o de los dos. Debido a que la combustión es una oxidación necesariamente un agente llamado **combustible** que es el que se oxida durante el proceso, y un elemento oxidante denominado **comburente**. Para que la reacción oxidante de inicio se requiere de una energía llamada **energía de activación o calor**.

Para una mejor comprensión definiremos lo que son los tres agentes que intervienen en inicio del fuego:

- **Combustible:** Cualquier sustancia que en presencia de oxígeno (comburente) y con la acción de una energía de activación es capaz de arder.

- **Comburente:** Es una sustancia que en presencia de combustible es capaz de arder. El oxígeno es el más común de los comburentes.
- **Energía de activación:** Es la energía necesaria para que la reacción se inicie. Las fuentes de ignición que proporcionan esta energía suelen ser sobrecargas, corto circuito eléctrico, rozamientos entre partes metálicas, reacciones químicas, chispas, etc.

Sin la presencia de estos tres agentes es imposible la combustión es por eso que a cada uno de estos se le considera como un lado del denominado triángulo del fuego (ver figura 2.1) comúnmente conocido como una representación de una combustión sin llama o incandescente.

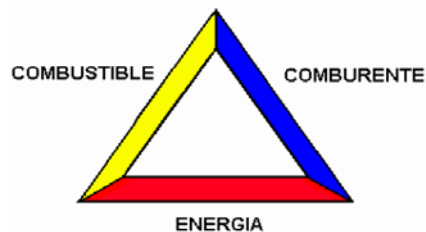


Figura 2.1. Triangulo del fuego

Durante muchos años se adoptó esta teoría de la combustión y extinción de incendios pero con el desarrollo de la misma se propuso una nueva figura que se la denominó **tetraedro del fuego** (ver figura 2.2) y con esta se integró un nuevo concepto el de reacción en cadena.

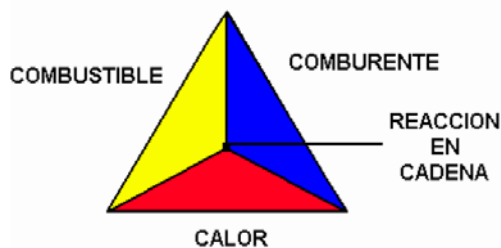


Figura 2.2. Tetraedro del fuego

- **Reacción en cadena:** Se da inicio cuando el oxígeno y el combustible frente al calor encienden la primera molécula que rodea al combustible, es más fácil iniciarse cuando mayor cantidad de gases y de vapores desprende el combustible, puesto que la primera molécula encenderá a la segunda y esta a la tercera y así sucesivamente, a la temperatura inicial se le conoce como **temperatura de ignición** del combustible y es la que inicia la reacción química y en cadena. Cuando el combustible empieza a arder de forma sostenida provoca por el calor generado, que los gases y o vapores ya calentados empiecen a quemarse, esta es la principal diferencia que se puede encontrar entre los fuegos de tipo incandescente y los fuegos con llama.

### 2.2.1.3 Tipos de Fuego

A los efectos de conocer la peligrosidad de los materiales en caso de incendio y del agente extintor siga las instrucciones: extintor, agua, llamar a los bomberos, mantener la calma, no respirar y no se mueva del sitio en donde se ubica. Los incendios se clasifican en los siguientes grupos:

- **Clase A:** Son los fuegos de materiales sólidos, generalmente de naturaleza orgánica, cuya combustión se realiza normalmente con la formación de brasas, como la madera, tejidos, goma, papel, y algunos tipos de plástico.
- **Clase B:** Son los fuegos de líquidos o de sólidos licuables como el petróleo o la gasolina, pintura, algunas ceras y plásticos.
- **Clase C:** incendios que implican gases inflamables, como el gas natural, el hidrógeno, el propano o el butano.
- **Clase D:** incendios que implican metales combustibles, como el sodio, el magnesio, el potasio o muchos otros cuando están reducidos a virutas muy finas.

- En ciertos países también existe la:
  
- **Clase F o K:** Son los fuegos derivados de la utilización derivados de aceites para cocinar. Las altas temperaturas de los aceites en un incendio excede con mucho las de otros líquidos inflamables, haciendo inefectivos los agentes de extinción normales.
  
- **Clase E:** de origen radioactivo

### 2.2.2 Componentes de un Sistema de Alarma y Detección de Incendios

Se entiende por detección de incendios el hecho de descubrir y avisar que hay un incendio en un determinado lugar.

Las características últimas que deben valorar cualquier sistema de detección en su conjunto son la rapidez y la fiabilidad en la detección. De la rapidez dependerá la demora en la puesta en marcha del plan de emergencia y por tanto sus posibilidades de éxito; la fiabilidad es imprescindible para evitar que las falsas alarmas quiten credibilidad y confianza al sistema, lo que desembocaría en una pérdida de rapidez en la puesta en marcha del plan de emergencia.

La detección de un incendio se puede realizar por:

- Detección humana.
- Una instalación de detección automática.
- Sistemas mixtos.

La elección del sistema de detección viene condicionada por:

- Las pérdidas humanas o materiales en juego.
- La posibilidad de vigilancia constante y total por personas.
- La rapidez requerida.
- La fiabilidad requerida.



- Su coherencia con el resto del plan de emergencia

Hay ocasiones en que los factores de decisión se limitan: por ejemplo, en un lugar donde raramente entran personas, o un lugar inaccesible, la detección humana queda descartada y por tanto la decisión queda limitada a instalar detección automática o no disponer de detección.

### **2.2.2.1 Detección Humana**

La detección queda confiada a las personas. Durante el día, si hay presencia continuada de personas en densidad suficiente y en las distintas áreas, la detección rápida del incendio queda asegurada en todas las zonas o áreas visibles (no así en zonas "escondidas"). Durante la noche la tarea de detección se confía al servicio de vigilante(s) mediante rondas estratégicas cada cierto tiempo. Salvado que el vigilante es persona de confianza, debe supervisarse necesariamente su labor de vigilancia (detección). Este control se efectúa, por ejemplo, obligando a fichar cada cierto tiempo en su reloj, cuya llave de accionamiento está situada en puntos clave del recorrido de vigilancia. La ficha impresa por el reloj permite determinar si se han realizado las rondas previstas.

Es obvio que la rapidez de detección en este caso es baja, pudiendo alcanzar una demora igual al tiempo entre rondas.

Es imprescindible una correcta formación del vigilante en materia de incendio pues es el primer y principal eslabón del plan de emergencia.

### **2.2.2.2 Detección Automática de Incendios**

Las instalaciones fijas de detección de incendios permiten la detección y localización automática del incendio, así como la puesta en marcha automática de aquellas secuencias del plan de alarma incorporadas a la central de detección.

En general la rapidez de detección es superior a la detección por vigilante, si bien caben las detecciones erróneas. Pueden vigilar permanentemente zonas inaccesibles a la detección humana.

Normalmente la central está supervisada por un vigilante en un puesto de control, si bien puede programarse para actuar automáticamente si no existe esta vigilancia o si el vigilante no actúa correctamente según el plan preestablecido (plan de alarma programable).

El sistema debe poseer seguridad de funcionamiento por lo que necesariamente debe auto vigilarse. Además una correcta instalación debe tener cierta capacidad de adaptación a los cambios.

En la figura 2.3 se aprecia un esquema genérico de una instalación automática de detección y de una posible secuencia funcional para la misma. Sus componentes principales son:

- Detectores automáticos.
- Pulsadores manuales.
- Central de señalización y mando a distancia.
- Líneas.
- Aparatos auxiliares: alarma general, teléfono directo a bomberos, accionamiento sistemas extinción, etc.

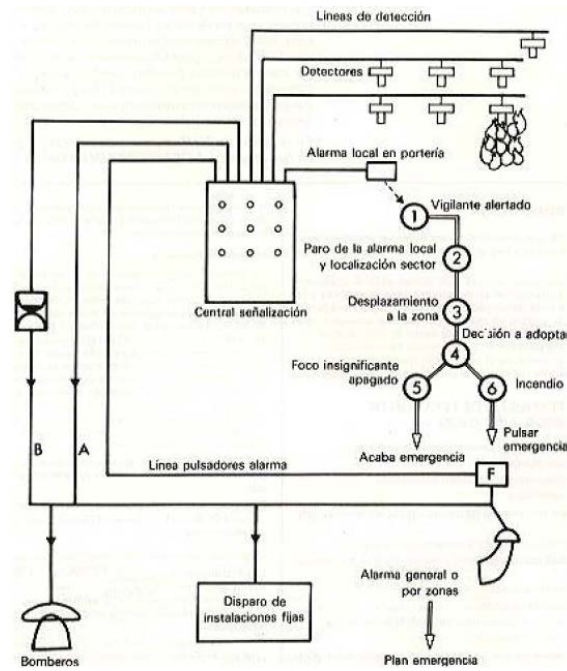


Figura 2.3. Componentes de un Sistema de Detección Automático

### 2.2.2.3 Detectores de Incendios

Los detectores son los elementos que detectan el fuego a través de alguno de los fenómenos que le acompañan: gases, humos, temperaturas o radiación UV, visible o infrarroja. Según el fenómeno que detectan se denominan:

- Detector de gases de combustión iónico (humos visibles o invisibles).
- Detector óptico de humos (humos visibles).
- Detector de temperatura:
  - o Fija.
  - o Termovelocimétrico.
- Detector de radiaciones:
  - o Ultravioleta.
  - o Infrarroja (llama).

Como los fenómenos detectados aparecen sucesivamente después de iniciado un incendio, la detección de un detector de gases o humos es más rápida

que la de un detector de temperatura (que precisa que el fuego haya tomado un cierto incremento antes de detectarlo).

En la figura 3.4 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.

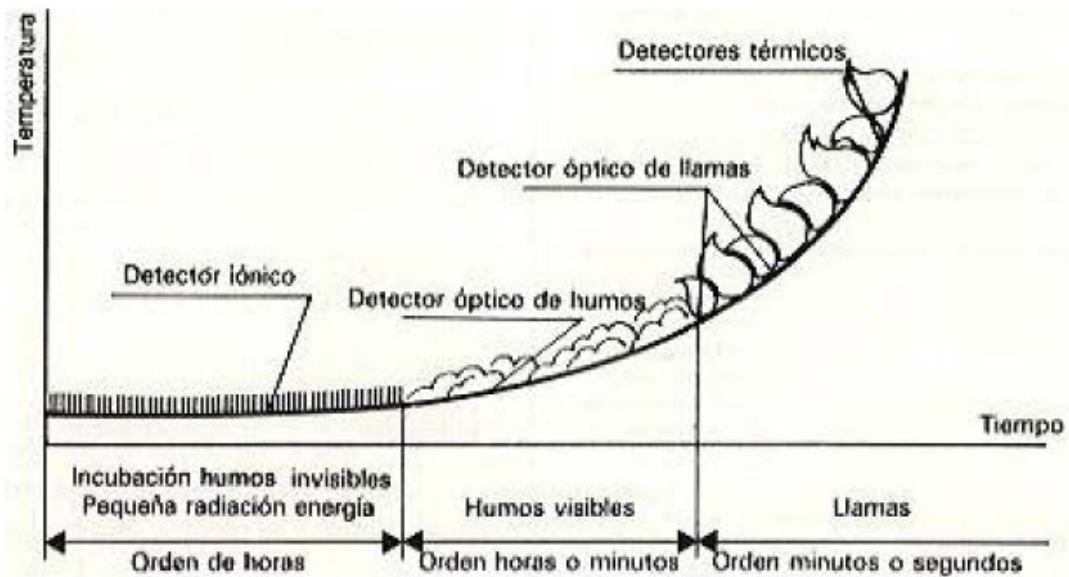


Figura 2.4. Fases de Detección de Tipos de Detectores

### 2.2.2.3.1 Detectores de Humo

Existen algunos tipos y tecnologías de detección entre las más comunes se tiene:

#### ***Detectores Ópticos o Fotoeléctricos:***

Detectan humos visibles. Se basan en la absorción de luz por los humos en la cámara de medida (oscurecimiento), o también en la difusión de luz por los humos.

Son de construcción muy complicada (más que los iónicos) ya que requieren una fuente luminosa permanente o bien intermitente, una célula captadora y un equipo eléctrico muy complejo.

El efecto perturbador principal es el polvo.

#### ***Detectores de Gases de Combustión o Iónicos:***

Detectan gases de combustión, es decir, humos visibles o invisibles.

Se llaman iónicos o de ionización por poseer dos cámaras, ionizadas por un elemento radiactivo, una de medida y otra estanca o cámara patrón. Una pequeñísima corriente de iones de oxígeno y nitrógeno se establece en ambas cámaras. Cuando los gases de combustión modifican la corriente de la cámara de medida se establece una variación de tensión entre cámaras que convenientemente amplificada da la señal de alarma.

Como efectos perturbadores hay que señalar:

- Humos no procedentes de incendio (tubos de escape de motores de combustión, calderas, cocinas, etc.).
- Las soluciones a probar son: cambio de ubicación, retardo y aviso por doble detección.
- Corrientes de aire de velocidad superior a  $0,5 \text{ ms}^{-1}$ . Se soluciona con paravientos.

Su sensibilidad puede regularse.

#### **2.2.2.3.2 Detectores de Calor**

El propósito de este tipo de detectores es sensar la temperatura circundante del ambiente. Hay dos tipos de detectores:

#### ***Detectores de Temperatura Fija:***

Los de temperatura fija que son los más antiguos detectores y actúan cuando se alcanza una determinada temperatura. Se basan en la deformación de un bimetalo o en la fusión de una aleación.

#### ***Detectores de Termovelocimétricos:***

Los termovelocimétricos miden la velocidad de crecimiento de la temperatura. Normalmente se regula su sensibilidad a unos 10°C/min. Se basan en fenómenos diversos como por ejemplo dilatación de una varilla metálica. Comparan el calentamiento de una zona sin inercia térmica con otra zona del detector provista de una inercia térmica determinada (que permite modificar la sensibilidad del detector).

Los efectos perturbadores para un detector de temperatura de cualquier tipo son la elevación de temperatura proveniente de agentes independientes a un incendio como por ejemplo la calefacción, cubiertas no aisladas, etc.

#### **2.2.2.3.3 Detectores de Llama**

Detectan las radiaciones infrarrojas o ultravioletas (según tipos) que acompañan a las llamas. Contienen filtros ópticos, célula captadora y equipo electrónico que amplifica las señales. Son de construcción muy complicada. Requieren mantenimiento similar a los ópticos de humos.

Los efectos perturbadores son radiaciones de cualquier tipo: Sol, cuerpos incandescentes, soldadura, etc. Se limitan a base de filtros, reduciendo la sensibilidad de la célula y mediante mecanismos retardadores de la alarma para evitar alarmas ante radiaciones de corta duración.

#### **2.2.2.4 Estaciones Manuales**

Estos dispositivos se instalan junto con el sistema de detección y es importante diferenciar la señal de alarma que emiten estos de las señales

emitidas por los detectores, puesto que cuando se transmite la señal de alarma comúnmente es iniciada por una persona que está presenciando el incendio.

Las alarmas que emiten las estaciones manuales tienen prioridad sobre las emitidas por los detectores de incendio ya que indica la presencia de incendio que muchas veces los detectores no detectan.

### 2.2.2.5 Dispositivos de Notificación de Incendio

Son los componentes del sistema de alarma que proveen de medios audibles o visibles de alerta ante la detección de una condición anormal en el lugar que tiene que ser protegido. La condición anormal que será detectada dependerá de los dispositivos de iniciación instalados. Estos Pueden ser:

- Audibles:
  - o Sirenas o Campanas.
- Visibles:
  - o Luces incandescentes
  - o Luces Estroboscópicas.
- Mixtos

#### ***Dispositivos de Notificación de Incendio Audibles:***

Estas notificaciones se miden en decibeles (dB), el cual es la unidad de intensidad de sonido a una distancia determinada. Si se tienen dos niveles de sonido P1 y P2, y si se considera que P1 es N decibeles mayores que P2, se tiene que cumplir la siguiente relación:

$$N = 10 \log \frac{P_1}{P_2} \quad \text{Ec. 2.1}$$

En el caso de las notificaciones de las alarmas contra incendio estas deberán ser capaces de emitir un sonido suficiente como para despertar a un habitante dormido. Para esto la notificación deberá ser una señal de 15 dB mayor al nivel del sonido ambiente. Para verificar que esto se cumpla se deberá realizar

una medición del sonido ambiental del lugar a donde se esté instalando la alarma. Para el caso de hospitales el nivel máximo de ruido que se podría tener es de 50 dB.

Y en el caso que se tengan obstáculos como paredes en medio o puertas, se tendrá que tomar como una reducción de 15 dB a la señal audible, esto para puertas y en el caso de paredes de deberá tomar una reducción mayor, dependiendo del grosor de la pared o muro.

### ***Dispositivos de Notificación de Incendio Visibles:***

Las más utilizadas son las luces estroboscópicas debido a su fácil instalación y mantenimiento. Generalmente están fabricadas con luces de xenón.

La alerta la realiza mediante destellos luminosos a una frecuencia especificada y no tiene que ser mayor a la que el ser humano puede percibir.

Un punto muy importante en el momento de instalar este tipo de alertas en un recinto es considerar que todos los dispositivos luminosos deben estar sincronizados en su accionamiento debido a que pueden producir ataques a individuos que sufran de epilepsia.

### **2.2.2.6 Panel de Detección y Alarma de Incendios**

El Panel de Control es el que comanda todo el sistema de detección y alarma. Configura monitorea y supervisa todos los dispositivos tanto de detección como los de anunciación.

Existen básicamente tres tipos de tecnología en cuanto a detección de incendios:

- Convencional.
- Convencional Direccional.
- Análoga Direccional.



### 2.2.2.6.1 Sistemas Convencionales

Los paneles convencionales de alarma de incendio trabajan por "zonas" y tienen una capacidad establecida por cada fabricante, que van desde 1 hasta 100 zonas.

Básicamente una zona consiste en alguno o todos los accesorios de iniciación (acción o control) de un área o piso de un edificio. Cuando se habla de iniciación nos referimos a los elementos que informan al panel de una situación de incendio, entre ellos una estación manual de incendio o diferentes tipos de detectores.

Algunos paneles de control tienen la capacidad de "crecer", permitiendo el aumento del número de zonas por medio de módulos de expansión, lo cual posibilita incrementar el sistema tanto en cantidad de zonas de iniciación como de indicación (NACs, más conocido como salidas de sirenas o luces estroboscópicas).

En este tipo de tecnología la NFPA 72 (National Fire Protection Association) limita el número máximo de dispositivos conectados a una zona a 20 y su área no puede ser mayor a 1858 m<sup>2</sup>. Esto se debe a que más cantidad de dispositivos o metros cuadrados a cubrir daría como resultado una difícil ubicación, ya que la indicación del conjunto de dispositivos se representa en una sola zona en el panel, sin distinguir claramente que dispositivo generó la alarma por lo que se requerirá una inspección visual para determinar que accesorio se encuentra alarmado.

La supervisión de problemas y fallos se reportan al panel también por zonas y no por dispositivo por lo que se necesitaría una inspección de mantenimiento para localizar el origen del fallo o problema dentro de la zona de detección.

## **2.2.2.6.2 Sistemas Direccionables**

### **2.2.2.6.2.1 Sistema Convencional Direccional**

Los paneles direccionables surgieron a partir de la necesidad de una mejor identificación del lugar o área donde se producirá una señal de alarma de incendio, para lo cual se desarrolló una tecnología específica.

Esta nueva tecnología permitió a los fabricantes poder incorporar y mezclar sobre un circuito SLC (Signaling Line Circuits), llamado ahora “lazo” y ya no “zona”, una mayor cantidad de accesorios de aviso de alarma, al contar los paneles con la posibilidad de identificar qué accesorio específico está enviando la señal al panel. A los dispositivos contenidos en el lazo se los llamó “puntos”.

La capacidad de puntos conectados al panel está determinada por la cantidad de SLC que contiene y por la cantidad de puntos que cada uno de estos lazos permite.

### **2.2.2.6.2.2 Sistema Analógico Direccional**

En este tipo de sistemas los detectores se convierten en “sensores” que transmiten, además de su dirección al panel de control, la información correspondiente a cuánto humo o calor está registrando. Una vez programado el panel de control, este tomará decisión de dar alarma en base a la información recibida, cuando esta no concuerde con los valores configurados.

Un panel de control analógico direccionable es capaz de realiza además tareas no disponibles en algunos sistemas convencionales o convencionales direccionables. Entre ellas:

- Compensación de deriva.
- Sensibilidad ajustable por detector.
- Ajuste de sensibilidad Día/Noche.

### **2.2.2.6.2.3 Signaling Line Circuits (SLC)**

Línea de Circuito de Señales por sus siglas en ingles, es precisamente un circuito de señales al cual se conectan todos los elementos llamados “puntos”, que podrían indicar sobre el panel una situación de iniciación (alarma de fuego) o que el mismo panel pueda controlar, por medio de ellos, acciones externas de comando.

Cada circuito SLC provee potencia, comunicación y supervisión de todos los accesorios conectados a él y puede soportar una cantidad variable de puntos, que en algunos modelos de paneles superan los 100 accesorios direccionables.

### **2.2.2.6.2.4 Punto**

Es un componente del sistema de alarma de incendio con identificación (llamada dirección) que puede dar su estado y se utiliza para controlar individualmente otras funciones.

Un punto de iniciación o detección, por ejemplo, puede ser un detector de humo o calor, un módulo de entrada que puede recibir señales desde una estación manual o una válvula de flujo.

Un punto de control, en cambio es aquel por el cual el panel puede producir una acción externa, como liberar o cerrar una puerta, abrir una válvula o accionar una sirena o luz estroboscópica, entre otras aplicaciones.

### **2.2.2.6.2.5 Protocolo de Comunicación**

Protocolos de Comunicación: Se denomina Protocolo al lenguaje que utiliza el panel para comunicarse con los puntos que se encuentran sobre los circuitos SLC y por el cual el panel recibe o entrega señales de y hacia los puntos manteniendo la comunicación con los accesorios y controlando su existencia sobre el lazo.

Cada fabricante utiliza un único protocolo de comunicación, muchos de los cuales son desarrollados por los fabricantes de sensores. Así las empresas modifican sutilmente los protocolos estándares para proporcionar un ambiente propietario a su equipo.

La gran parte de los requisitos y de los parámetros operacionales de la instalación de los paneles se basan en el protocolo de comunicación usado.

- Longitud del Lazo SLC
- Tipo de Cable del Lazo SLC
- Velocidad de Comunicación del Lazo SLC

Los protocolos de comunicación básicamente pueden ser de dos tipos:

- **No-Digital:** Cuando ocurre una alarma, en muchos sistemas de protocolo no-digital algunos paneles deben continuar la interrogación sobre los sensores y/o módulos hasta que alcanza el dispositivo en alarma antes que una alarma sea iniciada. Los grandes sistemas, con centenares de punto, generan un retraso para indicar una condición de alarma.
- **Digital:** Cuando se produce un evento de alarma en la mayoría de los sistemas de protocolo digital, una petición de interrupción del dispositivo que detecta la alarma interrumpe la secuencia de la interrogación de los demás elementos del lazo para procesar inmediatamente la alarma. En este caso, aunque los sistemas contengan una gran cantidad de puntos responderán a las alarmas en la misma cantidad de tiempo que los sistemas más pequeños con muy pocos puntos.

### 2.2.3 Norma NFPA 72

En cuanto a lo que diseño de sistemas de detección de incendios se refiere es muy importante tomar en cuenta las normas y especificaciones sugeridas por las autoridades responsables, de tal manera que el diseño se lo realizará

conforme a las recomendaciones referidas en el documento de la NFPA 72 que es el Código Nacional de Alarma de Incendios.

En el **Anexo 7** se redactará un resumen de la NFPA 72 con el fin de obtener un correcto diseño e implementación del sistema de detección contra incendios.

## **2.3 SISTEMA DE ALARMA DE CÓDIGO AZUL**

### **2.3.1 Fundamentos de Código Azul**

#### **2.3.1.1 Definición de Código Azul en Urgencias Médicas**

La atención hospitalaria de un paciente en Paro Cardio-Respiratorio exige la integración de un grupo de personas, que habitualmente no están coordinadas previamente como equipo, para la realización de Reanimación Cardio-Pulmonar (RCP).

El Código Azul es un sistema de alarma que implica el manejo de los pacientes en Paro Cardio-Respiratorio por un grupo entrenado, con funciones previamente asignadas, con lo cual el procedimiento se efectúa en el menor tiempo posible y con coordinación entre todos ellos, logrando así la mejor eficiencia y la reducción de la morbimortalidad de los pacientes que se encuentren en Paro Cardio-Respiratorio.

Se aplica este término, no solo para los pacientes que se encuentran en Paro Cardio-Respiratorio establecido sino también para todos aquellos que por su condición de enfermedad o trauma múltiple tienen un estado crítico que prevé la inminencia de un Paro Cardio-Respiratorio en los minutos siguientes al ingreso.

#### **2.3.1.2 Integrantes del Equipo de Código Azul**

Un equipo completo para asistir una urgencia de RCP compone los siguientes integrantes:

***Médico Coordinador:***

El médico de planta que llegue primero a la escena del paro o si hay especialista en el lugar de reanimación se hará el liderazgo en este orden:

***Asistente de Vía Aérea:***

El segundo médico que llegue o en su defecto un interno.

***Asistente del Masaje Cardíaco:***

El tercer médico que llegue a la escena o en su defecto un interno o persona capacitada a quien se delegue esta función (solo compresiones torácicas en personal lego o no asistencial).

***Asistente de Medicamentos:***

El jefe de la sala o el primer jefe que llegue o la auxiliar de la sala asignada al paciente.

***Asistente Circulante:***

El segundo Jefe que llegue o la auxiliar.

***Auxiliar de Historia Clínica:***

El tercer Jefe que llegue o la primera auxiliar disponible o un interno.

**2.3.1.3 Activación de Código Azul**

La activación permite la reunión de todos los miembros del equipo de reanimación mediante el uso de una señal sonora o de comunicación, utilizando códigos especiales. La buena respuesta y la efectividad de la reanimación dependerán en gran parte del método utilizado.

La activación la hará la persona designada por el primero que sospeche un Paro Cardio-Respiratorio o el primero que lo presencie en cualquier persona del hospital (paciente que no responde al llamado y estímulo táctil). Se hará mediante altoparlante a través del cual se emitirá dos veces el siguiente mensaje:

## “CÓDIGO AZUL EN (SITIO) EN (SITIO) CÓDIGO AZUL”

O por llamado en voz alta al personal cercano, en los casos en los cuales esta opción sea la más apropiada, por ejemplo, la activación de un código azul en urgencias, cuando está disponible todo el personal asistencial.

### 2.3.2 Sistemas de Alarma

Los sistemas de alarmas son muchos y muy variados, se puede disponer de modelos que se adaptarán fácilmente a las necesidades. Una de las alternativas más tecnológicas involucra a los paneles, los mismos pueden utilizarse individualmente o en grupos y así adaptarlos a cualquier tipo de aplicación: casas, edificios u hospitales. Actualmente las innovaciones que se han introducido son hasta impensadas y de fácil uso, se les asigna una prioridad de integración de funciones especiales de automatización y gestión remota.

Todos los sistemas de alarma cuentan con opciones de ampliación para cubrir necesidades que antes eran inexistentes, por ejemplo, se pueden agregar sensores de detección de humo o de atraco. A la hora de comunicar la información se pueden elegir infinidad de maneras de hacerlo; teléfono móvil, fijo, GSM, radio o Internet.



Figura 2.5. Ejemplo de un Sistema de Alarma

## **2.3.3 Componentes de un Sistema de Alarma**

### **2.3.3.1 Panel Central**

Es el cerebro del sistema. En este se albergan la placa base y la memoria central. Esta parte del sistema es la que recibe las diferentes señales que los diferentes sensores pueden emitir, y actúa en consecuencia, disparando la alarma, y comunicando la misma a una estación central o a cualquier otro usuario dependiendo de la tecnología de comunicación. Se alimenta a través de corriente alterna y de una batería de respaldo, que en caso de corte de corriente, le proporcionaría una autonomía al sistema de entre 12 horas y 3 ó 4 días.

### **2.3.3.2 Teclado**

Es el elemento más común y fácil de identificar en una alarma. Se trata de un teclado numérico del tipo telefónico. Su función principal, es la de permitir a los usuarios autorizados usualmente mediante códigos preestablecidos, armar activar y desarmar desactivar el sistema. Además, de esta función básica, el teclado puede tener botones de funciones como; Emergencia Médica, Intrusión, Fuego, etc. Por otro lado, el teclado es el medio más común mediante el cual se configura el panel de control.

### **2.3.3.3 Sirena y Luces de Monitoreo**

Son los elementos que permite identificar físicamente que ha ocurrido una alarma, comúnmente se utiliza señales audibles todo depende del uso que se le dé al panel de alarma, en otras ocasiones se prioriza la pasividad del sitio en esos casos se utiliza señales visibles.

### **2.3.3.4 Sensores y Detectores**

Son los distintos elementos que permiten al panel de central monitorear las condiciones del sistema dependiendo de la variable que el sensor o detector



monitoree, el momento que el sensor o detector verifique una condición anormal en el sistema este genera una señal de alarma.

#### **2.3.3.5 Batería de Respaldo**

Este elemento sirve para proveer un sistema de alimentación eléctrica ininterrumpida (UPS), de manera que ante una falta del suministro eléctrico de red el sistema de alarma continúe brindando protección en forma absolutamente normal. La autonomía depende de la batería, pero por lo general es superior a 48hs.

#### **2.3.3.6 Equipo de Comunicación y Reporte**

El panel de alarma por lo general tiene un comunicador de alarma integrado en su placa que permite la comunicación de reportes de alarma y funcionamiento del panel. Existen muchas alternativas en cuanto a la comunicación es común encontrar módulos opcionales que trabajan conjuntamente con el panel para reportar alarmas mediante GSM, Ethernet, etc.

## CAPÍTULO 3

### DISEÑO DE SISTEMAS AUTOMÁTICOS

#### 3.1 DISEÑO DEL SISTEMA DE DETECCIÓN Y ALARMA DE INCENDIOS

##### 3.1.1 Criterios de diseño

##### 3.1.1.1 Desarrollo de sitios específicos de incendio

##### 3.1.1.1.1 Clasificación de subáreas del hospital <sup>[1]</sup>

Es importante dentro del diseño clasificar las distintas subáreas del hospital con el fin de poder decidir cuáles son las áreas más proclives a algún siniestro de incendio, y de ser el caso cuáles son las más peligrosas y las que necesitan de más atención en el momento de su clasificación.

El clasificar bien dichas subáreas permite depurar el diseño de incendio, de tal forma que en el momento de su implementación no se torne confuso ni complicado, y que a la vez resulte lo más económico posible, sin descuidar la parte funcional y primordial del diseño de incendios que es preservar la vida humana.

---

<sup>1</sup> SHAW A.J, *Compressive Fire Prevention Program: a "must" for Hospitals.*

En la tabla A1.1 (**Anexo 1**) se describe las funciones, tipo de ocupantes y posibles fuentes combustibles que se encuentran en cada subárea, con el propósito de posteriormente clasificarlas (ver **Anexo 8** para plano de subáreas).

Con la información obtenida se puede hacer una clasificación inicial, la cual agrupará las zonas a fines y con características similares, esta clasificación permitirá reducir los cálculos de diseño gracias a que se podrá generalizar para las subáreas descritas en la tabla A1.2 (**Anexo 1**)

Para poder discriminar de una mejor manera cada área es prudente mencionar algunos datos estadísticos expuestos por la NFPA, en los cuales menciona una serie de cifras que pueden ser útiles al momento de decidir que subáreas necesitan de más o de menos protección o en su defecto de ninguna.

Las estadísticas de la NFPA de EE.UU. señalan que las principales áreas en las cuales comienzan los incendios en los hospitales son las siguientes:

- Salas de intervención y quirófanos (55%).
- Almacenes, depósitos y cuartos de residuos (15%).
- Lugares comunes, consultorios externos (7%).
- Lavandería (5%).
- Comedor y cocinas (5%).
- Lugares diversos: salas de calderas, de aire acondicionado y calefacción central (13%).

Asimismo en cuanto a las causas, los resultados indican lo siguiente:

- Materiales de fumadores (50%)
- Llamas abiertas (22%).
- Defectos en instalaciones eléctricas (20%).
- Combustibles diversos (8%).

Los cambios que en los últimos años han ocurrido en cuanto al uso de diversos materiales constructivos y decorativos son los responsables de que las muertes y heridos graves por un incendio se deban a los siguientes factores según el orden de importancia actual:

- 1) Humo.
- 2) Gases tóxicos y sobrecalentados.
- 3) Llamas.
- 4) Déficit de oxígeno.
- 5) Choque térmico.

Esto es comprensible por cuanto, por ejemplo casi todos los materiales plásticos son capaces de producir decenas de veces más humo que la madera y en mucho menos tiempo.

Hay una tendencia a considerar los hospitales como lugares donde está estrictamente prohibido fumar. En algunos establecimientos, en cambio, prefieren asignar zonas para fumar con el objeto de evitar que se fume clandestinamente.

En cuanto a las instalaciones eléctricas defectuosas se ha logrado mediante la aplicación de otras normas específicas (por ejemplo la NFPA 70) reducir casi por completo los siniestros por esta causa, debido a la utilización de protecciones eléctricas y manejo de personal calificado en las instalaciones.

Continuando con algunos datos estadísticos interesantes también originados en la NFPA:

Tipo de material Inflamado:

- Telas (62.6%)
- Madera y Papel (16,7%).
- Productos químicos, plásticos y pinturas (9,6%).
- Líquidos Inflamables (6,9%).

- Goma y cuero (4,2%).

#### Forma de material inflamado

- Tejidos y prendas de vestir (68,8%).
- Mobiliario (11,1%).
- Gases o líquidos derramados (4,4%).
- Equipos de transmisión de energía (4,4%).
- Otras (11,3%).

Desde hace algunos años se ha regulado el uso de materiales de tipo combustible dentro de los hospitales, siendo el más peligroso las prendas de vestir y los muebles de madera y plástico, aunque en la mayoría de áreas de un recinto hospitalario se ha optado por utilizar muebles que tienen alta resistencia ante un incendio con materiales como metales y plásticos o maderas con revestimiento de alta resistencia térmica.

#### Actos causantes del incendio

- Mal uso del calor (60,5%).
- Manejo erróneo del material inflamado (19,4%).
- Actos sospechosos o intencionados (13,3%).
- Otros (6,8%).

#### Pérdidas por incendio (porcentajes sobre el total)

- Zonas funcionales (38,9%).
- Almacenes (23,6%).
- Instalaciones (12,5%).
- Partes estructurales ( 12,5%).
- Otros (12,5%).

Es interesante destacar que, según la NFPA, se produjeron explosiones en quirófanos a razón de 1 cada 600.000 anestésias.

Con estos antecedentes se puede realizar una discriminación propia para el caso de la Sala de Urgencias del H.C.A.M. De acuerdo con el riesgo que presenta cada subárea se ha de realizar el diseño para las siguientes subáreas:

- Archivo médico.
- Ropería.
- Utilería.
- Cocina
- Estación de camillas.
- Triage y Curaciones.
- Ginecología y Ecos.
- Laboratorio y Rayos X.
- Medicamentos.
- Procedimientos.
- Esterilización.
- Pacientes.
- Pacientes especiales.
- Traumatología.
- Espera.

#### **3.1.1.1.2 Descripción, selección y diseño de ubicación y espaciamiento de detectores de las subáreas**

En este punto del diseño es conveniente realizar una forma de plantilla en la cual se describe la clasificación de las subáreas, una breve descripción de las mismas, el tipo de detector elegido, el criterio de elección del detector y por último una tabla con el detalle de cada subárea (número, nombre, área en m<sup>2</sup> y cantidad de detectores)

Para ver las plantillas referirse al **Anexo 2**.

### **3.1.1.1.3 Diseño de ubicación y espaciamiento de dispositivos de accionamiento manual en las subáreas**

De acuerdo al criterio de diseño, se tomó en cuenta que la distancia máxima entre estaciones manuales no debe exceder los 61 m en un solo plano, por lo que se distribuyó un total de 5 estaciones manuales dentro de toda el área de la sala de urgencias y todas se ubicarán a 1.4 m del piso conforme a lo expuesto en los criterios de diseño.

Se empezó tomando como referencia la entrada de acceso principal a la sala, allí se ubicó la primera estación manual a 1 m del marco de la puerta en el costado interior izquierdo, esta estación manual está libre de obstáculos y es posible ubicarla muy fácilmente en el caso de que sea necesario alertar un caso de incendio.

Se ubicó un dispositivo de accionamiento manual en el ala izquierda de la sala de urgencias, muy cerca de la subárea de triage por ser una de las zonas más concurridas dentro del recinto debido a la función que desempeña.

Por último se ubican 3 estaciones de accionamiento manual muy cerca de todas las áreas de Trabajo de Enfermeras, con el propósito de que si existe una emergencia provocada por el fuego las enfermeras encargadas alerten prontamente al personal competente de atender dicha emergencia.

### **3.1.1.1.4 Diseño de ubicación y espaciamiento de aparatos de notificación en las subáreas**

Dentro de un recinto hospitalario es primordial guardar la calma de los ocupantes durante alguna emergencia, por lo que ante cualquier eventualidad siempre es mejor que solo el personal del hospital sepa que existe alguna anomalía dentro del mismo para que posteriormente tome las medidas necesarias y así atender dicha eventualidad.

Mencionado lo anterior se pretende diseñar e implementar un sistema muy discreto de detección y alarma contra incendio, para que no altere en ningún momento el funcionamiento de la sala de emergencias.

Todos los aparatos de notificación que se utilizarán tienen que ser de características visibles, es decir luces estroboscópicas, excepto en el área de acceso al hospital que se utilizará una luz estroboscópica con sirena incluida con el fin de orientar a la evacuación del centro hospitalario.

Las luces estroboscópicas se elegirán de acuerdo a la intensidad luminosa que tenga cada una de ellas para poder cubrir todas las áreas consideradas en el diseño, para esto se registrará en la siguiente tabla de intensidades luminosas estandarizadas:

**Tabla 3.1. Intensidad luminosa estándar para luces estroboscópicas**

<b>Intensidad luminosa efectiva (cd)</b>	
<b>Rango Normal</b>	<b>Rango Alto</b>
15	135
15/75	150
30	177
75	185
95	
110	
115	

Tomando en cuenta los criterios de ubicación y espaciamiento enunciados anteriormente y la tabla antes expuesta se procede a ubicar los siguientes aparatos de notificación visible y audible (para la nomenclatura dirigirse al plano de diseño del **Anexo 8**):



**Tabla 3.2. Descripción de Aparatos de Notificación empleados en el diseño**

Nomenclatura Aparato de Notificación	Tipo	Int. luminosa efectiva (cd)	Montaje	Ubicación
ST-01	Visible	95	Muro	Sala Espera 1 (pared frontal subárea Ropa Sucia 1)
ST-02	Visible	95	Muro	Sala Espera 1 (pared final del pasillo)
HST-03	Visible/ Audible	135	Cielorraso	Sala Espera 2 (acceso principal al hospital)
ST-04	Visible	30	Cielorraso	Sala Espera 2 (cerca subárea Estación de Camillas)
ST-05	Visible	95	Muro	Sala Espera 2 (sobre la puerta ingreso a subárea Procedimientos Pediatría)
ST-06	Visible	177	Cielorraso	Sala Espera 3 (cerca Estación de Enfermería)
ST-07	Visible	95	Cielorraso	Hidratación Traumatología
ST-08	Visible	15	Muro	Sala Espera 3 (sobre la puerta de subárea Cafetería Personal Médico)
ST-09	Visible	75	Cielorraso	Sala Espera 3 (cerca subárea Utilería Sucia)
ST-10	Visible	95	Muro	Sala Espera 4 (sobre la puerta de ingreso a sala de espera)
ST-11	Visible	95	Muro	Sala Espera 4 (pared frontal subárea Bodega Utilería 2)

Todos los aparatos de notificación que se encuentren montados en los muros se los ubicará a 2.2 m del nivel del piso terminado conforme a lo expuesto en los criterios de diseño.




### 3.1.2 Selección de equipos y materiales

Para este tipo de sistemas lo más importante es seleccionar el mejor y más adecuado panel de control de incendio, que cumpla con todas las características requeridas del diseño, así como los correctos detectores de incendio y aparatos de notificación. Posteriormente se seleccionará el tipo de materiales que se ocupará en la instalación como son la batería de respaldo, el cable, el tipo de empalme (de acuerdo al estilo de conexionado), entre otro tanto de implementos a utilizarse.

### 3.1.2.1 Selección de panel de control de incendio

En la siguiente tabla se exponen las características propias de los paneles de incendio a ser seleccionados.

**Tabla 3.3. Características de paneles de control de incendios**

Fabricante	Bosch	Silent Knight	Hochiki
<b>Especificaciones</b>			
Modelo	FPA-1000-UL	IntelliKnight 5700	FireNet Plus 1127
Tecnología	Analógica, Direccionable	Analógica, Direccionable	Analógica, Direccionable
Fuente de Alimentación (Primaria)	120VAC @ 2 Amps 60hz o 220VAC @ 1 Amps 50hz	120VAC @ 1.5 Amps 60hz	120VAC @ 2.1 Amps 50/60hz o 220VAC @ 1.1Amps 50/60hz
Fuente de Alimentación (Secundaria)	Bateria @ 24 VCC	Bateria @ 24 VCC	Bateria @ 24 VCC
Corriente de carga de baterías	4 Amps max.	3.1 Amps max.	1.5 Amps max
Display	LCD, 4 líneas x 20 caracteres	LCD, 4 líneas x 20 caracteres	LCD, 8 líneas x 40 caracteres
Red	RJ45 Ethernet	No disponible	Puertos duales RS485 (64 paneles max.)
Zonas	128 zonas de software	125 zonas de software 125 salidas de grupo	500 zonas de software
Lazos SLC	1 or 2 (clase A, "estilo 6 o 7" o clase B, "estilo 4")	1 (clase A, "estilo 6 o 7" o clase B, "estilo 4")	1 or 2 (clase A, "estilo 6 o 7" o clase B, "estilo 4")
Dispositivos por lazo	127 detectores & módulos 127 bases sonoras analógicas, 254 total	50 detectores y 50 módulos, 100 total	127 detectores & módulos 127 bases sonoras analógicas, 254 total
Direcciones por panel	800	50 para dispositivos 50 para módulos	800
Salidas NAC	(2) clase A o B 2.5 Amps max cada uno 4 Amps max. total	(2) clase A o B 2.5 Amps max cada uno. 2.5 Amps max. total	(2) clase B, 2.3 Amps (aplicaciones especiales) 1.6 Amps Regulada (continua)
Salidas a Relé	(3) Forma C 5 Amp @ 30VDC	2 Forma C 2.5 Amp @ 27.4VDC Programables 1 Forma C 2.5 Amp @ 27.4VDC Promeblas	(3) Forma C 1 Amp @ 30VDC
Salida de Alimentación Auxiliar	2 salidas, 500mA @ 24VDC cada una	2 salidas compartidas con NAC 2.5 Amp @ 27.4 VDC	2 salidas, 360mA @ 24VDC cada una
Comunicación con PC	RJ45 Ethernet	RS232	RS232
Puerto Impresora	Red Ethernet	Paralelo o Serial añadiendo el módulo 5824	Rs232 compartido con Puerto PC
Formatos DACT	Contact ID, SIA y Modem IIIa <sup>2</sup>	Contact ID y SIA	Contact ID y SIA
Certificaciones y Aprobaciones	UL, CSFM, FCC, FDNY-CoA, IC	NFPA, FCC, UL, CSFM	UL, CSFM
Foto			

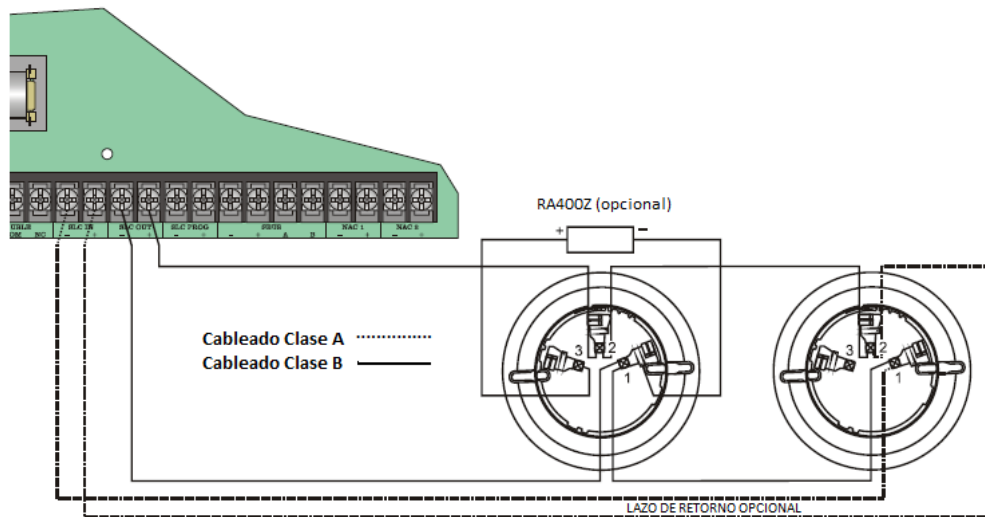
De acuerdo a la tabla antes expuesta se puede determinar que el panel de control de incendios que más se ajusta a las exigencias del diseño es el de la marca Silent Knight de Honeywell modelo IntelliKnight 5700, debido a que es un equipo sencillo, permite la utilización de hasta 50 dispositivos de detección direccionables, la interfaz de programación es muy intuitiva mediante teclado incorporado en el panel o por medio del PC a través del puerto de comunicación RS232, las salidas de NAC soportan la suficiente carga (2.5 Amps) para conectar los aparatos de notificación que se determinaron en el diseño, por último la confiabilidad que entrega el equipo se ve reflejada en todas sus certificaciones de calidad y funcionamiento.

### **3.1.2.2 Selección de detectores de humo, detectores de calor y estaciones manuales**

Para la selección de los detectores de humo y calor es importante tomar en cuenta que el panel de control seleccionado es compatible con dos protocolos para dichos detectores, estos son el SK (de System Sensor) y Hochiki (de Hochiki). Ambos protocolos son de carácter propietario así que adentrarse en una investigación específica acerca del funcionamiento de los mismos sería una tarea casi imposible debido al hermetismo que existe en las empresas fabricantes de estos dispositivos, las únicas diferencias palpables y visibles es su forma de conexionado y direccionamiento lógico. Por tanto se describirá de una manera breve el modo de conexionado y de direccionamiento lógico de los detectores para tener una idea más clara de las características de estos y así seleccionar uno de ellos para el diseño y la posterior implementación.

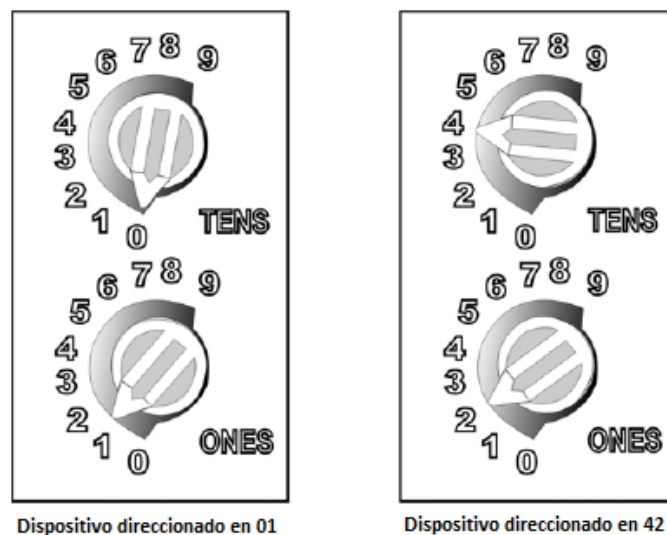
#### ***Dispositivos SLC SK***

- El conexionado puede ser de clase A (estilo 6 y 7) o de clase B (estilo 4), tiene la opción de conectar un Anunciador LED Remoto (RA400Z).



**Figura 3.1. Conexión de dispositivos SLC SK al Panel**

- Todos los dispositivos SK se direccionan usando dos selectores que se encuentra en cada uno de estos, el selector que indica ONES es el que direcciona el primer dígito de la dirección y el selector TENS direcciona el segundo dígito. Una ventaja del protocolo SK es que se puede direccionar un total de 50 dispositivos detectores y un total de 50 módulos, por lo que se pueden repetir las direcciones entre un módulo y un detector.



**Figura 3.2. Direccionamiento de dispositivos SLC SK**

### Dispositivos SLC Hochiki

- El conexionado puede ser de clase A (estilo 6) o de clase B (estilo 4), es decir similar al SK, en lo que difiere son las bases para el montaje de los detectores.

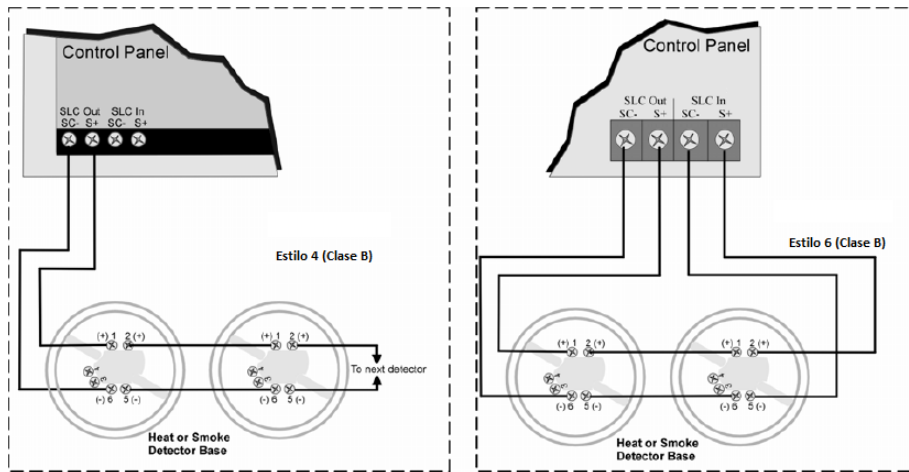


Figura 3.3. Conexión de dispositivos SLC Hochiki al Panel

- Existen dos tipos de direccionamientos para este tipo de dispositivo:
  - o El primero es mediante el Panel de Control, se conecta temporalmente una base del detector para poder mediante el software interno del panel darle una dirección lógica al dispositivo.

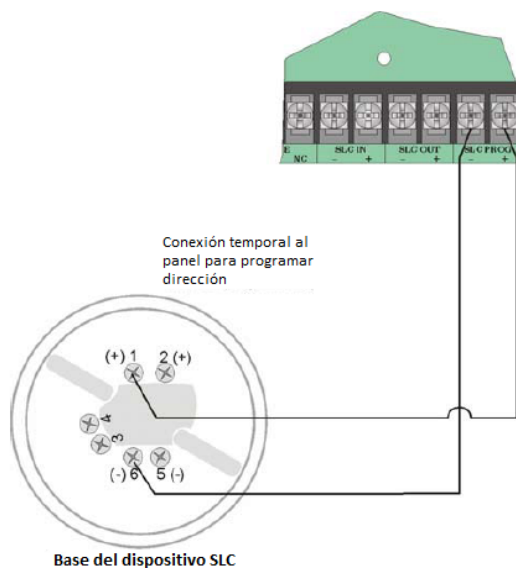


Figura 3.4. Direccionamiento de dispositivos SLC Hochiki mediante Panel de Control

- El segundo (es muy utilizado en las estaciones manuales) es mediante la utilización de DIP Switches, en la figura siguiente se muestra una serie de ejemplos de cómo direccionar con este método, se hace referencia a código binario siendo el switch número 1 el bit menos significativo y el 6 el más significativo, los switches 7 y 8 no se utilizan para el Panel 5700.



**Figura 3.5. Direccionamiento de dispositivos SLC Hochiki mediante DIP Switches**

- Una ventaja de los dispositivos SLC Hochiki es que tienen mejores características en cuanto a distancias de cableado se refiere. Pero a diferencia de los SK solo se puede asignar hasta 50 direcciones combinando dispositivos y módulos.

Conforme a lo anteriormente citado se puede tomar una decisión del tipo de dispositivo a utilizarse en el diseño, por lo que se elegirá la familia del protocolo Hochiki, los motivos:

- Facilidad en el método de direccionamiento, se puede direccionar los dispositivos desde el Panel de Control en los detectores, y en las estaciones manuales por medio de DIP Switches.
- El número de dispositivos en el diseño no excede la cantidad máxima de direcciones posibles del Panel de Control, y no se necesita ningún tipo de módulo en la implementación del sistema.
- El cableado dentro de las instalaciones del hospital podrían excederse de los rangos para la familia de protocolo SK, el protocolo Hochiki tiene

mayores rangos de distancias en ese sentido, en el dimensionamiento del cable se tratará mejor el aspecto de cantidades y calibres a utilizarse.

Existen dos tipos de detectores de humo compatibles con el Panel de Control Silent Knight 5700, el SD505-APS (detección fotoeléctrica) y el SD505-AIS (detección por ionización), las características de estos son muy similares siendo la única diferencia el rango de sensibilidad que maneja cada uno de ellos, para elegir uno de ellos se toma muy en cuenta las capacidades de detección de cada tecnología. En la siguiente tabla se presenta las características de estas dos clases de detectores de humo.

**Tabla 3.4. Características de detectores de humo compatibles**

<b>Modelo</b>	SD505-APS	SD505-AIS
<b>Especificaciones</b>		
Rango de Voltaje de Operación	17 ~ 41 VDC	17 ~ 41 VDC
Rango de Sensibilidad	0.88 ~ 3.57 %/ft.	0.55 ~ 1.15 %/ft.
Consumo Promedio de Corriente (Modo Espera)	0.55 mA	0.55 mA
Consumo Promedio de Corriente (Durante Alarma)	0.55 mA	0.55 mA
Temperatura operativa	0° ~ 49° C	0° ~ 49° C
Temperatura de almacenamiento	-20° ~ 60° C	-20° ~ 60° C
Ambiente	Uso solo en interiores	Uso solo en interiores
Tecnología de detección	Fotoeléctrica	Ionización
Uso Común	Fuego sin llama y bajo desprendimiento de calor	Fuego con llama y alto desprendimiento de calor

La tecnología de detección de humo que se utilizará será la fotoeléctrica puesto que en el hospital en un eventual caso de incendio se pretende localizar la fuente lo más pronto posible antes de que se desprenda el suficiente calor para que se torne en un ambiente más peligroso para todos los equipos y materiales que se manejan en el hospital.




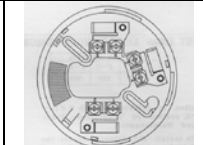
El detector de calor que se utilizará es el SD505-AHS que es un detector de temperatura absoluta, las características eléctricas son similares a las de los sensores de humo antes expuestos en la tabla, la diferencia es que el rango de sensibilidad se mide en unidades de temperatura y es de 135° ~ 150°F (0° ~ 37°C) valores que son configurables mediante software.

Para cada detector de humo o de calor es necesaria una base de montaje para instalarse en el cielorraso, la base que se utilizará es la SD505-4AB que es una base solo de soporte utilizada comúnmente, a diferencia de otros modelos que viene incorporado con un aislador de cortocircuito que debido a costos no se las utilizará.

Por último las estaciones manuales compatibles con el Panel de Control de Incendios son las SD500-PS y su funcionamiento es de simple acción con restablecimiento por medio de una llave universal para todas las estaciones manuales, el direccionamiento lógico es mediante DIP Switches y para su montaje es necesario de un cajetín rectangular instalado en la pared conforme a las dimensiones especificadas por la hoja de datos del dispositivo.

### ***Resumen de selección de dispositivos iniciadores de alarma:***

**Tabla 3.5. Tabla de resumen de selección de dispositivos iniciadores**

<b>Dispositivo</b>	SD505-APS	SD505-AHS	SD505-PS	SD505-4AB
<b>Especificaciones</b>				
Rango de Voltaje de Operación	17 ~ 41 VDC	17 ~ 41 VDC	17 ~ 41 VDC	17 ~ 41 VDC
Rango de Sensibilidad	0.88 ~ 3.57 %/ft.	0.55 ~ 1.15 %/ft.	57° ~ 65 °C	N/D
Consumo Promedio de Corriente (Modo Espera)	0.55 mA	0.55 mA	0.55 mA	N/D
Consumo Promedio de Corriente (Durante Alarma)	0.55 mA	0.55 mA	0.55 mA	N/D
Temperatura operativa	0° ~ 49° C	0° ~ 49° C	0° ~ 49° C	0° ~ 49° C
Temperatura de almacenamiento	-20° ~ 60° C	-20° ~ 60° C	-20° ~ 60° C	-20° ~ 60° C
Ambiente	Interiores	Interiores	Interiores	Interiores
Cantidad de dispositivos	35	7	5	42
Foto				



### 3.1.2.3 Selección de aparatos de notificación NAC

En cuanto a aparatos de notificación existen una serie de marcas compatibles con el Panel de Control entre las más populares están Faraday, Gentex, System Sensor, Wheelock y AMSECO. Estos fabricantes tienen cada cuál un protocolo de sincronización para que las sirenas y las luces funciones al mismo tiempo en distintas zonas, en el Silenth Knight 5700 estos protocolos se encuentran incorporados en el dispositivo.

Vamos a elegir entre las marcas Gentex, Wheelock y System Sensor que son las más utilizadas en el mercado, se presentará las características principales de tal manera de elegir una marca en particular para la posterior implementación del sistema de notificación de incendios.

**Tabla 3.6. Tabla de características de dispositivos NAC**

Marca	Gentex		Wheelock		System Sensor	
<b>Especificaciones</b>	Gentex		Wheelock		System Sensor	
Familia	Commander Series		Wheelock Exceder Series		SpectrAlert Advance Series	
Tipo de dispositivo	Bocina Estroboscópica Bocina/Estroboscópica		Bocina Estroboscópica Bocina/Estroboscópica		Bocina Estroboscópica Bocina/Estroboscópica	
Temperatura operativa	0° ~ 49°C		0° ~ 49°C		0° ~ 49°C	
Humedad Máxima de Operación	93% ± 2%		93% ± 2%		93% ± 2%	
Intermitencia Estroboscópica (mín.)	1 Hz		1 Hz		1 Hz	
Voltaje Nominal	12 ó 24 VDC/FWR		12 ó 24 VDC/FWR		12 ó 24 VDC/FWR	
Rango de Voltaje Operativo	8 ~ 17.5V (12V) 16 ~ 33V (24V)		8 ~ 17.5V (12V) 16 ~ 33V (24V)		8 ~ 17.5V (12V) 16 ~ 33V (24V)	
Valores de intensidad luminosa seleccionables	8~17.5V	15, 30, 60 & 75 cd	8~17.5V	15 & 15/75 cd	8~17.5V	15 & 15/75 cd
	16~33V	15, 30, 60, 75 & 110 cd	16~33V	15, 15/75, 30, 75, 95, 110, 115, 135, 150, 177 & 185 cd	16~33V	15, 15/75, 30, 75, 95, 110, 115, 135, 150, 177 & 185 cd
Valores de intensidad audible seleccionable	Alta 81 dBA Baja 74 dBA		Alta 99 dBA Media 95 dBA Baja 90 dBA		Alta 100 dBA Media 98 dBA Baja 96 dBA	
Patrones de Sonido	Temporal 3 (2400Hz, Mechanical, Chime) Continuous (2400Hz, Mechanical, Chime) Whoop		Temporal 3  Continuous		Temporal 3  Continuous	
Protocolo de Sincronización	Sí		Sí		Sí	
Tipo de Conexión	2 ó 4 hilos		2 hilos		2 ó 4 hilos	
Calibre del Terminal de Conexión	12 ~ 18AWG		12 ~ 18AWG		12 ~ 18AWG	

Tipo de Montaje	Cielorraso Muro	Cielorraso Muro	Cielorraso Muro
Foto Dispositivo Montaje en Cielorraso			
Foto Dispositivo Montaje en Muro			

Para la selección del dispositivo que más se ajuste a las necesidades de diseño se toma en cuenta los datos obtenidos en la tabla 3.2, la misma que muestra todos los valores de intensidad luminosa que se requieren en los aparatos de notificación visible, estos son 15, 30, 75, 95, 135 y 177 cd.

Para el aparato de notificación visible/audible es necesario conocer que el nivel de contaminación acústica promedio en los recintos hospitalarios es de 50 dB por lo que se dimensionará una bocina que supere al menos con 15 dB el promedio, debido a que el aparato se encontrará en la entrada del hospital es necesario sobredimensionar el nivel de potencia audible con el fin de que se lo escuche en toda el área de emergencia y así guíe la evacuación de los ocupantes del hospital.

Entre las marcas que se elige la que más se ajusta a los criterios y condiciones de diseño es la de System Sensor, dentro de la familia SpectrAlert Advance se tiene los dos tipos de montaje en muro y en cielorraso, además cubre con el rango de intensidades luminosa que se exige y tiene la posibilidad de combinar un aparato de notificación visible y audible, el patrón que se ocupará es el continuo puesto que solo en una posible evacuación se activará este dispositivo por lo que no es necesario el resto de patrones y el rango de potencia de sonido es el más alto entre los otros equipos. Por último es importante mencionar que es el más agradable a la vista punto que es muy importante tomando en cuenta que es una remodelación del hospital que siempre se encontrará ocupado y transitado por muchas personas.

Ahora dentro de la familia de SpectrAlert de System Sensor se puede elegir una serie de dispositivos que se ajusten de acuerdo a lo que requiere el diseño, con lo que a continuación se realiza la siguiente tabla que expone los aparatos de notificación NAC que serán utilizados ya en la implementación del sistema acompañado de una descripción básica y de los valores de corriente nominales que consumen para verificar que los aparatos no excedan las características de los Circuitos NAC del Panel de Control.

**Tabla 3.7. Tabla de resumen de selección de dispositivos notificadores**

Modelo Aparato de Notificación	Tipo	Montaje	Int. luminosa efectiva (cd)	Max. Corriente @ 24VDC (mA)	Cantidad	Descripción
SR	Visible	Muro	95	181	5	2 Hilos, Rango Standard cd, Rojo
PC2RH	Visible/ Audible	Cielorraso	135	255	1	2 Hilos, Rango Alto cd, Rojo, Patrón Continuo (100 dBA)
SCR	Visible	Cielorraso	30	94	1	2 Hilos, Rango Standard cd, Rojo
SCRH	Visible	Cielorraso	177	281	1	2 Hilos, Rango Alto cd, Rojo
SCR	Visible	Cielorraso	95	181	1	2 Hilos, Rango Standard cd, Rojo
SR	Visible	Muro	15	66	1	2 Hilos, Rango Standard cd, Rojo
SCR	Visible	Cielorraso	75	158	1	2 Hilos, Rango Standard cd, Rojo

### 3.1.2.4 Selección del Cableado

#### **Lazo SLC**

El primer cableado a dimensionar es el del lazo SLC en el que se encuentran cada uno de los dispositivos iniciadores, para especificar el calibre y el tipo del conductor a utilizarse es necesario primero realizar el ruteo del cableado, el cual tiene que realizarse de acuerdo a las normas y especificaciones de la NPFA y del Panel de Control de Incendios utilizado.

De acuerdo a las especificaciones y características del IntelliKnight 5700 el cableado de los dispositivos y módulos se los puede hacer conforme las siguientes configuraciones:

- *Estilo 4 Clase B:* Este circuito es capaz de enviar una señal de supervisión a cada dispositivo en un determinado orden de acuerdo a como esté configurado, tiene la capacidad de realizar conexiones tipo T dentro de un mismo ramal, disposición que es muy útil al momento de realizar el cableado físico de los dispositivos ahorrando tiempo y material, una desventaja es que no puede operar en una eventual falla de circuito abierto.

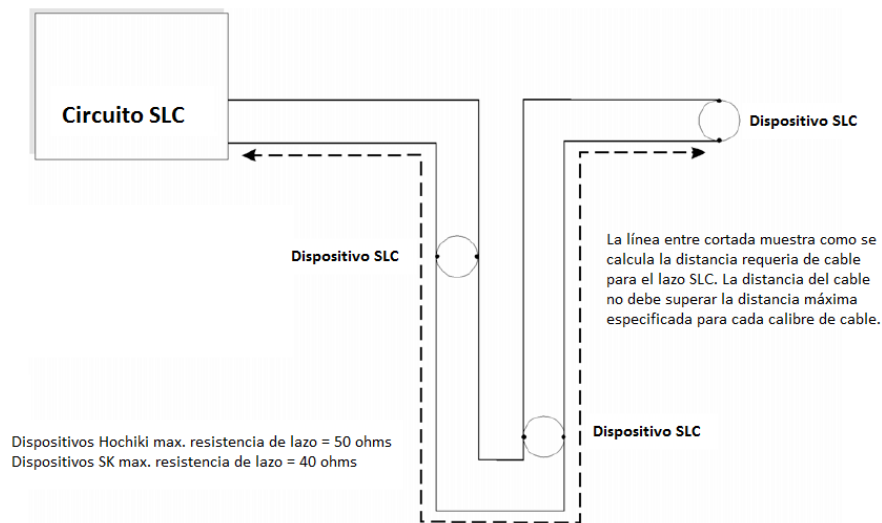


Figura 3.6. Estilo 4 (Clase B) lazo simple

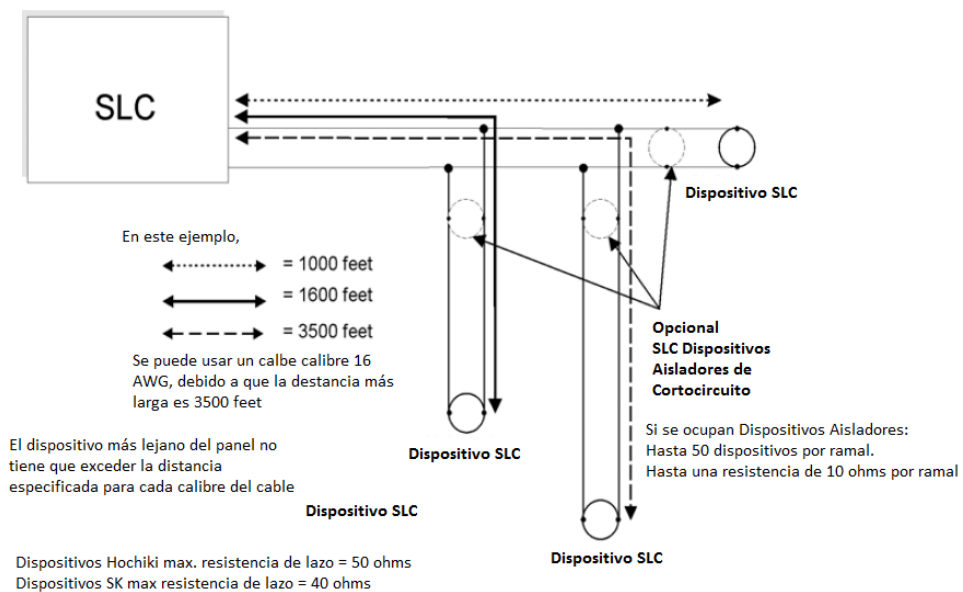
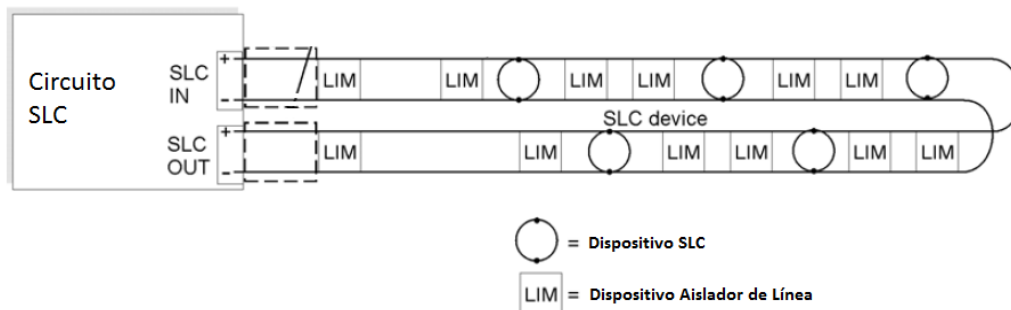


Figura 3.7. Estilo 4 (Clase B) derivación en T

- *Estilo 6 y 7 Clase A:* Estos dos estilos son muy similares con la única diferencia que en el Estilo 7 es obligatorio el uso de dispositivos de aislamiento de línea (LIM) que sirven para aislar un cortocircuito y que el resto de dispositivos sigan en operación. La característica principal de los Estilos 6 y 7 Clase B es que ambos tienen doble alimentación de los dispositivos iniciadores, una fuente primaria y una secundaria, el Panel de Control está constantemente cambiando las alimentaciones con el fin de tener una supervisión en ambos sentidos y así poder operar en una eventual falla por circuito abierto.

Nota: El estilo 6 no usa LIM.



**Figura 3.8. Estilo 6 y 7 (Clase B)**

Las distancias máximas permitidas del cable conforme su calibre y el tipo de dispositivo utilizado (SK o Hochiki) se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla 3.8. Máximas distancias permitidas para el cableado en dispositivos SK y Hochiki**

Calibre del Conductor	Max. Distancia SK [feet]	Max. Distancia Hochiki [feet]	Max. Distancia SK [m] Max.	Max. Distancia Hochiki [m]
22 AWG	1200	1500	365	457
18 AWG	3100	3900	944	1188
16 AWG	4000	6200	1219	1889
14 AWG	7900	10000	2407	3048
12 AWG	10000	n/d	3048	n/d

Para el caso de diseño en particular se elegirá la configuración de Derivación en T del Estilo 4 (Clase B) de cableado, esta configuración es mucho más fácil de ser implementada y ahorra mucho material el momento de ser instalado, no se utilizarán Dispositivos Aisladores de Línea puesto que esto elevaría el costo del proyecto y como se muestra en la figura 3.7 son dispositivos opcionales, es importante mencionar que la longitud total máxima de cada ramal y del bus central no debe exceder los 40000 feet (12192 m).

Para elegir el correcto calibre del cable se toma en cuenta al dispositivo más lejano al panel de control y se mide esta distancia que será la que se compare con las distancias de la tabla 3.8 y se escogerá el calibre del conductor, considerar que en los ramales que se tiene estaciones manuales hay que añadir a la medida 3.2 m (bajada y subida del cable al dispositivo) puesto que estos dispositivos se encuentran instalados a 1.4 m del piso terminado que mide 3 m.

En el diseño se dividió al lazo SLC en 5 ramales considerando la cercanía entre los dispositivos y la facilidad de enrutamiento, para el enrutamiento se buscó el camino más corto entre los dispositivos y se consideró que no exista ninguna obstrucción con las columnas que se encuentran en la construcción, dicho esto la siguiente tabla muestra el detalle de cada ramal (para ver cada ramal referirse al plano de diseño de del **Anexo 8**).

**Tabla 3.9. Detalle de ramales del lazo SLC en el diseño**

Nombre del Ramal	Canti. Detectores	Canti. Estaciones Manuales	Distancia	
			m	ft
Ramal SLC 1	9	0	56	184
Ramal SLC 2	7	1	75	246
Ramal SLC 3	8	1	71	233
Ramal SLC 4	7	2	57	188
Ramal SLC 5	11	1	83	273

La distancia más larga entre el último dispositivo y el Panel de Control es la del Ramal SLC 5, misma que según la tabla 3.8 está dentro del rango del calibre 22 AWG pero de acuerdo a la NEC 70 el calibre del cable de par simple no debe ser menor a 18 AWG por lo tanto con ese calibre se realizará el cableado de todo el lazo SLC, la longitud total del cable se lo obtiene sumando todos los ramales y tiene un gran total de 342 m (1124 ft) el mismo que no excede los 12192 m (40000 ft) que exige la configuración de Derivación en T del Estilo 4 (Clase B).

Como para que las instalaciones eléctricas sean seguras no es posible realizar ningún tipo de empalme para las derivaciones de conexiones en paralelo por lo que se utilizará un conector especial de la marca 3M, este permite hacer la derivación de un conductor, el rango de calibre de cable permitido es de 22 a 18 AWG y el tipos de cables que se pueden usar son sólido y flexible con cualquier tipo de aislante termoplástico, en la figura se lo puede apreciar con más detalle.

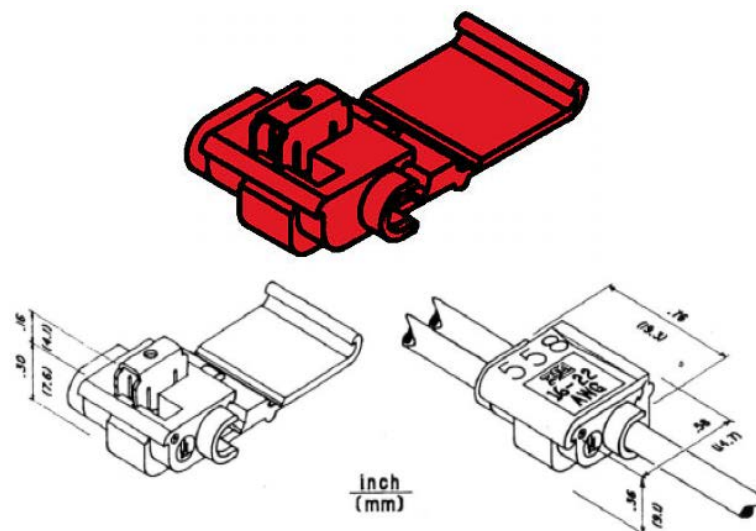
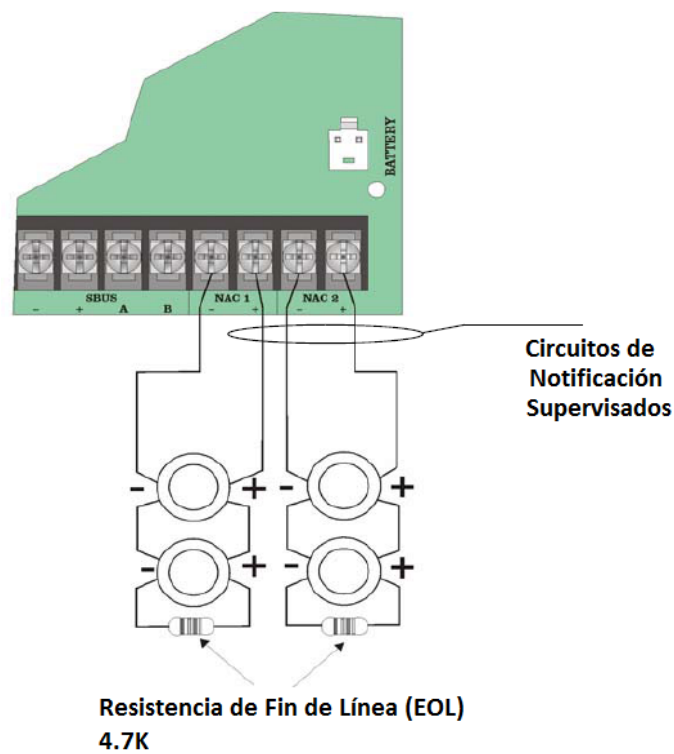


Figura 3.9. Conector de derivación en T, 3M modelo 558-BOX

### ***Circuito de Aparatos de Notificación NAC***

El Panel de Control de Incendios escogido en el diseño permite las dos clases de cableado para los aparatos de notificación el Clase A y el Clase B, se detallarán a continuación:

- *Clase B:* Todos los aparatos de notificación se encuentran conectados al circuito NAC que entrega una señal de supervisión donde la corriente fluye del terminal positivo al negativo pasando por la resistencia de fin de línea (EOL), el circuito de supervisión sensa la caída de tensión en la resistencia e informa al panel de control que se encuentra operando en modo normal, cuando existe alguna condición de alarma el circuito de NAC cambia de estar en señal de supervisión a señal de alimentación con lo que los aparatos de notificación empezarán a funcionar. En el caso de que exista alguna falla de circuito abierto durante el modo normal se dejará de sensar la caída de voltaje de la resistencia y el panel entra en condición de falla, pero durante el modo de alarma si existe dicha falla funcionarán todos los aparatos de notificación que se encuentren antes del circuito abierto.

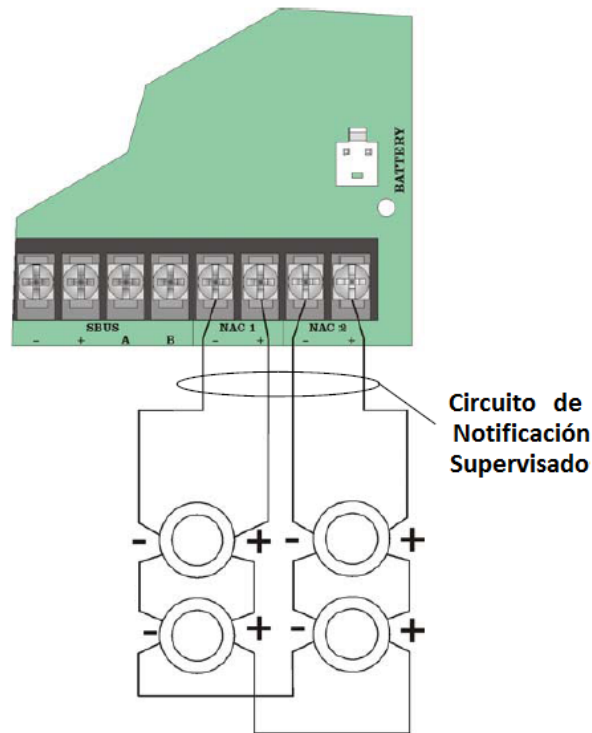


**Figura 3.10. Circuito de Notificación NAC Clase B**

- *Clase A:* Consiste de cuatro cables, con los cuáles alimentan a cada aparato de notificación desde dos direcciones, tal como se muestra en la figura, cuando se emite alguna condición de alarma el Panel de Control



de Incendios cambia de señal supervisión a señal de alimentación permitiendo que los aparatos funcionen, nótese que en condición de falla de circuito abierto todos los aparatos de notificación operarían ya que se encuentran alimentados por ambos lados de la falla.



**Figura 3.11. Circuito de Notificación NAC Clase A**

Tomando en cuenta la disposición arquitectónica del hospital y la ubicación de cada aparato de notificación dentro del mismo (véase **Anexo 8**), se creyó conveniente el separar en 2 circuitos de notificación logrando así ahorrar material en cuanto a cableado y tiempo durante la instalación, por tanto se implementará la Clase A para cableado de aparatos de notificación NAC, las resistencias de fin de línea EOL de 4.7 K $\Omega$  requeridas se encuentran incluidas en el paquete del IntelliKnight 5700.

El calibre del cable que se utilizará se lo escoge de acuerdo a los cálculos de caída de tensión de alimentación de los aparatos de notificación, como la caída de tensión depende de las características físicas y eléctricas del conductor, la

distancia de la carga a la fuente, características eléctricas de la carga y de la fuente, entre otras cosas, es un análisis muy engorroso y largo. Para evitarse este cálculo existe en la red una serie de software que permite realizar estas operaciones y así dimensionar el mejor conductor, este es el caso de System Sensor que en su página oficial ([www.systemsensor.com](http://www.systemsensor.com)) tiene un programa libre de descarga llamado System Sensor Voltage Drop Calculator el mismo que cuenta con una base de datos de todos los aparatos de notificación con los que cuenta esta marca, ingresando una serie de datos muestra como resultado las pérdidas de voltaje que se producen el circuito de notificación dependiendo del calibre del cable.

A continuación se presenta una tabla de datos de los aparatos de notificación que se utilizarán en la implementación, esta tabla contiene todos los datos necesarios para ingresar en el programa y así obtener los resultados de caída de tensión para elegir el calibre del conductor, en el plano de diseño (véase **Anexo 8**) se observará la disposición de aparatos en los dos circuitos de notificación y en la tabla se los enuncia en orden, las distancias se obtienen de medir la longitud en ft. del dispositivo actual al ubicado anteriormente, se toman en cuenta que los aparatos montados en los muros se les añade 1.6 m (bajada y subida del cable al aparato de notificación) ya que estos dispositivos se encuentran instalados a 2.2 m del piso terminado que mide 3 m.

**Tabla 3.10. Detalle de Circuitos NAC en el diseño**

	Nomenclatura de Aparato de Notificación	Modelo Aparato de Notificación	Tipo	Montaje	Int. luminosa efectiva (cd)	Distancia al dispositivo anterior (ft)
<b>Circuito NAC 1</b>	ST-07	SCR	Visible	Cielorraso	95	66 al panel
	ST-08	SR	Visible	Muro	15	33
	ST-09	SCR	Visible	Cielorraso	75	23
	ST-10	SR	Visible	Muro	95	46
	ST-11	SR	Visible	Muro	95	69
<b>Circuito NAC 2</b>	ST-06	SCRH	Visible	Muro	177	23 al panel
	ST-04	SCR	Visible	Cielorraso	30	69
	ST-05	SR	Visible	Muro	95	10
	ST-02	SR	Visible	Muro	95	40
	ST-01	SR	Visible	Muro	95	102
	HST-03	PC2RH	Visible/Audible	Cielorraso	135	69

En la siguiente figura se muestra la presentación general del System Sensor Voltage Drop Calculator.

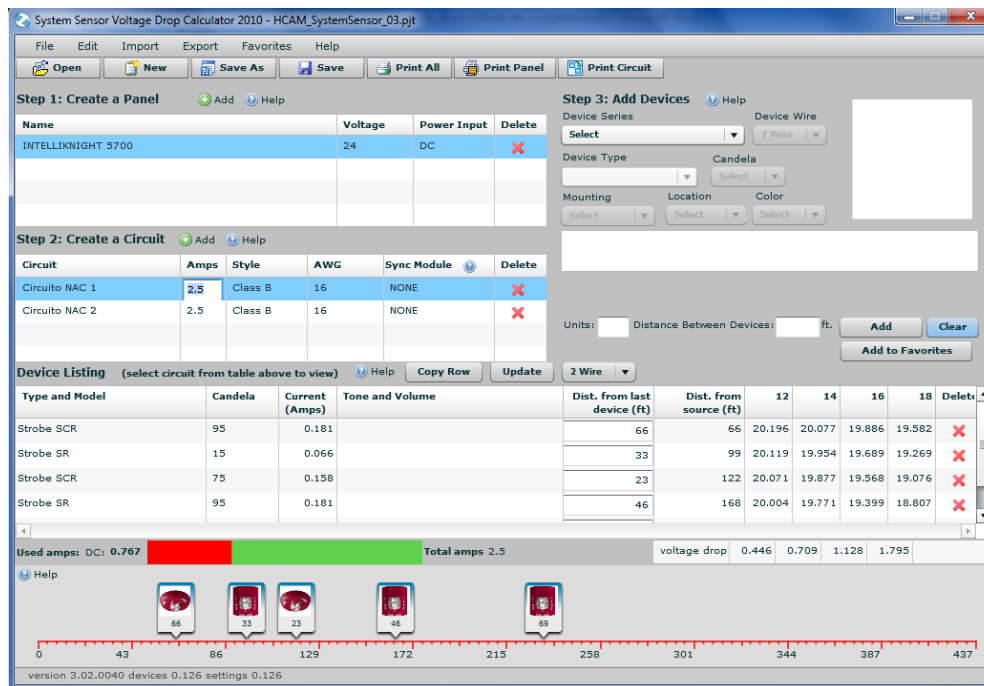


Figura 3.12. Ventana general del System Sensor Voltage Drop Calculator

Este software se maneja con tres pasos sencillos:

- **Primer paso:** Crear el panel, se le da un nombre, como datos se ingresa el voltaje que entrega el Panel de Control de Incendios al circuito NAC, se puede elegir entre 12 y 24V, DC o FWR.

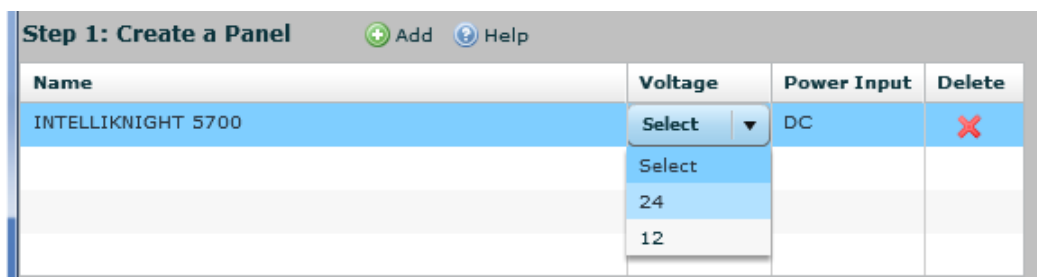


Figura 3.13. Paso 1: Crear el Panel

- **Segundo paso:** Crear un circuito, se le da un nombre a cada circuito creado y se relaciona al panel anterior, como datos se ingresa la corriente máxima de cada circuito en Amp., el estilo de conexión se puede elegir entre Clase A o Clase B, un calibre de cable entre 12, 14,16 ó 18 AWG, si existe algún módulo de sincronización se lo selecciona.

Step 2: Create a Circuit <span>+</span> Add <span>?</span> Help					
Circuit	Amps	Style	AWG	Sync Module	Delete
Circuito NAC 1	2.5	Select ▼	14	NONE	✗
Circuito NAC 2	2.5	Select Class B Class A	14	NONE	✗

Figura 3.14. Paso 2: Crear un Circuito

- **Tercer Paso:** Añadir dispositivos, se selecciona la serie del dispositivo, el tipo de dispositivo entre algunas opciones como estrobos, estrobos/bocina, etc. , las candelas estándares, el tipo montaje cielorraso o muro, localización interior o exterior, color rojo o blanco, luego de elegir todas estas características se presenta una lista de dispositivos se elige uno de ellos y aparece su foto, posteriormente se detalla la cantidad de dispositivos a añadir y por último la distancia entre dispositivos.

**Step 3: Add Devices** ? Help

Device Series: **SpectrAlert Advance** Device Wire: **2 Wire**

Device Type: **Horn/Strobe** Candela: **75** **2 Wire** **4 Wire**

Mounting: **Wall** Location: **Select** Color: **Red**

P2R with selectable strobe setting of 75 candela  
**P2RK with selectable strobe setting of 75 candela**

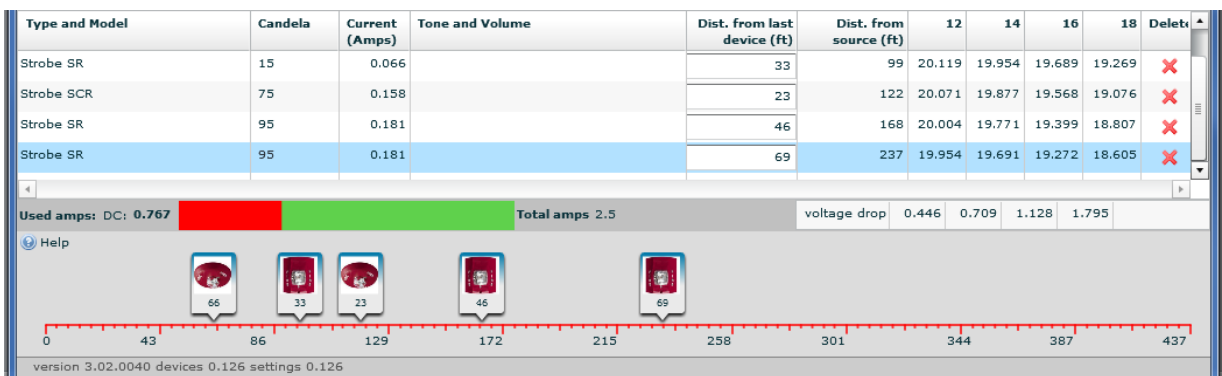
Tone: **Temporal** Volume: **Mediun**

Units: **1** Distance Between Devices: **120** ft. **Add** **Clear**  
**Add to Favorites**



Figura 3.15 Paso 3: Añadir Dispositivos

Como resultado de todos estos datos se obtiene una lista con todos los aparatos añadidos, un detalle del tipo y modelo, candela, corriente en Amps., tono y volumen para las bocinas y parlante, distancia del dispositivo anterior en ft., distancia desde la fuente en ft., y por último se lista todas las caídas de voltaje de los dispositivos agregados para calibres de cable 12, 14, 16 y 18 AWG. También se presenta una barra de estado de la corriente del circuito NAC utilizada, corriente total, y los resultados de la caída de tensión en el último dispositivo para cada calibre de cable, la figura que se encuentra al final es la distribución de cada aparato de notificación y sus distancias respectivas.



**Figura 3.16. Detalle de dispositivos y resultados de cálculos de caída de voltaje**

La siguiente tabla muestra los resultados de los análisis de cada circuito de notificación adquiridos por software de System Sensor para cada calibre de cable en el último aparato, se calcula el porcentaje de la caída de tensión que se obtiene a partir de la formula expuesta a continuación.

$$\%Vd = \frac{20.4 - Vd}{20.4} \times 100 \quad \text{Ec. 3.1}$$

Dónde:

$\%Vd$  = Porcentaje de caída de voltaje en el último dispositivo

$Vd$  = Voltaje en el último dispositivo en Vdc

20.4 → Mínimo de voltaje de la batería de respaldo permitido por el panel de alarma antes de que deje de operar en Vdc

**Tabla 3.11. Resultado de análisis de software de cálculo de caída de tensión**

	Calibre AWG	12	14	16	18
Circuito NAC 1	Voltaje último dispositivo [Vdc]	19.954	19.691	19.272	18.605
	% Caída de Voltaje	2.186	3.47	5.529	8.799
Circuito NAC 2	Voltaje último dispositivo [Vdc]	19.663	19.231	18.538	17.439
	% Caída de Voltaje	3,61	5,730	9,127	14,514

De acuerdo a las especificaciones del IntelliKnight 5700 el máximo porcentaje de caída de tensión en la resistencia de fin de línea EOL permitido es del 10%, observando los resultados del análisis se puede determinar que los mejores calibres del conductor son los 12, 14 y 16 AWG, en el circuito NAC2 el porcentaje se acerca mucho al límite requerido por lo que se utilizará el calibre 14 AWG y en circuito NAC 1 se utilizará el 16 AWG. Las distancias totales para los circuitos de NAC 1 y 2 son de 73 m (313 ft) y 96 m (237 ft) respectivamente.

### ***Tipo de cable***

El tipo de cable tiene que ser uno especial para incendios por lo que tiene que cumplir con ciertas características y regirse a la norma NEC Artículo 760 que se refiere a al cableado e instalación para equipos especiales de control de incendios.

Existen tres tipos de cables FPL, FPLR y FPLP, a continuación se describe brevemente cada uno de ellos:

*FPL (Fire Power Limited)*: Usado en aplicaciones de propósito general en instalaciones contra incendios. Este tipo de cable no puede ser utilizado en instalaciones verticales, ductos, cámaras u otros espacios usados para la ventilación a menos que se los utilice dentro de una conduit, son resistentes a la propagación del fuego tanto en sentido vertical como horizontal.

*FPLR (Fire Power Limited Riser)*: Usado en instalaciones verticales entre pisos, tiene características de resistencia al fuego que previenen su propagación entre piso y piso.

*FPLP (Fire Power Limited Plenum)*: Usado en instalaciones dentro de cámaras de aire, ductos y otros espacios utilizados para la ventilación, este tipo de cable es resistente a la propagación del fuego tanto en sentido vertical y horizontal, tiene características de baja producción de humo una vez que comienza a calentarse.

La implementación del sistema es en un solo piso y no estará dentro de ningún lugar de la ventilación por lo que la mejor opción es el cable FPL, todos los cables estarán dentro de una tubería conduit por lo que no es necesario el blindaje, los calibres que se determinaron en el diseño son 14, 16 y 18 AWG por lo que no se tiene restricción en cuanto a este punto, el conductor será de tipo sólido y la disposición del par será trenzada debido a que el lazo SLC porta una señal de control, la marca de conductor que se va a adquirir será de la misma del panel es decir Honeywell, en la siguiente figura se puede apreciar de mejor manera la forma del cable.



**Conductor de Cobre**  
**Aislamiento de Polipropileno**  
**Chacheta de Polivinilo de Cloruro**  
**Disposición de par trenzada**

Figura 3.17. Cable FPL de Honeywell

### 3.1.2.5 Selección de la batería de respaldo

Para poder dimensionar una batería que satisfaga hay que tomar en cuenta lo que recomienda la NFPA 72 (Artículo 4.4.5.1.3) con respecto a la capacidad de la fuente de alimentación secundaria que deberá ser capaz de soportar un período de carga latente es decir en modo de no alarma por lo menos 24 horas y luego de este período soportará al menos 5 minutos de carga en modo alarma.

Con esta recomendación se va a determinar todas las cargas que existen en el sistema tanto en modo de espera como en modo alarma, en la tabla que se presenta abajo se detalla todos datos obtenidos del diseño en cuanto a corrientes requeridas por los dispositivos y la suma de toda la carga.

**Tabla 3.12. Cálculo de corriente de espera y alarma del sistema de control de incendios**

Dispositivo	Descripción	# de Dispositivos	Corriente por Dispositivo [mA]		Corriente Espera [mA]	Corriente Alarma [mA]
			Espera	Alarma		
5700	IntelliKnight	1	200	325	200	325
SD505-AHS	Detector de Calor	7	0.55	0.55	3.85	3.85
SD505-APS	Detector de Humo	35	0.55	0.55	19.95	19.95
SD500-PS	Estación manual	5	0.55	0.55	2.75	2.75
SR	Estroboscópica 95cd	5	0	181	0	905
PC2RH	Sirena/Estrobos.135cd	1	0	255	0	255
SCR	Estroboscópica 30	1	0	94	0	94
SCRH	Estroboscópica 177	1	0	281	0	281
SCR	Estroboscópica 95	1	0	181	0	181
SR	Estroboscópica 15	1	0	66	0	66
SCR	Estroboscópica 75	1	0	158	0	158
<b>Total Corriente Espera [mA]</b>					226.95	
<b>Total Corriente Alarma [mA]</b>					2291.55	



A estos resultados obtenidos se los multiplica por sus respectivos periodos de tiempo para encontrar la cantidad de Ah que se necesita, con la siguiente fórmula se obtiene el la capacidad de carga que requiere la batería de respaldo para su dimensionamiento.

$$\begin{aligned}
 CI &= I_{ESPERA} \cdot t_{ESPERA} + I_{ALARMA} \cdot t_{ALARMA} \\
 CI &= (226.95 \div 1000) \cdot 24 + (2291.55 \div 1000) \cdot (5 \div 60) \\
 CI &= 5.64 \text{ [Ah]}
 \end{aligned}$$

Ec.3.2

Se necesitará dos baterías de 12V conectadas en serie de la misma capacidad es decir de 6Ah, por lo tanto se conectará de la siguiente forma.

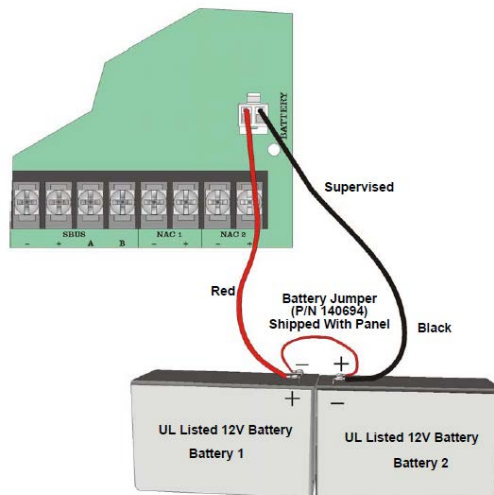


Figura 3.18. Conexión de la batería de respaldo

### 3.1.3 Planos de diseño

Todos los planos de diseño del sistema de detección y alarma contra incendios se los puede encontrar en el **Anexo 8** del proyecto. Para poder realizar una buena descripción es necesario realizar tres tipos de planos:

- Planos de disposición de subáreas.
- Planos de diseño del sistema completo.
- Diagrama unifilar del sistema.

### 3.1.3.1 Plano de Disposición de Subáreas

Este plano describe como se delimitó cada habitación para ser tomada como una subárea en el diseño del espaciamento tanto para los dispositivos iniciadores como para los aparatos de notificación, con estas delimitaciones se midió el perímetro de cada subárea y con ese dato se calculó los respectivos espaciamientos y ubicaciones.

La herramienta de medición que se utilizó fue la de medición de perímetro del AutoCAD 2010, que se encuentra en el menú Herramientas → Consultar → Distancia, en la figura se indica una porción del plano en donde se puede apreciar la distribución de las subáreas.

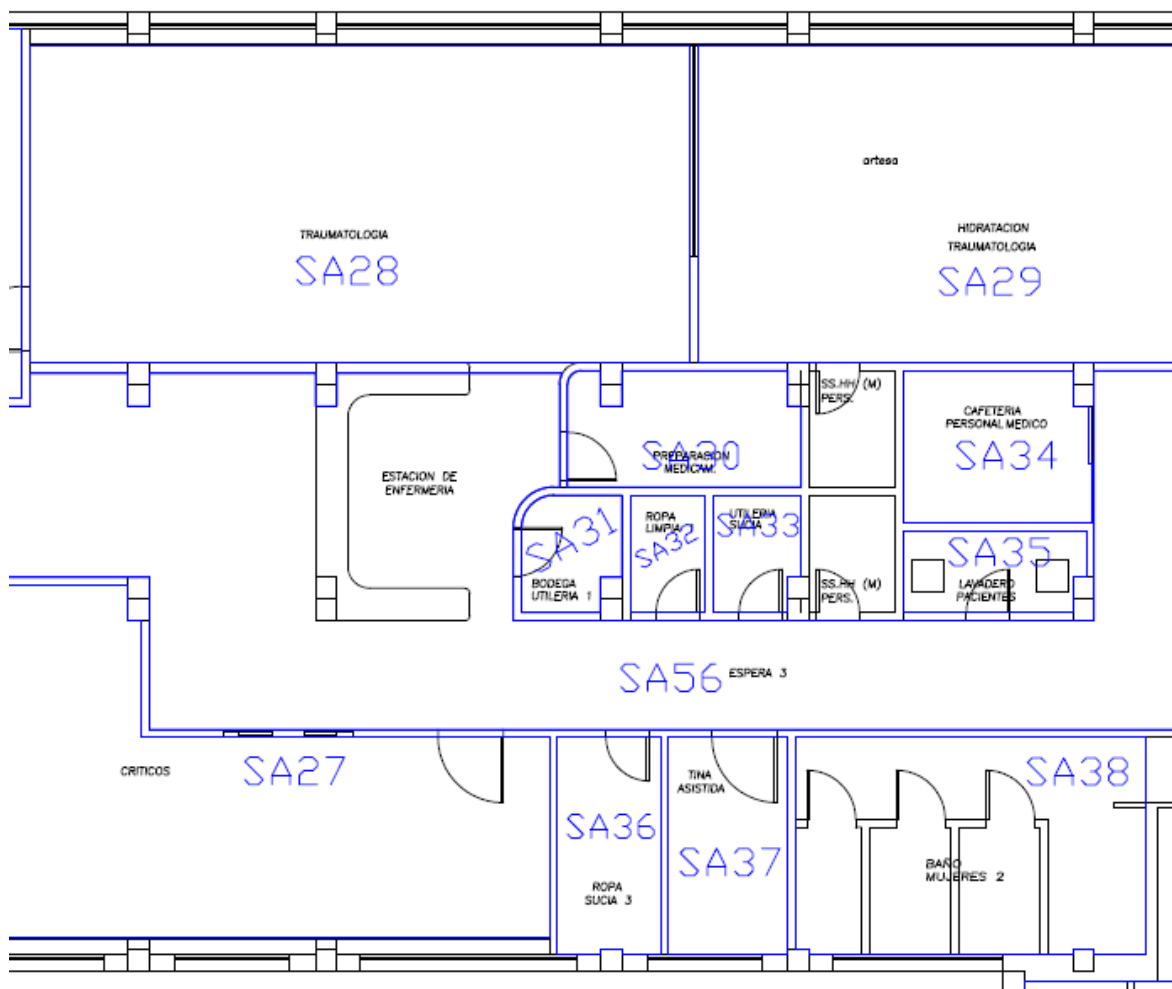


Figura 3.19. Porción del plano de Disposición de Subáreas

### 3.1.3.2 Planos de diseño








Se realizará dos planos completos del sistema, el primero es de la ubicación de los dispositivos de detección del lazo SLC y el segundo es el de los aparatos de notificación NAC.

#### *Plano del Lazo SLC*

Se describe la siguiente información:

- Ubicación completa de los dispositivos iniciadores dentro del recinto, con el respectivo enrutamiento del cableado.
- Nomenclatura de cada dispositivo, con el fin de referenciarlos dentro de la redacción de este documento.
- Simbología de los aparatos utilizados.
- Tipo y calibre de cable utilizado, además del diámetro de la tubería que se instalará.

En las siguientes figuras se muestra la simbología utilizada y una porción del plano:

SIMBOLOGIA SLC	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	PANEL DE CONTROL DE INCENDIOS
	DETECTOR DE HUMO DIRECCIONABLE
	DETECTOR DE CALOR DIRECCIONABLE
	ESTACION MANUAL DIRECCIONABLE
	ACOMETIDA ELECTRICA 110VAC 5A
	RAMAL SLC X (CABLE TIPO FPL, 2 CONDUCTORES, COLOR ROJO)
	CONECTOR DE DERIVACION EN T (3M, MODELO 558-BOX)

**Figura 3.20. Simbología Plano Lazo SLC**

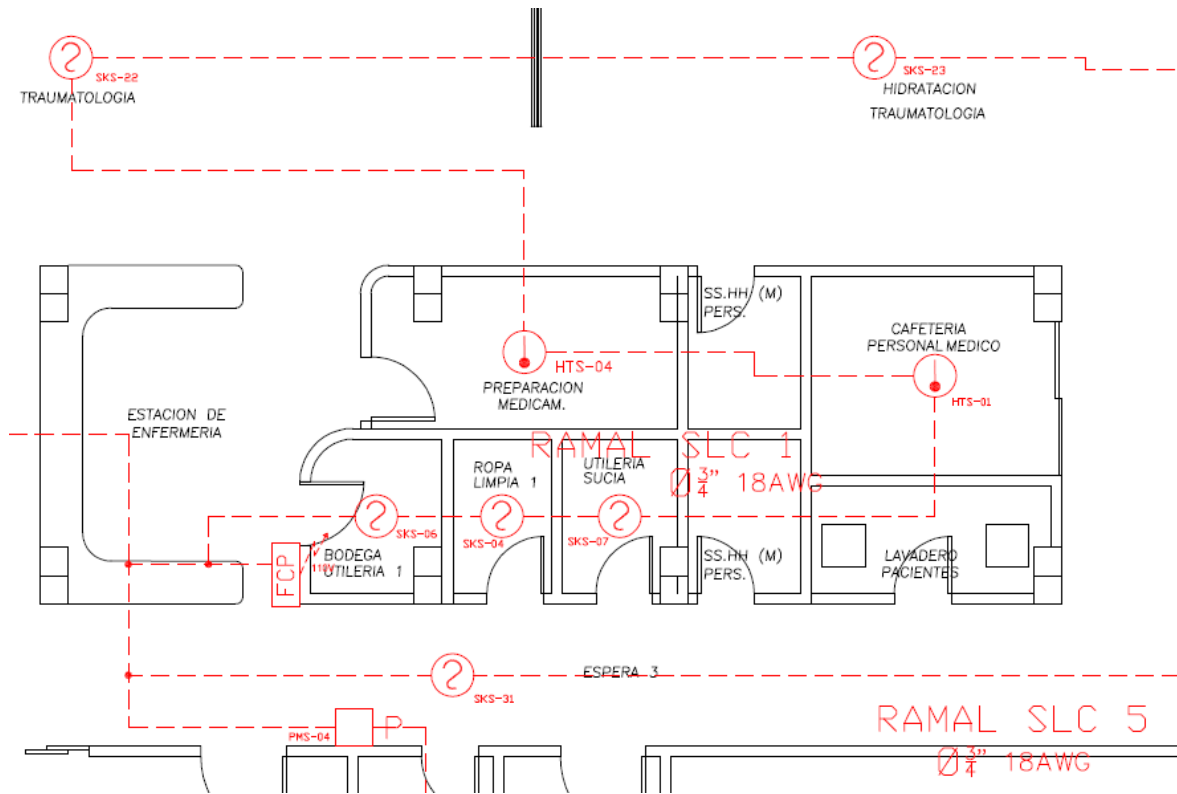


Figura 3.21. Porción del Plano Lazo SLC

### Plano de los Aparatos de Notificación NAC

Se describe la siguiente información:

- Ubicación completa de los aparatos de notificación dentro del recinto, con el respectivo enrutamiento del cableado.
- Nomenclatura de cada dispositivo, con el fin de referenciarlos dentro de la redacción de este documento.
- Simbología de los aparatos utilizados.
- Tipo y calibre de cable utilizado, además del diámetro de la tubería que se instalará.

En las siguientes figuras se muestra la simbología utilizada y una porción del plano que muestra la nomenclatura de los dispositivos, la descripción de calibre del cable y del diámetro de la tubería a utilizarse:

SIMBOLOGIA NAC	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	PANEL DE CONTROL DE INCENDIOS
	DISPOSITIVO ANUNCIADOR VISIBLE/AUDIBLE
	DISPOSITIVO ANUNCIADOR AUDIBLE
	ACOMETIDA ELECTRICA 110 VAC 5A
	CIRCUITO NAC X (CABLE TIPO FPL, 2 CONDUCTORES, COLOR ROJO )

Figura 3.22. Simbología Plano Aparatos de Notificación NAC

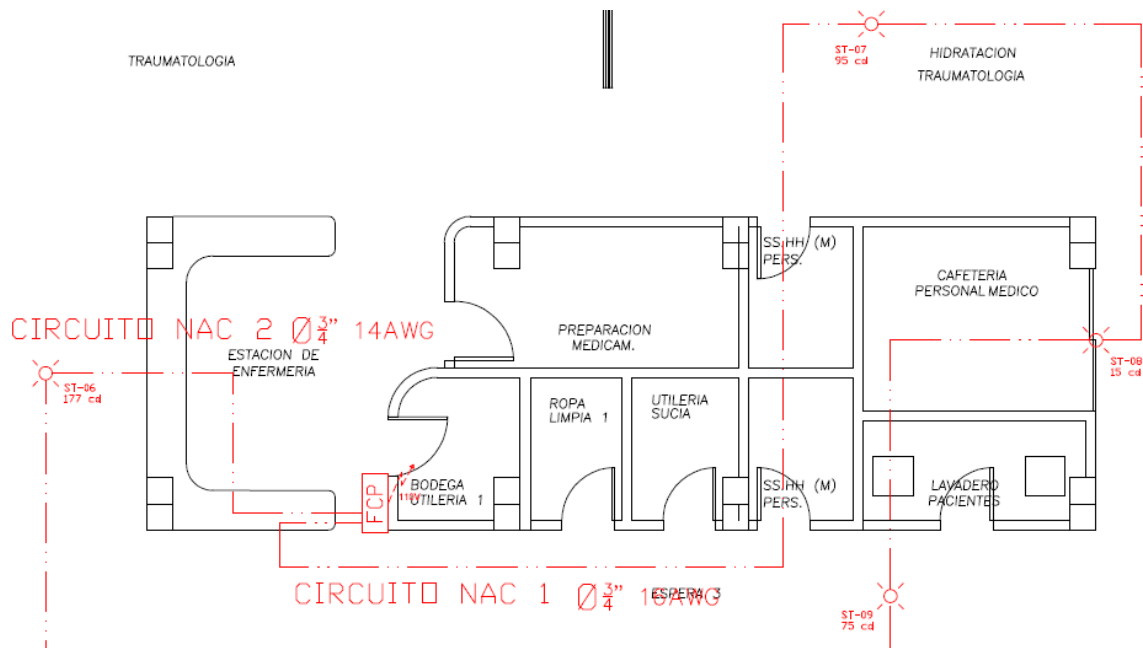


Figura 3.23. Porción del Plano Aparatos de Notificación NAC

### 3.1.3.3 Diagrama unifilar del sistema

Este diagrama muestra de una manera simbólica todas las conexiones de todos los elementos que intervienen en el sistema de detección de incendios.

Este tipo de diagramas se enfocan a la descripción de todo el sistema con el fin de apreciar, de una manera rápida y sencilla, todas las conexiones y

elementos del mismo de tal forma que sí existiese algún tipo de problema o falla esta se la pueda ubicar muy rápidamente y facilite la acción a ser considerada.

En el **Anexo 8** se documenta el respectivo diagrama unifilar del diseño en particular, para mayores detalles referirse al documento escrito del proyecto.

### **3.2 DISEÑO DEL SISTEMA DE ALARMA DE CÓDIGO AZUL Y ALERTA MEDIANTE SMS**

En esta parte del diseño no se tomará en cuenta criterios estandarizados en cuanto a sistema de alarma de código azul hospitalario se refiere, sino que más bien se utilizará criterios básicos de diseño e implementación para sistemas de alarmas en general y se adecuará a las necesidades que se presenten para cumplir con los requerimientos y objetivos planteados en este proyecto.

#### **3.2.1 Criterios de diseño**

Para el correcto diseño del sistema se debe tomar en consideración los siguientes puntos:

##### **3.2.1.1 Procedimiento para la atención de Código Azul**

Por la definición de Código Azul y como se trató en capítulos anteriores se debe realizar estrictamente la siguiente rutina para cumplir correctamente con el llamado de alerta:

**Tabla 3.13. Resumen procedimiento Código Azul**

<b>No.</b>	<b>Actividad</b>	<b>Responsable</b>
1	Entrega de escarapelas	Equipo de salud
2	Activación del código azul	Personal de salud que sospeche el paro cardiorrespiratorio
3	Respuesta del código azul	Personal médico y de enfermería asignado

4	Inicio del código azul	Médico Coordinador de la reanimación
5	Asistencia de la vía aérea	Médico asistente de la vía aérea
6	Realización del masaje cardiaco	Médico asistente de masaje cardiaco o enfermero(a) jefe
7	Aplicación de medicamentos	Enfermero(a) asistente de medicamentos
8	Suministros y actividades de apoyo	Auxiliar de enfermería circulante
9	Registro de reanimación y control de tiempo	Auxiliar de historia clínica
10	Finalización del código azul	Coordinador médico
11	Fallecimiento	Urgentólogo Médico General
12	Custodia de la propiedad del paciente	Enfermera

### 3.2.1.2 Integrantes del equipo de Código Azul

Por ser un procedimiento complejo de asistencia hospitalaria la designación de funciones dentro del equipo de código azul es muy importante, como se indicó en la tabla anterior el primer paso a ser considerado es la asignación de funciones a cada integrante del equipo, esta actividad se la realiza al inicio de cada turno y es responsabilidad de la enfermera que se encuentra atendiendo la estación de enfermería en el instante de cambio de turno. Entonces los integrantes del equipo de reanimación cardiopulmonar son los que se numeran a continuación:

- Médico coordinador.
- Asistente de vía aérea.
- Asistente del masaje cardiaco.
- Asistente de medicamentos.
- Asistente circulante
- Auxiliar de historia clínica.

Estos son todos integrantes que intervienen en un llamado de código azul (para mayor detalle de las funciones de cada uno referirse al capítulo 1), cada

integrante debe ser comunicado inmediatamente iniciada la alerta de manera individual por medio de una forma visual y/o auditiva.

### 3.2.1.3 Arquitectura del Sistema de Alarma de Código Azul y Alerta SMS

La arquitectura de este sistema se refiere al de un sistema de alarma convencional con alerta de mensajes de texto, debido a que no existen un sistema dedicado al de asistencia de código azul con características de alerta mediante SMS se pretende solucionar el requisito de diseño con componentes genéricos dentro de la definición de una arquitectura en particular.

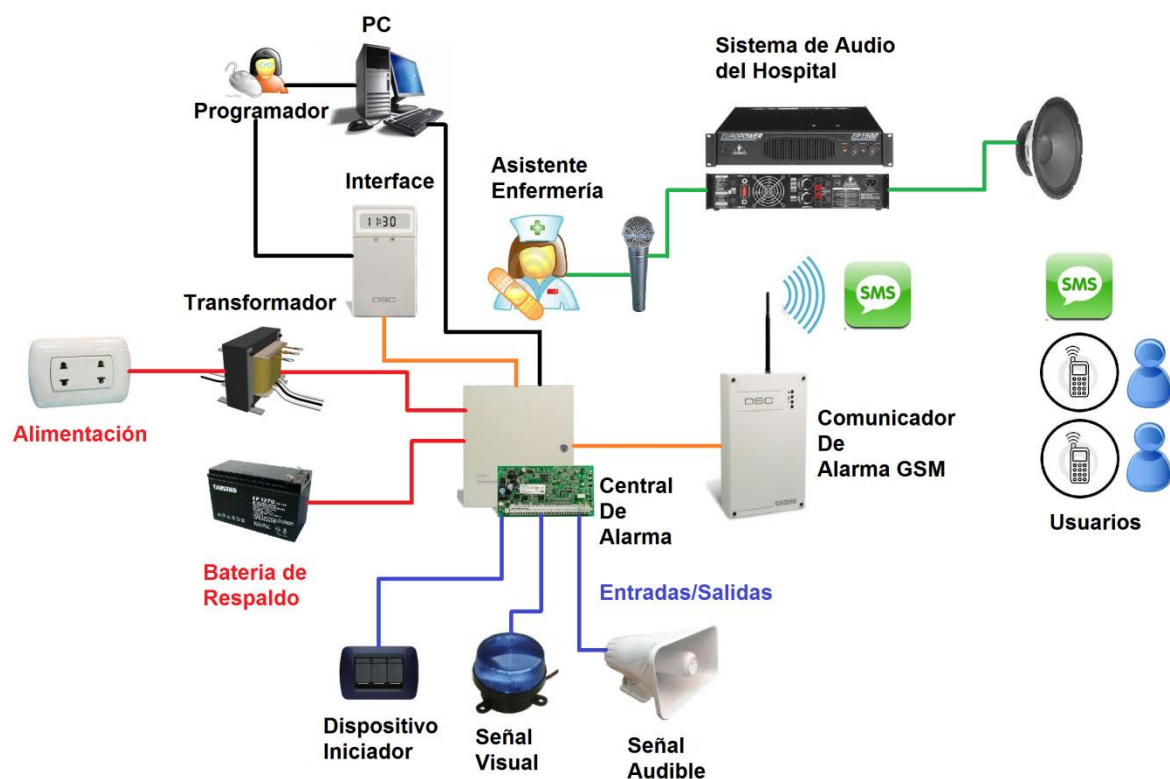


Figura 3.24. Arquitectura Sistema Genérico de Alarma De Código Azul y Alerta SMS

La arquitectura del sistema se la puede considerar como una centralizada, debido a que el dispositivo capaz de realizar y controlar todas las funciones es la central de alarma, a ella se le conectan los periféricos de entrada y salida como son los pulsadores iniciadores de la alarma, la alerta visual como es la luz estroboscópica y las señales audibles como es una sirena.



Existe una interface capaz de comunicar tanto al programador como al usuario. El programador es el que definirá las funciones específicas del sistema e ingresará los comandos de programación por medio de la interface o mediante la comunicación con un PC. El usuario que es la Asistente de Enfermería es la que se encarga de monitorear las señales de alarma que se indican en la interface para luego comunicar al equipo de Código Azul, mediante el sistema interno de audio del hospital, el sitio exacto de la activación de la alarma.

El Comunicador de Alarma GSM se conecta directamente con el panel de central de alarma y su objetivo es alertar mediante un mensaje SMS la ocurrencia de un Código Azul a cada uno de los integrantes del equipo encargado al inicio de cada turno.

#### **3.2.1.4 Requerimientos específicos del Sistema de Alarma de Código Azul y Alerta SMS**

Existen una serie de requerimientos propios de la implementación que hay que cumplir en el proceso de diseño, a continuación se nombrará cada uno de ellos.

Se deberá instalar dos sistemas independientes, uno para el Área de Urgencia Pediátrica y otro para el resto de Áreas de Urgencia.

El Área Pediátrica deberá subdividirse en cuatro puntos de accionamiento de alarma:

- Hidratación Pediatría.
- Procedimientos Pediatría.
- Consultorio Pediatría.
- Estación Enfermería Pediatría.

El resto de Áreas deberá subdividirse en ocho puntos de accionamiento de alarma:

- Curaciones.

- Triage.
- Gineco-Obstetra.
- Traumatología.
- Hidratación Traumatología.
- Pacientes Críticos.
- Pacientes Agudos.
- Pacientes Generales.

El sistema deberá informar mediante el anuncio de un mensaje SMS a todos y cada uno de los integrantes del equipo de Código Azul acerca de la ocurrencia de una alarma, este anuncio deberá tener en su contenido la información de la zona de ocurrencia con el fin de que el equipo se aliste y se dirija apropiadamente a dicha zona. Luego de enviado el mensaje para que el equipo sepa en qué Área específicamente se presenta la alerta la enfermera encargada de monitorear los eventos de alarma (enfermera de turno ubicada en la Estación de Enfermería) anunciará por los altoparlantes del sistema de audio interno la ubicación específica de acuerdo al protocolo de Código Azul.

El sistema de Código Azul deberá tener un aparato de monitoreo visual capaz de identificar el Área específica de la alarma, un anunciador visual y un anunciador audible con los que se alertará a la enfermera encargada (en caso de que este descuidada) de que existe un evento que atender.

### **3.2.2 Diseño**

Con todos los criterios de diseño tomados en cuenta se continúa con el diseño particular del sistema, se definirá una arquitectura para el caso en estudio, se describirán los elementos y equipos que se utilizará en la implementación y por último se documentarán los planos de diseño respectivos.

### 3.2.2.1 Arquitectura del Sistema de Alarma de Código Azul y Alerta SMS para la sala de Urgencias del HCAM

En la siguiente figura se presenta la arquitectura que se utilizará para implementar el sistema diseñado.

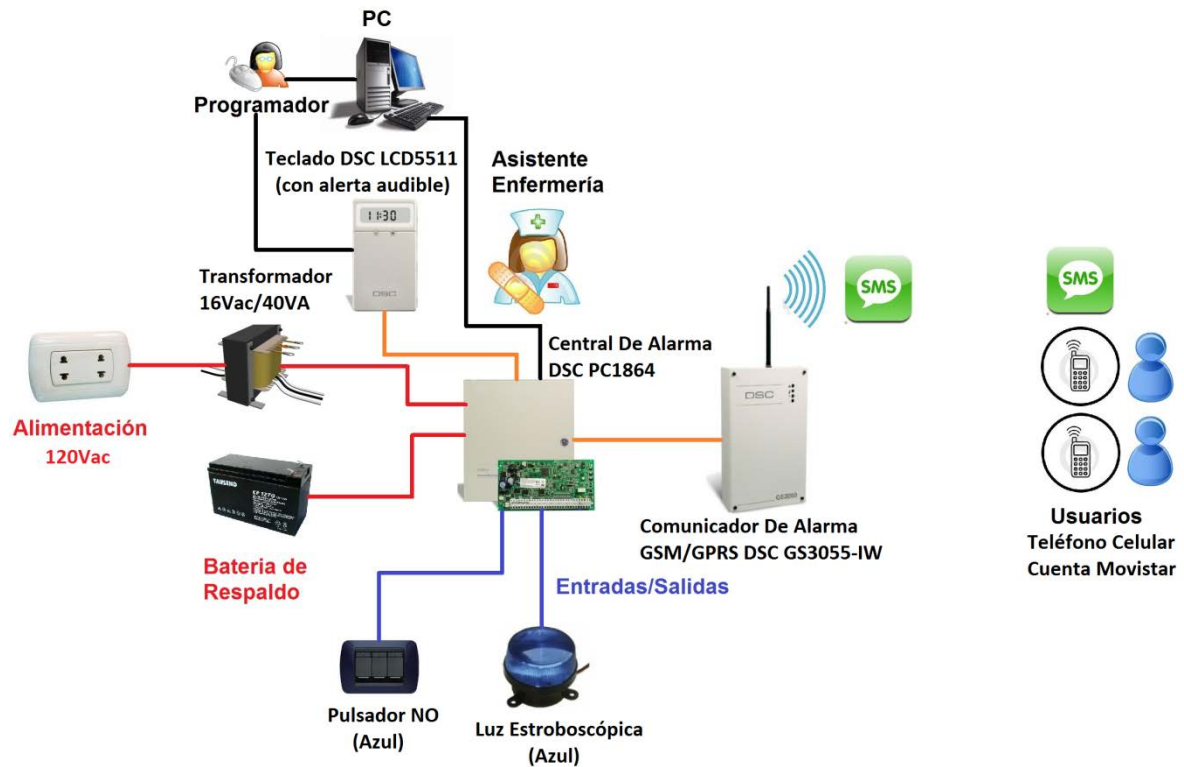


Figura 3.25. Arquitectura Sistema de Alarma De Código Azul y Alerta SMS HCAM

Se puede distinguir que todo el sistema se encuentra centralizado en el Panel Central de Alarma en el mismo que se conectará en cada punto azul requerido un pulsador de color azul con el fin de distinguir de otros pulsadores, la alerta visual se la realizará mediante una luz estroboscópica de color azul por las mismas razones.

El teclado servirá como interface con el usuario y el programador, este dispositivo tendrá una sirena incorporada que se la utilizará como alerta audible de tal manera que sea discreta y pueda ser percibida por la enfermera encargada.

El comunicador de alarma GSM/GPRS se comunicará con la central de alarma y dependiendo de las condiciones especificadas posteriormente en la programación del sistema se enviará el mensaje de texto a cada uno de los integrantes del Equipo de Código Azul.

Los equipos receptores serán los teléfonos celulares de cada integrante del equipo, deberán poseer una cuenta activada con la operadora de Movistar debido a las características de comunicación del modem del comunicador GSM.

### **3.2.2.2 Descripción y selección de equipos y materiales**

Un requerimiento por parte de la empresa a la cual se debe esta tesis es el de utilizar equipos de la marca DSC que es la marca con la que ellos implementan sus proyectos, motivo por el que la selección de los equipos se la realizará tomando en cuenta las características y funcionalidades de los equipos de esta marca.

En primer lugar se seleccionará un adecuado Panel Central de Alarma para luego elegir un teclado y un comunicador GSM compatibles con el panel, los equipos de accionamiento y visualización no necesitan un análisis tan exhaustivo por lo que se los seleccionará tomando en consideración las características estéticas para que no desentone con el ambiente del hospital.

#### **3.2.2.2.1 Selección de Panel de Alarma, Comunicador GSM y Teclado**

##### ***Panel de Alarma DSC PowerSeries***

En la siguiente tabla se presentan características físicas y técnicas de tres de los principales paneles de alarma de la marca DSC.

**Tabla 3.14. Especificaciones y características de Panel de Alarma**

	<b>PC1616</b>	<b>PC1832</b>	<b>PC1864</b>
<b>Zonas en la tarjeta</b>	6	8	8
<b>Soporte para zonas de teclado</b>	Sí	Sí	Sí
<b>Salidas PGM en la tarjeta</b>	PGM 1 – 50 mA PGM 2 – 300 mA	PGM 1 – 50 mA PGM 2 – 300 mA	PGM 1, 3, 4 – 50 mA PGM 2 – 300 mA
<b>Teclados</b>	8	8	8
<b>Particiones</b>	2	4	8
<b>Códigos de usuario</b>	47 + Código maestro	71 + Código maestro	94 + Código maestro
<b>Memoria de eventos</b>	500 eventos	500 eventos	500 eventos
<b>Transformador necesario</b>	16.5 Vac/40 VA	16.5 Vac/40 VA	16.5 Vac/40 VA
<b>Batería necesaria</b>	4 Ah/7 Ah/14 Ah	4 Ah/7 Ah/14 Ah	4 Ah/7 Ah/14 Ah
<b>Salida de campanilla</b>	12 V/700 mA(cont.)	12 V/700 mA(cont.)	12 V/700 mA(cont.)
<b>Salida Aux+</b>	11.1–12.6 Vcc 700mA	11.1–12.6 Vcc 700mA	11.1–12.6 Vcc 700mA
<b>Rango de temperatura</b>	0° - 49° C	0° - 49° C	0° - 49° C
<b>Consumo de corriente (Panel)</b>	110 mA (nominal)	110 mA (nominal)	110 mA (nominal)

**Figura 3.26. Panel de Alarma DSC PowerSeries**

Para poder elegir un panel de entre la tabla anterior es preciso primero saber con cuál equipo comunicador GSM se va a trabajar es por eso que se presentará la descripción y características de los equipos de comunicación.

### **Comunicador de Alarma DSC GS3055-I**



**Figura 3.27. Comunicador de Alarma DSC GS3055-I**

#### *Características:*

- Simulación de línea telefónica.
- Conmuta a red GSM en caso de fallo de línea terrestre.
- Controla y señaliza llamadas entrantes y salientes.
- Indicador de cobertura GSM.
- 4 Salidas programables.
- Protección de sobrecarga en la línea.
- 4 entradas.
- Alertas por SMS.
- Soporta Contact ID del panel de alarmas para comunicación sobre red GPRS.
- Comunicaciones GPRS/Internet con SurGard System III/II.
- 13 mensajes SMS (2 por entrada y 5 de estado).
- 8 números de teléfono para enviar SMS.
- 4 números para enviar CID.
- Hasta 95 números de teléfono para controlar las salidas programables.
- Control remoto de salidas vía SMS.

*Especificaciones técnicas:***Tabla 3.15. Especificaciones Técnicas del Comunicador DSC GS3055-I**

Descripción	GS3055-IG	GS3055-IGW
Tensión de entrada	9 a 14 VDC	
Consumo	100 mA (necesario batería de respaldo y JP3=OFF) ó 700 mA (JP3=ON)	
Batería	Recargable 12 V/1,2 Ah	
Consumo en reposo	125 mA	
Consumo en transmisión	450 mA	
Salidas PGM	4 disponibles, colector abierto que conmutan a masa, absorben 50 mA	
Frecuencia de trabajo	850/1900 MHz	900/1800 MHz
Ganancia de Antena	1,5 dB	
Máxima resistencia de lazo para equipos conectados en serie en terminales LI	1 Kohm	
Número máximo de equipos conectados en LI	2	
Temperatura de trabajo	0° C – 50° C	

Revisando las características y especificaciones técnicas de ambos equipos se puede llegar a tomar una decisión con respecto a los equipos.

Elegir el comunicador solo dependerá de la operadora que se vaya a utilizar en la implementación, por ser una operadora más aceptada en la región Sierra se utilizará una cuenta Movistar es decir el comunicador que se escogerá será el con la frecuencia de trabajo de 900/1800 MHz el GS3055-IGW.

Para aprovechar todas las características del GS3055-IGW es preciso utilizar el panel de alarma PC1864 ya que es el único que cuenta con las 4 salidas programables que se utilizarán en la comunicación con el GS3055-IGW. Por otro lado el PC1864 en comparación con los otros paneles tiene 8 zonas de alarma integradas en su tarjeta por lo que es lo justo para poder implementar los distintos puntos azules dentro del HCAM.

Entonces, se necesitarán 2 Paneles de Central de Alarma PC1864 y 2 Comunicadores de Alarma GSM DSC GS3055-IGW para cubrir ambas áreas de urgencias, la de Pediatría y la de Generales.

### **Teclados DSC PowerSeries LED5511Z y LCD5511**

Se elegirá para la interface del sistema entre los teclados LED5511Z y LCD5511, a continuación se describen algunas especificaciones y se presenta una foto de cada uno de ellos:

#### *Especificaciones técnicas:*

##### *LED5511Z*

- Indicador LED de 8 zonas.
- Botones de gran tamaño con luz de fondo para que la visualización y la activación no presenten problemas.
- 4 teclas programables de funciones.
- Ranura para cables.
- Entrada por zonas.



**Figura 3.28. Teclado DSC LED5511Z**

##### *LCD5511*

- Indicador LCD de 64 zonas.
- Botones de gran tamaño con luz de fondo para que la visualización y la activación no presenten problemas.
- Campanilla integrada.
- 4 teclas programables de funciones.
- Símbolos intuitivos y visor con luz de fondo.
- Terminal de entrada/salida que puede programarse para operar como entrada de zona, salida programable o sensor de baja temperatura.



- Soporte para 8 particiones.
- Icono de estado de CA.
- Ranura para cables.
- Entrada por zonas.



**Figura 3.29. Teclado DSC LCD5511**

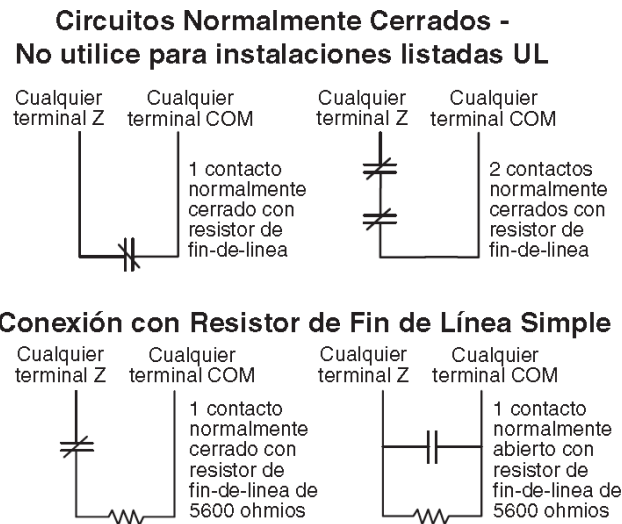
Por motivos de visualización se escogerá el teclado DSC LCD5511 además que cuenta con la función de campanilla integrada que servirá como alarma audible para alertar al usuario. Por tanto se necesitará 2 teclados para cada sistema a ser implementado.

#### **3.2.2.2.2 Selección de Pulsadores y Luz Estroboscópica**

##### ***Pulsadores***

El tipo de pulsador que se tiene que instalar depende del tipo de conexión que se realice entre los pulsadores y el panel de alarma de incendios.

En la siguiente figura se muestra los tipos de conexiones que soporta el panel DSC PC1864.



**Figura 3.30. Tipos de conexiones de contactos en el PC1864**

La forma más simple de conexión es la de circuitos normalmente cerrados sin resistencia de fin de línea pero debido a que este sistema es de carácter de operación crítica y continua será necesario realizar las conexiones de los contactos con resistencias de fin de línea ya que estos permiten la supervisión del circuito de cableado, ahora se elegirá el de contactos normalmente abiertos ya que en el momento de la instalación es mucho más sencillo realizar el cableado y la conexión en circuitos en paralelo que en circuitos en serie.

El diseño exterior del pulsador fue escogido por el personal del H.C.A.M. y no repercute en ningún aspecto en el diseño, el pulsador de doble módulo es de la marca *bticino* de la línea *LIVING* de color azul su código es L4802BD.



**Figura 3.31. Pulsador *bticino* L4802BD**

En la tabla de abajo se detalla la cantidad de pulsadores que se utilizarán en diseño, la cantidad depende únicamente de los requerimientos del personal del hospital.

**Tabla 3.16. Cantidad de Pulsadores**

Área	Subárea	Cantidad de Pulsadores
PEDIATRÍA	Hidratación Pediatría	4
	Procedimientos Pediatría	2
	Consultorio Pediatría	1
	Estación Enfermería Pediatría	1
GENERALES	Curaciones	4
	Triage	1
	Gineco-Obstetra	1
	Traumatología	6
	Hidratación Traumatología	4
	Pacientes Críticos	4
	Pacientes Agudos	1
	Pacientes Generales	13

En total son 42 pulsadores que se tiene que instalar en todo el HCAM distribuidos en dos áreas y 12 subáreas, para poder revisar las ubicaciones de cada pulsador referirse al plano de ubicación de equipos del sistema de código azul (véase **Anexo 9**).

### ***Luz Estroboscópica***

Se instalará una luz estroboscópica en lugar de la campanilla en el panel de alarma de tal manera que durante la ocurrencia de una alarma se accione la luz en vez de la sirena. De acuerdo con las características del PC1864 los terminales de la campanilla soportan una corriente máxima de 700 mA a un voltaje de 12 VDC, por lo tanto se seleccionará una luz estroboscópica de color azul que cumpla con estas condiciones.

*Especificaciones técnicas:*

**Tabla 3.17. Especificaciones Luz Estroboscópica**

<b>Descripción</b>	<b>SL126Q/B</b>
Tensión de entrada	12 VDC
Consumo	120 mA
Iluminación	100 cd
Vida útil	300 horas
Calibre AWG de Conexión	18 AWG
Temperatura de trabajo	-30° C – 60° C

**Figura 3.32. Luz Estroboscópica SECO-LARM SL126Q/B**

Se utilizarán 2 luces estroboscópica, una para cada sistema, de la marca *SECO-LARM* de modelo SL126Q/B que es de color azul y cumple con las principales características para que funcione con el panel PC1864.

### 3.2.2.2.3 Selección del Cableado

Existen dos tipos de circuitos a conexionar, el uno es de los circuitos de los pulsadores de cada subárea y el otro es de la conexión de los equipos de control, se seleccionará cada uno de acuerdo a las recomendaciones del fabricante de cada equipo.

#### **Conexión de los Circuitos de Pulsadores**

El dimensionamiento del calibre del conductor que se utilizará en cada circuito se lo realizará de acuerdo a recomendaciones descritas por el manual de instalación suministrado en el Panel de Control, en la siguiente tabla se describe las sugerencias en cuanto a distancias máximas y calibres de conductores.

**Tabla 3.18. Recomendación para el cableado de zonas**

<b>Tabla de Cableado de Zonas</b>		
<b>Calibre del Conductor AWG</b>	<b>Extensión máxima del conductor [m]</b>	<b>Extensión máxima del conductor [ft]</b>
22	914	3000
20	1493	4900
19	1889	6200
18	2377	4800
Los números están basados en la resistencia máxima del cable de 100 ohmios		

En los planos de ubicación de las zonas de alarma se medirá las distancias máximas para cada circuito y conforme a las mismas se obtendrá el calibre adecuado para la posterior instalación (ver tabla 3.19).

**Tabla 3.19. Distancias máximas de los circuitos de pulsadores**

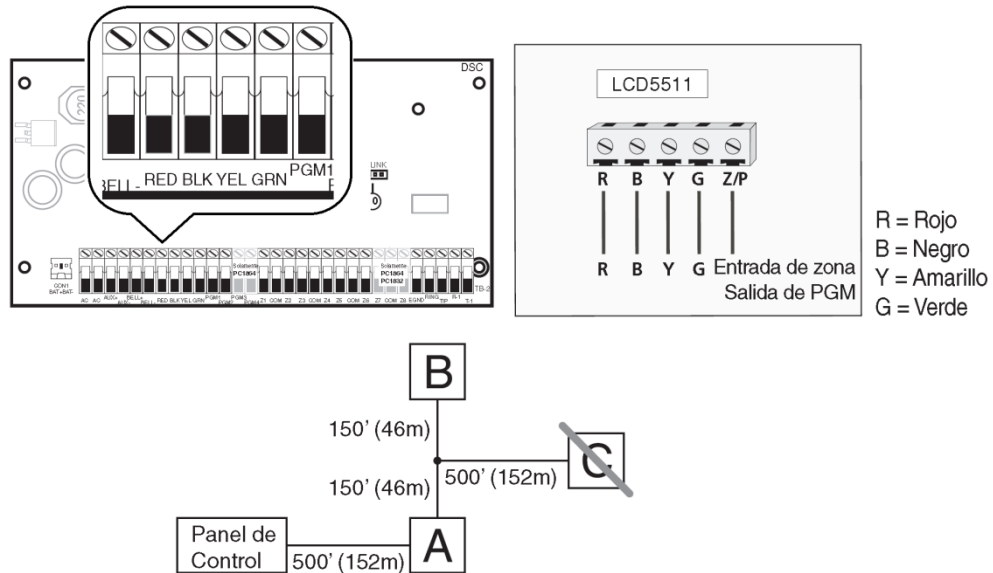
<b>Circuitos</b>	<b>Cantidad Pulsadores</b>	<b>Distancia máxima</b>	
		<b>m</b>	<b>ft</b>
<b>Pediatría</b>			
Hidratación Pediatría	4	15	50
Procedimientos Pediatría	2	9	30
Consultorio Pediatría	1	13	43
Estación Enfermería Pediatría	1	8	27
<b>General</b>			
Curaciones	4	40	131
Triage	1	23	76
Gineco-Obstetra	1	32	105
Traumatología	6	28	92
Hidratación Traumatología	4	37	122
Pacientes Críticos	4	19	63
Pacientes Agudos	1	21	69
Pacientes Generales	13	79	260

Como se puede apreciar la distancia máxima entre los dispositivos es de 79 aproximadamente desde el Panel de Control y el Pulsador más alejado por lo tanto se utilizará un cable calibre 22 AWG multiconductor de dos hilos.

### **Conexión del Teclado LCD5511**

La comunicación entre el Teclado LCD5511 y el Panel de Control PC1864 es mediante un bus de datos llamado KEYBUS donde se puede acceder hasta un

máximo de ocho teclados, el bus comprende de 4 hilos (R-B, Y-G), R-B son para la alimentación del equipo, Y-G son para la transmisión de datos.



**Figura 3.33. Terminales de Conexión PC1864, LCD5511 y KEYBUS**

En la figura anterior se describe los terminales de conexión tanto del Teclado como el del Panel de Control y también las diferentes formas de conexionado del KEYBUS, nótese que el teclado C excede las distancias máximas recomendadas.

Se deben seguir las siguientes recomendaciones al conectar los teclados al bus del panel:

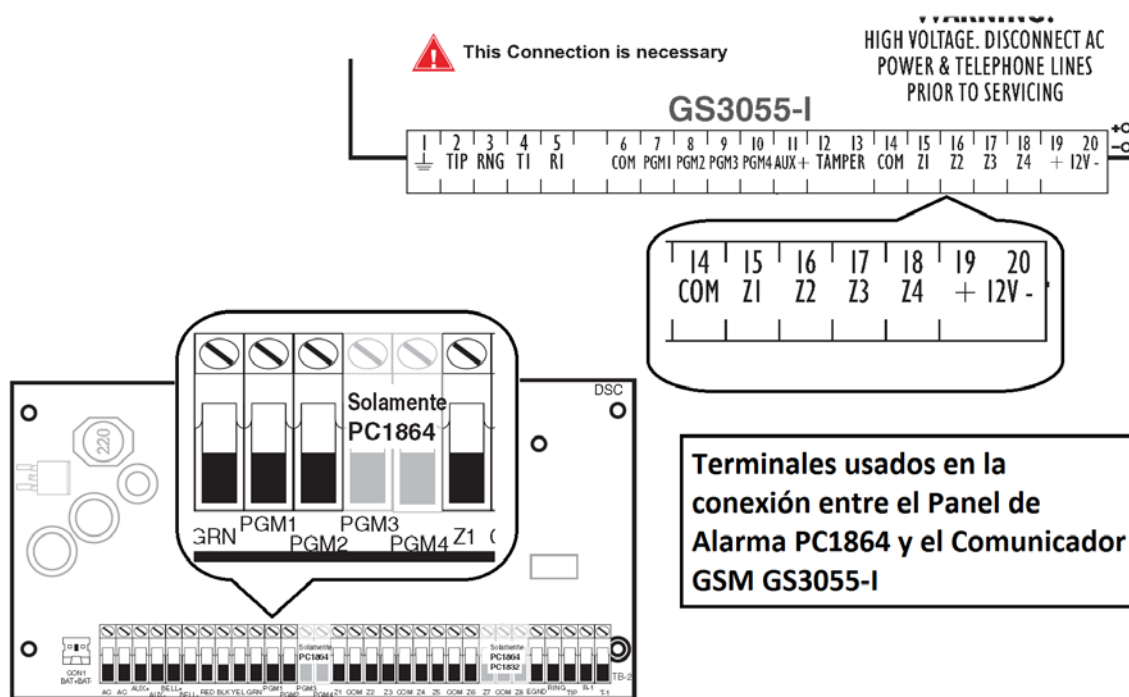
- Cable 22 AWG mínimo, máximo 18 AWG.
- No utilizar cable blindado.
- Los teclados pueden conectarse todos directamente al panel de control principal, conectados en serie o pueden ser derivados en T, considerándose que la distancia máxima del panel de control hasta cualquier teclado no debe exceder los 305 m.
- No se deben utilizar más de 915 m de cable total.

La ubicación de los teclados dentro del H.C.A.M. no sobrepasa los cinco metros de distancia a cada panel respectivamente por lo que no se excede las recomendaciones de tal forma que se utilizará un cable multiconductor de calibre 22 AWG de cuatro hilos.

**Conexión del Comunicador de Alarma GS3055-I**

Para poder comunicar el GS3055-I con el PC1864 se realizará un puente de conexión entre los terminales de entrada del GS3055-I y los terminales de salida PGM del PC1864, debido a esto se necesitará un cable multiconductor de cuatro hilos.

La ubicación de ambos equipos tanto del Panel como del Comunicador es casi la misma ya que se encontraran adosados el uno al otro es por esto que la distancia es mínima y es casi despreciable, esto permite dimensionar el conductor igualmente con consideraciones mínimas.



**Figura 3.34. Terminales de Conexión PC1864, GS3055-I**

El conductor que se utilizará es un multiconductor 22 AWG de cuatro hilos que es suficiente para realizar el puente de entre los respectivos terminales, es

importante tener en cuenta que existe una terminal referencia en las entradas del Comunicador esta se utilizará si se alimentan con distintas fuentes cada sistema, la alimentación depende de las características de consumo de los equipos y se describirá más adelante.

### ***Cable de Conexión***

Como se pudo apreciar en los apartados anteriores todas las conexiones requieren un tipo de cable multiconductor, para el circuito de pulsadores se necesita un cable dos hilos calibre 22 AWG, para la conexión del teclado y del comunicador se necesita cable de cuatro hilos calibre 22 AWG.



**Figura 3.35. Cable Multiconductor**

Para el cable conexión de los circuitos de los pulsadores la distancia total de trayecto de cableado es de 324 m.

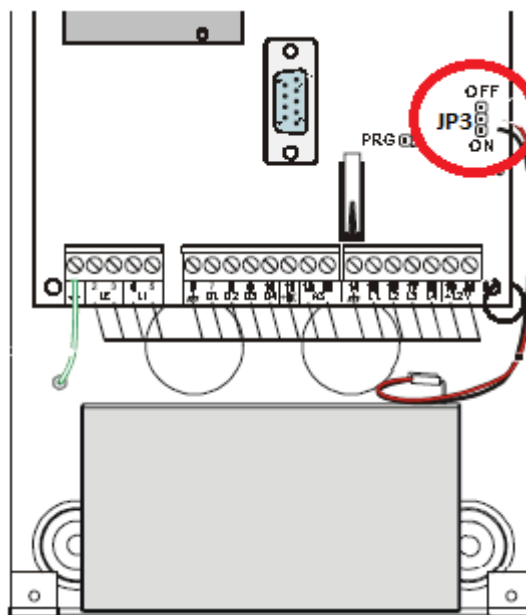
Para la conexión de los teclados y de los comunicadores la distancia no supera los 20 m en total.

#### **3.2.2.2.4 Selección de batería de respaldo**

Para elegir la batería de respaldo que se va a utilizar en la implementación hay que tomar en cuenta que la capacidad de la misma tiene que soportar al menos 4 horas en condiciones de reposo y 20 minutos en condiciones de alarma antes de que comience a descargarse de una forma considerable.



Antes de calcular la carga total del sistema es importante mencionar que el comunicador GS3055-IGW puede trabajar de dos formas dependiendo de la posición de un jumper que se encuentra ubicado en su tarjeta, este es el JP3 que se lo puede distinguir en la figura 3.36. Para evitar la sobrecarga de la salida de alimentación de los paneles, el comunicador GSM está equipado con un limitador de corriente, este limitador fija en 120 mA el consumo máximo del equipo y los picos de consumo serán absorbidos por la batería de respaldo particular del equipo por lo tanto la conexión de una batería independiente solo para el comunicador es obligatoria en este modo. El limitador de corriente puede ser anulado situando el jumper JP3 abajo, de esta manera toda la corriente requerida por el GS3055-IGW será absorbida de la fuente del panel de alarma y así evitar que se utilicen dos baterías de respaldo en el mismo sistema.



**Figura 3.36. Ubicación Jumper JP3 en el GS3055-IGW**

El GS3055-IGW va a ser utilizado únicamente como equipo de comunicación y no se ocuparán ninguna de las 4 salidas programables, por tanto al enviar los mensajes SMS su consumo máximo se lo considera en el momento de la transmisión y es 450 mA.

Otra consideración que es muy importante es que el AUX+ (fuente auxiliar) y el Keybus (conexión del teclado) están conectados internamente y el consumo total entre los teclados, salidas PGM y circuitos AUX no deberán exceder a 700 mA (para mayor detalle de las conexiones revisar el capítulo 4).

Con estas consideraciones ahora ya se puede determinar cada una de las cargas que consumirá el sistema para así dimensionar la capacidad de la batería de respaldo y decidir si se necesita otra batería extra para el GS3055-IGW.

**Tabla 3.20. Calculo de cargas de reposo y alarma del Sistema de Código Azul**

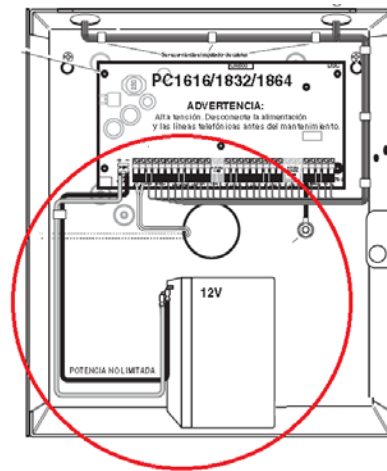
Dispositivo	Descripción	Consumo Máximo (mA)	
		Reposo	Alarma
PC1864	Panel de Alarma	110	110
GS3055-IGW	Comunicador	125	500
LCD5511	Teclado	22	85
SL26Q/B	Luz Estrobos.	0	200
<b>Total</b>		<b>257</b>	<b>895</b>

De acuerdo a las cargas de cada dispositivo se puede determinar que la carga máxima entre el Comunicador GSM y el Teclado no excede la corriente máxima de consumo del Panel de Alarma, por lo que se utilizará una sola batería de respaldo para todos los equipos, los cálculos de capacidad de la batería se presentan a continuación.

$$\begin{aligned}
 CI &= I_{ESPERA} \cdot t_{ESPERA} + I_{ALARMA} \cdot t_{ALARMA} \\
 CI &= (257 \div 1000) \cdot 4 + (895 \div 1000) \cdot (20 \div 60) \\
 CI &= 1.33 [\text{Ah}]
 \end{aligned}$$

Ec. 3.3

Se necesitará una batería de 12V de al menos 2Ah y se conectará en el Panel de Control (PC1864) de la siguiente manera.



**Figura 3.37. Ubicación e Instalación Batería de Respaldo**

### 3.2.3 Planos de diseño

La documentación de la ubicación de equipos y enrutamiento de cableado quedará totalmente descrita con los siguientes planos de diseño:

- Planos de diseño del sistema completo.
- Diagrama unifilar del sistema.

En las siguientes figuras se muestra la simbología utilizada y una porción del plano que muestra la nomenclatura de los dispositivos, la descripción de calibre del cable y del diámetro de la tubería a utilizarse:

SIMBOLOGÍA PUNTO AZUL	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	PANEL DE CONTROL DE ALARMA
	COMUNICADOR DE ALARMA GSM
	TECLADO
	PULSADOR DE ALARMA CODIGO AZUL
	LUZ ESTROBOSCOPICA
	ACOMETIDA ELECTRICA 110VAC 5A
	CABLE MULTICONDUCTOR 2 HILDS 22 AWG, X NUMERO DE CABLES 3/4\"/>
	CAJA DE PASO

**Figura 3.38. Simbología Plano Lazo SLC**

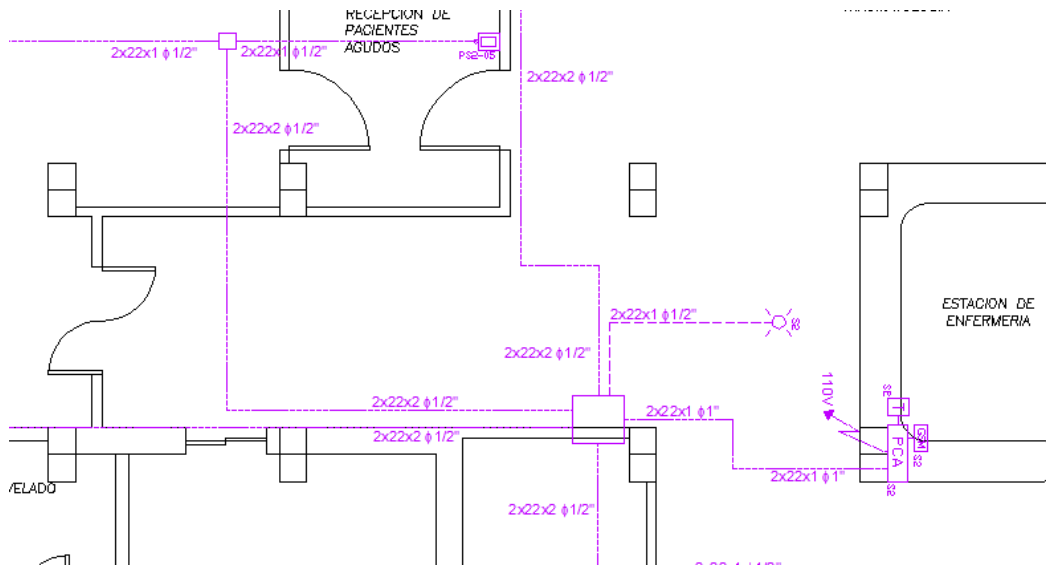


Figura 3.39. Porción del Plano Lazo SLC

En el **Anexo 9** se documenta los respectivos planos de diseño en particular, para mayores detalles referirse a dicho anexo.

## **CAPÍTULO 4**

### **IMPLEMENTACIÓN DE LOS SISTEMAS AUTOMÁTICOS**

#### **4.1 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA AUTOMÁTICO DE DETECCIÓN Y ALARMA DE INCENDIOS**

##### **4.1.1 Programación del Sistema**

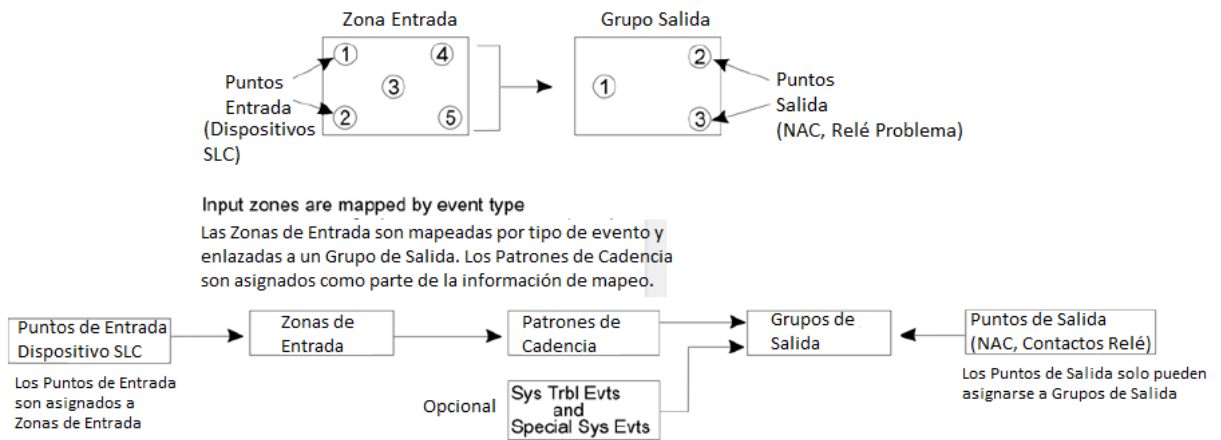
###### **4.1.1.1 Descripción General de la Programación Del Panel**

El Panel de Control IntelliKnight 5700 presenta un sin número de funciones de configuración que dependiendo de las exigencias del sistema en particular se las puede ir modificando.

Para lograr una configuración óptima el panel de incendios este cuenta con una estructura de direccionamiento muy flexible que permite el agrupamiento de Puntos de Entrada en Zonas comunes capaces de configurar parámetros específicos de respuesta agrupando estos también en Grupos de Salida.

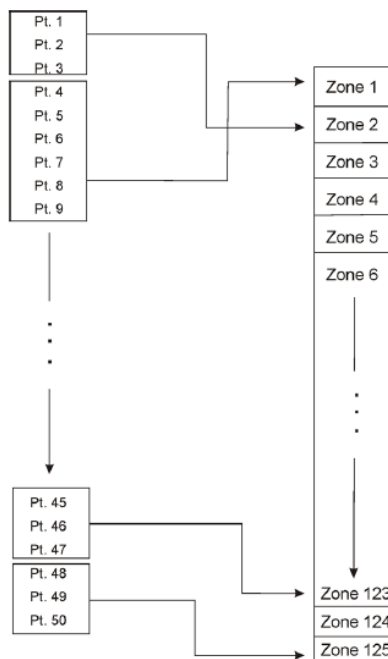
Un término utilizado para describir estos tipos de agrupamiento es el denominado Mapeo que no es más que asignar a cualquier Punto de Salida (Circuitos de Notificación NAC, Relés de Problema, etc.) eventos (Alarma, Fallo de Supervisión, etc.) capaces de activar dicho punto al ocurrir el evento asignado. Esto se puede realizar asignando Puntos de Entrada a Zonas de Entrada, Puntos de Salida a Grupos de salida y luego enlazando Zonas de Entrada con Grupos de

Salida, en la siguiente figura se representa un diagrama de como se asigna las distintas variables de programación.



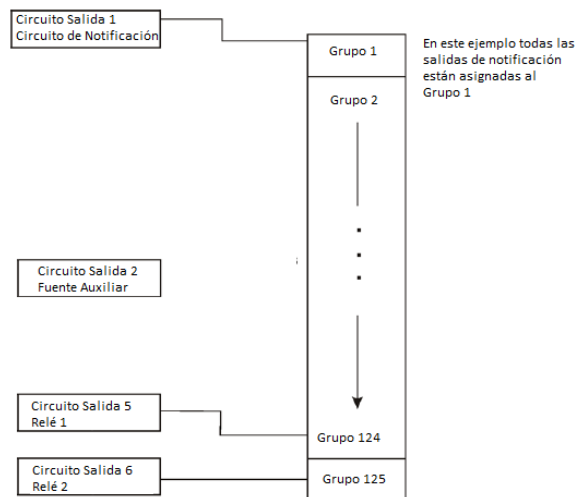
**Figura 4.1. Descripción de Mapeo de Zonas de Entrada y Grupos de Salida**

La asignación de Dispositivos SLC a Zonas de Entrada es indistinto para cualquier configuración la única limitante es número máximo de Zonas de Entrada que es 125, a continuación se presenta en la figura un ejemplo de Zonificación de Dispositivos SLC.



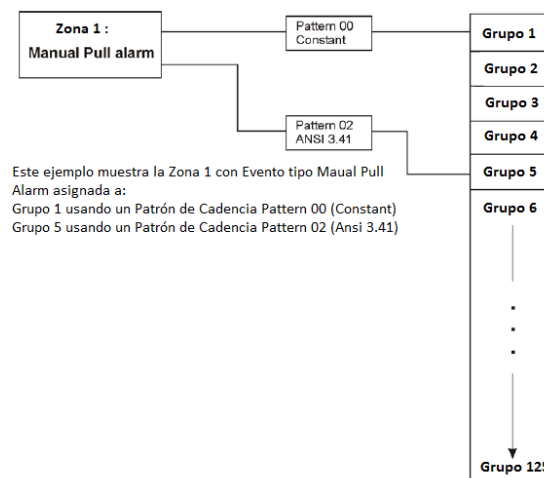
**Figura 4.2. Ejemplo de Asignación de Puntos de Entrada a Zonas de Entrada**

Es posible asignar los distintos Circuitos de Salida del Panel tales como Circuitos Notificadores NAC y Relés de Contacto Auxiliares a Grupos de Salida como se muestra en el siguiente ejemplo.



**Figura 4.3. Ejemplo de Asignación de Circuitos de Salida a Grupos**

Para describir una Zona es necesario especificar el Evento relacionado a la misma, se puede elegir entre ocho tipos de Eventos los cuales pueden activar hasta ocho Grupos de Salida con sus respectivos Patrones de Cadencia, en la figura 4.4 se presenta un ejemplo de asignación de Eventos y Patrones de Cadencia para cada Grupo de Salida.



**Figura 4.4. Ejemplo de Asignación de Eventos a Zonas y Patrones de Cadencia a Grupos**

El momento de configurar una Zona es muy importante especificar algunas características que definirán completamente el comportamiento de la misma dentro de la programación del sistema.

El Retardo de Alarma es una característica que define el comportamiento en cuanto a tiempo de respuesta al ocurrir una alarma en una Zona específica y presenta seis tipos de retardos, en la siguiente tabla se describen cada uno de ellos.

**Tabla 4.1. Descripción Tipos de Retardo de Alarma**

<b>Tipo de Retardo</b>	<b>Descripción</b>
1-Count	Cuando esta opción es habilitada la señal de alarma ocurre inmediatamente al entrar en accionamiento cualquiera de los siguientes dispositivos: detector, estación manual, detector de flujo de agua, Aux1 o Aux2. Este es el tipo de retardo más usado y viene configurado por defecto en cualquier zona.
2-Count	Cuando este tipo de retardo es usado, dos o más detectores pertenecientes a una misma zona tienen que estar alarmados para que el sistema entre en modo alarma. Si solo un detector está alarmado la zona entra en un estado de Pre-Alarma y puede activar cualquier grupo de salida configurado en evento de Pre-Alarma. Los dispositivos tipo estación manual, detector de flujo de agua, Aux1 o Aux2 son la excepción, generan alarma al estar solo un dispositivo accionado.
Alarm Ver.	Verifica posibles falsas alarmas de los detectores de humo enviando una señal de restablecimiento del detector alarmado. Si después del período de restablecimiento (30 seg.) el detector de humo sigue alarmado se reporta una condición alarma; caso contrario se restablece todo el sistema.
PAS	Alarma de Secuencia Positiva, es usada generalmente con el botón de Reconocimiento de Alarma del Panel (ACK), este tipo de retardo permite reconocer la alarma antes de generar condición de alarma en el sistema. Si el botón ACK no es accionado en un período de 15 seg. la condición de alarma se dispara automáticamente. Si se accionó el botón ACK dentro de los 15 seg. el operador tiene un período de 180 seg. para restablecer el sistema; caso contrario el sistema se torna en modo alarma.
SNGL. ILOCK	Es utilizado conjuntamente con Pulsadores de Descarga de Agente Líquido, genera condición de alarma al accionar este tipo de dispositivo dentro del rango de zona configurado, también genera condición de alarma al accionarse dos detectores.
DBL. ILOCK	Es utilizado conjuntamente con Pulsadores de Descarga de Agente Líquido e Interruptores de Presión, genera condición de alarma al accionarse ambos dispositivos simultáneamente dentro del rango de zona configurado, también genera condición de alarma al accionarse dos detectores y al menos un Interruptor de Presión.



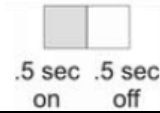
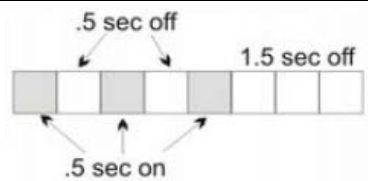
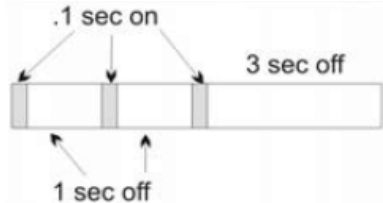

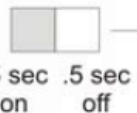

Otra característica muy importante dentro de lo que respecta al mapeo son los Eventos de Zona y definen un tipo de activación de un Grupo de Salida respondiendo a un estilo de monitoreo de Zona, cada Evento de Zona se lo puede configurar con un Patrón de Cadencia distinto, en la siguiente tabla se detallan los tipos de Eventos que se puede configurar.

**Tabla 4.2. Descripción de Eventos de Zona**

Tipo de Evento	Descripción
Manual Pull Alarm	Responde al accionamiento de cualquier estación manual, la zona entra en estado de alarma
Water Flow Alarm	Responde al accionamiento de cualquier detector de flujo de agua, la zona entra en estado de alarma
Detector Alarm	Responde al accionamiento de cualquier detector (humo o calor), la zona entra en estado de alarma
Aux1 and Aux2	Responde a un evento de alarma auxiliar o de sistema, la zona entra en estado de alarma
Pre-Alarma	Responde a cualquier condición de Pre-Alarma, la zona entra en estado de alarma
Supervisory	Responde a cualquier accionamiento de supervisión tales como Tamper anti sabotaje de los rociadores, la zona entra en estado de alarma
Trouble	Responde a cualquier evento de Problema en el sistema, tales como pérdida de alimentación, batería baja, etc., la zona entra en estado de alarma

Los Patrones de Cadencia permiten configurar la activación de los Circuitos de Salida de tal forma que cumplan con ciertas frecuencias de accionamiento en la fuente de alimentación de dichos circuitos, esto posibilita la identificación de cada tipo de alarma o evento ocurrido en el sistema. Un ejemplo típico es el configurar un Patrón de Cadencia para anunciar una evacuación del recinto al ocurrir un incendio y configurar otro Patrón de Cadencia para anunciar que se disparó una alarma accionada por alguna estación manual, en la siguiente tabla se muestra todos los Patrones de Cadencia disponibles en el IntelliKnight 5700.



**Tabla 4.3. Descripción de Patrones de Cadencia**

#	Nombre	Descripción																										
00	Constant	Sonido Continuo <small>Nota: Este es el único patrón que se puede usar en circuitos de relé, el sistema anula cualquier otra opción.</small>																										
01	March Code																											
02	ANSI 3.41																											
03	Single Stroke																											
04	California																											
05...16	<table border="1"> <thead> <tr> <th>#</th> <th>Zona</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>05</td><td>Zone 1</td></tr> <tr><td>06</td><td>Zone 2</td></tr> <tr><td>07</td><td>Zone 3</td></tr> <tr><td>08</td><td>Zone 4</td></tr> <tr><td>09</td><td>Zone 5</td></tr> <tr><td>10</td><td>Zone 6</td></tr> <tr><td>11</td><td>Zone 7</td></tr> <tr><td>12</td><td>Zone 8</td></tr> <tr><td>13</td><td>Custom 1</td></tr> <tr><td>14</td><td>Custom 2</td></tr> <tr><td>15</td><td>Custom 3</td></tr> <tr><td>16</td><td>Custom 4</td></tr> </tbody> </table>	#	Zona	05	Zone 1	06	Zone 2	07	Zone 3	08	Zone 4	09	Zone 5	10	Zone 6	11	Zone 7	12	Zone 8	13	Custom 1	14	Custom 2	15	Custom 3	16	Custom 4	 <p>Este patrón multiplicado por el número de zona en alarma, seguido por 3 segundos en off</p> <p><b>EJEMPLO: Patrón 06, Zona Codificada 2</b></p> 
#	Zona																											
05	Zone 1																											
06	Zone 2																											
07	Zone 3																											
08	Zone 4																											
09	Zone 5																											
10	Zone 6																											
11	Zone 7																											
12	Zone 8																											
13	Custom 1																											
14	Custom 2																											
15	Custom 3																											
16	Custom 4																											
17...21	<table border="1"> <thead> <tr> <th>#</th> <th>Tipo de Sincronización</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>17</td><td>Faraday</td></tr> <tr><td>18</td><td>Gentex</td></tr> <tr><td>19</td><td>System Sensor</td></tr> <tr><td>20</td><td>Wheelock</td></tr> <tr><td>21</td><td>AMSECO</td></tr> </tbody> </table>	#	Tipo de Sincronización	17	Faraday	18	Gentex	19	System Sensor	20	Wheelock	21	AMSECO	<p>Estas salidas proporcionan un patrón de sincronización para dispositivos de las marcas AMSECO, Faraday, Gentex, System Sensor, o Wheelock.</p> <p>Todos los dispositivos de notificación deberán tener la posibilidad de elegir un modo de sincronización</p>														
#	Tipo de Sincronización																											
17	Faraday																											
18	Gentex																											
19	System Sensor																											
20	Wheelock																											
21	AMSECO																											

Una vez descritas todas las características que definen a una Zona de Entrada es necesario describir todas las propiedades que definen a un Grupo de Salida, con toda esta información lista ya se podrá empezar la configuración del Panel de Control.

En cada Grupo de Salida se puede configurar las características descritas en la siguiente tabla:

**Tabla 4.4. Descripción de Propiedades de Grupo**

Opción	Descripción
<b>Opción de Enclavamiento a la Salida</b>	
LATCHING	Permanece activo hasta que el sistema haya sido restablecido (reset) manualmente
NON-LTCH	Se desactiva automáticamente cuando la condición de activación haya sido despejada
<b>Opción de Silenciamiento</b>	
SILENCE	Puede ser silenciado por medio de la tecla 
NON-SIL	No puede ser silenciado por medio de la tecla  El grupo ignora la acción de silenciamiento
AUT UNSIL	El grupo puede ser silenciado por un intervalo de tiempo programado. Si la condición que causa la activación de la salida no es despejada durante el intervalo de tiempo programado la salida se reactiva
SIL-INHIB	El grupo permanece activo por un intervalo de tiempo programado antes de poder ser silenciado. Si la condición que causa la activación de la salida no es despejada durante el intervalo de tiempo programado la salida puede ser silenciada
SHUT-DOWN	El grupo se silencia automáticamente después de un intervalo de tiempo programado
<b>Respuesta a Condiciones Globales del Sistema</b>	
ManPull	Si esta opción se encuentra habilitada el grupo se activará al ocurrir el accionamiento de cualquier estación manual en el sistema
Fire Drill	Si esta opción se encuentra habilitada el grupo se activará al ocurrir el accionamiento de cualquier dispositivo iniciador tipo Switch configurado como Fire Drill en el sistema
Sys Aux1 & Sys Aux2	Si esta opción se encuentra habilitada el grupo se activará al ocurrir cualquier condición de alarma en el sistema
Ignore Global Cad	Si esta opción se encuentra habilitada el patrón de cadencia del grupo nunca puede ser anulada por un grupo de mayor prioridad

#### 4.1.1.2 Solución de Programación del Sistema en Particular

De acuerdo a los requerimientos del sistema a ser implementado es necesario cumplir con los siguientes requerimientos:

- Cada detector debe identificarse con un nombre con el fin de una eventual alarma poder acudir al sitio exacto y atender cualquier problema.
- Las estaciones manuales al ser accionadas deben ser reconocidas previamente antes de generar una alarma, con el fin de evitar falsas alarmas debido al accionamiento intencionado de personas traviesas o curiosas.
- Los circuitos NAC deben ser capaces de anunciar de tal forma que se pueda identificar la zona que está en alarma.
- El panel debe estar configurado para que se pueda comunicar vía telefónica con una Centralita de Incendios ubicada en la Estación de Bomberos más cercana.

Para el mapeo del sistema se implementarán cinco Zonas de Entrada, cuatro para la atención de detectores de humo y calor y una para la atención de estaciones manuales. Se relacionará todas las Zonas de Entrada a un Grupo de Salida que es el que comanda el accionamiento de los circuitos de notificación de alarma NAC.

Las Zonas Entrada para detectores se referenciará de acuerdo a la arquitectura del hospital, esto quiere decir que se dividió en sectores estratégicos para poder asistir rápidamente al sitio del potencial incendio. A continuación se listan las zonas que serán implementadas y la siguiente figura muestra la disposición arquitectónica de las zonas (para mayor detalle ver el **Anexo 8**).

- Zona Izquierda.
- Zona Derecha.
- Zona Generales.

- Zona Pediatría.

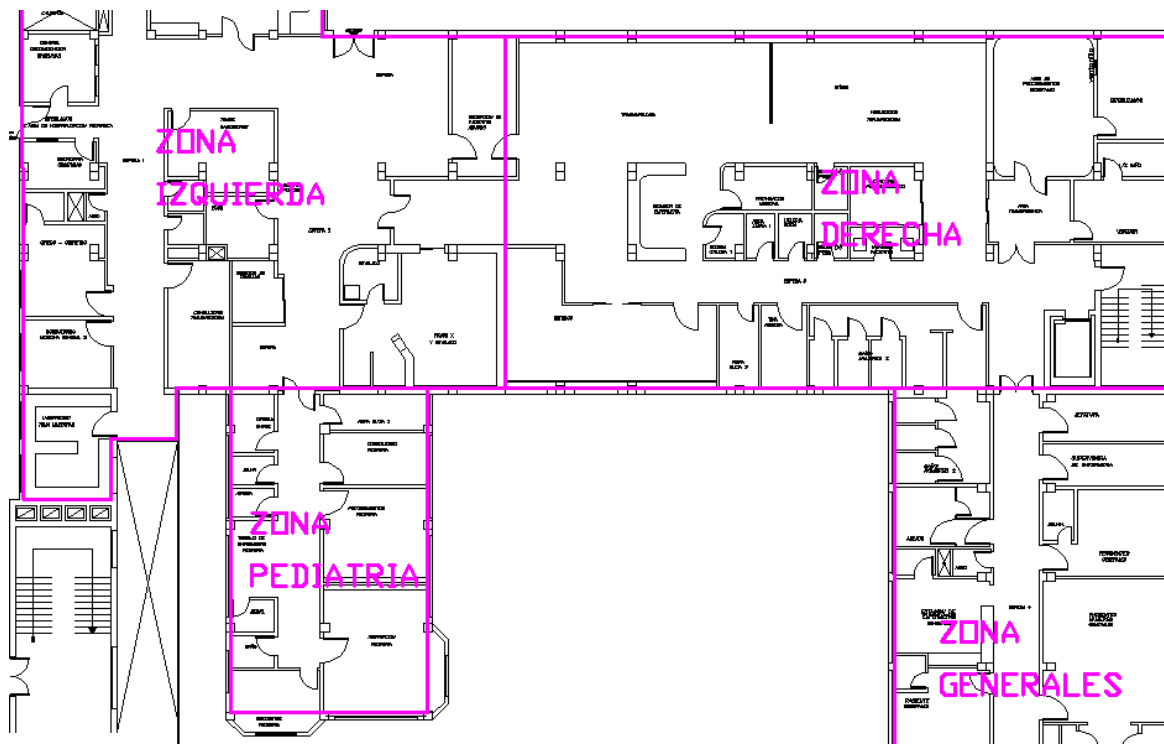


Figura 4.5. Ubicación Arquitectónica de Zonas de Detectores

Todas las zonas de detectores se las configuraran para características de retardo tipo 1-Count con el propósito de accionar la condición de alarma en el mismo instante que el detector perciba alguna señal de incendio, se utilizaran los Patrones de Cadencia tipo Custom (Personalizado) uno por cada Zona de detectores y se los configurarán con intervalos de encendido de cuatro segundos y cinco de apagado de los circuitos NAC multiplicando el intervalo de encendido por el numero de la Zona, esto permitirá el la identificación instantánea de la Zona referencial que se encuentra en condición de alarma. Para la Zona de estaciones manuales la característica de retardo será tipo PAS con el fin de realizar el reconocimiento previo tipo ACK para evitar que existan falsas alarmas al accionar alguna estación manual sin que ocurra una verdadera alarma de incendio, el Patrón de Cadencia será de tipo Constant (Constante) de tal forma que si existiese un verdadero incendio se activen los circuitos de notificación NAC de una manera ininterrumpida.

El Grupo de Salida será único para los dos circuitos de notificación NAC ya que al ocurrir una eventual alarma por parte de detectores o estaciones manuales accionará todas las luces estroboscópicas y los dispositivos audibles dependiendo de los Patrones de Cadencia configurados para cada Zona de Entrada. El Grupo de Salida tendrá características tipo LATCHING (con enclavamiento), AUT UNSIL y ManPull (estación manual), todas estas características posibilitarán que si existiese algún accionamiento de detectores y estaciones manuales (LATCHING) solo se permita restablecer el sistema al ser Reseteado (RESET), se podrán silenciar los dispositivos visibles y audibles (AUT UNSIL) por un intervalo configurable de tiempo de tres minutos y de no despejarse la alarma se volverán a activar para notificar la existencia de un eventual incendio, al existir un accionamiento de cualquier estación manual en el sistema (ManPull) el Grupo de Salida responderá automáticamente conforme a las previas configuraciones de cada Zona de Entrada.

En la siguiente figura se explica gráficamente el funcionamiento de la configuración del mapeo a implementar.

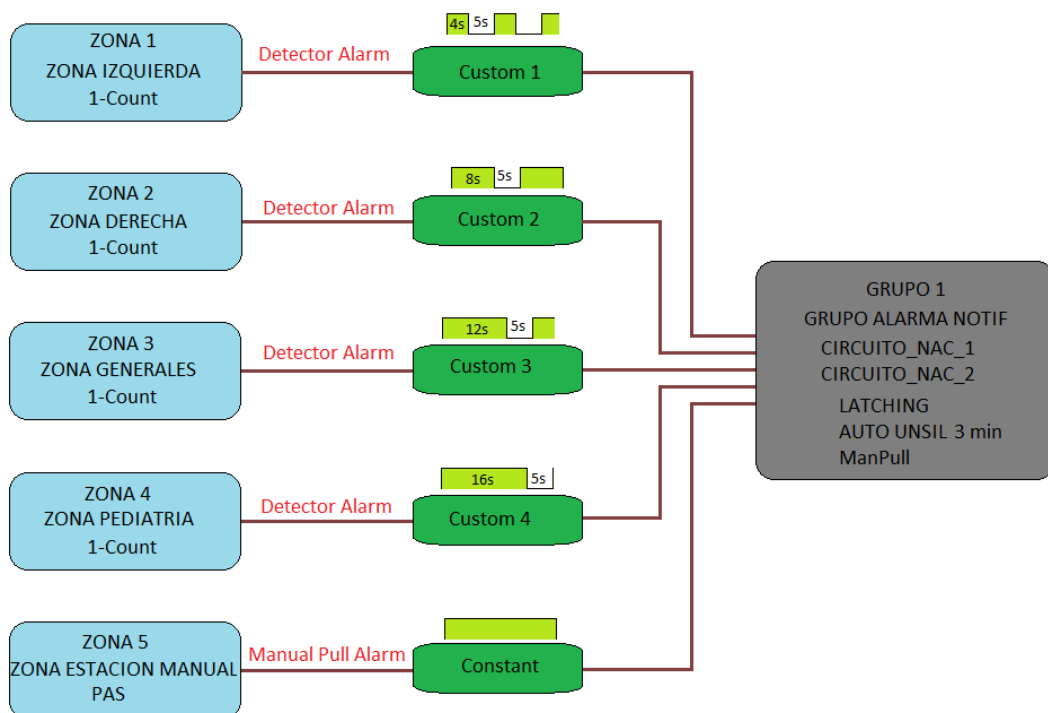


Figura 4.6. Mapeo De Sistema en Particular

Como se explicó en el capítulo 3 el Panel IntelliKnight 5700 tiene la capacidad de direccionamiento de hasta cincuenta dispositivos direccionables SLC, para que el sistema identifique cada dispositivo es necesario configurar primero la familia con la que se trabajará que es la HOCHIKI y luego el estilo de cableado que según el diseño se lo implementará con Clase B.

En la tabla A1.3 del **Anexo 1**, se detallarán los direccionamientos de acuerdo a la ubicación en los planos de diseño y las direcciones lógicas que se programarán para cada dispositivo SLC, también se le asignará un nombre de máximo veinte caracteres a cada dispositivo y se listará la Zona de Entrada según el mapeo a la que pertenece.

#### 4.1.1.3 Programación Manual

##### 4.1.1.3.1 Descripción de la Interfaz

El Panel de Control dispone de una pantalla y teclado llamado Anunciador integrado en su placa los mismos que permiten visualizar e ingresar los estados y parámetros del Panel respectivamente, a continuación se presenta una figura descriptiva del Anunciador.

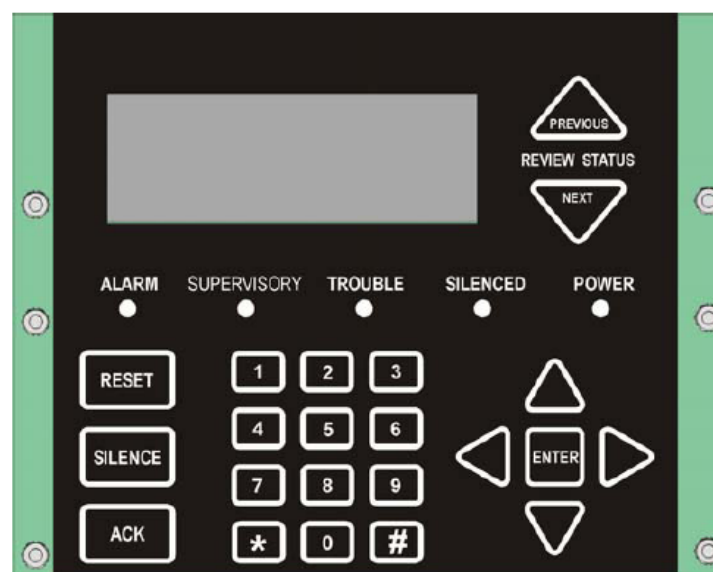
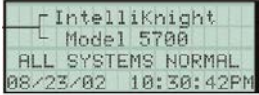







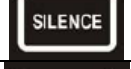
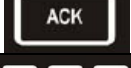




Figura 4.7. Anunciador Integrado en el IntelliKnight 5700

Como se puede ver en la figura el Anunciador dispone de una pantalla o display LCD que indica cada una de las funciones, estados y parámetros de programación que dispone el Panel. Adicionalmente tiene cinco LEDs indicadores de estado del Panel y teclas que sirven para la navegación, ingreso de datos y atención de estados del Panel.

En la siguiente tabla se indica la descripción de cada elemento del Anunciador:

**Tabla 4.5. Descripción del Anunciador**

Figura	Tipo	Función
	Pantalla LCD 20x4	Visualización general
	Teclas	Permite navegar entre los distintos estados del Panel ya sean estos de alarma o de problema
	Indicador LED	Indica si el Panel se encuentra en estado de Alarma
	Indicador LED	Indica si el Panel está supervisando los módulos adicionales añadidos al sistema
	Indicador LED	Indica si el Panel se encuentra en estado de Problema
	Indicador LED	Indica si el Panel fue Silenciado al ocurrir alguna Alarma o Problema
	Indicador LED	Indica que el Panel se encuentra energizado
	Tecla	Permite el Reset o Restablecimiento del sistema en caso de Alarma o Problema
	Tecla	Permite silenciar el Panel en caso de Alarma o Problema
	Tecla	Permite el reconocimiento de la condición de Alarma o Problema
	Teclado	Permite el ingreso de parámetros de configuración y la navegación en los distintos menús del Panel
	Teclado	Las teclas tipo flecha permiten la navegación en los distintos menús de navegación, la tecla ENTER permite la confirmación de cualquier ingreso



#### 4.1.1.3.2 Descripción del Menú Principal

El Panel de Control posee una serie de funciones que se puede configurar dependiendo los requerimientos del sistema, en esta implementación en particular se describirá únicamente las funciones utilizadas para cumplir la consigna del diseño.

Es importante mencionar que el idioma de configuración del sistema se encuentra solo en inglés por lo que todos los detalles se presentaran en este idioma y la respectiva explicación se la hará en idioma español.

Una vez realizada todas las conexiones el Panel está listo para poder ser manipulado sus configuraciones, la pantalla inicial se muestra a continuación:



**Figura 4.8. Pantalla de inicio por defecto, pantalla personalizada**

En figura anterior se muestra la pantalla inicial por defecto y una pantalla personalizada, es decir se puede configurar una título para el sistema en particular, posteriormente se indicará como personalizar dicho título.










Para ingresar al menú principal del sistema es necesario presionar cualquiera de estas dos teclas → **ENTER**.

A continuación se pide el ingreso de un código de acceso y la selección de un perfil, el Panel admite un total de veinte perfiles con sus respectivos código de acceso para el perfil #1 y el perfil #2 están reservados para la gestión de Cuerpo de Bomberos e Instalador respectivamente el resto de perfiles se los puede programar dependiendo el nivel de gestión de cada usuario, más adelante se

detallará estas opciones de programación. Por defecto el código acceso de Instalador está programado como 123456 y el código de Usuario del perfil #3 es 1111.

En la siguiente tabla se detalla las opciones del menú principal del Panel las cuales se pueden elegir usando las teclas de navegación **↑↓** y **ENTER**, o con el teclado numérico directamente:

**Tabla 4.6. Descripción del Menú Principal**

Tecla	Opción	Descripción
	System Tests	Se accede a las pruebas de Sistemas de Evacuación Contra Incendios (si se instala módulo opcional) y a la de Indicador (si se instala módulo opcional)
	Point Functions	Se accede al menú para habilitar o deshabilitar funciones de los puntos (detectores, estaciones manuales) configurados en el sistema
	Event History	Muestra el historial de eventos (alarmas, problemas, etc.) del Panel
	Set Time and Date	Ajusta el tiempo y fecha del sistema
	Printer Options	Si se usa una impresora (módulo opcional) permite gestionar las opciones de reportes de eventos
	Reset Dialer	Cancela cualquier comunicación con la estación central (instalada en la Estación de Bomberos) respecto a los distintos tipos de eventos
	Program Menu	Se accede al menú de programación
	System Info	Muestra la información del Panel como modelo, numero de serie, numero de revisión, etc.
	Up-Download	Inicia la comunicación entre el Panel y el computador que se utiliza en el modo de programación por software

#### 4.1.1.3.3 Configuración y Programación del Sistema

Todas las configuraciones del sistema se realizan accediendo al Menú de Programación donde se ingresarán todas las opciones de programación.

Para acceder al menú de programación se realizan los siguientes pasos:

1. Presione → o **ENTER** para ingresar al Menú Principal.
2. Ingresar código de Instalador (por defecto 123456).
3. Seleccionar **7** para Program Menu.

La pantalla indicará:










```

Initializing
Please wait . . .

```

Para elegir una opción se debe presionar la tecla correspondiente a la cual se quiere configurar, a continuación se detallan dichas opciones:

**Tabla 4.7. Descripción del Menú Principal**

Tecla	Opción	Descripción
	SLC Family	Configura el tipo de familia de los dispositivos que se van a conectar al Lazo SLC.
	Module Menu	Permite añadir, editar y eliminar los distintos módulos tanto los adicionales como los internos del sistema. En esta opción se puede configurar el tipo de conexionado del Lazo SLC.
	Zone Menu	Permite añadir, editar y eliminar zonas de entrada. En esta opción se configuran las características y los eventos de zona.
	Group Menu	Permite añadir, editar y eliminar grupos de salida. En esta opción se configuran las características de los grupos de salida.
	Point Menu	Permite configurar los tipos de dispositivos previamente direccionados.
	System Options	Permite configurar opciones específicas del sistema entre ellas: Pantalla de Inicio Reporte de Alarma Líneas Telefónicas
	JumpStart AutoPg	Permite realizar una programación rápida del sistema, configura opciones por defecto. No es recomendable usarla cuando el sistema es complejo.
	Computer Account	Permite configurar la cuenta de acceso remoto de programación.
	Acces Code	Permite editar los perfiles de usuario para permitir o denegar el acceso a ciertos menús de programación.

Con todas las descripciones que se han expuesto ya se puede configurar el sistema que se implementará si se desea profundizar en la programación del sistema en particular referirse al **Anexo 3**, en este se detalla toda la programación manual del sistema.

#### **4.1.1.4 Programación por Software del IntelliKnight 5700**

##### **4.1.1.4.1 Instalación de la Plataforma**

La programación de software del Panel de Incendios se la implementará mediante el programa Silent Knight Software Suite (SKSS) que provee el fabricante para la configuración de los dispositivos que tiene disponibles en el mercado. Este software se obtiene descargándolo de la página oficial de Silent Knight en la siguiente dirección:

*<http://www.silentknight.com/products/5660.html>*

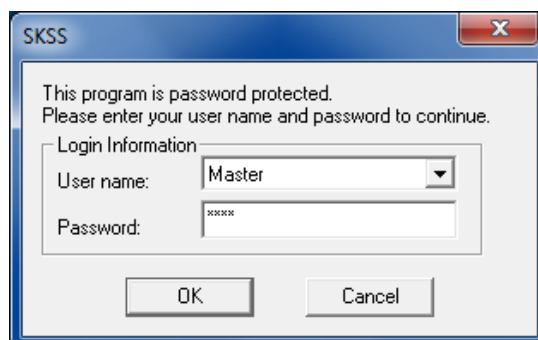
Cuando ya se obtenga el instalador se procede con los siguientes pasos para instalar la plataforma:

1. Ejecutar el instalador *SKSSIntal.exe*.
2. Ingresar el código de CD, este código se lo encuentra en el manual de usuario del software descargado desde la misma página anterior, el código es *mclD2z3628863345*.
3. Ingresar una ruta de instalación si se desea.
4. Aceptar los siguientes pasos hasta concluir la instalación.

##### **4.1.1.4.2 Descripción de la Plataforma**

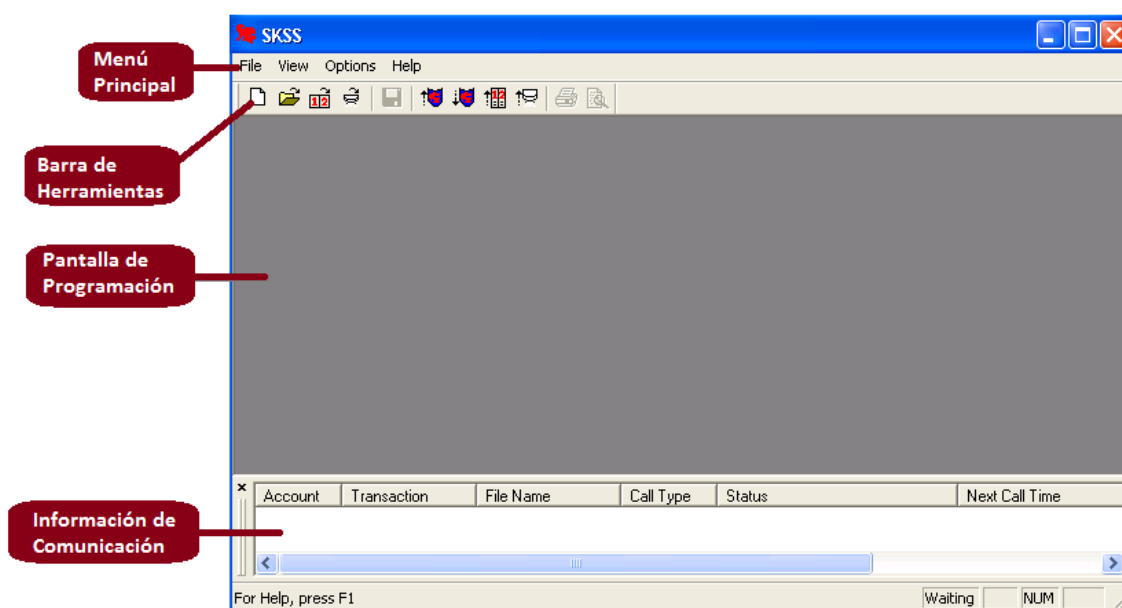
Ya debidamente instalado al iniciar el programa se pedirá el ingreso de un usuario y una clave ya que la plataforma permite la administración de cuentas de usuario para que solo se pueda ingresar a los archivos de configuración creados

por cada usuario en particular. Se puede ingresar como *Master* ya que este usuario tiene permisos de administración total y su clave por defecto es *pass*.



**Figura 4.9. Ingreso a la Cuenta de Master**

Luego de ingresar los datos correctamente se presenta la siguiente ventana:



**Figura 4.10. Ventana Principal del SKSS**

En Menú Principal están todas las opciones de administración del programa.

En la Barra de Herramientas se encuentran ubicados los íconos de acceso rápido para crear y abrir archivos de programación, cargar y descargar archivos al panel, imprimir hojas de programación y verificar estados del panel.

En la Pantalla de Programación es donde se ingresan los datos de configuración que van a ser descargados al panel, las opciones de programación se mostrarán una vez que se cree un nuevo archivo de programación y depende del dispositivo que se quiera programar.

En la tabla de Información de Comunicación se presentan todos los estados de comunicación entre el Panel y el PC.

#### 4.1.1.4.3 Programación del IntelliKnight 5700

El software de programación es bastante intuitivo y ahorra mucho tiempo de programación en comparación el modo de configuración manual que se describió anteriormente.

The screenshot shows the SKSS software interface for programming an account. The window title is "SKSS - [TESIS\_03.5700Account]". The menu bar includes File, View, Options, Window, and Help. The toolbar contains various icons for file operations and system functions. The main menu includes Account Info, General Params, Dialer, System, Input Zones, Output Groups, Templates, Mapping, Output Pattern, and User Profiles. The "Account Info" tab is active, displaying a form with the following fields:

- Customer Account #: 122456
- Panel Type/Version: 5700 | 10
- Name: [Empty]
- Contact: MAURICIO SUAREZ
- Customer Phone: (95031454
- Address: CONOCOTO CALLE SUCRE S7-129
- City: QUITO
- State: [Empty] | Zip: [Empty]
- Panel Phone Line 1: [Empty] | Example: (800)3280103
- Panel Phone Line 2: [Empty]

At the bottom, there is a table with columns: Account, Transaction, File Name, Call Type, Status, Next Call Time, Last Call Time, and P. The table is currently empty. The status bar at the bottom indicates "Waiting" and "NUM".

Figura 4.11. Pantalla de Programación del SKSS

En la Pantalla de Programación se encontrarán todas las opciones y características que se necesitan para lograr programar el sistema de acuerdo a las especificaciones de la solución de programación del sistema en particular.

Si se desea conocer con más detalle la forma de programar mediante la utilización de software referirse al **Anexo 4**. En el **Anexo 4** se detallará una programación general del sistema conforme los parámetros tratados en la programación manual con el propósito de que se comprenda enteramente la forma de manejar el software.

#### 4.1.1.4.4 Enlace del IntelliKnight 5700 con el Ordenador

Terminada de configurar la cuenta de programación conforme los parámetros que se requiera ya es posible la descarga de esta en el Panel. Para realizar la descarga se necesita de una comunicación serial por el puerto RS232 del PC y previamente haber iniciado la comunicación en el IntelliKnight 5700 por medio del teclado.

El cable utilizado para la comunicación es del tipo STRAIGHT-THROUGH es decir con un terminal DB9 Hembra en el un extremo y un DB9 Macho en el otro, si se desea fabricar un cable de este tipo se puede guiar por la siguiente figura donde se indica el diagrama de conexión de pines:

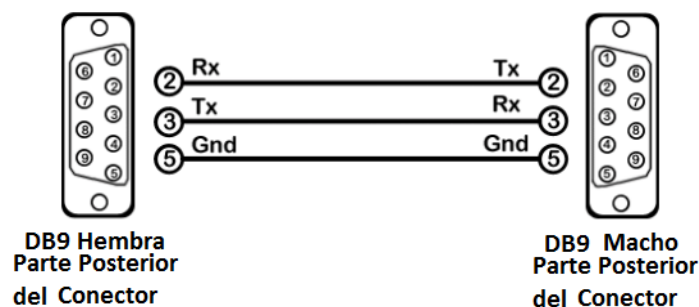


Figura 4.12. Diagrama de Pines de Conexión del PC al IntelliKnight 5700

Es necesario configurar los parámetros de comunicación en el SKSS seleccionando un puerto de comunicación disponible, para ingresar a la configuración se selecciona la pestaña *Options* del menú principal la opción *Communications*.

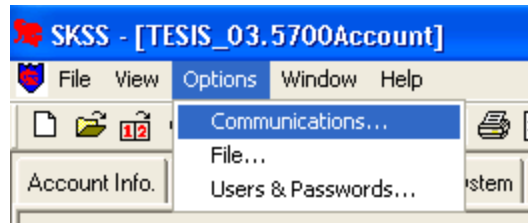


Figura 4.13. Acceso al Menú de Configuraciones de Comunicación

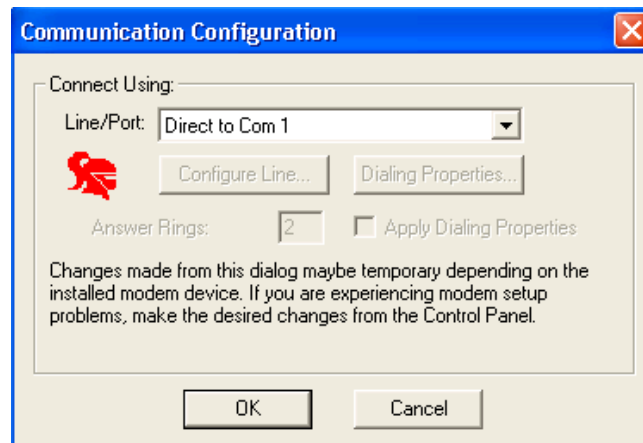



Figura 4.14. Configuración de Puerto de Comunicación

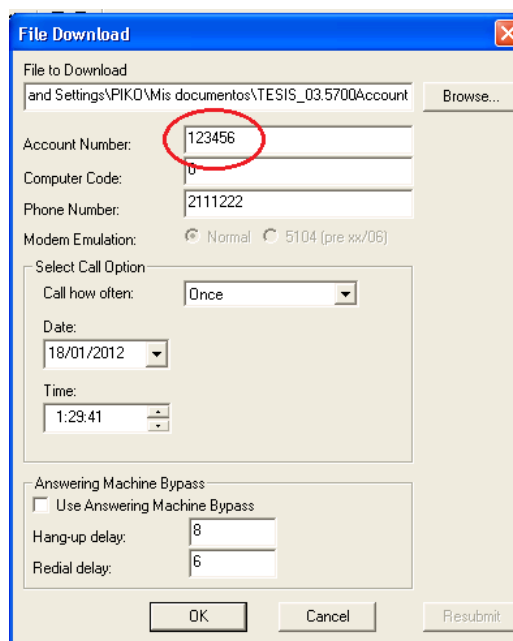
En este punto el que tiene que iniciar la comunicación es el Panel ingresando los siguientes comandos por teclado:

1. Presione → o **ENTER** para ingresar al Menú Principal.
2. Ingresar código de Instalador (por defecto 123456).
3. Seleccionar **9** para Up/Download.
4. Presionar **2** para elegir RS232 connection.



5. Ingresar Account # que es por defecto 123456 y presionar **ENTER**, el número de cuenta del Panel debe coincidir con el configurado en el SKSS caso contrario no será posible la comunicación.
6. El Panel está en espera de comunicación por parte del SKSS.

Por último en la barra de herramientas del SKSS presionar el ícono de descarga  y la comunicación se inicia y termina cuando se haya descargado completamente el archivo de configuración.



The screenshot shows a 'File Download' dialog box with the following fields and values:

- File to Download: and Settings\PIKO\Mis documentos\TESIS\_03.5700Account
- Account Number: 123456 (circled in red)
- Computer Code: 0
- Phone Number: 2111222
- Modem Emulation: Normal (selected), 5104 (pre xx/06)
- Select Call Option: Call how often: Once
- Date: 18/01/2012
- Time: 1:29:41
- Answering Machine Bypass:  Use Answering Machine Bypass
- Hang-up delay: 8
- Redial delay: 6

Buttons: OK, Cancel, Resubmit

Figura 4.15. Configuración de Número de Cuenta en el SKSS

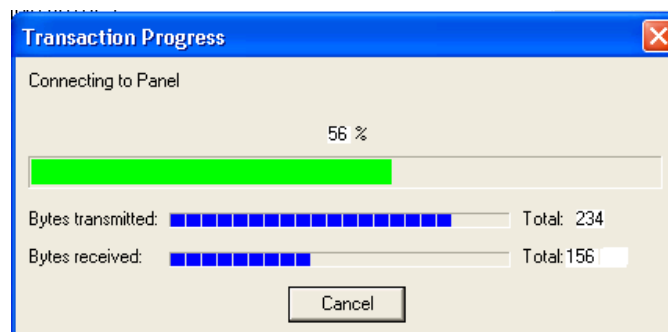


Figura 4.16. Descarga de Configuración al IntelliKnight 5700

### 4.1.2 Instalación de Equipos

Como era de conocimiento público por una iniciativa de las autoridades del Hospital Carlos Andrade Marín en estos momentos se encuentran haciendo una remodelación de algunas áreas dentro del hospital, una de ellas es la de la Sala de Urgencias y es en esta en la que se instalaron los equipos de automatización para la detección de incendios.

El Panel de Incendios IntelliKnight como se puede apreciar en los planos de diseño en el **Anexo 8** se lo instaló empotrado en la pared cerca de la Estación de Enfermería Principal de la Sala de Urgencias, con esto se logró optimizar el cableado del sistema puesto que esta área se encuentra en un lugar céntrico con respecto a toda la sala, a parte es un lugar donde existe un continuo monitoreo gracias a que existe la presencia ininterrumpida de una enfermera de turno para atender al público que se encuentre en el hospital.



**Figura 4.17. Ubicación del Panel de Incendios**

En la siguiente figura se muestra el conexionado de los equipos en el Panel de Incendios.



**Figura 4.18. Conexión de Equipos**

Todas las instalaciones de los equipos se las realizó siguiendo cuidadosamente las instrucciones descritas en los capítulos 3 y 4. En la figura 4.18 se puede apreciar las conexiones de la fuente de alimentación AC, del Lazo SLC, Circuitos NAC y las Baterías de Respaldo, en ese orden de izquierda a derecha.

Para la programación de direcciones de los detectores de humo y de calor primero se conectó una base de detector en los terminales de SLC PROG del Panel de Incendios y luego se conectó los detectores uno a uno hasta completar el direccionamiento de cada uno.

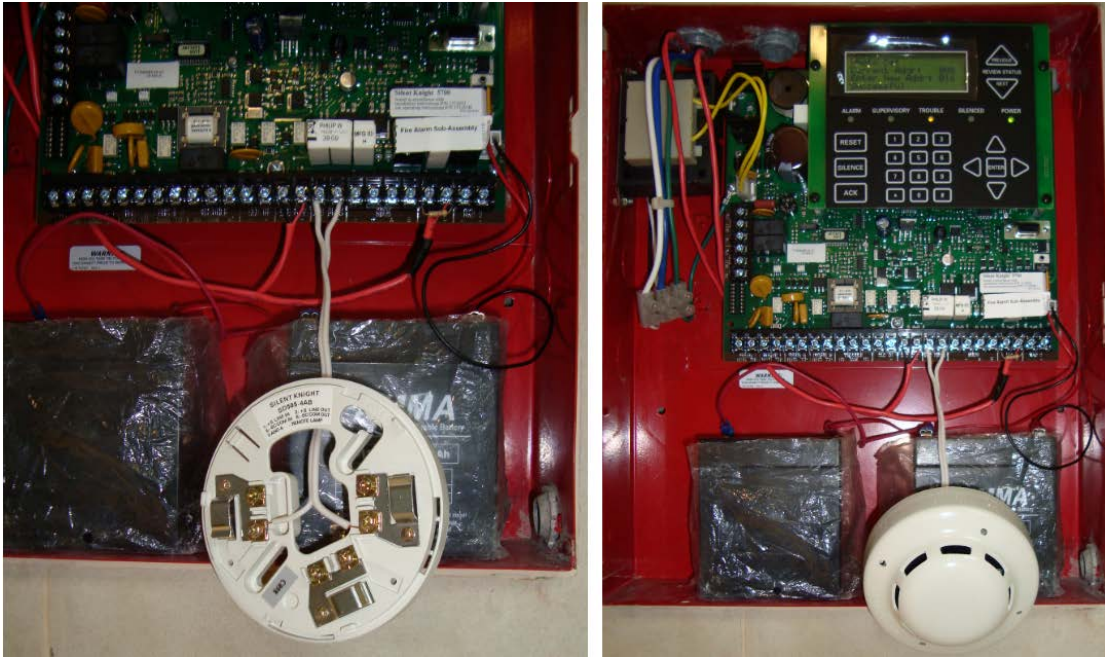


Figura 4.19. Programación de Detectores

La instalación de los detectores se realizó montando primero las bases adosándolas al cielorraso con tacos fisher y tornillos colepatos, luego se conectó los detectores previamente configurados y de acuerdo al plano de ubicación que se puede consultar en el **Anexo 8**.



Figura 4.20. Instalación de Detectores

Las estaciones manuales fueron montadas en la pared a una distancia de 1.4 m del piso terminado y atornillándolas a la caja rectangular empotrada a la pared.



**Figura 4.21. Instalación de Estaciones Manuales**

Por último las luces estroboscópicas se las ha instaló conforme el diseño de ubicación para estos dispositivos, las bases están adosadas al cielorraso con tacos fisher y tornillos colepato y las luces están conectadas a las sus respectivas bases.



**Figura 4.22. Instalación de Luces Estroboscópicas**

## **4.2 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA AUTOMÁTICO DE ALARMA DE CÓDIGO AZUL Y ALERTA MEDIANTE SMS**

### **4.2.1 Programación del Sistema**

#### **4.2.1.1 Descripción General de la Programación del Sistema**

La implementación del sistema estará definida por las características de configuración y los modos de programación de los equipos seleccionados en el diseño.

Básicamente el sistema cuenta con dos equipos el Panel de Alarma PC1864 y el Comunicador GSM GS3055-I que serán configurados para manejar los recursos que disponen a conveniencia y así poder adaptarlos a los requerimientos del sistema particular.

##### **4.2.1.1.1 Panel de Alarma PC1864**

El PC1864 es un panel de alarmas comúnmente utilizado en aplicaciones de detección de intrusión y robo por lo que tiene que ser un sistema completamente confiable y a prueba de fallos es por esta razón que se lo consideró apropiado para el diseño de un sistema de Alarma y Alerta de una situación de Código Azul.

De acuerdo a las especificaciones del PC1864 este cuenta con 8 entradas de Zonas cableadas capaces de ser configurados sus atributos de detección, 4 salidas programables que se pueden enlazar tanto con las zonas de detección como con los eventos particulares del panel para ser activadas y 1 salida para conectar cualquier tipo de señal audible o visible que también es personalizable de acuerdo a los estados de detección o eventos del panel. Aparte tiene un módulo para comunicarse con una Estación Central vía telefónica que en este caso de diseño no se lo utilizará.

En general la programación del panel se divide en diez grupos de características configurables y por tener un sin número de opciones se haría muy

engorroso la descripción de cada una de ellas por lo que se realizó un resumen destacando las características más importantes que son:

- **Particiones:**

Las particiones describen un grupo específico de zonas de detección y salidas programables con sus atributos y opciones, permiten la configuración particular de códigos de acceso para activar o desactivar el panel, un uso común es el en el momento de implementar zonas de detección en distintos pisos o departamentos se las puede agrupar en una partición para que sean capaces de activar las salidas de acuerdo a las necesidades de cada usuario. El PC1864 permite un máximo de 8 particiones.

- **Zonas de Detección:** En esta sección se posibilita la programación de las zonas de detección que se utilizarán en el sistema, es necesario definir el tipo de zona que se va a utilizar de un total de 39 tipos posibles, además se puede definir atributos particulares para cada zona para enlazarla con distintos eventos del sistema.
- **Salidas Programables:** Permite la configuración de las características de cada salida programable del panel, permite el enlace lógico con zonas de detección y con eventos del sistema.
- **Opciones de Sistema:** Agrupa todas las opciones de configuración características del sistema, como por ejemplo tiempos del sistema, tipos de activación y desactivación del sistema, forma de conexionado etc.
- **Comunicaciones:** En esta sección se configuran las características del comunicador de eventos mediante línea telefónica a un Estación Central, es posible la configuración de códigos de acceso remoto al panel, formato de comunicación, etc.
- **Configuración DSL:** Detalla la configuración de las características de comunicación para la programación remota mediante un modem conectado a la línea telefónica y el software particular del fabricante.
- **Dispositivos Inalámbricos:** Por tratarse de un panel de alarmas es posible la configuración de dispositivos inalámbricos para la activación y

desactivación del sistema, en esta sección se puede configurar estos dispositivos.

- **Teclados:** Se detalla la configuración de los teclados conectados al sistema es posible la configuración de teclas especiales y modos de activación de la señal audible integrada en el teclado entre otras opciones.
- **Eventos de Reporte:** Facilita la programación de los tipos de evento de reporte que se desea comunicar a al Estación Central mediante la línea telefónica.
- **Usuarios:** En esta sección se pueden programar los distintas cuentas de usuarios y sus distintos códigos de acceso, el PC1864 permite un total de 95 usuarios con códigos de acceso de hasta 6 dígitos cada uno.

En implementar el sistema de Código Azul se realizarán una serie de configuraciones en el panel PC1864 que se detallan más adelante.

Para poder acceder a cada una de las opciones de programación el sistema necesita el ingreso de la Sección de Programación y de los Datos de Programación De cada Opción. El ingreso a la sección de programación es mediante 3 dígitos que de acuerdo al Manual de Instalación del PC1864 se puede ir detallando las opciones de configuración para cada una de ellas.

La interface de ingreso a las secciones de programación puede ser por teclado (LCD5511) o por el software proporcionado por el fabricante del panel (DLS IV) que se comunica por puerto RS232 o por línea telefónica mediante un modem específico. En este diseño que considerará la programación por teclado y por software mediante comunicación RS232.

#### 4.2.1.1.2 Comunicador GSM GS3055-I

Este comunicador GSM es muy usado conjuntamente con panel de alarma para implementar las siguientes aplicaciones como:



- Automatización de dispositivos mediante mensajes de texto SMS puesto que permite el accionamiento de 4 salidas respondiendo a estados de las 4 entradas que dispone el comunicador o por mensajes de texto previamente configurados
- Anunciación remota de estados de las 4 entradas del sistema a 8 números de teléfono distintos esto facilita el monitoreo del sistema por medio de los mensajes SMS, se puede configurar un mensaje de texto distinto para cada entrada disponible.
- Otra uso es para el respaldo de comunicación para reportes de eventos de alarma en caso de fallo de la red telefónica, permite el reporte mediante una comunicación con estaciones centrales que soporten comunicaciones sobre GPRS.

El uso que se le dará en la implementación del diseño en particular es la de anunciación remota de estados de las entradas del comunicador, las otras opciones no serán tomadas en cuenta en la configuración del equipo ya que nos serán necesarias para lograr el objetivo planteado en el diseño.

El modo de configuración del GS3055-I es únicamente por software a través del puerto de comunicación RS232.

#### **4.2.1.2 Solución de Programación del Sistema en Particular**

En los requerimientos de diseño se especificó que es necesaria la instalación de dos sistemas independientes, uno para el Área de Urgencia Pediátrica y otro para el resto de Áreas de Urgencia.

Para la implementación se programará los dispositivos de tal forma que solo cambian en cuanto a la distribución de zonas de detección y en el texto de los mensajes que se enviarán a los dispositivos receptores.

Debido a que el número de entradas del GS3055-I limita la cantidad de zonas a las que se puede alertar por SMS a cuatro se decidió agrupar las zonas

físicas de detección de acuerdo a su proximidad entre ellas para que puedan activar las cuatro entradas del comunicador por medio de las cuatro salidas del panel de alarma. Este agrupamiento no afectará el desempeño del sistema ya que se considera que el mensaje solo debe ser para alertar al personal de Código Azul y la enfermera encargada de monitorear el sistema es la que guía al sitio exacto de la alarma mediante el sistema de altavoces del hospital, entonces esta podrá ver las alarmas de las respectivas zonas físicas para a través del teclado LCD5511 y luego comunicar al equipo de Código Azul.

Para el primer sistema que es el de Áreas de Urgencia Generales las zonas físicas son 8 y se las se agrupó de la siguiente forma (ver **Anexo 9**):

- **GRUPO 1:** Pacientes Generales (Zona 1).
- **GRUPO 2:** Traumatología (Zona 4) e Hidratación Traumatología (Zona 3).
- **GRUPO 3:** Pacientes Agudos (Zona 5) y Pacientes Críticos (Zona 2).
- **GRUPO 4:** Curaciones (Zona 6), Triage (Zona 7) y Gineco-Obteta (Zona 8).

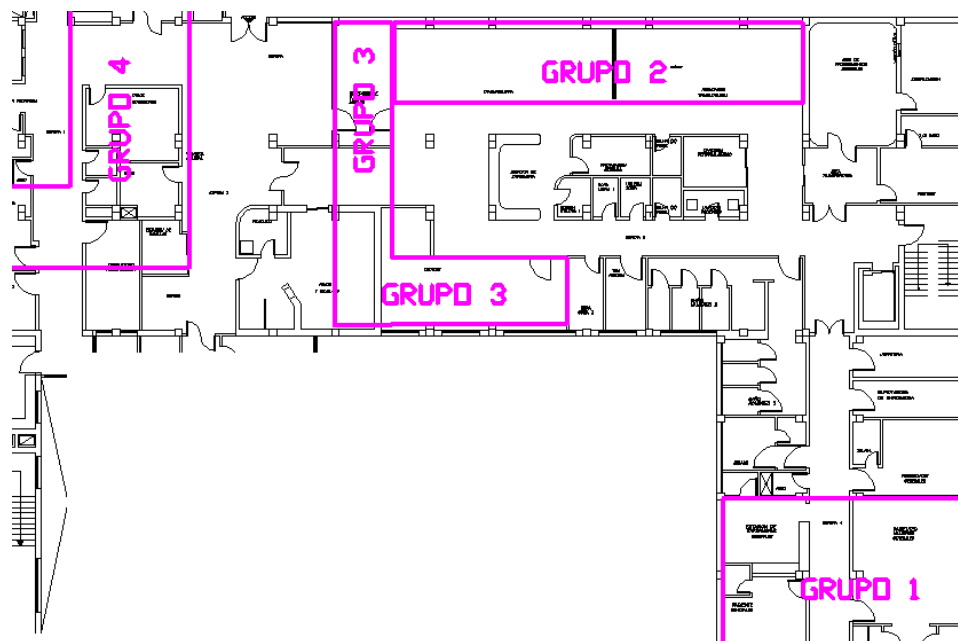
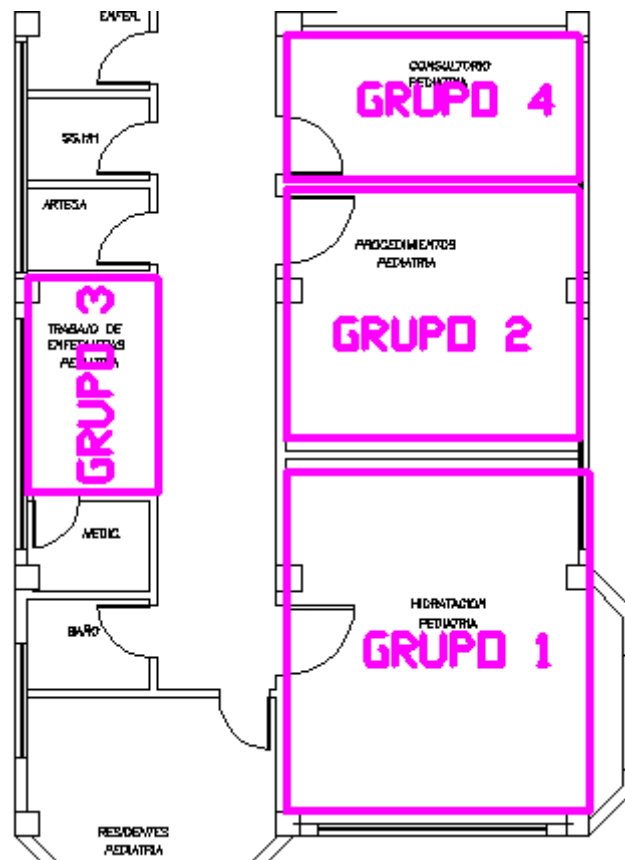


Figura 4.23. Porción del Plano de Zonificación De Áreas de Urgencias Generales

Para el segundo sistema que es el de Áreas de Urgencia Pediatría las zonas físicas son 4 y se las se agrupó de la siguiente forma (ver **Anexo 9**):

- **Grupo 1:** Hidratación Pediatría (Zona 1).
- **Grupo 2:** Procedimientos Pediatría (Zona 2).
- **Grupo 3:** Estación Enfermería Pediatría (Zona 3).
- **Grupo 4:** Consultorio Pediatría (Zona 4).



**Figura 4.24. Porción del Plano de Zonificación De Áreas de Urgencias Pediatría**

Como se dijo anteriormente existen 39 tipos de zonas de detección, la que mejor se ajusta a las necesidades del sistema son las del tipo **Urgencia Médica 24 Horas** que responde instantáneamente al accionamiento del pulsador de punto azul para generar una alarma sin importar que el sistema se encuentre funcionando en modo **Activado** o **Desactivado**. Los atributos de las zonas son de tipo **Audible** para que accionen la alerta visual de la luz estroboscópica y el

dispositivo audible integrado en el teclado numérico. La partición que se asignará a todas las zonas físicas será la **Partición 1**.

Para las salidas existen 41 tipos de activación, para este caso se configurarán del tipo **Acompañador de Zona** esto quiere decir que al accionarse la zona de detección del respectivo agrupamiento activará la salida del panel dependiendo de la asignación lógica que se configurará a cada salida, el tipo de enlace lógico es **OR** permitiendo así que al accionarse cualquiera de las zonas físicas active la salida asignada. Todas las salidas del panel son a colector abierto conmutando a tierra en el caso de accionamiento, un atributo de salida permite elegir el estado de conmutación de la salida, es decir que se puede invertir el estado de la salida en caso de requerirlo, esta configuración repercute el estado de accionamiento de las entradas del comunicador por lo que es importante tomar en cuenta este atributo de salida, se configurará de tipo **Salida Verdadera** por lo tanto al accionar la salida conmutará normalmente a tierra.

Lo siguiente que se configurará en el PC1864 son las opciones del sistema entre ellas están los tiempos del sistema y las cuentas de usuario.

Los tiempos que serán configurados son los el **Retardo de Activación** y el **Retardo de Desactivación** estos permitirán tener un retardo en el momento que se quiera poner en marcha el sistema por lo tanto se los programará con los intervalos más cortos posibles esto quiere decir 1 segundo para cada uno. Otro tiempo del sistema es el de **Tiempo de Corte de Campanilla** este permite el corte de salida de la luz estroboscópica una vez que cumpla con el periodo de tiempo configurado para el caso a implementar se lo establecerá en 2 minutos ya que en caso de que la enfermera responsable no desactive el sistema después de una alarma la luz se desactivará y así no distraerá al resto del personal médico aunque el teclado siga sonando hasta que se restablezca el sistema.

Otra opción de sistema es la de elegir el tipo de conexionado general de las zonas de detección, como se trato en capítulo anterior los pulsadores que se utilizarán son normalmente abiertos realizando un conexionado con una

resistencia de fin de línea para el supervisado de las conexiones en caso de fallo, por lo tanto hay que activar la opción de **Resistencias de Fin de Línea Simples** en las opciones del sistema.

Por último se creará una cuenta de usuario que permitirá la activación y desactivación del sistema, la clave será **4321** y será otorgada a la enfermera de turno.

Ahora se configurará el comunicador GSM para el envío de mensajes de texto a los teléfonos que se dotarán al equipo de Código Azul.

Se asignarán 6 dispositivos receptores con sus respectivas líneas activadas en la operadora de Movistar a cada uno de los integrantes responsables de atender una alarma de Código Azul, los mensajes de texto se programará de tal forma que informen en qué grupo de zona de detección se generó la alarma y así puedan asistir lo más pronto posible a atender la misma. El tipo de entrada que se tratará serán de tipo normalmente abierto para que en el momento de activación de la salida del PC1864 conmute a tierra y así genere el envío del respectivo texto.

A continuación se presentarán las figuras resumiendo la programación de los sistemas a implementar:

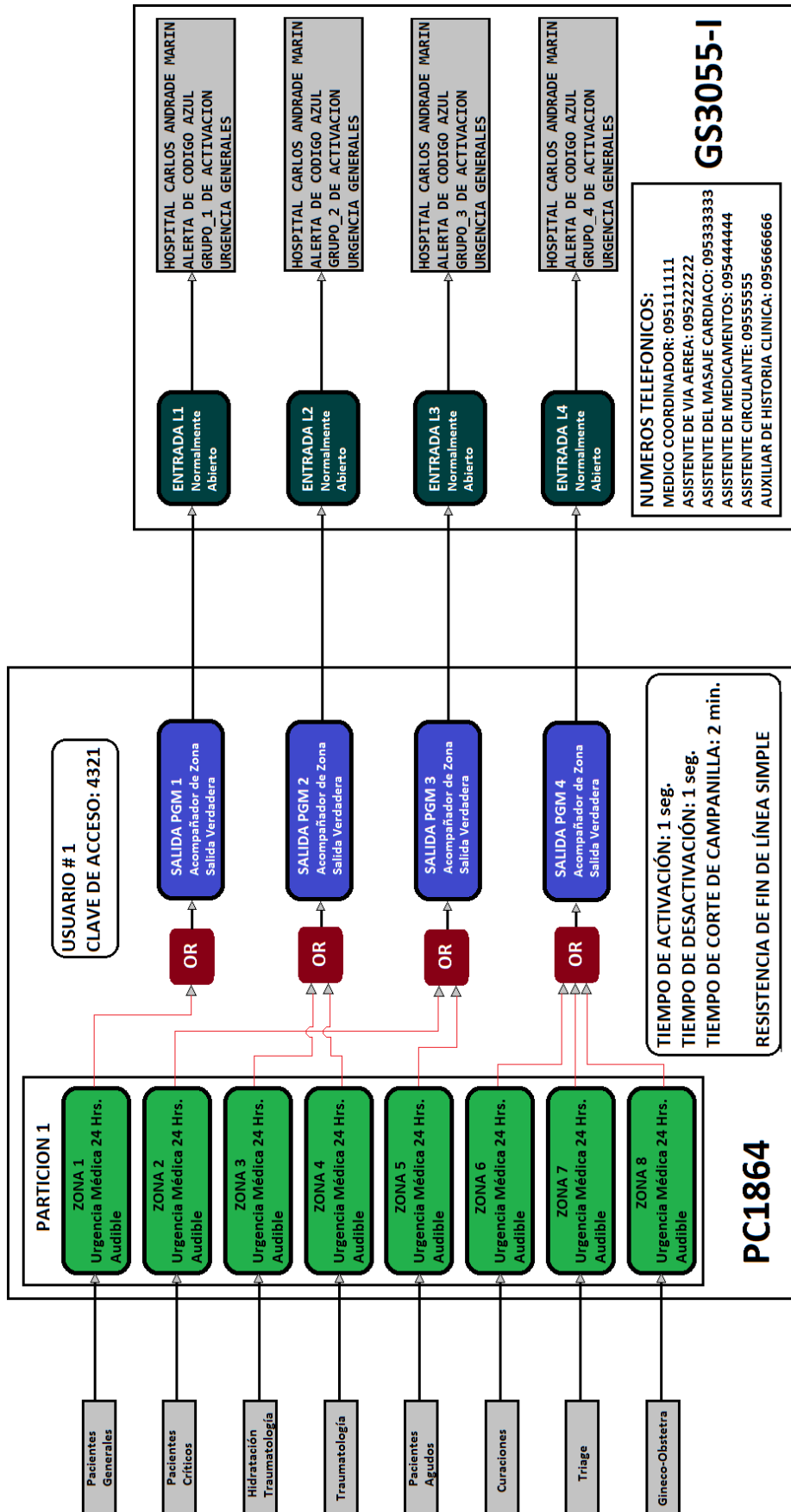


Figura 4.25. Diagrama Explicativo de Programación Sistema Urgencias Generales

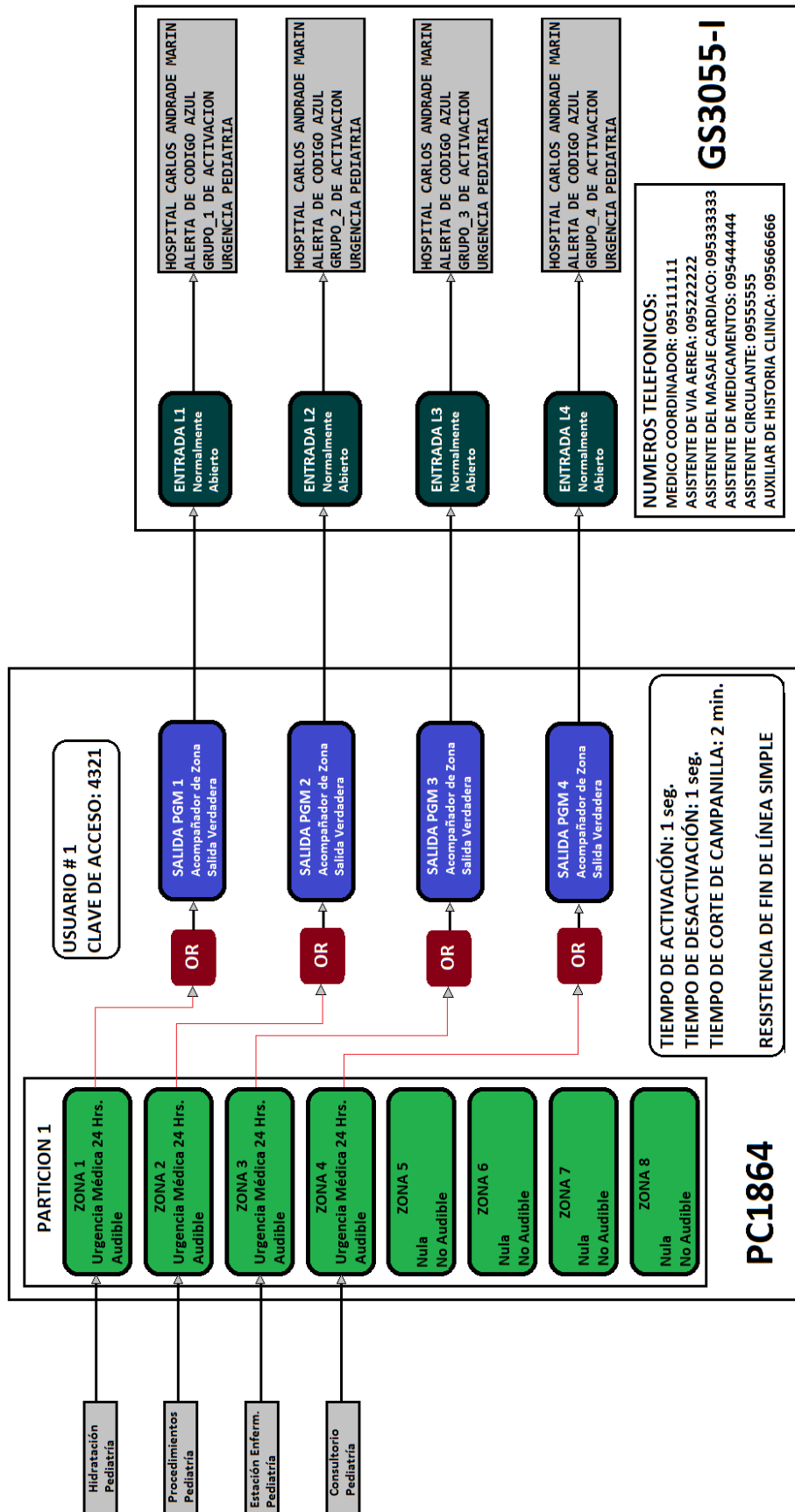


Figura 4.26. Diagrama Explicativo de Programación Sistema Urgencias Pediatría

### 4.2.1.3 Programación Manual del PC1864

#### 4.2.1.3.1 Descripción de la Interfaz

La programación del Panel de Alarmas se realizará mediante el ingreso de las respectivas secciones a ser configuradas mediante el teclado LCD5511.

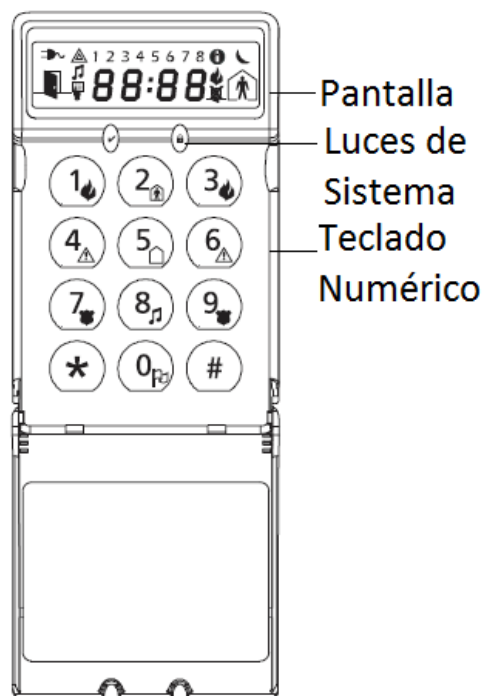
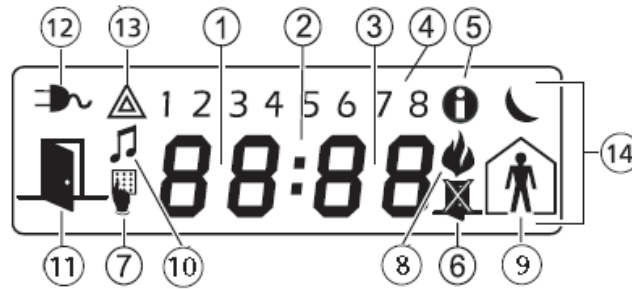


Figura 4.27. Descripción del LCD5511

En la figura anterior se indica los distintos componentes del teclado que ayudan al ingreso y visualización de los estados de configuración del PC1864. La pantalla y las luces de sistema permiten visualizar los distintos estados del sistema en modo de funcionamiento normal y en modo de configuración. El teclado numérico ayuda al ingreso de datos para la configuración y para el accionamiento y desaccionamiento del sistema.

El teclado tiene una serie de indicadores de estado que se describen en la figura A1.1 del **Anexo 1**.





**Figura 4.28. Descripción de Visualizadores del LCD5511**

Las funciones que permiten el monitoreo y programación del sistema se detallan en la siguiente tabla:

**Tabla 4.8. Funciones disponibles en el PC1864**

Ingreso	Función	Descripción
[*1]	Inhibición (estado desactivado)/Reactivar zonas en modo Ausente/Presente.	Permite el deshabilitación de zonas de detección configuradas e el caso de que no se les desee utilizar.
[*2]	Exhibición de condiciones de problema.	Permite observar los problemas existentes en el sistema que impiden el accionamiento normal del mismo.
[*3]	Exhibición de la memoria de alarma.	Permite verificar que zonas de detección se encuentran en estado de alarma en el último periodo de activamiento del sistema.
[*4]	Habilitar/Deshabilitar el sonido de la puerta.	Habilita o deshabilita el sonido del teclado cuando una zona está configurada tipo Retardo de Entrada
[*5]	Programación de códigos de usuario.	Permite configurar las cuentas de usuario con los respectivos permisos de acceso.
[*6]	Funciones de usuario.	Permite el acceso a las funciones del sistema, entre una de ellas está la configuración de la fecha y hora del sistema.
[*7]	Salidas de mando 1-4.	Si la opción es configurada por el instalador es posible el accionamiento directo de las salidas PGM del panel mediante esta función
[*8]	Programación de instalador	Permite el acceso a las secciones de programación del sistema, el acceso está restringido al código de instalador.
[*9]	Activado del sistema en modo de No Entrada	Posibilita el accionamiento del sistema sin Retardo de Entrada.
[*0]	Activado del sistema en modo Rápido	Posibilita el accionamiento del sistema sin que se solicite un código de acceso.

Todas las funciones descritas anteriormente detallan la programación, monitoreo y funcionamiento total del sistema, para el caso de implementación particular solo se utilizará las funciones necesarias para poner en marcha los sistemas requeridos en el diseño.

#### 4.2.1.3.2 Configuración y Programación del Sistema

Ahora se explicará la forma de programación e ingreso de datos para configurar el sistema.

Para entrar en la programación del PC1864 se debe oprimir [\*8] seguido del código de instalador que por defecto viene configurado como [5555]. En este momento el ícono de programación se pondrá intermitente indicando que se puede ingresar de la sección de programación que se desea configurar por ejemplo [001], todas las secciones requieren un ingreso de 3 dígitos, si existiese un error en el ingreso es posible presionar la tecla [#] para salir a la función de programación y así repetir el ingreso de la sección. Las luces del sistema indican el estado de programación:

- **Luz Armado Encendida:** El panel está esperando por el número de sección de 3 dígitos.
- **Luz Listo Encendida:** El panel está esperando el ingreso de datos de configuración, el número de datos a ingresar depende de la sección de programación.

En algunas secciones en los datos de programación no siempre el ingreso es de datos numéricos sino que también existe la posibilidad de activar o desactivar opciones fijas presionando el número de un dígito de la opción que se desea configurar. En este caso el teclado muestra los estados de las opciones mediante el visualizador de problemas (ítem 4 en la figura 4.28) encendiendo o apagando el número correspondiente a opción, en caso de que estuviese activada el número se encenderá en caso contrario el número permanecerá apagado. Las luces del sistema indicaran que el sistema se encuentra en este modo de ingreso

de esta manera, la **Luz Armado Apagada** y la **Luz Listo Encendida**. Una vez configuradas todas las opciones requeridas se presiona la tecla [#] para salir del modo de programación.

Una vez descrita la interfaz de programación ya se puede empezar la programación del PC1864 de acuerdo a la solución planteada en la implementación.

Para configurar todo el sistema se realizan las siguientes acciones:

- Asignación y configuración del teclado.
- Configuración de fecha y hora del sistema.
- Configuración de secciones de programación.
- Creación de cuenta de usuario.

En el **Anexo 5** se tratará todos los ítems necesarios para realizar una programación manual de los dos sistemas a implementarse.

#### **4.2.1.4 Programación por Software del PC1864**

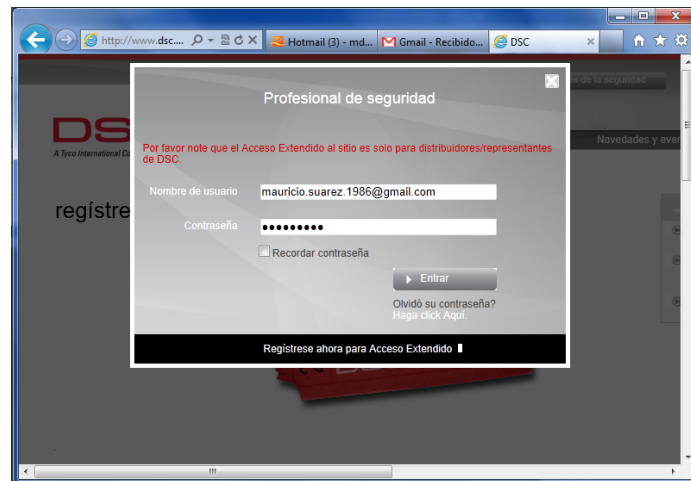
La programación por software se la realizará por medio de la plataforma suministrada por el fabricante que es DSC, este software tiene una forma de manejo muy intuitiva capaz de ahorrar mucho tiempo en el momento de la configuración del PC1864.

A continuación se detallará la instalación y descripción general de la plataforma y la programación del PC1864 a través de esta.

##### **4.2.1.4.1 Instalación de la Plataforma**

El software que se utilizará es el DLS IV, este fue desarrollado por DSC para la configuración de los distintos dispositivos que tiene a la disposición de los consumidores entre ellos está el PC1864, para conseguir esta plataforma es

necesario descargarse de la página oficial de DSC previo registro para acceder a las opciones de descarga por lo que se creó una cuenta de usuario con nombre *mauricio.suarez.1986@gmail.com* con su respectiva clave que por obvias razones no se publicará en el presente documento, en la siguiente figura se muestra el acceso a la cuenta para luego realizar la descarga en la dirección también indicada a continuación:



**Figura 4.29. Ingreso a la Cuenta de Instalador de la Sitio Web de DSC**

<http://www.dsc.com/index.php?n=library&o=software&id=9#self>

Cumpliendo todos los requerimientos necesarios se procede a realizar los siguientes pasos para instalar el DLS IV.

1. Ejecutar el instalador *DSL IV Updater.exe*.
2. Aceptar los términos de Contrato y Licencia y continuar la instalación.
3. El instalador verificará los paquetes de software necesarios para la instalación (VC++ Runtime, .NET Framework 3.5 y MSSQL Express).
4. Si no existe alguno de estos paquetes, es necesario estar conectado a una red con acceso a Internet para que se descarguen los paquetes faltantes.
5. El *DSL IV Updater* instalará los paquetes faltantes.

6. Empezará la actualización automática de los componentes del *DSL IV Updater* de la base de datos del sitio web de DSC para ello también es necesario estar conectado a Internet.
7. Una vez concluida la actualización finalizar la instalación y el software estará listo para ejecutar.

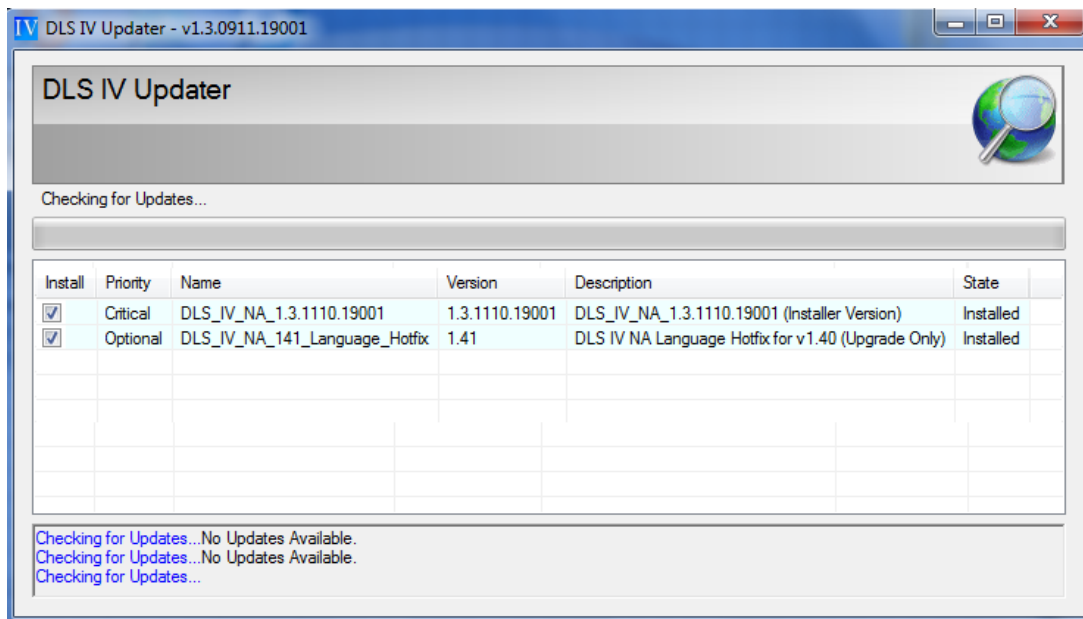


Figura 4.30. Proceso de Actualización del DLS IV Updater

#### 4.2.1.4.2 Descripción de la Plataforma

El programa puede administrar varios perfiles con el fin de que cada usuario tenga acceso a los archivos de configuración que él ha creado y no puedan ser modificados por otros. Al iniciar el programa pide un nombre de usuario y una clave, la cuenta de Administrador tiene como nombre *admin* y por defecto es la clave *1234*, es recomendable una vez ingresado al programa cambiar la clave para restringir el acceso.



Figura 4.31. Ingreso a la Cuenta de Administrador

Ya ingresados los datos correctamente se abre la Página Inicio del Programa, en esta página se puede crear nuevas Cuentas para configurar los dispositivos o administrar las ya existentes.

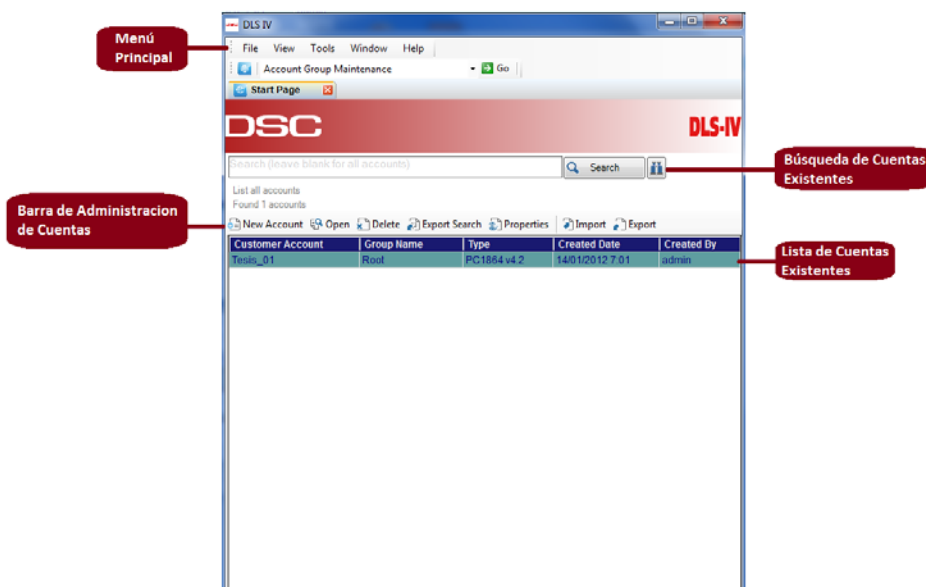


Figura 4.32. Ventana Principal del DLS IV

El Menú Principal permite ingresar a todas las características de configuración y administración del programa.

La Barra de Herramientas de Administración de Cuentas sirve para crear nuevas cuentas, borrar, editar, abrir importar y exportar las ya existentes.

En el Menú de Búsqueda de Cuentas Existentes se puede buscar cuentas que estén alojadas en una ruta distinta a la de instalación del programa.

En la Lista de Cuentas se visualiza las cuentas creadas por el usuario que esté utilizando el programa.

#### 4.2.1.4.3 Programación del PC1864

La programación del PC1864 mediante software es muy sencilla en comparación a la realizada manualmente puesto que en la ventana del programa indica cada una de las funciones de configuración disponibles para los dispositivos a ser programados.

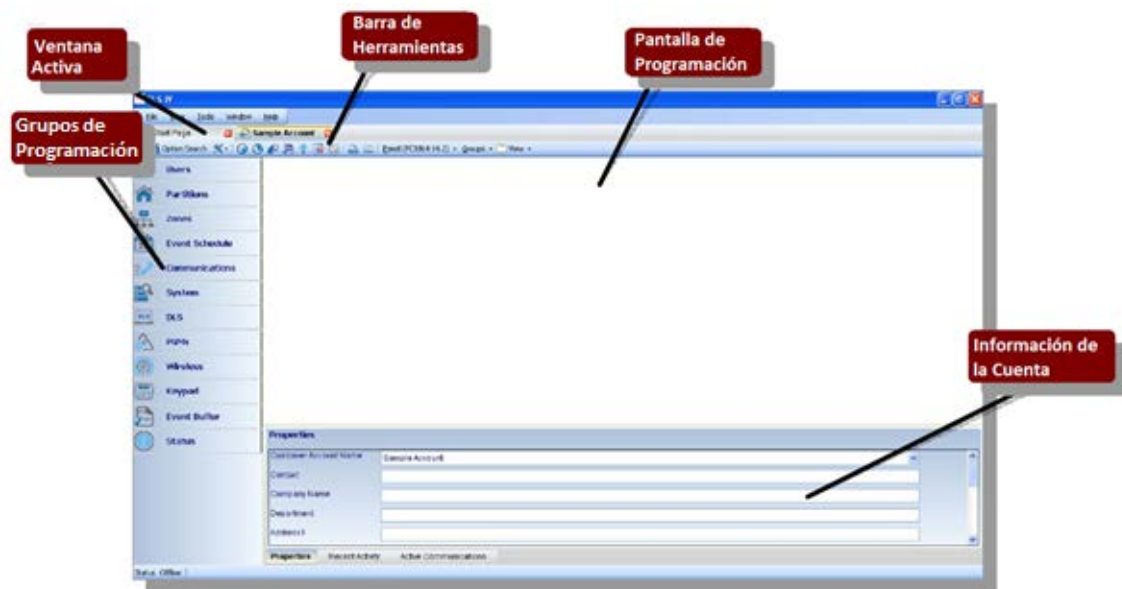


Figura 4.33. Pantalla de Programación

- Ventana Activa: aquí se van desplazando todas las ventanas de configuración y las cuentas que se encuentran abiertas.
- Barra de Herramientas: en esta barra de herramientas se encuentran varios íconos de acceso rápido que facilitan las operaciones de guardado de archivos, busque, carga y descarga de archivos de configuración, impresión de listas de configuración y grupos de programación.
- Grupos de Programación: en esta ventana se muestran todos los grupos que permiten la configuración de los parámetros del panel de alarmas.

- Pantalla de Programación: es la pantalla donde se ingresarán los distintos valores de configuración.
- Información de la Cuenta: muestra los datos del usuario de la cuenta, se puede añadir datos como nombre, teléfono y dirección del programador.

En el **Anexo 6** se explicará la forma de programar un sistema en general, las configuraciones para cada uno de los paneles utilizados en el diseño deberán cumplir con los requisitos de implementación tratados en anteriores secciones.

#### 4.2.1.4.4 Enlace del PC1864 con el Ordenador

Al finalizar de configurar todas las opciones de programación en el DLS IV es necesario descargarlas al PC1864. Para realizar la descarga desde el PC se necesita una conexión física a través del puerto RS232 del PC e iniciar el enlace desde el Panel de Alarmas.

La conexión física del PC con el PC1864 se la hace con un cable llamado PC-Link que se lo puede adquirir en el mercado o se lo puede fabricar uno mismo utilizando un terminal tipo DB9 Hembra y un terminal de 4 pines CONN y guiándose del diagrama de pines de conexión.



Figura 4.34. Cable PC-Link Disponible en el Mercado



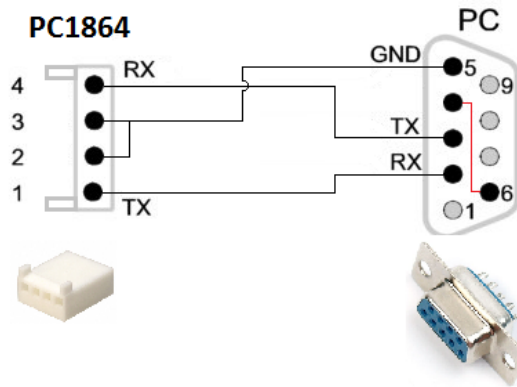


Figura 4.35. Diagrama de Pines de Conexión del PC al PC1864

Conectados los dos equipos se configurará los parámetros de comunicación en el DLS IV seleccionando un puerto de comunicación disponible y el tipo de conexión que es *PCLINK*. El acceso al menú de comunicación es mediante la pestaña de *Tools* del menú principal la opción *Modem Manager Configuration*.

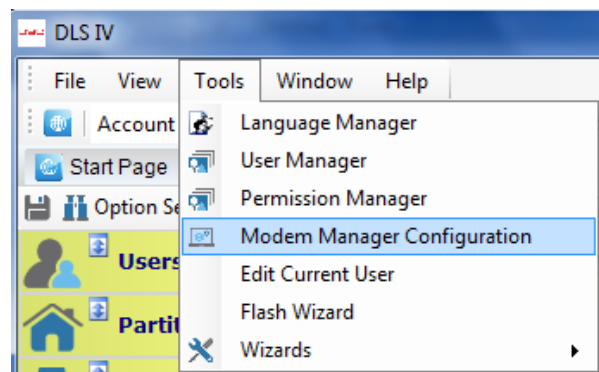


Figura 4.36. Acceso al Menú de Configuración de Comunicación

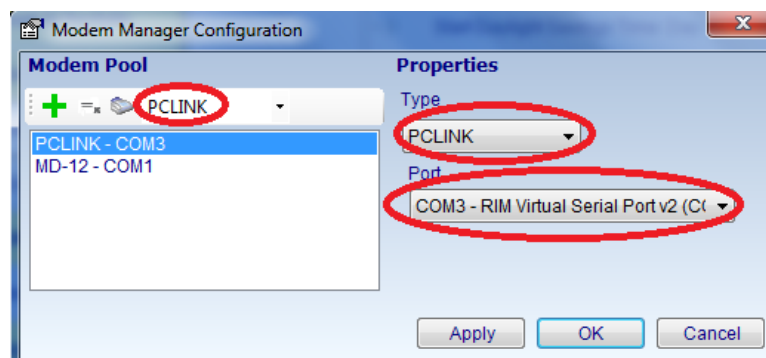


Figura 4.37. Configuración de los Parámetros de Comunicación

La descarga de la programación al PC1864 se realiza presionando el botón *Global Download* de la barra de herramientas y se inicia la comunicación. Para que el panel reciba el archivo de configuración es necesario el ingreso por teclado de los comandos [\*8] [Código de Instalador] [499] [Código de Instalador] [499] en este momento inicia la descarga y una vez terminada el panel está listo para ser utilizado.

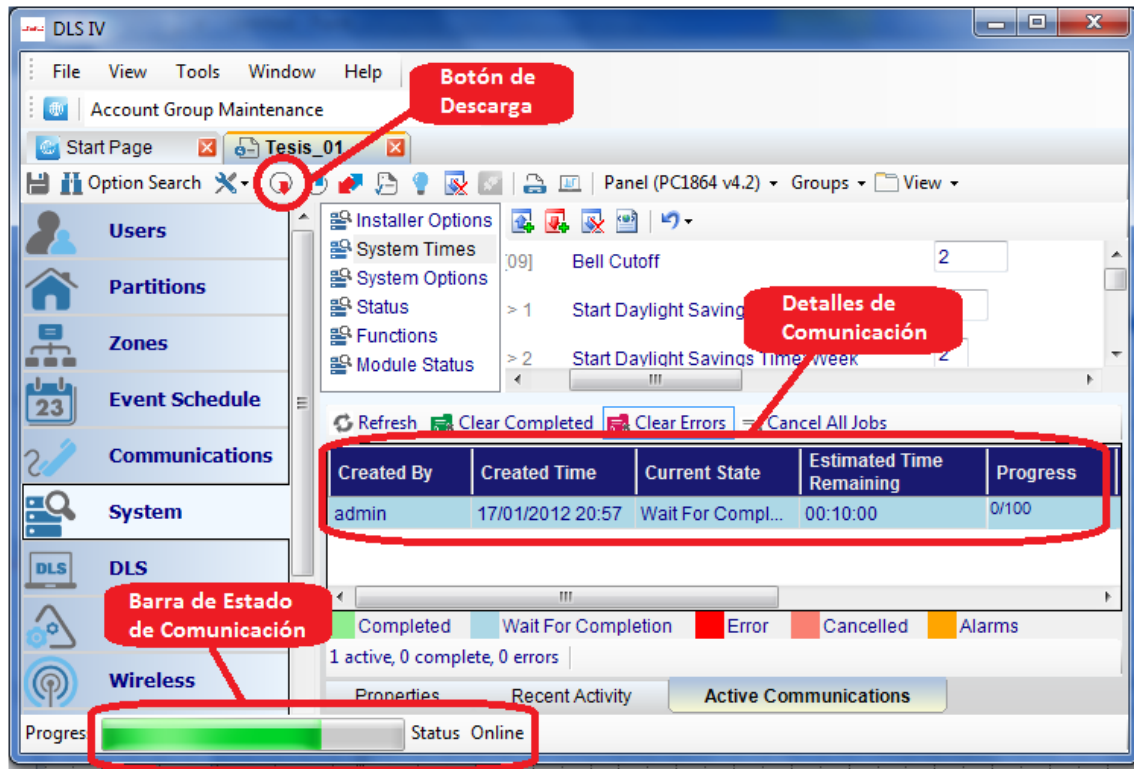


Figura 4.38. Descarga de Configuración al PC1864

#### 4.2.1.5 Programación del GS3055-I

El GS3055-I solo tiene el modo de programación por medio de un software suministrado por DSC, la configuración de sus parámetros es muy sencilla para este caso en particular puesto que se utilizará muy pocas funciones de las que tiene el comunicador GSM.

Es muy importante mencionar que para iniciar la programación es un requerimiento tener un chip 3G de telefonía móvil de la compañía MOVISTAR

debido que el modelo del comunicador solo admite las frecuencias de transmisión con las que trabaja dicha operadora.

A continuación se detallará las características principales de la plataforma y de la configuración de parámetros para que posteriormente se las pueda configurar dependiendo de los requerimientos de los sistemas de diseño particular.

#### **4.2.1.5.1 Instalación de la Plataforma**

La plataforma que se utilizará es la GS3055-IG Console, esta plataforma fue creada únicamente para la configuración de este tipo de dispositivos por lo que su manejo es muy sencillo al solo tener las funciones del comunicador GS3055-I y no de otros modelos. La descarga del software se la realiza desde la página web oficial de DSC, de igual forma que con el PC1864 para la descarga se necesita una cuenta de usuario, se ingresará a la misma cuenta anterior y se descargará el archivo de instalación desde la siguiente dirección web:

*<http://www.dsc.com/index.php?n=library&o=software#self>*

Una vez que se complete la descarga se procederá a instalar la aplicación siguiendo los siguientes pasos:

1. Ejecutar el instalador *GS3055IG\_1.00.25 Setup.exe*.
2. Aceptar los términos de Contrato y Licencia y continuar la instalación.
3. Elegir la ruta de instalación si se desea, sino se instalará en la ruta por defecto, continuar la instalación.
4. La plataforma se terminará de instalar y estará lista para ser utilizada.

#### 4.2.1.5.2 Descripción de la Plataforma

Esta plataforma no requiere de un usuario ni de un código de acceso para el ingreso solo se tiene que ejecutar la aplicación y abre la ventana principal del programa.

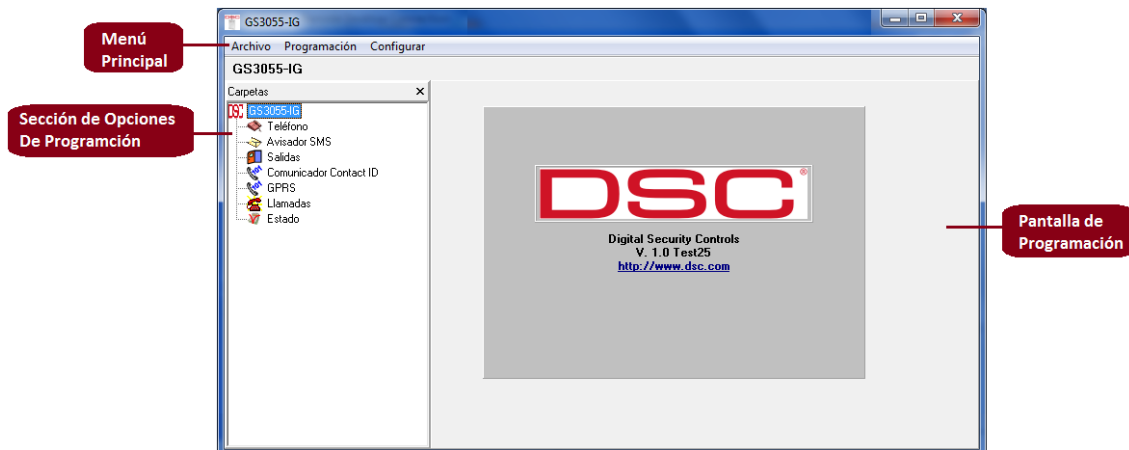


Figura 4.39. Ventana Principal del GS3055-IG Console

La ventana principal cuenta con un Menú Principal donde se puede encontrar todas las funciones de disponibles en la plataforma.

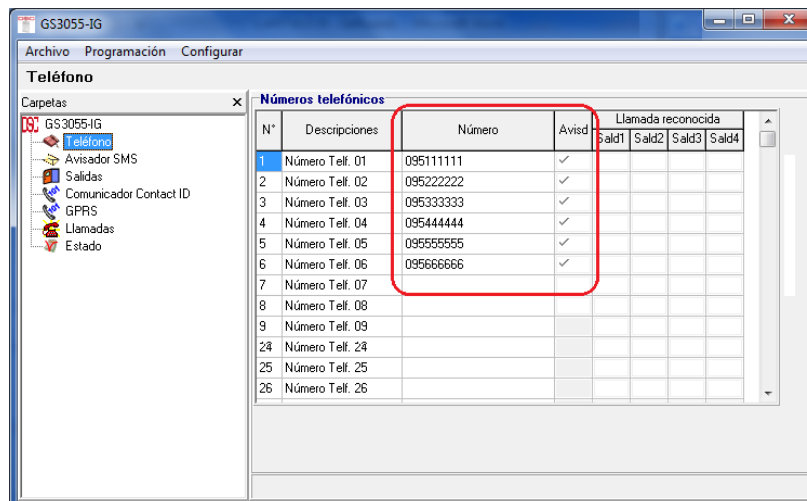
La Sección de Opciones de Programación permite elegir los parámetros que se desean configurar en el comunicador GSM.

La Pantalla de Programación es donde se ingresaran los datos de programación dependiendo la opción que se elija en la Sección de Opciones de Programación.

#### 4.2.1.5.3 Programación del GS3055-I

De todas las programaciones de software esta es la más sencilla debido a que solo se necesitará configurar los parámetros de teléfonos y enlazar a las entradas que comandan los mensajes SMS.

En la opción *Teléfono* de la Sección de Opciones de Programación es donde se programará los números de teléfono de los 6 integrantes del Equipo de Código Azul, se debe ocupar los 8 primeros números de teléfono porque solo esos son los que pueden ser asignados a las opciones de *Avisador SMS*. En la siguiente figura se muestra la configuración de los 6 números de teléfono:



**Figura 4.40. Programación de Números Telefónicos del Sistema de Código Azul**

Ahora lo único que hacer para terminar la configuración de parámetros es ingresar a la opción *Avisador SMS* y configurar que los mensajes sean enviados a todos los números de teléfono con el objetivo de que todos los integrantes del Equipo de Código Azul reciban el mensaje que se configura en esta misma opción.

La Polaridad de activación de las entradas se configuraran como normalmente abiertas porque como se explicó en secciones anteriores las entradas del GS3055-I serán activadas por las salidas del PC1864 que se encuentran configuradas como salidas Verdaderas de colector abierto esto quiere decir que conmutarán a tierra el momento de la activación de una zona asignada a dicha salida.

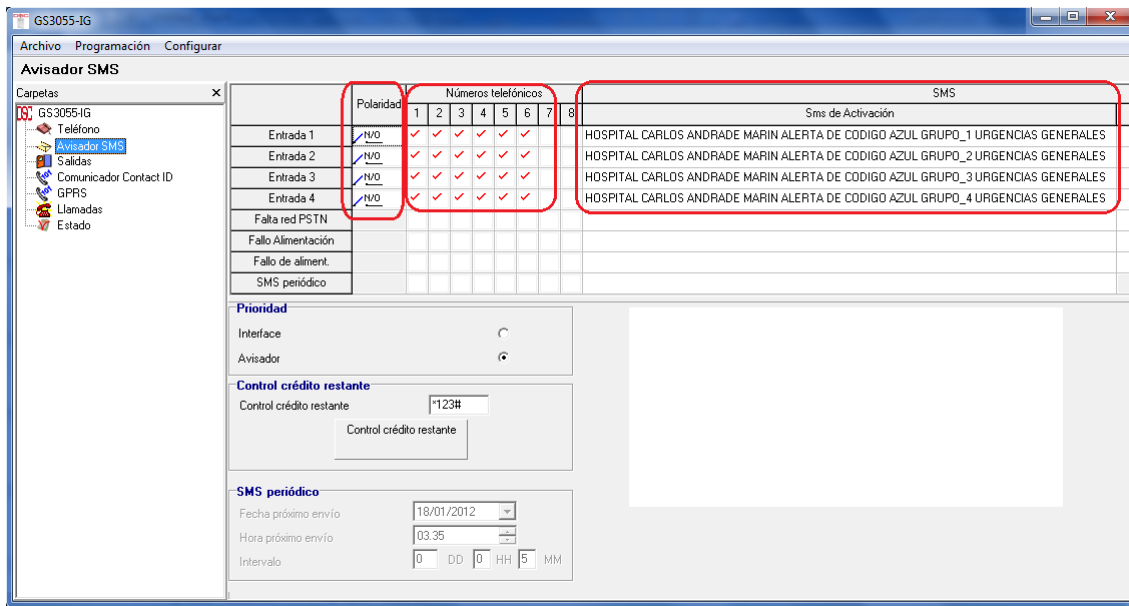


Figura 4.41. Programación de Funciones de Avisador SMS

#### 4.2.1.5.4 Enlace del GS3055-I con el Ordenador

Si ya se configuró todos los parámetros necesarios para cualquier sistema en particular es momento de descargar el archivo de configuración al Comunicador GSM GS3055-I mediante la una comunicación RS232.

El cable que se utiliza es uno del tipo NULL-MODEM esto quiere decir que tiene 2 conectores DB9 Hembra en sus extremos, para fabricar el cable se puede guiar con la siguiente figura del diagrama de pines de conexión:

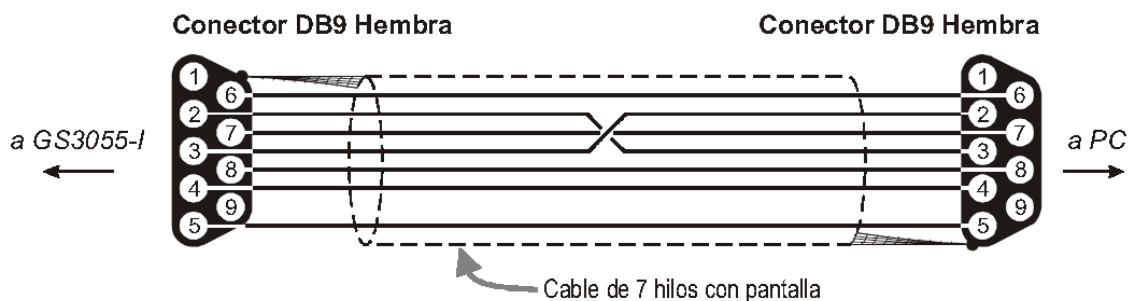


Figura 4.42. Diagrama de Pines de Conexión del PC al GS3055-I

Para asignar un puerto de comunicación RS232 disponible en el PC es necesario ingresar a la pestaña *Configurar* del Menú Principal, se selecciona la opción *Puertos serie* y luego se elige un puerto que se encuentre libre.

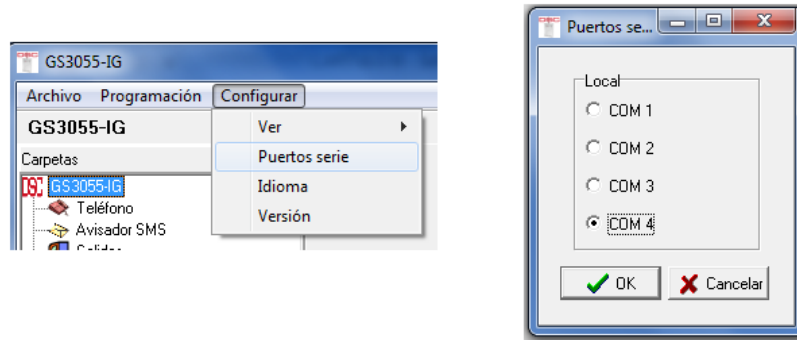


Figura 4.43. Configuración de Puerto RS232

Con todos los parámetros configurados dentro de la plataforma se podrá iniciar la descarga del archivo de programación del PC al GS3055-I esto se logrará ingresando a la pestaña *Programación* del Menú Principal y escogiendo la opción *Enviar*, inmediatamente el PC se comunica con el Comunicador GSM y descarga el archivo.

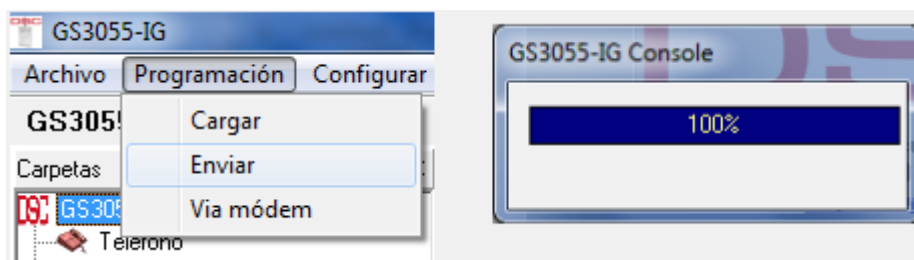


Figura 4.44. Envío de Archivo de Programación al GS3055-I

## 4.2.2 Instalación de Equipos

Para el Sistema de Alarma de Código Azul y Alerta Mediante SMS se instalaron dos sistemas independientes, el uno está ubicado en la Estación de Enfermería de la Sala de Urgencias Principal y el otro en Estación de Enfermería

de la Sala de Urgencias de Pediatría cumpliendo así con los requerimientos del personal médico del hospital.

Las instalaciones de los Paneles de Alarma se las hizo ubicándolos bajo el mesón de las respectivas Estaciones de Enfermería con el fin de que no queden a la vista no sean manipulados por personas curiosas o traviesas.



**Figura 4.45. Ubicación y Conexiones del PC1864**

En la figura anterior se aprecia las conexiones realizadas en el Panel de Alarmas y se detallan de la siguiente forma:

1. Conexión de Alimentación AC proveniente del transformador.
2. Conexión de la fuente auxiliar que llevará alimentación al Comunicador GSM.
3. Conexión de la luz estroboscópica.
4. Conexión del Bus del Teclado LCD5511.
5. Conexión de las Salidas PGM del PC1864 que estarán enlazadas con las entradas del GS3055-I.
6. Conexión de las zonas de detección.



7. Conexión de la Batería de Respaldo.
8. Conexión del Transformador a la acometida eléctrica.

El Comunicador GSM se lo ubico a un costado del PC1864 con el propósito de evitar la complejidad del cableado.



Figura 4.46. Ubicación del GS3055-I

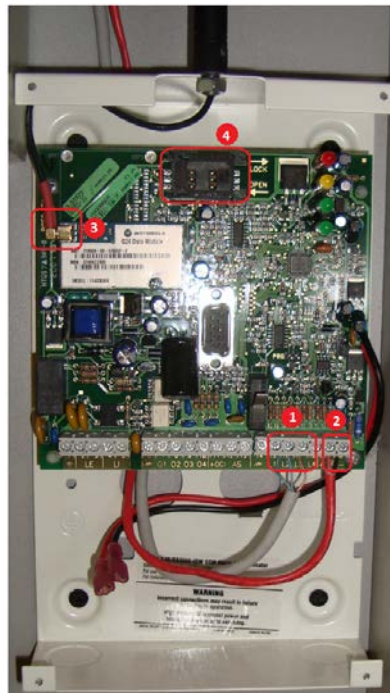


Figura 4.47. Conexiones del GS3055-I

En la figura 4.47 se muestran las conexiones realizadas en el GS3055-I, y se las describe a continuación:

1. Conexión de las Entradas del GS3055-I que están enlazadas a las salidas del PC1864.
2. Conexión de alimentación DC proveniente de la fuente auxiliar del PC1864.
3. Conexión de la Antena de Comunicación GSM.
4. Slot para introducir la tarjeta SIM.

Los teclados numéricos se los instaló adosados a las paredes utilizando tacos fisher y tornillos colepato y están ubicados a 1.4 m del piso terminado justo por encima de los mesones en donde se instalaron los otros equipos.



Figura 4.48. Instalación del Teclado LCD5511

Los pulsadores de alarma se los ubicó de acuerdo a los requerimientos del personal médico del hospital (ver **Anexo 9**) y están atornillados a una caja

rectangular empotrada en la pared. Se los instaló a 1.4 m del piso terminado y son de color azul para que se identifiquen que son para Alarma de Código Azul.



**Figura 4.49. Instalación del Pulsador de Código Azul**

Al final se instalaron las luces estroboscópicas, una por cada sistema, de tal forma que sean visibles desde la Estación de Enfermería respectiva. Están adosadas al cielorraso utilizando tacos fisher y tornillos colepatos.



**Figura 4.50. Instalación de Luz Estroboscópica**

## CAPÍTULO 5

### PRESUPUESTO

#### 5.1 CONCEPTOS ECONÓMICOS PARA REALIZAR UN PRESUPUESTO

##### 5.1.1 Costos Directos

Los costos directos son aquellos que están relacionados directamente con los bienes producen o los servicios que se ofrecen. Este tipo de costo está enteramente relacionado con los materiales y la mano de obra que se necesita para producir un producto o un servicio.

##### ***Costo de material directo:***

El costo de material directo se refiere a todo el capital invertido para la adquisición de los materiales e insumos que se necesita para fabricar los productos o producir los servicios que se ofrecen. Por ejemplo los materiales que necesita una empresa de muebles para fabricar una mesa son madera, clavos, fórmica, pintura, etc.

Cuando resulta muy difícil calcular la cantidad de material o su valor es muy poco significativo, se considera como costo indirecto. Igualmente cuando se ocupan herramientas de muy poco valor económico y que se deben reponer en corto tiempo por el desgaste se cargan a los costos indirectos. Por ejemplo en la misma empresa de muebles para fabricar una mesa necesita pegamento el cual es muy difícil cuantificar por lo tanto pasaría a ser un gasto indirecto.

**Costos de mano de obra:**

Es todo el capital que se gasta para pagar el salario o sueldo de las personas que participan directamente en la fabricación del producto o producción del servicio que se ofrece. Cuando el costo de mano de obra no es suficientemente significativo o es muy difícil calcularlo, se considera como costo indirecto. Por ejemplo en una empresa de muebles al fabricar una mesa se necesita cortar madera, el salario de la obrero que corta dicha madera no se puede calcular con exactitud por lo que pasa a ser un costo indirecto.

**5.1.2 Costos Indirectos**

Son aquellos costos que se utilizan para operar toda la empresa y no están interviniendo directamente en la producción del producto o servicio que se ofrece. Por ejemplo los salarios de las personas de ventas, el sueldo del dueño de la empresa, empleados administrativos, alquiler del local, teléfono, electricidad, internet, utensilios de oficina, entre otros.

**5.1.3 Costos Imprevistos**

Son aquellos costos de elementos pequeños que no se han considerado en los costos directos e indirectos, además de posibles variaciones de los precios de los insumos y materiales en el tiempo que demora desarrollar el proyecto, se recomienda tomar un valor aproximado del 5% de la suma de los costos directos e indirectos.

**5.2 PRESUPUESTO DE SISTEMAS AUTOMÁTICOS**

Se realizará el presupuesto económico de los dos sistemas a implementar de una manera independiente con el fin de realizar una descripción más detallada de los costos que se necesitarán para la implementación de cada uno de ellos.

Una vez obtenidos los presupuestos individuales de los sistemas se sumaran a un presupuesto general, esto no afectará en el calculo integral de costos ya que en cada sistema se analizarán todos los gastos involucrados.

### **Costos directos:**

Los costos directos que intervienen en la implementación de los sistemas son:

- Materiales para la implementación.
- Mano de Obra de instalación y puesta en marcha.

En cuanto a materiales se detallan en el presupuesto todos aquellos que se obtuvieron de acuerdo al diseño realizado en el Capítulo 3.

En la mano de obra se considerará a todas las personas involucradas para la implementación de los sistema, se tomará en cuenta tiempos referenciales de los avances de obra especificados en el contrato del proyecto, para el pago del personal se regirá a los salarios de la empresa contratista vigentes durante el período que dure el proyecto que es de 450 dólares para un Técnico Especialista y 350 dólares para un Técnico Eléctrico. Los puntos que se tomarán en cuenta para la realización integral del proyecto son los siguientes:

- **Diseño:** Se requerirá del empleo de una persona con los conocimientos técnicos necesarios para realizar el diseño cumpliendo con todas los requerimientos de la empresa contratante que en este caso es el personal del HCAM. El tiempo que se dispone para el diseño es de treinta días del empleado trabajando a tiempo completo por sistema a implementar.
- **Instalación de Equipos:** Se requerirá de dos personas responsables de realizar todas las conexiones entre los equipos utilizados y para realizar el montaje de los mismos, un técnico especialista y un técnico eléctrico.

El tiempo estimado para realizar esta tarea es de ocho días trabajando ambos empleados a tiempo completo por sistema a implementar.

- **Puesta en marcha:** Se requerirá del empleo de una persona con los conocimientos técnicos necesarios para realizar la configuración y programación de los equipos y las pruebas de funcionamiento una vez finalizada la implementación. El tiempo estimado para cumplir con todas estas tareas es de cinco días trabajando el empleado jornadas de tiempo completo por sistema a implementar.

### **Costos indirectos:**

Se considerará los siguientes costos:

- **Viáticos:**
  - o **Alimentación:** Se considerará el costo de un almuerzo por empleado durante el tiempo que dure el proyecto. El costo referencial de un almuerzo es de un 1.50 dólares.
  - o **Transporte:** Se considerará el costo de los pasajes del transporte público de cada empleado al sitio donde se realizará la instalación de los sistemas, durante todo el tiempo que dure el proyecto. El costo referencial es de 1 dólar diario por empleado.
- **Servicios Básicos:**
  - o **Agua Potable:** Se considerará el costo del consumo de agua potable registrado en la Planilla de la oficina donde se realizará el diseño de los sistemas, durante el tiempo que dure la etapa de diseño del proyecto. El costo referencial es de 12 dólares mensuales.
  - o **Luz Eléctrica:** Se considerará el costo del consumo de luz eléctrica registrado en la Planilla de la oficina donde se realizará el diseño de los sistemas, durante el tiempo que dure la etapa de diseño del proyecto. El costo referencial es de 15 dólares mensuales.
  - o **Servicios de Comunicación:** Se considerará el costo del tiempo aire de consumo de telefonía celular durante el tiempo que dure el

proyecto por empleado. El costo referencial es de 1 dólar diario por empleado.

- **Materiales de Oficina:** Se considerará el costo de materiales mixtos tales como papel de impresora, bolígrafos, tinta de impresora, etc. El costo referencial total durante todo el proyecto es de 50 dólares.
- **Alquiler de Oficina:** se considerará el costo del alquiler mensual de la oficina durante el período de tiempo que dure la etapa de diseño. El costo referencial es de 150 dólares mensuales.
- **Herramienta Menor:** Se considerará el uso de la herramienta y artículos consumibles necesarios para realizar la instalación de los sistemas durante la etapa de instalación de equipos como por ejemplo multímetro, cinta aislante, destornilladores, etc. El costo referencial es del 5% de la mano de obra total del proyecto.



## 5.2.1 Presupuesto del Sistema de Detección de Incendios

Tabla 5.1. Presupuesto Sistema de Detección de Incendios

<b>PRESUPUESTO SISTEMA DE DETECCIÓN DE INCENDIOS</b>					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNI.	CANT.	P. UNIT.	P. TOTAL
<b>COSTOS DIRECTOS</b>					
<b>MATERIALES</b>					
1	PANEL DE INCENDIOS INTELLIKNIGHT 5700	U	1	3000,00	3000,00
2	DETECTOR DE HUMO SD505-APS	U	35	80,00	2800,00
3	DETECTOR DE CALOR SD505-AHS	U	7	95,00	665,00
4	ESTACIÓN MANUAL SD505	U	5	70,00	350,00
5	BASE PARA DETECTORES SD505-4AB	U	42	15,00	630,00
6	APARATO DE NOTIF. VISIBLE SR 95cd	U	5	60,00	300,00
7	APARATO DE NOTIF. VISIBLE/AUDIBLE PC2RH 135cd	U	1	80,00	80,00
8	APARATO DE NOTIF. VISIBLE SCR 30 cd	U	1	60,00	60,00
9	APARATO DE NOTIF. VISIBLE SCRH 177cd	U	1	65,00	65,00
10	APARATO DE NOTIF. VISIBLE SCR 95cd	U	1	60,00	60,00
11	APARATO DE NOTIF. VISIBLE SR 66cd	U	1	60,00	60,00
12	APARATO DE NOTIF. VISIBLE SCR 158CD	U	1	60,00	60,00
13	CABLE CONTRA INCENDIOS FPL 2X14 AWG	m	73	3,25	237,25
14	CABLE CONTRA INCENDIOS FPL 2X16 AWG	m	96	2,25	216,00
15	CABLE CONTRA INCENDIOS FPL 2X18 AWG	m	342	1,25	427,50
16	CONECTOR DERIVACION T 3M 558-BOX	U	5	2,50	12,50
17	BATERIA DE RESPALDO 12V 6Ah	U	2	25,00	50,00
<b>PARCIAL COSTO MATERIALES</b>					<b>9073,25</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
<b>DISEÑO</b>					
18	TÉCNICO ESPECIALISTA	día	30	22,50	675,00
<b>INSTALACIÓN DE EQUIPOS</b>					
19	TÉCNICO ESPECIALISTA	día	8	22,50	180,00
20	TÉCNICO ELÉCTRICO	día	8	17,50	140,00
<b>PUESTA EN MARCHA</b>					
21	TÉCNICO ESPECIALISTA	día	5	22,50	112,50
<b>PARCIAL COSTOS MANO DE OBRA</b>					<b>1107,50</b>
<b>SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS</b>					<b>10180,75</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>					
<b>VIÁTICOS</b>					
22	ALIMENTACIÓN ALMUERZO	U	51	1,50	76,50
23	TRANSPORTE PASAJES TRANSPORTE PÚBLICO	U	51	1,00	51,00
<b>SERVICIOS BÁSICOS</b>					
24	AGUA POTABLE	U	1,5	12,00	18,00
25	LUZ ELÉCTRICA	U	1,5	15,00	22,50
26	SERVICIOS DE COMUNICACIÓN	U	51	1,00	51,00
<b>MATERIALES DE OFICINA</b>					
27	VARIOS	U	1	50,00	50,00
<b>ALQUILER DE OFICINA</b>					
28	OFICINA	U	1,5	150,00	225,00
<b>HERRAMIENTA MENOR</b>					
29	HERRAMIENTA ELÉCTRICA MENOR	U	1	55,38	55,38
<b>SUBTOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>					<b>549,38</b>
<b>SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS + INDIRECTOS</b>				<b>10730,13</b>	
<b>IMPREVISTOS</b>				<b>536,51</b>	
<b>TOTAL</b>				<b>11266,63</b>	

## 5.1.2 Presupuesto del Sistema de Alarma de Código Azul

Tabla 5.2. Presupuesto Sistema de Alarma de Código Azul

<b>PRESUPUESTO SISTEMA DE ALARMA DE CÓDIGO AZUL</b>					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNI.	CANT.	P. UNIT.	P. TOTAL
<b>COSTOS DIRECTOS</b>					
<b>MATERIALES</b>					
1	PANEL DE ALARMA DSC PC1864	U	2	350,00	700,00
2	COMUNICADOR GSM DSC GAA3055-I	U	2	200,00	400,00
3	TECLADO DSC POWERSERIES LCD5511	U	2	65,00	130,00
4	PULSADOR N.A. BTICINO LIVING AZUL L4802BD	U	42	5,25	220,50
5	LUZ ESTROBOSCÓPICA AZUL SECO-ALARM SL126Q/B	U	2	12,00	24,00
6	CABLE MULTICONDUCTOR 2X22 AWG	m	350	1,25	437,50
7	BATERIA DE RESPALDO 12V 2Ah	U	1	20,00	20,00
<b>PARCIAL COSTO MATERIALES</b>					<b>1932,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
<b>DISEÑO</b>					
8	TÉCNICO ESPECIALISTA	día	30	22,50	675,00
<b>INSTALACIÓN DE EQUIPOS</b>					
9	TÉCNICO ESPECIALISTA	día	8	22,50	180,00
10	TÉCNICO ELÉCTRICO	día	8	17,50	140,00
<b>PUESTA EN MARCHA</b>					
11	TÉCNICO ESPECIALISTA	día	5	22,50	112,50
<b>PARCIAL COSTOS MANO DE OBRA</b>					<b>1107,50</b>
<b>SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS</b>					<b>3039,5</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>					
<b>VIÁTICOS</b>					
12	ALIMENTACIÓN ALMUERZO	U	51	1,50	76,50
13	TRANSPORTE PASAJES TRANSPORTE PÚBLICO	U	51	1,00	51,00
<b>SERVICIOS BÁSICOS</b>					
14	AGUA POTABLE	U	1,5	12,00	18,00
15	LUZ ELÉCTRICA	U	1,5	15,00	22,50
16	SERVICIOS DE COMUNICACIÓN	U	51	1,00	51,00
<b>MATERIALES DE OFICINA</b>					
17	VARIOS	U	1	50,00	50,00
<b>ALQUILER DE OFICINA</b>					
18	OFICINA	U	1,5	150,00	225,00
<b>HERRAMIENTA MENOR</b>					
19	HERRAMIENTA ELÉCTRICA MENOR	U	1	55,38	55,38
<b>SUBTOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>					<b>549,38</b>
<b>SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS + INDIRECTOS</b>				<b>3588,88</b>	
<b>IMPREVISTOS</b>				<b>179,44</b>	
<b>TOTAL</b>				<b>3768,32</b>	

### 5.3 PRESUPUESTO GENERAL

El presupuesto general se lo obtiene de la suma de los dos presupuestos anteriores y resulta un gran total de:

**Tabla 5.3. Presupuesto General**

<b>PRESUPUESTO GENERAL</b>					
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNI.</b>	<b>CANT.</b>	<b>P. UNIT.</b>	<b>P. TOTAL</b>
1	SISTEMA DE DETECCIÓN DE INCENDIOS	U	1	11266,63	11266,63
2	SITEMA DE ALARMA DE CÓDIGO AZUL	U	1	3768,32	3768,32
<b>TOTAL</b>				<b>15034,95</b>	

El valor total del proyecto es un costo de producción por lo que no está calculado con el porcentaje de utilidad, al costo de producción la empresa auspiciante de este proyecto de final de carrera le subirá el costo de utilidad de acuerdo a lo que crea conveniente.

## CAPÍTULO 6

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1 CONCLUSIONES

- La comunicación que se realiza entre los distintos equipos y el ordenador para programarlos es por medio del protocolo RS232 y debido a que los cables de comunicación no se los compró sino que se los fabricó, en muchas ocasiones existían errores en el momento del enlace teniendo que verificar varias veces las conexiones para que finalmente se logren descargar los respectivos archivos de configuración.
- La utilización de un Panel de Incendios con tecnología de detección Analógica Direccional permitió que el sistema pueda reconocer la ubicación exacta del lugar donde se produce una alarma gracias a que se puede asignar un nombre descriptivo a cada uno de los dispositivos de detección conectados al panel.
- El código NFPA 72 “Código Nacional de Alarmas de Incendio” es la norma que rige todos los aspectos de diseño e instalación de Sistemas de Detección y Alarmas de Incendio, la correcta aplicación de esta norma permitió realizar la mejor disposición de ubicación y el óptimo dimensionamiento de espacios de instalación de los distintos dispositivos iniciadores de incendio.

- Las estaciones manuales se las programó con características de reconocimiento previo para generar una alarma debido a que en el H.C.A.M. existe una afluencia constante de gente que no cuenta con los conocimientos de lo que se refiere a una instalación contra incendios y podrían activar accidentalmente o por curiosidad cualquier dispositivo provocando un estado de pánico en el resto de personas que se encuentren en el hospital.
- Los Paneles utilizados para implementar el Sistema de Código Azul son de la marca DSC y era un requerimiento obligatorio por parte de la empresa auspiciante del proyecto de tesis y no son dedicados para realizar esta tarea en específico, estos se los utiliza generalmente para brindar soluciones de seguridad de intrusión y hurto en casas y edificios, pero con el debido conocimiento técnico de las características de los equipos se logró adaptarlos para que cumplan con la tarea de alertar una alarma médica, todo depende del ingenio del responsable de ejecutar el proyecto.
- El diseño e implementación de un Sistema Automático de Alarma de Código Azul y Alerta mediante el envío de mensajes SMS facilitó el trabajo del Equipo de Código Azul gracias a la portabilidad del sistema, ya que antes para realizar esta tarea se utilizaba equipos tradicionales que enviaban una señal de alarma a un receptor que tenía que ser portado constantemente por los integrantes del equipo y ahora pueden recibir la alerta en sus propios teléfonos móviles.

## 6.2 RECOMENDACIONES

- Cuando se realiza proyectos de implementación es muy importante el aspecto económico por lo que se recomienda realizar un presupuesto detallado de todos los costos que se incurrirán en la generación de dicho proyecto y así no se tendrán pérdidas en el momento de ejecutarlo.
- Se recomienda adquirir los cables de comunicación entre los equipos y el PC para realizar la programación ya que esto ahorra tiempo muy valioso al momento de implementar los sistemas ya que se evitará los posibles errores de comunicación que se dan cuando se fabrican los cables por cuenta propia.
- El IntelliKnight 5700 cuenta con la opción de comunicarse con una Estación Central para reportar alarmas de incendio a una Estación de Bomberos a través de la línea telefónica, sin embargo en el Distrito Metropolitano de Quito ninguna Subestación de Bomberos cuenta con los equipos necesarios para realizar las tareas de monitoreo de Sistemas de Detección de Incendio por lo que se recomienda tomar en cuenta este aspecto para futuros proyectos de fin de carrera ya que se podría plantear la instalación de equipos receptores de reportes en las distintas Estaciones de Bomberos de la ciudad.
- Seguir todos los lineamientos de diseño e instalación que sugiere la NFPA 72 para evitar errores en el diseño e implementación de Sistemas de Detección de Incendio, ya que un mal manejo de información podría ocasionar pérdidas cuantiosas al ocurrir un incendio o peor aun pérdidas irreparables de vidas humanas.
- El momento de implementar un Sistema de Alerta de SMS mediante el Comunicador GSM de la marca DSC, tomar muy en cuenta con que operadora de servicio celular se va a trabajar ya que la banda frecuencia de transmisión no es la misma para todos los equipos.

- 
- Se recomienda la contratación de un servicio continuo de telefonía celular para implementar cualquier tipo de Sistema de Alarma por tecnología GSM ya que si no es así se tiene que estar pendiente de que la línea siempre esté activa.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION, *Código de Nacional de Alarmas de Incendios, USA 2007.*
- SILENT KNIGHT, *IntelliKnight Model 5700 Addressable Fire Control Panel Installation and Operations Manual, Honeywell International Inc., Northford USA 2009.*
- GONZÁLEZ Gerardo, *Sistemas de Detección de Incendios, Hochiki America Corporation, Argentina 2008, Páginas 172-180.*
- DSC, *PC1616/PC1832/PC1864 Reference Manual, Digital Security Controls, Toronto Canada 2006.*
- DSC, *PC1616/PC1832/PC1864 Versión 4.2 Guía de Instalación, Digital Security Controls, Canada 2007.*
- DSC, *GSM3055-I Comunicador de Alarma GSM/GPRS Manual de Instalación, Digital Security Controls, Canada 2009.*
- ARANGO Juan Antonio, *Procedimiento de Código Azul, IPS UNIVERSITARIA, Universidad de Antioquia, Antioquia 2008.*
- <http://revision.bligoo.com/content/view/293413/INCENDIOS-EN-HOSPITALES.html>, *Incendios en Hospitales.*