

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 ELECTRÓNICA

“OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO Y DE SEGURIDAD
ELECTRÓNICA DEL LICEO MUNICIPAL EXPERIMENTAL TÉCNICO
EN CIENCIAS FERNÁNDEZ MADRID”

ALVEAR JARAMILLO ANDREA PAMELA

CAÑAS RIVERA FERNANDO JAVIER

SANGOLQUI – ECUADOR

2010

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA, AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL

CERTIFICADO

ING. HUGO ORTIZ
MSC. MARCELO ESCOBAR

CERTIFICAN

Que el trabajo titulado “OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO Y DE SEGURIDAD ELECTRÓNICA DEL LICEO MUNICIPAL EXPERIMENTAL TÉCNICO EN CIENCIAS FERNÁNDEZ MADRID”, realizado por la Srta. ALVEAR JARAMILLO ANDREA PAMELA y el Sr. CAÑAS RIVERA FERNANDO JAVIER, 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 lo mencionado anteriormente se recomienda su publicación.

Sangolqui, 11 de junio del 2010.

ING. HUGO ORTÍZ

DIRECTOR

MSC. MARCELO ESCOBAR

CODIRECTOR

AGRADECIMIENTO

En primer lugar debo agradecerle a DIOS por toda la bondad y el amor puro que desde el primer respiro de mi vida me ha hecho sentir.

Gracias a DIOS porque es mi compañero fiel, siempre ha estado a mi lado, me ha llevado de la mano y me ha guiado. Le agradezco por cubrirme con su manto divino de todos los peligros que han acechado mi camino.

A mis padres y a mi hermana porque ellos siempre tuvieron la paciencia y el amor para cada día estar mi lado, siempre que los necesite han estado ahí. Las personas más importantes en mi vida me brindan día a día todo el apoyo incondicional y luchan con todas sus fuerzas para sacar mis sueños adelante.

A toda mi familia porque siempre estuvieron pendientes del cumplimiento de mis metas, cuando necesite de ellos siempre estuvieron dispuestos a darme la mano y ayudarme a seguir adelante.

A todos mis profesores porque día a día compartieron todos sus conocimientos, por la paciencia que tuvieron para impartir sus ideas y por aquellos consejos que me ayudaron a aprender a ser mejor.

A todos ustedes quedo eternamente agradecida.

Andrea Pamela Alvear Jaramillo

AGRADECIMIENTO

A DIOS, por darme la vida y llenarme de bendiciones día a día. A mis padres, ya que gracias a su apoyo incondicional, sacrificio, confianza, paciencia, pero sobre todo a su inmenso amor, han hecho posible el haber iniciado y culminado mi carrera exitosamente. Finalmente, a mis profesores, quienes han compartido toda su sabiduría y experiencias vividas para poder enfrentarme de la mejor manera al mundo profesional.

A todos ustedes quedo eternamente agradecido.

Fernando Javier Cañas Rivera

DEDICATORIA

El presente proyecto representa el cumplimiento de un objetivo y un sueño en mi vida, por lo cual quiero dedicarlo a mis padres, César y Martha, porque en primer lugar si no fuera por ellos no estuviera aquí, siempre me han brindado todo el apoyo para seguir adelante, cuando estuve a punto de caer me han alentado a seguir y porque de ellos aprendí que debo perseverar para cumplir todos mis objetivos. Dedico a mis padres porque de ellos he aprendido los mejores valores y también a ser una persona de bien.

A mi hermana, Gaby, porque a su lado he vivido experiencias nuevas e inolvidables, a pesar de su corta edad me hizo recordar que los sueños más hermosos nacen por pureza del pensamiento.

Todos los triunfos que tenga en mi vida se los dedico a ustedes, día a día lucharé para seguir creciendo como persona y profesionalmente.

Me comprometo ante DIOS a que habrá muchas victorias y que les hará sentir mucho orgullo de mí.

Andrea Pamela Alvear Jaramillo

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico especialmente a mis padres porque siempre han estado junto a mí brindándome sus consejos, su amor, su confianza y su tiempo.

A mi madre, Pilar, por acompañarme y defenderme siempre ante las injusticias que he sufrido en instantes de mi vida, por creer en mí y alentarme cuando me sentía derrotado.

A mi padre, Fernando, por haberme inculcado principios morales y valores que han contribuido para formar mi personalidad y carácter, haciéndome una persona de bien.

A mis hermanos, Jossy y Andrés, por ser mi compañía, mis grandes amigos, y porque siempre hemos estado juntos pese a las circunstancias de la vida.

A mis abuelitos, Marina, Romelia y Jorge, mis tíos y mis primos, porque siempre han creído en mí, por todos los consejos y ayuda que he recibido de cada uno además, por el gran cariño que me han brindado siempre.

Este logro es para toda mi familia, gracias por todo.

Fernando Javier Cañas Rivera

PRÓLOGO

En el presente trabajo, Tesis de Grado titulada Optimización del Sistema Eléctrico y de Seguridad Electrónica del Liceo Municipal Experimental Técnico y en Ciencias Fernández Madrid, se investigan y se exponen los diversos métodos con los cuales se puedan desarrollar posteriormente los diseños correspondientes al Sistema de Iluminación, al Sistema Eléctrico, al Sistema de CCTV, al Sistema de Detección de Incendios y finalmente al Sistema de Detección de Intrusión para el Liceo Municipal Experimental Técnico y en Ciencias Fernández Madrid.

El documento está dividido en ocho capítulos: en el primer capítulo se desarrolla una introducción de fundamentos teóricos de manera general de los temas mencionados anteriormente, en el segundo capítulo se presenta una descripción del Liceo Municipal Experimental Técnico y en Ciencias Fernández Madrid, en el tercer capítulo se presenta el diseño del Sistema de Iluminación, en el cuarto capítulo se expone el diseño del Sistema Eléctrico, en el quinto capítulo se exhibe el diseño del Sistema de CCTV, en el sexto capítulo se presenta el diseño del Sistema de Detección de Incendios, en el séptimo capítulo se expone el diseño del Sistema de Detección de Intrusión y finalmente, en el octavo capítulo se exhibe el desarrollo de la Simulación de la Interfaz de Monitoreo de los Sistemas de Detección de Incendios e Intrusión.

En cada uno de los capítulos en los cuales se exponen los diseños de los Sistemas (capítulos 3 - 7): Iluminación, Eléctrico, CCTV, Detección de Incendios e Intrusión, se inicia con una descripción completa del método general empleado y luego de ello, se presenta el desarrollo del diseño del Sistema correspondiente utilizando el método expuesto. Además, los resultados de cada diseño realizado se presentan también en Planos adjuntos a este documento.

En el octavo capítulo se presenta primeramente una breve descripción del Software a ser utilizado para desarrollar la Interfaz de Monitoreo de los Sistemas de Detección de Incendios e Intrusión y luego de ello, se expone el desarrollo del diseño de dicha Interfaz utilizando las herramientas explicadas anteriormente. Además, se entregará también un demo de la Interfaz de Monitoreo diseñada como archivo adjunto a este escrito.

Esta tesis contiene en la parte final conclusiones y recomendaciones, una lista de referencias bibliográficas de los libros y artículos utilizados, y finalmente, un glosario con términos utilizados.

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I	1
FUNDAMENTOS TEÓRICOS	1
1.1 SISTEMAS DE ILUMINACIÓN	1
1.1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.1.2 ILUMINACIÓN EFICIENTE	1
1.1.3 DISEÑO DE ILUMINACIÓN DE INTERIORES	2
1.1.3.1 ANÁLISIS DEL PROYECTO	2
1.1.3.2 PLANIFICACIÓN BÁSICA	2
1.1.3.2.1 Elección del sistema de alumbrado	4
1.1.3.2.2 Elección de las fuentes luminosas	5
1.1.3.2.3 Factores de diseños a tener en cuenta para la selección del tipo de lámpara	6
1.1.3.3 DISEÑO DETALLADO	6
1.1.3.3.1 Selección de luminarias	7
1.1.3.3.2 Características fotométricas de luminarias	7
1.1.3.3.3 Clasificación de las luminarias de acuerdo con la distribución del flujo hacia los hemisferios	8
1.1.3.3.4 Curva de distribución luminosa	8
1.1.3.3.5 Cálculos de iluminación	9
1.1.4 DISEÑO DE ILUMINACIÓN EXTERIOR	13
1.1.4.1 CLASES DE ALUMBRADO EXTERIOR	15
1.1.4.1.1 Alumbrado público viario	15
1.1.4.1.2 Alumbrado industrial exterior	21
1.1.4.1.3 Alumbrado por proyectores	21
1.2 SISTEMAS ELÉCTRICOS	23
1.2.1 INSTALACIÓN ELÉCTRICA	23
1.2.2 CLASIFICACIÓN DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA	23
1.2.3 PROPIEDADES QUE DEBE CUMPLIR UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA	24
1.2.4 ELEMENTOS DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA	25
1.2.4.1 ACOMETIDA	26
1.2.4.2 EQUIPOS DE MEDICIÓN E INTERRUPTOR PRINCIPAL	28

1.2.4.3	INTERRUPTOR.....	28
1.2.4.4	TABLERO PRINCIPAL.....	28
1.2.4.5	SUBTABLEROS Y ALIMENTADORES.....	29
1.2.4.6	CIRCUITOS RAMALES.....	29
1.2.4.7	CANALIZACIONES ELÉCTRICAS	30
1.2.5	PROCEDIMIENTO PARA UNA INSTALACIÓN ELECTRICA	31
1.2.6	RECOMENDACIONES GENERALES PARA REALIZAR UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA	31
1.2.6.1	MEDIDOR.....	31
1.2.6.2	TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN	31
1.2.6.3	TABLEROS SECUNDARIOS.....	31
1.2.6.4	ALIMENTADORES.....	33
1.2.6.4.1	Conductor Eléctrico	33
1.2.6.4.2	Partes de los Conductores	34
1.2.6.4.3	Características de los conductores.....	37
1.2.6.4.4	Calibre de los Conductores	38
1.2.6.4.5	Código de colores	38
1.2.6.5	ALIMENTADORES PARA TABLEROS SECUNDARIOS.....	39
1.2.6.6	ACOMETIDA	40
1.2.6.7	CAMARA DE TRANSFORMACIÓN.....	42
1.2.7	RECOMENDACIONES VARIAS	42
1.3	SISTEMAS CCTV.....	43
1.3.1	LA CÁMARA.....	44
1.3.1.1	LENTE	44
1.3.1.2	MECANISMOS DE MOVIMIENTO.....	45
1.3.1.3	ELEMENTOS DE CONTROL DE CÁMARAS.....	46
1.3.1.3.1	Los selectores (o conmutadores) de vídeo	46
1.3.1.3.2	Telemandos de las cámaras motorizadas.....	46
1.3.2	EL MONITOR	47
1.3.2.1	RESOLUCIÓN.....	47
1.3.3	MEDIOS DE TRANSMISIÓN	49
1.3.3.1	CABLE COAXIAL	49
1.3.3.2	FIBRA ÓPTICA.....	50
1.3.3.3	INALÁMBRICA	50
1.3.4	VIDEOSENSORES O DETECTORES DE MOVIMIENTO DE VIDEO	51
1.3.5	EQUIPO DE GRABACIÓN.....	51
1.3.6	ALGUNOS TIPOS DE SISTEMA CCTV	52
1.3.6.1	SISTEMAS DE CCTV SIMPLE	52
1.3.6.2	SISTEMAS A CUATRO LÍNEAS MEDIANTE CABLE COAXIAL.....	53
1.4	SISTEMAS DE DETECCIÓN DE PRESENCIA.....	53

1.4.1	FUNCIONAMIENTO BÁSICO	53
1.4.1.1	SENSORES DE MOVIMIENTO	54
1.4.1.2	PANELES DE CONTROL	56
1.4.1.3	MEDIOS DE TRANSMISIÓN	57
1.5	SISTEMAS DE DETECCIÓN DE HUMO.....	57
1.5.1	ELEMENTOS QUE COMPONEN LOS SISTEMAS DETECTORES.....	58
1.5.1.1	DETECTORES.....	58
1.5.1.2	SIRENA ELECTRÓNICA.....	58
1.5.1.3	LUZ ESTROBOSCÓPICA.....	58
1.5.1.4	RETENCIÓN ELECTROMAGNÉTICA.....	59
1.5.1.5	CENTRAL DE ALARMAS.....	59
1.5.1.6	REPETIDORES DE ALARMA.....	59
CAPÍTULO II.....		60
DESCRIPCIÓN DEL LICEO MUNICIPAL EXPERIMENTAL TÉCNICO		
Y EN CIENCIAS FERNÁNDEZ MADRID		60
2.1	UBICACIÓN.....	60
2.2	INFRAESTRUCTURA	60
2.3	PLANOS ARQUITECTÓNICOS	67
CAPÍTULO III.....		68
DISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN		68
3.1	INTRODUCCIÓN.....	68
3.2	DISEÑO DE ILUMINACIÓN DE AMBIENTES INTERIORES	68
3.2.1	MÉTODO GENERAL.....	68
3.2.1.1	DETERMINACIÓN DE MEDIDAS Y CARACTERÍSTICAS ARQUITECTÓNICAS..	68
3.2.1.2	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE ILUMINACIÓN	68
3.2.1.3	DETERMINACIÓN DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN Y TIPO DE MONTAJE DE LUMINARIA	71
3.2.1.4	DETERMINACIÓN DEL TIPO DE LUMINARIA	72
3.2.1.5	DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE RELACIÓN DEL LOCAL (RL)	74
3.2.1.6	DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DEL LOCAL (IL).....	75
3.2.1.7	DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES DE REFLEXIÓN DE TECHO Y PAREDES	76
3.2.1.8	DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN (CU).....	76
3.2.1.9	DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE CONSERVACIÓN (CC).....	77
3.2.1.10	DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE LÁMPARAS	77
3.2.1.11	DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE LUMINARIAS	77
3.2.1.12	DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS.....	78

3.2.2	DESARROLLO DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN DE AMBIENTES INTERIORES.....	79
	CASO TIPO: ILUMINACIÓN DE BAR ESTUDIANTIL	79
3.2.3	TABLAS DE RESULTADOS TOTALES DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN DE AMBIENTES INTERIORES.....	86
3.3	DISEÑO DE ILUMINACIÓN DE AMBIENTES EXTERIORES.....	97
3.3.1	PATIOS – PARQUEADEROS.....	97
3.3.1.1	MÉTODO GENERAL.....	97
3.3.1.1.1	DETERMINACIÓN DE MEDIDAS Y CARACTERÍSTICAS ARQUITECTÓNICAS	97
3.3.1.1.2	DETERMINACIÓN DEL TIPO DE TRÁFICO PEATONAL Y VEHICULAR.....	97
3.3.1.1.3	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE ILUMINACIÓN (MÉTODO APROXIMADO)	98
3.3.1.1.4	DETERMINACIÓN DE LA FORMA DE DISTRIBUCIÓN DEL FLUJO.....	99
3.3.1.1.5	DETERMINACIÓN DEL TIPO DE LÁMPARA.....	99
3.3.1.1.6	DETERMINACIÓN DE ALTURA DEL MONTAJE DE LA LUMINARIA.....	101
3.3.1.1.7	DETERMINACIÓN DE DISTRIBUCIÓN DE LOS PUNTOS DE LUZ	102
3.3.1.1.8	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE ILUMINACIÓN MEDIA MEDIANTE EL MÉTODO DE DISTRIBUCIÓN	102
3.3.1.1.9	DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN (CU)	104
3.3.1.1.10	DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE CONSERVACIÓN (CC)	107
3.3.1.1.11	DETERMINACIÓN DE DISTANCIA O SEPARACIÓN DE POSTES DE SUJECIÓN	108
3.3.1.1.12	DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE POSTES	109
3.3.1.2	DESARROLLO DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN DE PARQUEADEROS - PATIOS.....	109
3.3.1.3	TABLAS DE RESULTADOS TOTALES DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN PARA PARQUEADEROS Y PATIO CENTRAL	115
3.3.2	CANCHAS DEPORTIVAS.....	116
3.3.2.1	MÉTODO GENERAL.....	116
3.3.2.1.1	DETERMINACIÓN DE MEDIDAS Y CARACTERÍSTICAS ARQUITECTÓNICAS	116
3.3.2.1.2	DETERMINACIÓN DE LA FORMA DE DISTRIBUCIÓN DEL FLUJO.....	116
3.3.2.1.3	DETERMINACIÓN DEL TIPO DE LÁMPARA.....	117
3.3.2.1.4	DETERMINACIÓN DEL ÁNGULO DE MONTAJE DE LA LUMINARIA.....	117
3.3.2.1.5	DETERMINACIÓN DE ALTURA DE MONTAJE DE LA LUMINARIA.....	117
3.3.2.1.6	DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE POSTES.....	118
3.3.2.1.7	DETERMINACIÓN DE DISTANCIA ENTRE POSTES	118
3.3.2.1.8	DETERMINACIÓN DE DISTANCIA ESQUINA – POSTE.....	119
3.3.2.1.9	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE ILUMINACIÓN OBTENIDO	120

3.3.2.2	DESARROLLO DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN DE CANCHAS DEPORTIVAS	121
3.4	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LUMINARIAS A SER UTILIZADAS	126
3.5	LISTA DE MATERIALES Y PRESUPUESTO REFERENCIAL.....	129
CAPÍTULO IV	130
DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO	130
4.1	INTRODUCCIÓN.....	130
4.2	MÉTODO GENERAL.....	130
4.2.1	DISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN	130
4.2.2	UBICACIÓN DE TOMACORRIENTES E INTERRUPTORES	130
4.2.3	DETERMINACIÓN DE CIRCUITOS DERIVADOS	131
4.2.3.1	CIRCUITOS DERIVADOS DE USO GENERAL	131
4.2.3.2	CIRCUITOS DERIVADOS INDIVIDUALES	131
4.2.3.3	DETERMINACIÓN DEL TIPO DE CARGA.....	132
4.2.3.4	CÁLCULO DEL NÚMERO DE CIRCUITOS DERIVADOS	132
4.2.3.5	CÁLCULO DEL NÚMERO DE SALIDAS POR CADA CIRCUITO DERIVADO	133
4.2.4	UBICACIÓN DE TABLEROS SECUNDARIOS (TS).....	134
4.2.5	UBICACIÓN DE TABLERO PRINCIPAL (TP).....	134
4.2.6	DETERMINACIÓN DEL TIPO DE CUBRIMIENTO, CALIBRE Y DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN DE LOS CONDUCTORES	135
4.2.6.1	CONDUCTORES DE CIRCUITOS DERIVADOS	138
4.2.6.2	ALIMENTADORES SECUNDARIOS	139
4.2.6.2.1	DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE DEMANDA (FD)	139
4.2.6.2.2	DETERMINACIÓN DE LA POTENCIA DEMANDADA (PD)	140
4.2.6.3	ALIMENTADORES PRINCIPALES.....	141
4.2.7	DETERMINACIÓN DE LA ACOMETIDA	142
4.2.8	DETERMINACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE MEDICIÓN	143
4.3	DESARROLLO DEL DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO	143
4.4	TABLAS DE RESULTADOS.....	168
4.5	LISTA DE MATERIALES Y PRESUPUESTO REFERENCIAL.....	176
CAPÍTULO V	177
DISEÑO DE SISTEMA DE SEGURIDAD CCTV	177
5.1	INTRODUCCIÓN.....	177
5.2	MÉTODO GENERAL.....	177
5.2.1	DETERMINAR EL PROPÓSITO DEL SISTEMA DE CCTV	177
5.2.2	DEFINIR LAS ÁREAS A VISUALIZAR Y LA UBICACIÓN DE LA CÁMARA.....	178
5.2.3	ELECCIÓN DE LA CÁMARA APROPIADA	178
5.2.3.1	CÁMARAS FIJAS	179
5.2.3.2	CÁMARAS MÓVILES Y CÁMARAS ESPECIALES.....	180

5.2.4	ELEGIR EL FORMATO Y LENTE APROPIADO PARA CADA CÁMARA.....	181
5.2.5	ELECCIÓN DE HOUSING, SOPORTE Y MECANISMO DE INTEMPERIE.....	194
5.2.5.1	HOUSING.....	194
5.2.5.2	SOPORTES.....	196
5.2.5.3	MECANISMOS DE INTEMPERIE.....	197
5.2.6	ELECCIÓN DEL GRABADOR DE VIDEO	197
5.2.6.1	PROTOCOLO COAXITRON.....	199
5.2.6.2	PROTOCOLO D.....	201
5.2.6.3	PROTOCOLO P.....	202
5.2.7	DETERMINAR EL MONITOR QUE SE UTILIZARÁ.....	203
5.2.8	DEFINIR LA UBICACIÓN DEL ÁREA DE CONTROL DE CCTV.....	205
5.2.9	DETERMINAR EL MEDIO DE TRANSMISIÓN DE LA SEÑAL DEL VIDEO DE LA CÁMARA AL MONITOR.....	206
5.2.9.1	CABLE COAXIAL.....	206
5.2.9.2	CABLE TRENZADO UTP.....	207
5.2.9.3	FIBRA ÓPTICA.....	208
5.2.9.4	ENLACE INALÁMBRICO.....	208
5.2.9.5	CONVERTIDORES DE SEÑAL.....	209
5.2.10	ELEGIR LOS EQUIPOS QUE SE UTILIZARÁN EN EL DISEÑO DEL SISTEMA CCTV.....	210
5.3	DESARROLLO DEL DISEÑO DEL SISTEMA CCTV.....	211
5.4	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE EQUIPOS A UTILIZARSE.....	226
5.5	LISTA DE MATERIALES Y PRESUPUESTO REFERENCIAL.....	242

CAPÍTULO VI..... 243

DISEÑO DEL SISTEMA DE DETECCIÓN DE INCENDIOS 243

6.1	INTRODUCCIÓN.....	243
6.2	MÉTODO GENERAL.....	243
6.2.1	DETERMINAR EL PROPÓSITO DEL SISTEMA DE DETECCIÓN DE INCENDIO 243	
6.2.2	DEFINIR ÁREAS ESTRATÉGICAS POTENCIALES DE INCENDIOS.....	244
6.2.3	ELECCIÓN DEL SISTEMA DE DETECCIÓN DE INCENDIO ADECUADO.....	244
6.2.3.1	DETECCIÓN HUMANA.....	245
6.2.3.2	SISTEMA DE DETECCIÓN DE INCENDIOS AUTOMÁTICA.....	245
6.2.3.3	SISTEMAS MIXTOS.....	247
6.2.4	ELECCIÓN DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE DETECCIÓN DE INCENDIO.....	247
6.2.4.1	DETECTORES AUTOMÁTICOS.....	248
6.2.4.1.1	Detector iónico de gases de combustión.....	249
6.2.4.1.2	Detector óptico o fotoeléctrico de humo.....	250
6.2.4.1.3	Detector de Temperatura.....	253

6.2.4.1.4	Detector de Radiaciones	254
6.2.4.2	PULSADORES MANUALES	255
6.2.4.3	ELEMENTOS VISUALES Y AUDITIVOS DE NOTIFICACIÓN DE INCENDIO .	255
6.2.4.3.1	Sirena electrónica	256
6.2.4.3.2	Luz estroboscópica	256
6.2.4.4	CENTRAL DE ALARMAS.....	257
6.2.4.5	APARATOS AUXILIARES: TELÉFONO DIRECTO A BOMBEROS, MEDIOS DE EXTINCIÓN DE FUEGO.	257
6.2.4.5.1	TELÉFONO DIRECTO A BOMBEROS	257
6.2.4.5.2	MEDIOS DE EXTINCION DE FUEGO	257
6.2.5	UBICACIÓN DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE DETECCIÓN DE INCENDIO EN LA EDIFICACIÓN	258
6.2.5.1	DETECTORES AUTOMÁTICOS	258
6.2.5.1.1	Detectores de humo	259
6.2.5.1.2	Detector de temperatura	260
6.2.5.2	PULSADOR MANUAL.....	260
6.2.5.3	ELEMENTOS VISUALES Y AUDITIVOS DE NOTIFICACIÓN DE INCENDIO .	261
6.2.5.4	CENTRAL DE ALARMAS.....	261
6.2.5.5	APARATOS AUXILIARES: TELÉFONO DIRECTO A BOMBEROS, MEDIOS DE EXTINCIÓN DE FUEGO	261
6.2.6	DISEÑO DE PLATAFORMA DE COMUNICACIÓN	262
6.2.6.1	LONWORKS.....	263
6.2.6.1.1	Redes de control.....	263
6.2.6.1.2	Funcionalidad de un Sistema de Control.....	263
6.2.6.1.3	Protocolo LONWORKS.....	265
6.2.6.1.4	Interoperabilidad	273
6.3	DESARROLLO DEL DISEÑO DE SISTEMA DE DETECCIÓN DE INCENDIO.....	276
6.4	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE EQUIPOS A UTILIZARSE	285
6.5	LISTA DE MATERIALES Y PRESUPUESTO REFERENCIAL.....	294
CAPÍTULO VII.....		295
DISEÑO DEL SISTEMA DE DETECCIÓN DE INTRUSIÓN.....		295
7.1	INTRODUCCIÓN.....	295
7.2	MÉTODO GENERAL.....	295
7.2.1	DETERMINAR EL PROPÓSITO DEL SISTEMA DE DETECCIÓN DE INTRUSIÓN 295	
7.2.2	DEFINIR ÁREAS ESTRATÉGICAS PARA DETECCIÓN.....	295
7.2.3	ELECCIÓN DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE DETECCIÓN DE INTRUSIÓN.....	296
7.2.3.1	ELEMENTOS DE DETECCIÓN.....	296
7.2.3.1.1	Detección perimetral.....	297

7.2.3.1.2	Detección volumétrica	297
7.2.3.1.3	Detección exterior	298
7.2.3.2	ELEMENTOS DE CONTROL.....	299
7.2.3.3	ELEMENTOS DE AVISO	300
7.2.4	UBICACIÓN DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE DETECCIÓN DE INTRUSIÓN.....	300
7.2.4.1	ELEMENTOS DE DETECCIÓN.....	300
7.2.4.2	ELEMENTOS DE CONTROL.....	301
7.2.4.3	ELEMENTOS DE AVISO	301
7.2.5	DISEÑO DE PLATAFORMA DE COMUNICACIÓN	301
7.3	DESARROLLO DEL DISEÑO DE SISTEMA DE DETECCIÓN DE INTRUSIÓN	302
7.4	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE EQUIPOS A UTILIZARSE	309
7.5	LISTA DE MATERIALES Y PRESUPUESTO REFERENCIAL.....	314
CAPÍTULO VIII.....		315
SIMULACIÓN DE LA INTERFAZ DE MONITOREO DEL SISTEMA DE INCENDIOS E INTRUSIÓN.....		315
8.1	INTRODUCCIÓN.....	315
8.2	SOFTWARE DE DESARROLLO DE INTERFACES INTOUCH 9.5.....	315
8.2.1	INTRODUCCIÓN.....	315
8.2.2	BREVE DESCRIPCIÓN	316
8.2.2.1	CREACIÓN DE APLICACIONES.....	316
8.2.2.2	WINDOWMAKER.....	316
8.2.2.2.1	Creación de ventanas.....	316
8.2.2.2.2	Elección de Elementos	317
8.2.2.2.3	Diccionario de Tagnames.....	319
8.2.2.2.4	Creación de alarmas.....	322
8.2.2.3	WINDOWVIEWER.....	323
8.3	DESARROLLO DE LA INTERFAZ DE MONITOREO	323
CONCLUSIONES		337
RECOMENDACIONES		339
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		341
ÍNDICE DE TABLAS.....		353
ÍNDICE DE FIGURAS		357

CAPÍTULO I

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

1.1 SISTEMAS DE ILUMINACIÓN

1.1.1 INTRODUCCIÓN

La luz es un componente importante ya que hace posible la visión del entorno, permitiendo la interacción del sistema visual del usuario con los objetos ayudando a modificar la apariencia del espacio, e influyendo en la estética y ambientación. Afecta al rendimiento visual y al estado de ánimo.

En este punto se puede definir el objetivo de los diseños de iluminación que radica en la búsqueda de soluciones que permitan optimizar esta interacción requiriendo comprender la naturaleza física, fisiológica y psicológica de dichas interacciones.

1.1.2 ILUMINACIÓN EFICIENTE

El diseño de iluminación con el pasar del tiempo ha ido cambiado de enfoque, en tiempos pasados únicamente implicaba suministrar luz en cantidades apropiadas a fin de posibilitar la realización de las tareas con alto rendimiento visual, el aspecto cualitativo se limitaba a eliminar o reducir posibles efectos de deslumbramientos en algunas ocasiones.

Una buena iluminación es importante para facilitar el rendimiento en una tarea visual y crear un entorno visual adecuado. El cambio de enfoque se

debió al descubrimiento de que la luz no solo afecta las capacidades visuales del usuario sino también su salud y bienestar, gracias al vertiginoso desarrollo tecnológico de fuentes luminosas, dispositivos ópticos, sistemas de control y la necesidad de utilizar los recursos energéticos de manera más eficiente le ha dado al concepto de diseño un perfil notablemente más cualitativo, satisfaciendo necesidades visuales; hace un uso racional de la energía para contribuir a minimizar el impacto ecológico y ambiental.

1.1.3 DISEÑO DE ILUMINACIÓN DE INTERIORES

No es fácil establecer un procedimiento sistemático para diseñar un sistema de iluminación ya que cualquier proyecto puede tener diferentes puntos de abordaje, dichos puntos se muestran en la figura 1.1.

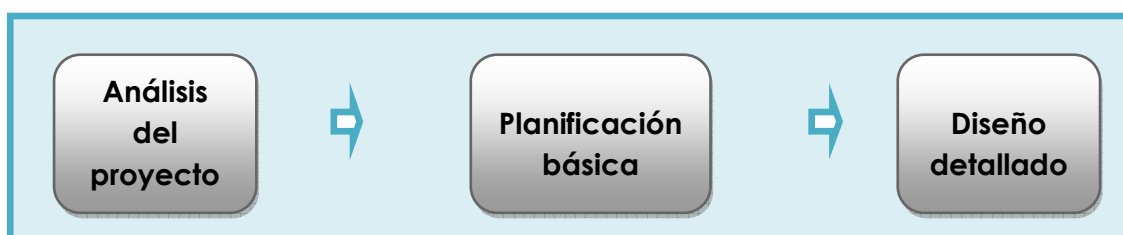


Figura 1. 1 Fases del Diseño de Iluminación de Interiores

1.1.3.1 ANÁLISIS DEL PROYECTO¹

El procedimiento es aplicable tanto en nuevos diseños como para remodelar instalaciones existentes y comienza por un análisis destinado a reunir datos que permiten determinar las demandas visuales, emocionales y estéticas, de iluminación y establecer los alcances y limitaciones del trabajo. La identificación clara y precisa de estas cuestiones es fundamental para el éxito de cualquier proyecto.

1.1.3.2 PLANIFICACIÓN BÁSICA²

A partir del análisis anterior es posible establecer un perfil de las características que debe tener la instalación para satisfacer las distintas

¹ ING. RAITELLI MARIO, DISEÑO DE ILUMINACIÓN DE INTERIORES, Año 2007, Ed. 3, Pág. 25

² BLÁZQUEZ SÁNCHEZ VANESA, CÁLCULO DE ALUMBRADO DE INTERIORES, Año 2008, Ed. 2, Pág. 10

demandas. Se intenta desarrollar las ideas básicas del diseño sin llegar a precisar todavía ningún aspecto específico como sería la selección de las luminarias, por ejemplo.

Para conseguir una buena iluminación del área de trabajo es necesario tener en cuenta una serie de criterios básicos referentes a la disposición de la luz, las condiciones del alumbrado, la superficie a iluminar, etc.

- **Flujo luminoso**

Cantidad de luz emitida por una fuente de luz o recibida por una superficie. Sus unidades son los lúmenes.

- **Iluminancia (E) de una superficie.**

Relación entre el flujo luminoso que recibe una superficie y su extensión. Su unidad es el lux.

- **Luminancia (L) de una superficie en una dirección determinada.**

Relación entre la intensidad luminosa en dicha dirección y la superficie aparente. Se puede interpretar como la sensación de claridad. Se mide mediante el luminancímetro o nitómetro.

En este punto se define el sistema de alumbrado, las características de las fuentes luminosas y, eventualmente, la estrategia para su integración con la iluminación artificial, etc.

La elección del sistema de alumbrado permite al diseñador distinguir el tipo de distribución de flujo luminoso que se desea dar al ambiente, las características más importantes de cada tipo de alumbrado se muestra en la Tabla 1.1.

1.1.3.2.1 Elección del sistema de alumbrado³

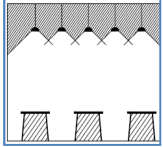
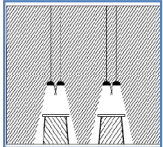
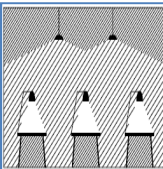
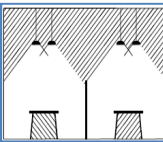
SISTEMA DE ALUMBRADO	DISPOSICIÓN DE LUMINARIAS	CARACTERÍSTICAS LUMINOTÉCNICAS	EFECTOS VISUALES		COORDINACIÓN CON UBICACIÓN DE ÁREAS DE TRABAJO	CONSUMO ENERGÉTICO
			SOBRE EL ESPACIO	SOBRE LAS PERSONAS		
General Directo o Indirecto 	Uniforme	Altos niveles de Iluminancia en todo el espacio. Excelente uniformidad. Reducción de contrastes y brillos. Se minimiza la proyección de sombras	Produce sensación de amplitud y orden. Crea atmósferas y condiciones para trabajos que requieren de alta concentración.	Modelados blandos. Aplana texturas. Oculta detalles. Minimiza efectos de reflejos especulares. Apaga intensidad de colores.	No requiere	Elevado (más con sistema indirecto). No permite reducción individual de los niveles de iluminación.
Localizado 	Irregular	Altos niveles de Iluminancia solo en áreas de interés. Uniformidad general baja contrastes realzados. Puede causar importante proyección de sombras.	Produce sensación de reducción de espacio. Puede crear atmosferas dramáticas, estimulantes.	Modelados duros. Realza textura y detalles. Colores resultan más intensos. Ideal para efectos luminosos.	Muy importante	Reducido. Adecuado para controlar niveles de iluminación individualmente.
General y Localizado 	Uniforme (general) e irregular (localizado)	Iluminancia general reducida respecto de áreas de trabajo. Uniformidad general baja. Contrastes realzados. Puede causar importante proyección de sombras.	Un balance adecuado puede compensar la sensación de reducción del espacio y crear condiciones propicias.	Con un balance adecuado el modelado resulta casi natural Buena apariencia de textura y detalles.	Muy importante solo para el sistema de alumbrado localizado	Intermedio entre alumbrado general y localizado. Adecuado para controlar niveles de iluminación individualmente sin afectar el resto de la instalación.
Modularizado 	Uniforme por sectores	Iluminancia media elevada. Uniformidad excelente. Reducidos contrastes y proyección de sombras.	Idem al alumbrado general.	Idem al alumbrado general.	Importante para determinar el arreglo de luminarias	Elevado. Requiere sectorización de los circuitos. Permite reducción de los niveles de iluminación por sectores.

Tabla 1. 1 Descripción de Sistemas de Alumbrado

³ ING. RAITELLI MARIO, Op. Cit.

1.1.3.2 Elección de las fuentes luminosas

Únicamente se define el tipo de lámpara que conviene utilizar de acuerdo con las demandas del proyecto, como se muestra en la Tabla 1.2. La especificación definitiva (potencia, equipo auxiliar, modelo, forma, marca, etc.) se hace cuando se seleccionan las luminarias y se realiza el diseño geométrico.

ÁMBITO DE USO	LÁMPARAS
Doméstico	<ul style="list-style-type: none"> • Incandescente • Fluorescente • Halógenas de baja potencia • Fluorescentes compactas
Oficinas	<ul style="list-style-type: none"> • Alumbrado general: fluorescentes • Alumbrado localizado: incandescentes y halógenas de baja tensión
Comercial (Depende de las dimensiones y características del comercio)	<ul style="list-style-type: none"> • Incandescentes • Halógenas • Fluorescentes • Grandes superficies con techos altos: mercurio a alta presión y halogenuros metálicos
Industrial	<ul style="list-style-type: none"> • Todos los tipos • Luminarias situadas a baja altura (≤ 6 m): fluorescentes • Luminarias situadas a gran altura (>6 m): lámparas de descarga a alta presión montadas en proyectores • Alumbrado localizado: incandescentes
Deportivo	<ul style="list-style-type: none"> • Luminarias situadas a baja altura: fluorescentes • Luminarias situadas a gran altura: lámparas de vapor de mercurio a alta presión, halogenuros metálicos y vapor de sodio a alta presión

Tabla 1. 2 Tipos de Lámparas según el Ambiente a Iluminar

1.1.3.2.3 Factores de diseños a tener en cuenta para la selección del tipo de lámpara

Cada fuente luminosa posee características propias que las distinguen entre ellas.

La selección del tipo de lámpara parte de la revisión de dichas características para lograr el escogimiento adecuado que cumpla con los requerimientos del diseño, tal como muestra la Tabla 1.3.

CARACTERÍSTICAS DE FUENTES LUMINOSAS	FACTORES DE DISEÑO A TENER EN CUENTA
Rendimiento luminoso [lm/W]	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempo diario de funcionamiento • Uso racional de la energía
Temperatura de color [°K]	<ul style="list-style-type: none"> • Necesidades de ambientación • Demandas psicológicas
Índice de respuesta al color	<ul style="list-style-type: none"> • Demandas estéticas • Reproducción de colores • Apariencia de objetos
Vida útil [horas]	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempo diario de funcionamiento • Frecuencia de encendido-apagado • Requerimientos de mantenimiento
Tiempo de encendido	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempo de puesta en servicio de la iluminación • Demandas de seguridad • Requerimientos de mantenimiento

Tabla 1. 3 Factores a tenerse en cuenta para seleccionar las lámparas

1.1.3.3 DISEÑO DETALLADO

Esta etapa desarrolla la resolución de los aspectos específicos del proyecto, estos comprenden: la selección de luminarias, el diseño geométrico y sistema de montaje, los sistemas de alimentación, comando y control eléctricos, la instalación de alumbrado de emergencia y seguridad.

Además, se realiza el análisis económico-financiero y el presupuesto del proyecto, se confecciona la documentación técnica (planos y memorias descriptiva) incluyendo una propuesta de esquemas funcionales para propiciar el uso racional de la energía y un programa adecuado de mantenimiento.

1.1.3.3.1 Selección de luminarias

El tipo más conveniente se determina sobre la base de consideraciones técnicas, estéticas y por supuesto, económicas. Aunque siempre deben considerarse los tres factores, hay que establecer prioridades en función de los requerimientos del diseño.

Para la selección se considerarán sólo los aspectos fotométricos, pero hay que tener en cuenta también las características físicas, constructivas, mecánicas, eléctricas, térmicas, de seguridad, estéticas y por supuesto, económicas.

1.1.3.3.2 Características fotométricas de luminarias

Rendimiento luminoso o coeficiente de eficacia luminosa, indica el flujo que emite por unidad de potencia electrónica consumida para su obtención.

En general, interesa el rendimiento total y por hemisferios:

Rendimiento total

$$\eta = \frac{\text{Flujo total emitido por la luminaria } (\phi_0 \text{ -- } 180)}{\text{Flujo total de lámparas } (\phi_L)}$$

(Ecuación 1. 1)

Rendimiento en el hemisferio inferior

$$\eta = \frac{\text{Flujo emitido en el hemisferio inferior } (\phi_0 \text{ -- } 90)}{\text{Flujo total de lámparas } (\phi_L)}$$

(Ecuación 1. 2)

Rendimiento en el hemisferio superior

$$\eta = \frac{\text{Flujo emitido en el hemisferio superior } (\phi_{0-90})}{\text{Flujo total de lámparas } (\phi_L)}$$

(Ecuación 1. 3)

El hemisferio inferior comprende desde la posición de nadir (0°) hasta la horizontal (90°), mientras que el superior, desde la horizontal (90°) hasta la posición del cenit (180°), como se muestra en la Figura 1.2.

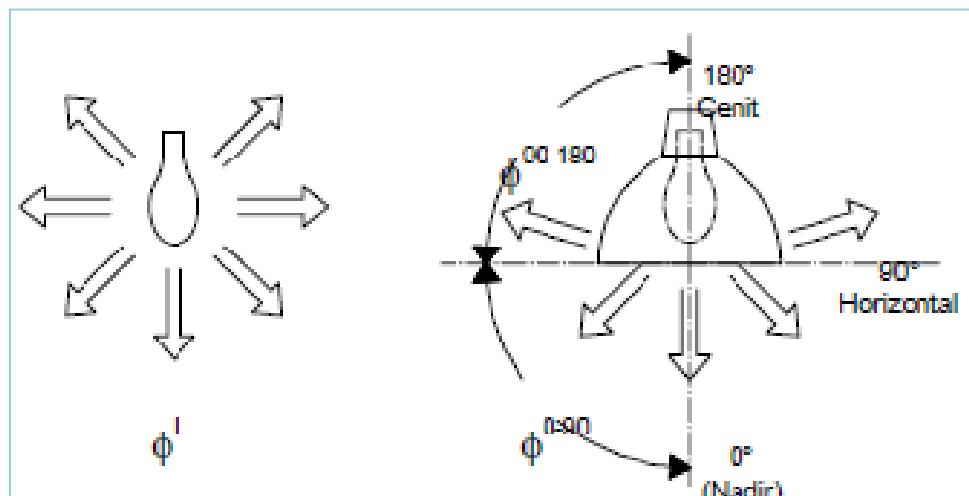


Figura 1. 2 Rendimiento Luminoso por Hemisferios

1.1.3.3.3 Clasificación de las luminarias de acuerdo con la distribución del flujo hacia los hemisferios⁴

Dependiendo del tipo de luminaria que se desea disponer, se debe tomar en cuenta la distribución de flujo luminoso que dicha luminaria suministrará al ambiente.

1.1.3.3.4 Curva de distribución luminosa

La representación espacial de las intensidades luminosas de una luminaria permite determinar la forma de distribución del flujo luminoso en un local. Esta información se presenta en forma gráfica (normalmente utilizando coordenadas polares). Un ejemplo de la

⁴ ING. RAITELLI MARIO, Op. Cit

representación espacial de luminaria se muestra a continuación, en la Figura 1.3.

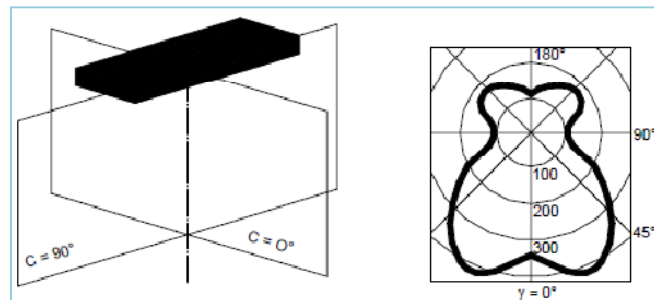


Figura 1. 3 Curva de Distribución Luminosa

Generalmente las luminarias de alumbrado interior tienen distribución espacial de intensidades con simetría de rotación, para su representación es suficiente un solo plano.

1.1.3.3.5 Cálculos de iluminación

Comprende la determinación del flujo luminoso total que incide sobre un punto o una superficie. Este flujo se compone de dos partes, la primera corresponde a la fracción que llega directamente desde las luminarias (componente directa), la otra involucra la cantidad de luz proveniente de las múltiples reflexiones que tienen lugar en los objetos y las superficies que delimitan el espacio y que pueden considerarse como fuentes secundarias (componente indirecta o interreflejada). Dichas componentes se muestran en la Figura 1.4.

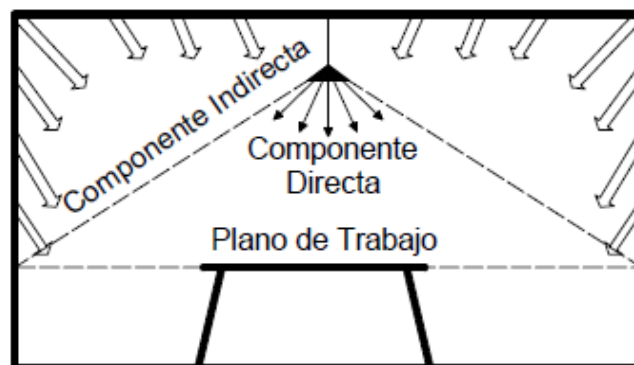


Figura 1. 4 Flujo de Luz Directo e Indirecto

Método del factor de utilización

El factor de utilización representa la fracción del flujo luminoso total de lámparas instaladas, que llega al plano de trabajo después de interactuar con las luminarias y las superficies del local.

$$\mu = \frac{\text{Flujo incidente sobre el plano de trabajo}}{\text{Flujo total de lámparas instalado}} = \frac{(\Phi_U)}{(\Phi_T)}$$

(Ecuación 1. 4)

El factor μ depende de la fotometría de la luminaria, de la geometría de la instalación y de los factores de reflexión de las superficies del local.

*Calcular el índice del local (k) a partir de la geometría de este.*⁵

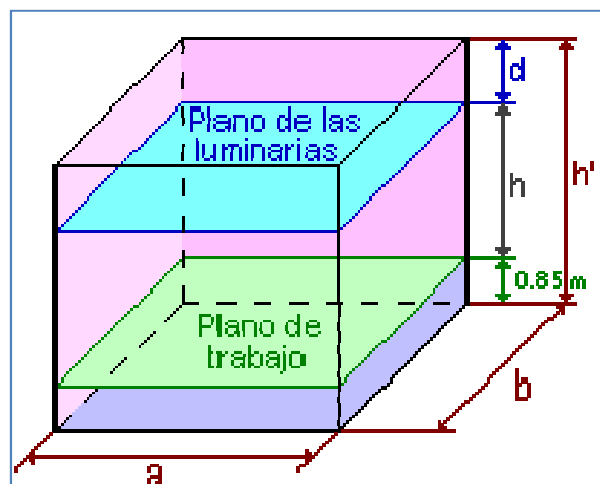


Figura 1. 5 Representación de los parámetros del Índice del Local

Se debe tomar en cuenta la geometría del local para el cálculo correcto de los métodos, dicha geometría está definida mediante las medidas que lo constituyen tal como se muestra en la Figura 1.5.

Para el cálculo del índice del Local, se debe tomar en cuenta el tipo de sistema de iluminación escogido, debido a que está directamente relacionado con la formula a aplicar, tal como es muestra en la Tabla 1.4.

⁵ http://edison.upc.es/curs/llum/css/css_pag.css

SISTEMA DE ILUMINACIÓN	ÍNDICE DEL LOCAL
<ul style="list-style-type: none"> • Iluminación directa • Iluminación semi-directa • Iluminación directa-indirecta • Iluminación general difusa 	$k = \frac{a \times b}{h \times (a + b)}$ <p>(Ecuación 1. 5)</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Iluminación indirecta • Iluminación semi-directa 	$k = \frac{3 \times a \times b}{20 \times (h + 0.85) \times (a + b)}$ <p>(Ecuación 1. 6)</p>

Tabla 1. 4 Índice del Local según el Sistema de Iluminación

Determinar los coeficientes de reflexión de techo, paredes y suelo.

Estos valores se encuentran normalmente tabulados para los diferentes tipos de materiales, superficies y acabados en la Tabla 1.5.

	COLOR	FACTOR DE REFLEXIÓN
Techo	<i>Blanco o muy claro</i>	0.7
	<i>Claro</i>	0.5
	<i>Medio</i>	0.3
Paredes	<i>Claro</i>	0.5
	<i>Medio</i>	0.3
	<i>Oscuro</i>	0.1
Suelo	<i>Claro</i>	0.3
	<i>Oscuro</i>	0.1

Tabla 1. 5 Factor de Reflexión según las Características del Ambiente

Determinar la iluminancia media

Para determinar la iluminancia media sobre el plano de trabajo ($E_{i_{med}}$):⁶

$$E_{i_{med}} = \frac{N \times \phi_L \times \mu}{l \times a}$$

(Ecuación 1. 7)

$E_{i_{med}}$: Iluminancia media sobre el plano de trabajo en lux

ϕ_L : Flujo de lámparas por luminarias en lúmenes.

μ : Factor de utilización de la instalación.

N : Número de luminarias instaladas

l : longitud del local en metros

a : ancho del local en metros

Diseño geométrico y sistemas de montaje⁷

Una vez que se ha determinado la cantidad de luminarias a instalar hay que proceder al diseño geométrico y de los sistemas de montaje. Se debe considerar el sistema de alumbrado elegido, pero también el tipo de artefacto, el diseño arquitectónico y las características del cielo raso o el lugar donde se vayan a emplazar. Todos estos aspectos influyen en la ubicación de las luminarias debido a que ayudan a mantener distancias entre ellas, las cuales influyen en la distribución uniforme del flujo luminoso. Las distancias que deben cumplir se muestran en Figura 1.6.

Una cuestión importante a considerar en el diseño geométrico, es el impacto visual que provoca la presencia del sistema de luminarias ya que puede afectar la estética del espacio. Aquí hay tener en cuenta

⁶ LASZLO CARLOS, LIGHTING DESIGN, Año 2008, Ed. 5, Pág. 110

⁷ ING. RAITELLI MARIO, Op. Cit.

ciertas reglas que gobiernan los mecanismos de la percepción e interpretación de imágenes.

Para la iluminación localizada, los artefactos se disponen en los sectores donde se necesitan mayores niveles de iluminación o que interesen destacar, por ejemplo, áreas de trabajo, accesos o zonas con riesgo de accidentes. La iluminación del resto de ambiente se realiza con la luz dispersada del sistema localizado o, a veces, con un alumbrado general de menor potencia.

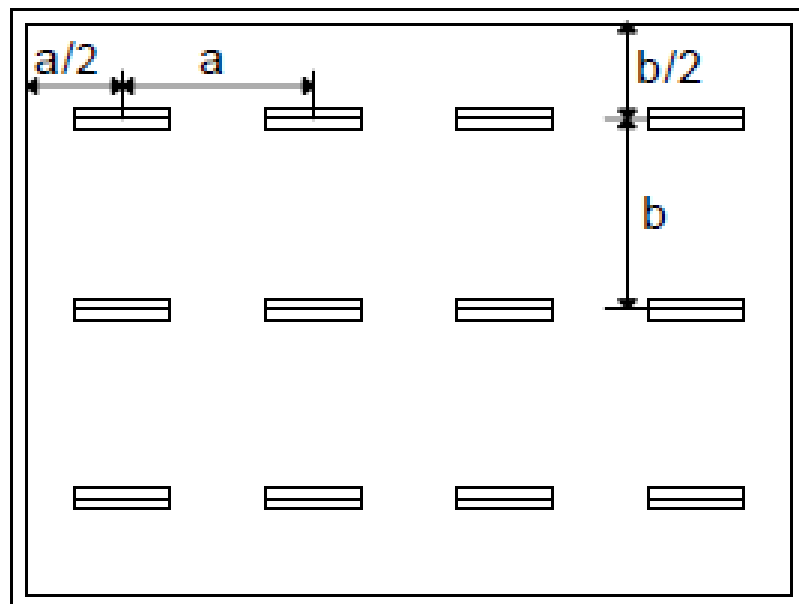


Figura 1. 6 Ubicación de Luminarias

1.1.4 DISEÑO DE ILUMINACIÓN EXTERIOR⁸

El alumbrado de exteriores trata de proporcionar el nivel de iluminación adecuado en todos aquellos lugares al aire libre que por un motivo u otro lo necesitan, por ejemplo motivos: turísticos, deportivos, estéticos, de seguridad ciudadana, de seguridad vial, etc.

De igual manera que en los ambientes interiores, todo ambiente exterior tienen niveles de iluminación buenos y recomendados. Dichos niveles de iluminación se muestran en la Tabla 1.6.

⁸ <http://www.cyelect.com/index.php?folder=conceptos&page=9-4>

ALUMBRADO DE EXTERIORES		
Espacio a iluminar	Niveles de iluminación en lux	
	Bueno	Muy bueno
1.- Alumbrado público		
<i>Autopistas</i>	20	40
<i>Carreteras con tráfico denso</i>	15	30
<i>Carreteras con tráfico medio</i>	10	20
<i>Calle de barrio industrial</i>	10	20
<i>Calle comercial con tráfico rodado</i>	10	20
<i>Calle comercial sin tráfico rodado importante</i>	7,5	15
<i>Calle residencial con tráfico rodado</i>	7,5	15
<i>Calle residencial sin tráfico rodado importante</i>	5	10
<i>Grandes plazas</i>	20	25
<i>Plazas en general</i>	8	12
<i>Paseos</i>	12	16
<i>Túneles:</i>		

- Durante el día	100	200
- Alumbrado de acceso	1.000	2.000
- Durante la noche	30	60
2.- Alumbrado industrial exterior		
<i>Zonas de transporte</i>	20	40
<i>Lugares de almacenaje</i>	20	40
<i>Alumbrado de vigilancia</i>	5	10
<i>Entradas</i>	50	100
3.- Alumbrado por proyectores		
<i>Campos de fútbol</i>	300	1.000
<i>Pistas de tenis</i>	100	300
<i>Pistas de patinaje</i>	10	30

Tabla 1. 6 Niveles de Iluminación para Zonas Exteriores

1.1.4.1 CLASES DE ALUMBRADO EXTERIOR

- Alumbrado público viario.
- Alumbrado industrial exterior.
- Alumbrado por proyectores.

1.1.4.1.1 Alumbrado público viario

El alumbrado público viario se localiza en aquellos lugares abiertos al tránsito, siendo su finalidad la de favorecer la circulación nocturna y evitar los peligros que origina la oscuridad.

Se consigue mediante luminarias ubicadas sobre postes o mástiles especiales, existiendo, principalmente, cuatro formas diferentes de colocación, como muestra la Tabla 1.7.

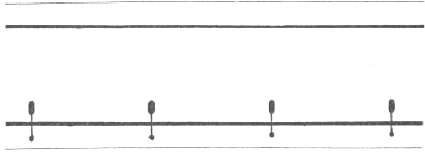
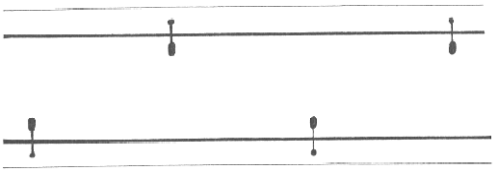
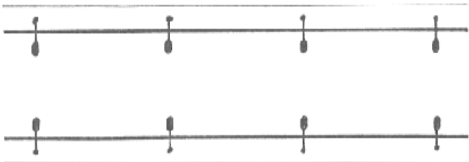
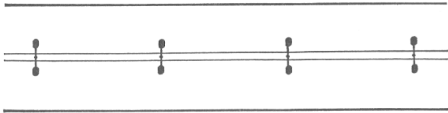
DESCRIPCIÓN	DISTRIBUCIÓN
<p style="text-align: center;">Unilateral</p> <p>Colocación de luminarias a un mismo lado de la calzada. Se utiliza solamente en aquellos casos en los que el ancho de la vía es igual o inferior a la altura de montaje de las luminarias</p>	
<p style="text-align: center;">Tresbolillo</p> <p>Colocación de las luminarias en ambos lados de la vía, al tresbolillo o en zigzag. Empleado en aquellos casos en los que el ancho de la vía es de 1 a 1,5 veces la altura de montaje.</p>	
<p style="text-align: center;">En oposición</p> <p>Luminarias una enfrente de la otra, y suele utilizarse cuando el ancho de la vía es mayor de 1,5 veces la altura de montaje.</p>	
<p style="text-align: center;">Central con doble brazo</p> <p>Se utiliza en autopistas y vías de dos calzadas. Colocación unilateral para cada una de las dos calzadas; en ocasiones también se coloca frente a ellas otras luminarias, dando lugar a disposiciones dobles en oposición, o al tresbolillo.</p>	

Tabla 1. 7 Tipos de Distribución de Luminarias para Alumbrado Público

La altura a la que deberemos situar las luminarias, en cierto modo depende de la potencia luminosa instalada, para lo que deberemos de tener presente la Tabla 1.8.

Potencia luminosa (lúmenes)	Altura de la luminaria (metros)
3.000 a 9.000	6,5 a 7,5
9.000 a 19.000	7,5 a 9
> 19.000	9

Tabla 1. 8 Altura de Montaje de Luminaria de acuerdo a su Potencia Luminosa

Relación entre separación y altura según el nivel de iluminación

Al igual que la relación entre altura de las luminarias y la potencia luminosa, la relación directa de la relación entre separación y la altura con la iluminación media se puede verificar en la Tabla 1.9.

Iluminación media (lux)	Relación Separación / Altura
$2 \leq E_m < 7$	4 a 5
$7 \leq E_m < 15$	3,5 a 4
$15 \leq E_m \leq 30$	2 a 3,5

Tabla 1. 9 Separación entre Luminarias según su Nivel de Iluminación Media

Factor de mantenimiento por ensuciamiento

Al igual que en alumbrados interiores, en el alumbrado público también deberemos tener en cuenta el coeficiente de mantenimiento por ensuciamiento y por depreciación del flujo luminoso, tal como se muestra en la Tabla 1.10.

Tipo de luminaria	Factor recomendado
Hermética	0,80 a 0,87
Ventilada	0,70 a 0,80
Abierta	0,65 a 0,75

Tabla 1. 10 Factores de Mantenimiento por Ensuciamiento

CASOS DE ESTUDIO

1. Cuando la vertical que pasa por la luminaria coincide justamente con el final de la calzada y el principio de la acera. En este caso, el flujo correspondiente a la zona de acera (curvas Isolux), se utiliza para iluminar la acera, y el flujo correspondiente a la zona de calzada se utiliza para iluminar la misma, como se muestra en la Figura 1.7.

$$T_1 = \frac{A}{H} ; C_u = K_1$$

(Ecuación 1. 8)

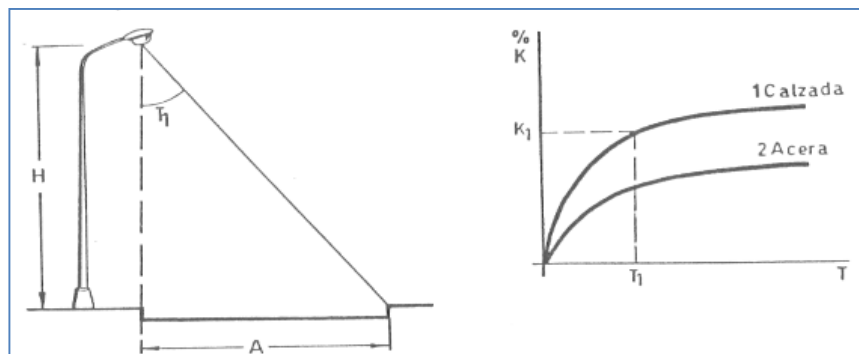


Figura 1. 7 Representación del Caso 1

2. Cuando la vertical que pasa por la luminaria cae dentro de la calzada. Ahora la zona correspondiente a calzada se utiliza para iluminar la calzada, y parte de la zona de acera se utiliza también para iluminar la calzada, como se muestra en la Figura 1.8.

$$T_1 = \frac{A_c}{H} ; T_2 = \frac{A_a}{H} ; C_u = K_1 + K_2$$

(Ecuación 1. 9)

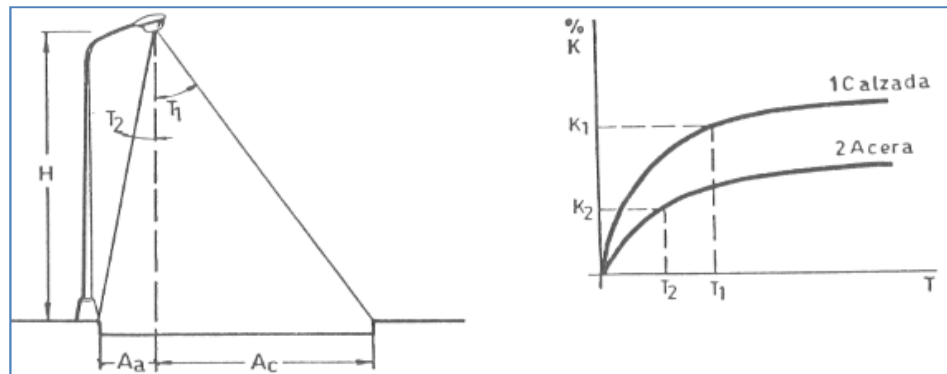


Figura 1. 8 Representación del Caso 2

3. Cuando la vertical que pasa por la luminaria cae dentro de la acera. En este caso parte del flujo luminoso de la zona de calzada se utiliza para iluminar la acera, como se muestra en la Figura 1.9.

$$T_1 = \frac{A_a}{H} ; T_2 = \frac{A}{H} ; C_u = K_1 + K_2$$

(Ecuación 1. 10)

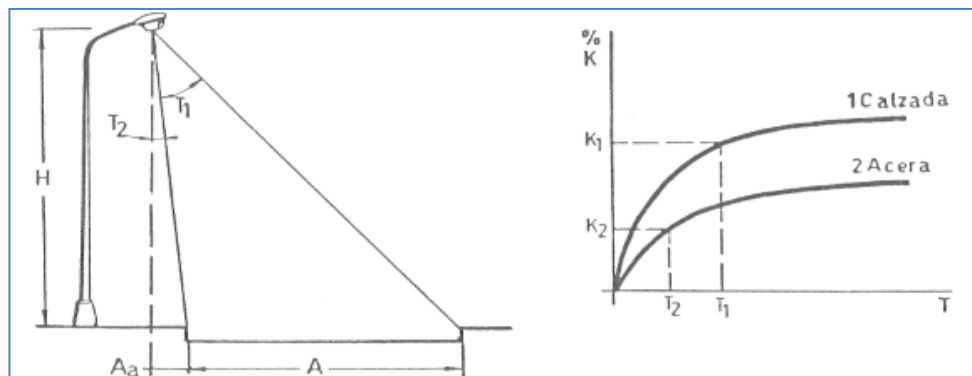


Figura 1. 9 Representación del Caso 3

4. Cuando se utiliza iluminación central con doble brazo. Este caso difiere notablemente de los anteriores, ya que ahora hay que contar con parte de la zona de acera, de una de las calzadas, que ilumina la otra calzada.

$$T_1 = \frac{A_c}{H} ; T_1 = \frac{A_a}{H} ; T'_2 = \frac{A_a + A_0 + A_a + A_c}{H} ; T''_2 = \frac{A_a + A_0}{H}$$

$$C_u = K_1 + K_2 + K'_2 - K''_2$$

(Ecuación 1. 11)

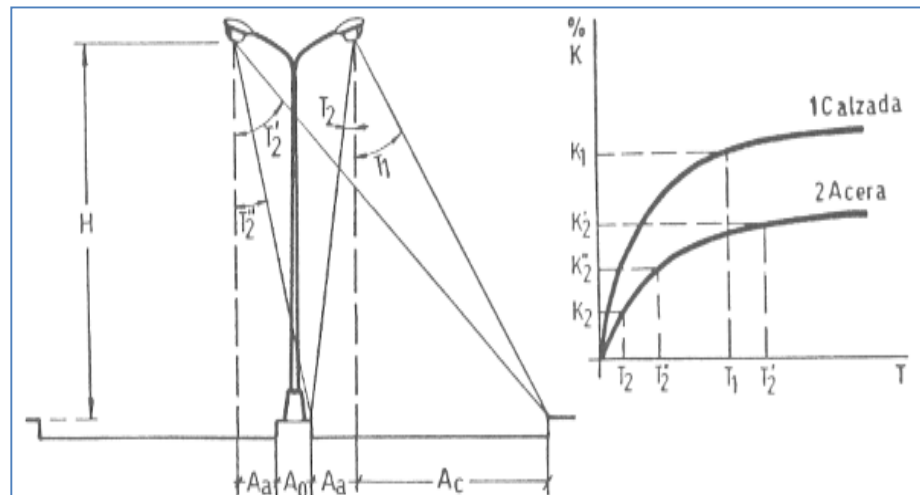


Figura 1. 10 Representación del Caso 4

Lo visto hasta ahora ya nos permite iniciar el proceso de cálculo de un alumbrado viario. Si tenemos presente lo expuesto para el alumbrado de interiores, fácilmente deduciremos que:

$$E = \frac{\phi_t C_u}{AD}$$

(Ecuación 1. 12)

En la que:

E = Nivel de iluminación en lux.

ϕ_t = Flujo luminoso máximo de cada luminaria en Lúmenes.

A = Ancho de la calzada en metros.

D = Separación entre luminarias en metros.

Cu = Coeficiente de utilización.

1.1.4.1.2 Alumbrado industrial exterior

Es aquel que por su utilización esté relacionado con una actividad de trabajo y a su vez se encuentre en lugares abiertos.

Así, por ejemplo, muelles de carga y descarga de mercancías, grandes zonas de aparcamiento de vehículos, estaciones de servicio de carreteras, zonas de servicios de naves industriales, etc.

Para este tipo de alumbrado podremos hacer uso de las mismas luminarias que para el alumbrado viario, y por lo tanto, también podremos utilizar los mismos procedimientos de cálculo.

Una particularidad son los niveles de iluminación que deben adoptarse en cada caso están condicionados a la actividad en dicho lugar.

1.1.4.1.3 Alumbrado por proyectores

Este tipo de alumbrado tiene un especial significado en la iluminación decorativa, publicitaria y deportiva, delimitando un importante apartado en el campo de la iluminación moderna.

Las luminarias de alumbrado viario son inadecuadas en los casos anteriores, ya que ahora lo que se necesita es una mayor concentración del flujo luminoso, así como también un más exacto control de la luz emitida siendo las características principales de los proyectores.

En este tipo de alumbrado se debe apoyar más sobre las curvas características, por lo que deberemos conocer con precisión las curvas fotométricas de intensidad, así como las demás curvas que de ellas pueden obtenerse, tales como las "Isocandelas" y las de "Isolux" referidas a distintas inclinaciones del proyector. Distintos tipos de proyectores se muestra en la Figura 1.11.

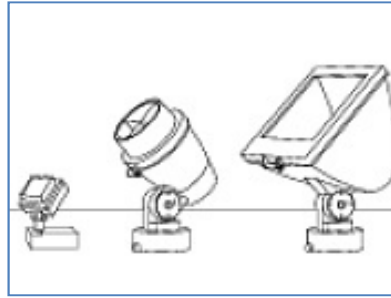


Figura 1. 11 Tipos de Proyectores

Alumbrado deportivo

Caso especial de alumbrado por proyectores, el cual últimamente ha alcanzado un auge extraordinario. Según sea el deporte elegido y su aplicación específica, así será el nivel de iluminación a aplicar, por lo que seguidamente mostramos algunos valores de iluminación recomendados en cada caso. Los niveles de iluminación óptimos dependiendo la actividad se muestra en la Tabla 1.11.

Escenario Deportivo	Lux Recomendado
<i>Balonvolea</i>	
<i>Competición</i>	200
<i>Entrenamiento</i>	100
<i>Boxeo</i>	
<i>Campeonatos</i>	5.000
<i>Profesional</i>	2.000
<i>Aficionados</i>	1.000
<i>Frontón</i>	
<i>Club</i>	200
<i>Entrenamiento</i>	100
<i>Fútbol</i>	
<i>1ª División</i>	1.000
<i>2ª División</i>	500

<i>3ª División</i>	300
<i>Torneos juveniles</i>	200
<i>Entrenamiento</i>	100
<i>Pistas de patinaje sobre hielo</i>	
<i>Pistas de competición</i>	50
<i>Estanques o lagos</i>	10
<i>Tenis. Una pista</i>	
<i>Campeonato</i>	300
<i>Club</i>	200
<i>Entrenamiento</i>	100

Tabla 1. 11 Niveles de Iluminación para Escenarios Deportivos

La resolución de estos problemas puede hacerse analíticamente, punto por punto o gráficamente, de idéntica forma a como hacíamos para el alumbrado viario.

1.2 SISTEMAS ELÉCTRICOS

1.2.1 INSTALACIÓN ELÉCTRICA⁹

Es un conjunto de elementos y equipos que tiene como finalidad llevar la energía eléctrica desde el punto de alimentación o fuente de energía, hasta los elementos o equipos eléctricos que requieren de este tipo de energía para su funcionamiento.

1.2.2 CLASIFICACIÓN DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Las instalaciones eléctricas pueden ser clasificadas desde muy variados puntos de vista. Si se toma en consideración el tipo de consumidor a ser servido, las instalaciones quedan agrupadas en tres grandes grupos:

⁹ LUGO LOPEZ YULY ANDREA, INSTALACIONES ELÉCTRICAS, Año 2009, Ed. 2, Pág. 2

- **Instalación Residencial:** Destinada a permitir solo la utilización de artefactos y equipos eléctricos domésticos o del hogar.
- **Instalación Industrial:** Encargada de hacer llegar la energía eléctrica a equipos con una mediana o gran exigencia de energía.
- **Instalaciones Comerciales:** Comprende una categoría entre las dos anteriores, en la que se utiliza la energía eléctrica entre los límites anteriores.

Otra clasificación de las instalaciones eléctricas puede ser lograda si se toma en cuenta al tipo de ambiente que se alimenta con la energía eléctrica.

- **Instalación Pública:** Utilizada para alimentar sectores de uso público, como por ejemplo avenidas, urbanizaciones, salas de espectáculos, campos deportivos, escuelas, hoteles, bancos, áreas comunes de edificios residenciales, etc.
- **Instalación Privada:** Es aquella a la que solo son utilizada por un muy reducido y específico grupo de personas.

1.2.3 PROPIEDADES QUE DEBE CUMPLIR UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Existen una serie de propiedades que debe poseer una instalación eléctrica cualquiera, estas son:

- **Seguridad:** Una instalación eléctrica, debe proporcionar seguridad, y una salvaguarda real a las personas y propiedades de los peligros que implica el uso de la electricidad.
- **Economía:** Se refiere a realizar un balance técnico y de seguridad que permita realizar una inversión que posea el menos costo inicial.
- **Previsión a futuro:** Se refiere a que las instalaciones eléctricas deben tener un diseño que permita absorber las ampliaciones a futuro de la carga.

- **Simplicidad:** Esto se refiere a que la instalación debe poseer un diseño lo más simple y fácil, que permita concretar el proyecto al menor costo pero con la mayor cantidad de ventajas que se pueda.
- **Flexibilidad:** Esto implica que la instalación puede sin mayor dificultad aceptar modificaciones o alteraciones súbitas que tengan lugar, tales como reubicación de cargas, etc.
- **Confiabilidad:** La confiabilidad es un término delicado de emplear, pero se puede interpretar de forma muy sencilla como el hecho de que se interrumpa en la menor cantidad de veces posible el servicio eléctrico.
- **Facilidad de mantenimiento:** Esto implica que la instalación eléctrica en todo momento sea fácilmente accesible, para realizar tareas de mantenimiento.

1.2.4 ELEMENTOS DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

La instalación eléctrica está constituida por la agrupación de una serie de elementos que interactúan para llevar a cabo el transporte de la energía eléctrica desde el punto de suministro hasta las cargas. Las instalaciones eléctricas, como ya se mencionó, poseen una amplia clasificación, y evidentemente cada una de ellas ha de poseer elementos específicos a su tipo, pero por otra parte existe una gran cantidad de elementos que son comunes a las instalaciones de tipo residencial, comercial e industrial.

Los elementos básicos de una instalación eléctrica son:

- Acometida
- Equipos de medición.
- Interruptor principal.
- Tablero principal.
- Subtableros.
- Alimentadores
- Circuitos ramales.
- Canalizaciones eléctricas.

Estos elementos se encuentran representados en la Figura 1.12.

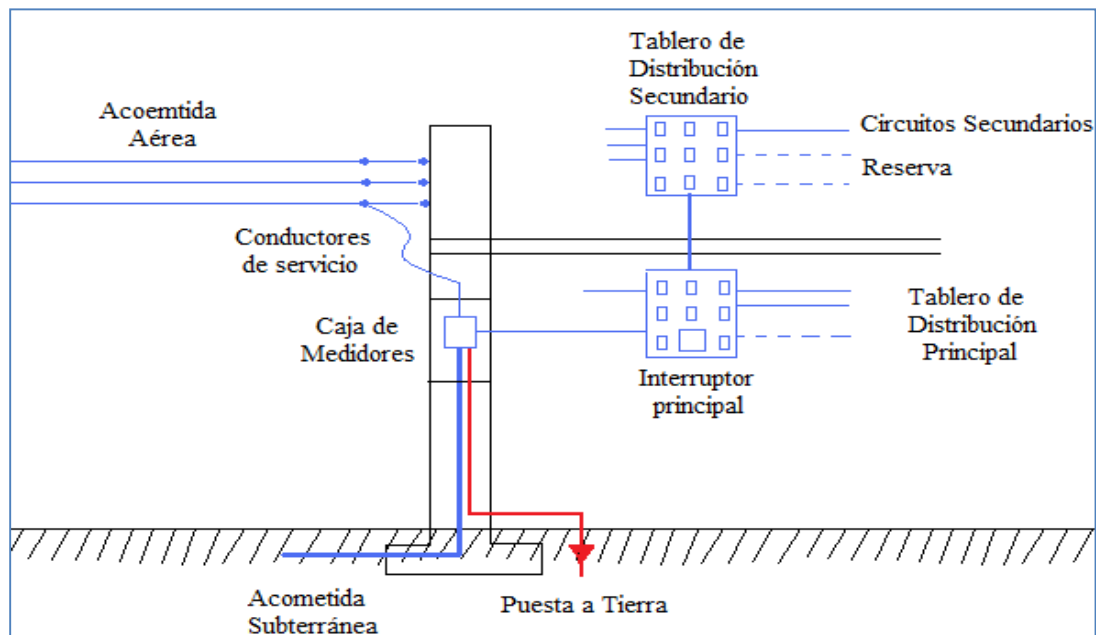


Figura 1. 12 Elementos de una Instalación Eléctrica

1.2.4.1 ACOMETIDA

La acometida es el punto de comienzo de la instalación eléctrica, de hecho es la conexión entre la compañía de servicio eléctrico (o el sistema de generación propio) y la instalación eléctrica.

Otra definición de acometida dice "... Los conductores y el equipo para dar energía desde un sistema de suministro eléctrico, al sistema de alambrado de la propiedad servida..."¹⁰

Una instalación eléctrica debe poseer una acometida o varias, pudiendo ser esta desde dos puntos de vista: aéreas o subterráneas.

- **Acometida Aérea**

Se componen de los conductores que van desde el último poste u otro poste aéreo, incluyendo los empalmes si los hay,

¹⁰ CAPÍTULO II, CÓDIGO ELÉCTRICO NACIONAL, Año 2009, Pág. 230

hasta el punto donde estos conductores entren a la canalización de la edificación. Un ejemplo general de Acometida Aérea se puede observar en la Figura 1.13.

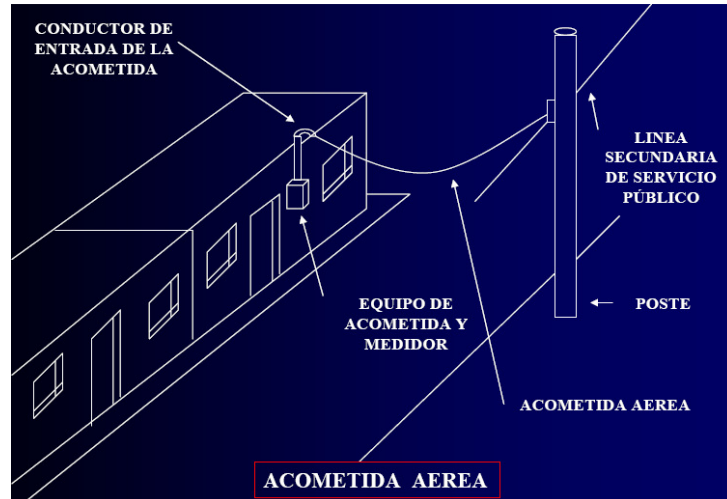


Figura 1. 13 Acometida Aérea

- **Acometida Subterránea**

La componen los conductores subterráneos entre la calle o transformador y el primer punto de conexión con los conductores de entrada de acometida en una caja equipo de medida u otro gabinete dentro o fuera del inmueble. Un ejemplo general de Acometida Subterránea se observa en la Figura 1.14.

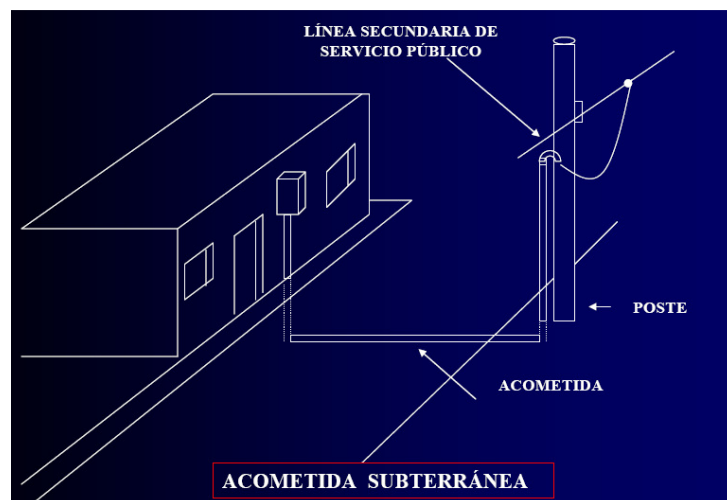


Figura 1. 14 Acometida Subterránea

1.2.4.2 EQUIPOS DE MEDICIÓN E INTERRUPTOR PRINCIPAL

Las empresas que prestan el servicio eléctrico, deben contabilizar por algún mecanismo la cantidad de energía que es comprada por el suscriptor, y es donde tiene aplicación los equipos de medición.

Los equipos de medición son muy variados, pudiendo ser desde muy simplistas como los de las instalaciones residenciales, hasta muy complejos en los industriales.

En las instalaciones eléctricas de tipo residencial, el equipo de medición de energía es único, siendo pudiendo ser el caso de un medidor mecánico constituido por un Watt-horimetro (vatohimetro medidor de Kwh) de disco o mecánico o en el caso más modernos de estado sólido digitales.

El contador eléctrico o comúnmente denominado medidor, es propiedad de la empresa eléctrica, por lo cual cualquier alteración o desperfecto que se le ocasione, puede provocar inconvenientes legales.

1.2.4.3 INTERRUPTOR

Un interruptor debe ser interpretado en su forma más sencilla, como un dispositivo diseñado para abrir o cerrar un circuito por medios no automáticos y que puede actuar en forma automática en condiciones de operación anormal del circuito

1.2.4.4 TABLERO PRINCIPAL

En toda instalación eléctrica han de existir, uno o varios tableros principales, punto central de la instalación, el cual tiene tres funciones:

- Distribuir la energía eléctrica a varios circuitos ramales.
- Proteger cada circuito ramal de fallas (cortocircuitos o sobre corrientes).

- Proveer la posibilidad desconectar de la instalación cada uno de los circuitos.

El tablero principal contiene una serie de elementos que garantizan el cumplimiento de las tres funciones antes mencionadas tales como: interruptores automáticos o manuales, fusibles, etc.

Otra definición de tablero dice "...un panel o grupo de paneles individuales diseñados para constituir un solo panel: incluye barras, dispositivos de protección, y puede tener o no swiches para controlar los circuitos..."¹¹

1.2.4.5 SUBTABLEROS Y ALIMENTADORES

En aquellas instalaciones eléctricas de una extensión considerable, es común utilizar varios tableros como apoyo al principal, cumpliendo las mismas funciones de distribución, maniobra y protección de los circuitos.

Estos subtableros se suelen ubicar a una distancia equilibrada de cada una a las cargas que sirven (centro de cargas o área de distribución), los conductores con lo cual son alimentados estos subtableros desde el tablero principal recibe el nombre de alimentadores (feeder).

1.2.4.6 CIRCUITOS RAMALES

Los circuitos ramales están constituidos por conductores que parten de los tableros de distribución y transportan la energía hasta los puntos de alimentación. Los circuitos ramales pueden ser compartidos o individuales, es decir, exclusivos para una carga. Un ejemplo de un circuito ramal, lo constituyen los conductores que alimentan los tomacorrientes en una instalación residencial, siendo de tipo compartido, y un circuito ramal exclusivo, lo puede constituir la alimentación de un motor de gran

¹¹ CÓDIGO ELÉCTRICO NACIONAL, Op. Cit.

potencia en sistemas industriales. Una definición de circuito ramal dice "... los conductores del circuito entre el último dispositivo contra sobre corriente que protege el circuito y las salidas..."¹²

Los circuitos ramales, han sido clasificados inicialmente en dos grandes tipos: individuales o exclusivos y uso variado. Pero por otra parte de acuerdo al uso más común que se le suele dar a los ramales se suelen distinguir:

- **Circuitos de alumbrado.**

Circuitos utilizados para alimentar las luces de uso general y algunos artefactos de poca potencia, conectados directamente o por medio de tomacorrientes o enchufes. Estos deben conectarse entre 120 a 240 V con una $I_{m\acute{a}x}$ de 15 – 20 A.

- **Circuito de Tomacorrientes.**

Circuito utilizado para alimentar a los artefactos portátiles de poco o mediana potencia. Los artefactos se conectan por medio de tomacorrientes y enchufes, se los conecta entre 120 a 240 V con una $I_{m\acute{a}x}$ de 20 A.

1.2.4.7 CANALIZACIONES ELÉCTRICAS

Las canalizaciones eléctricas son los elementos utilizados para conducir los conductores eléctricos entre las diferentes partes de la instalación eléctrica.

Las instalaciones eléctricas persiguen proveer de resguardo, seguridad a los conductores a la vez de propiciar un camino adecuado por donde colocar los conductores.

¹² CÓDIGO ELÉCTRICO NACIONAL, Op. Cit.

1.2.5 PROCEDIMIENTO PARA UNA INSTALACIÓN ELECTRICA¹³

- Selección de luces y artefactos.
- Calcular el número de circuitos secundarios por tipo.
- Calcular el calibre de los conductores.
- Fijar el número y tipo de tableros de distribución.
- Fijar el calibre y distancia de la acometida.
- Selección de la forma de acometida y localización del medidor.
- Elaboración del diagrama unifilar.
- Elaboración de los planos de cada planta.

1.2.6 RECOMENDACIONES GENERALES PARA REALIZAR UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA¹⁴**1.2.6.1 MEDIDOR**

Debe estar instalado en un sitio visible que no esté muy distante de las líneas del proveedor de manera que la acometida inicial no esté tan alta y accesible para la lectura y mantenimiento por parte de los técnicos de la Empresa Eléctrica.

1.2.6.2 TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN

Debe ser instalado en un sitio accesible, que no dañe la arquitectura, además, debe estar ubicado en el centro de carga de la instalación, cerca de los ductos verticales, cerca del medidor y situado de tal manera que la caída de tensión sea menor.

1.2.6.3 TABLEROS SECUNDARIOS**Diseño**

Para el diseño de los tableros secundarios se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

¹³ ING. LUDEÑA FAUSTO, APUNTES INTALACIONES INDUSTRIALES, Año 2008, Pág. 2

¹⁴ ING. LUDEÑA FAUSTO, Op. Cit.

- Tener tantos interruptores termomagnéticos por cada circuito a utilizar.
- Tener un termomagnético de 15 A para cada circuito de iluminación.
- En el caso de los tomacorrientes usar un interruptor termomagnético de mínimo 20 A.
- En el caso de los circuitos especiales usar un interruptor termomagnético según la carga del circuito.
- En el caso que el interruptor termomagnético esté protegiendo un motor se debe tener un 25% de protección sobre la corriente nominal.
- Los interruptores termomagnéticos deben estar en las fases no en el neutro o de retorno.
- Dejar una reserva en carga y una reserva física del 15 al 20 % en el tablero.
- Las barras del tablero de distribución deben de tener una condición igual a los hilos conectores.
- En el tablero de distribución se debe garantizar que se deben distribuir las cargas de manera que en el tablero haya cargas similares.

Protecciones

- A nivel comercial termomagnéticos en forma estándar de 10 – 15 – 20 – 30 – 40 y 50 A para el caso monofásico.
- Termomagnéticos para 2 y 3 fases de 10 a 70 A.
- Capacidad interruptiva (cantidad de corriente que va a poder despejar en una falla) 10 KA.

1.2.6.4 ALIMENTADORES

1.2.6.4.1 Conductor Eléctrico

Aquel material o sustancia capaz de permitir el paso continuo de una corriente eléctrica cuando es sometido a una diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos.

Todas las sustancias tienen una propiedad de conductividad.

Mejores Conductores

- Metales (cobre, aluminio, plomo, acero).

Las propiedades más importantes del cobre y el aluminio se pueden verificar en la Tabla 1.12 y las características de dichos metales se verifica en la Tabla 1.13.

- Óxidos Metálicos.

COBRE	ALUMINIO
Elemento químico monovalente.	Elemento químico trivalente.
Dúctil y maleable.	Dúctil y maleable.
Uno de los mejores conductores de electricidad y calor.	Buen conductor de electricidad y calor.
Color rojizo pardo brillante.	Color plateado.

Tabla 1. 12 Propiedades del Cobre y Aluminio

CARACTERÍSTICAS	COBRE	ALUMINIO
Peso específico (gr/cm ²)	8,89	2,703
Coefficiente de temperatura por °C a 20 °C	0,00393	0,00403
Conductividad eléctrica (IACS)	100%	60,79%
Conductividad térmica (cal/cm ²)	0,93	0,52
Temperatura de fusión (°C)	1083	660
Coefficiente de dilatación lineal por °C	16,22X10 ⁻⁶	23X10 ⁻⁶
Resistividad volumétrica (Ωmm ² /m)	0,017241	0,02828

Tabla 1. 13 Características del Cobre y Aluminio

Conductores con baja conductividad

- Sales.
- Minerales.
- Materiales fibrosos.

Conductores con muy baja conductividad

- Dieléctricos.
- Aislantes (hules, plásticos, resinas, papel).

1.2.6.4.2 Partes de los Conductores

Estas son tres muy diferenciadas:

1. El alma o elemento conductor
2. El aislamiento
3. Las cubiertas protectoras

1. El alma o elemento conductor

Se fabrica en cobre y su objetivo es servir de camino a la energía eléctrica desde las centrales generadoras a los centros de distribución (subestaciones, redes y empalmes), para alimentar a los diferentes centros de consumo (industriales, grupos habitacionales, etc.).

De la forma cómo esté constituida esta alma depende la clasificación de los conductores eléctricos. Así tenemos:

Según su constitución:

- **Alambre:** Conductor eléctrico cuya alma conductora está formada por un solo elemento o hilo conductor.
- Se emplea en líneas aéreas, como conductor desnudo o aislado, en instalaciones eléctricas a la intemperie, en ductos o directamente sobre aisladores.
- **Cable:** Conductor eléctrico cuya alma conductora está formada por una serie de hilos conductores o alambres de baja sección, lo que le otorga una gran flexibilidad.

Según el número de conductores:

- **Monoconductor:** Conductor eléctrico con una sola alma conductora, con aislación y con o sin cubierta protectora.
- **Multiconductor:** Conductor de dos o más almas conductoras aisladas entre sí, envueltas cada una por su respectiva capa de aislación y con una o más cubiertas protectoras comunes.

2. El aislamiento

El objetivo de la aislación en un conductor es evitar que la energía eléctrica que circula por él, entre en contacto con las personas o con objetos, ya sean éstos ductos, artefactos u otros elementos que

forman parte de una instalación. Del mismo modo, la aislación debe evitar que conductores de distinto voltaje puedan hacer contacto entre sí.

Los materiales aislantes usados desde sus inicios han sido sustancias poliméricas, que en química se definen como un material o cuerpo químico formado por la unión de muchas moléculas idénticas, para formar una nueva molécula más gruesa.

Los diferentes tipos de aislación de los conductores están dados por su comportamiento técnico y mecánico, considerando el medio ambiente y las condiciones de canalización a que se verán sometidos los conductores que ellos protegen, resistencia a los agentes químicos, a los rayos solares, a la humedad, a altas temperaturas, llamas, etc. Entre los materiales usados para la aislación de conductores podemos mencionar el PVC o cloruro de polivinilo, el polietileno o PE, el caucho, la goma, el neoprén y el nylon.

Si el diseño del conductor no consulta otro tipo de protección se le denomina aislación integral, porque el aislamiento cumple su función y la de revestimiento a la vez.

Cuando los conductores tienen otra protección polimérica sobre la aislación, esta última se llama revestimiento, chaqueta o cubierta.

3. Las cubiertas protectoras

El objetivo fundamental de esta parte de un conductor es proteger la integridad de la aislación y del alma conductora contra daños mecánicos, tales como raspaduras, golpes, etc.

Si las protecciones mecánicas son de acero, latón u otro material resistente, a ésta se le denomina «armadura» La «armadura» puede ser de cinta, alambre o alambres trenzados.

Los conductores también pueden estar dotados de una protección de tipo eléctrico formado por cintas de aluminio o cobre. En el caso

que la protección, en vez de cinta esté constituida por alambres de cobre, se le denomina «pantalla» o «blindaje».

1.2.6.4.3 Características de los conductores

- **Rigidez dieléctrica:** número de voltios requerido para perforar el material.
- **Constante dieléctrica (SIC):** capacidad inductiva específica: relación entre la capacidad de un condensador cuyo dieléctrico sea el aislamiento y la capacidad del mismo condensador con aire como dieléctrico.
- **Factor de potencia y factor de pérdidas de aislamiento:** relación que existe entre la potencia activa y la potencia reactiva disipada en el dieléctrico.
- **Resistencia al aislamiento:** resistencia medida entre el conductor y un electrodo que se encuentre envolviendo la superficie exterior del aislamiento.

Una Representación del Conductor y su Protección Exterior se puede observar en la Figura 1.15.

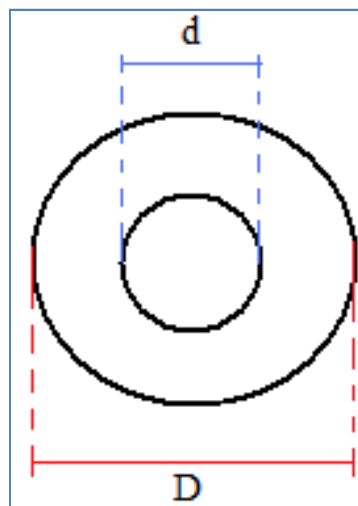


Figura 1. 15 Representación del Conductor y su Protección Exterior

$$R_a = k \log (D/d) F_t F_l$$

(Ecuación 1. 13)

R_a = Resistencia de aislamiento en $M\Omega/Km$.

k = constante de resistividad de aislamiento.

D = diámetro sobre el aislamiento.

D = diámetro bajo el aislamiento.

F_t = factor de corrección de temperatura (1 a 156 °C).

F_l = factor de corrección de longitud en 1000/longitud real.

k a 156 °C

1.2.6.4.4 Calibre de los Conductores

El calibre se basa en una norma internacional americana, la AWG (American wire gauge), siendo el más grueso (mayor calibre) el 4/0 y el más delgado el # 36.

Con base en estos dos calibres y mediante una progresión geométrica se establecen los demás calibres.

Para calibres superiores al 4/0, su designación está en función de su área en pulgadas. Para ello se usa la unidad llamada el CIRCULAR MIL (milésima circular), que consiste en la sección de un círculo que tiene como diámetro una milésima de pulgada.

El calibre del conductor debe satisfacer:

Aislamiento adecuado para soportar los niveles de tensión, temperatura, local donde serán instalados (húmedo, seco, corrosivo, etc.).

Que la Ampacidad (capacidad para conducir corriente eléctrica) sea la adecuada para la corriente que por él circulará.

1.2.6.4.5 Código de colores

Dependiendo del circuito en el cual se van a utilizar los conductores cada uno de los cables tiene colores distintivos. Estos colores se pueden verificar en la Tabla 1.14.

CIRCUITO	FASE	NEUTRO	TIERRA	FASE 2	FASE 3
Iluminación	Azul	Blanco	Verde	Negro	Rojo
Tomacorrientes	Negro	Blanco	Verde	Azul	Rojo
Especiales Individuales	Rojo	Blanco	Verde	Azul	Negro

Tabla 1. 14 Código de Colores para Conductores

1.2.6.5 ALIMENTADORES PARA TABLEROS SECUNDARIOS

El alimentador debe diseñarse para la carga actual. Dependiendo de la instalación se establece un factor de demanda, estos valores se pueden verificar en la Tabla 1.15.

$$\text{Carga instalada} = \Sigma \text{ todas las cargas}$$

(Ecuación 1. 14)

$$\text{Carga actual} = \text{carga instalada} * \text{FD}$$

(Ecuación 1. 15)

INSTALACION	Factor de Demanda (FD)
Casas habitación	100% en los primeros 1000 W 30 % en el excedente
Edificios de Oficinas	100% en los primeros 2000 W 70 % en el excedente
Escuelas	100% en los primeros 3000 W 50 % en el excedente
Hospitales	40% en los primeros 15000 W 20 % en el excedente
Hoteles	50% en los primeros 20000 W 35 % en el excedente

Tabla 1. 15 Factores de Demanda de Ciertos Establecimientos

Circuitos de iluminación:

- Σ potencia sacada del plano
- 30 W por cada m²
- 1500 W por cada circuito
- Para todos los ítems se debe considerar el FP.

Circuitos de tomacorrientes:

- Σ potencia sacada del plano.
- 150 a 200 W por salida.
- 1500 a 2000 W por circuito.
- Para todos los ítems se debe considerar el fp, pero se debe obtener los VA.

Capacidad del alimentador = Capacidad de conducción del conductor escogido

Calculo de la carga actual:

$$A = \Sigma (\text{carga instalada de iluminación}) * FD$$

$$B = \Sigma (\text{carga instalada de Tomacorrientes}) * FD$$

$$C = \Sigma (\text{carga instalada de circuitos individuales}) * FD$$

$$D = \Sigma (\text{carga instalada de circuitos especiales}) * FD$$

$$\text{Carga actual} = A+B+C+D$$

(Ecuación 1. 16)

$$I = (\text{Carga actual en VA}) / (K*V)$$

(Ecuación 1. 17)

1.2.6.6 ACOMETIDA

Se debe calcular la carga actual que se ha instalado al tablero:

$$a1 = \Sigma \text{ todas las cargas de iluminación en VA}$$

$$b1 = \Sigma \text{ todas las cargas de toma corrientes en VA}$$

$$c1 = \Sigma \text{ todas las cargas individuales similares en VA}$$

$d1 = \Sigma$ todos los circuitos adicionales similares en VA

$$\text{Carga instalada} = a1+b1+c1+d1$$

(Ecuación 1. 18)

$$\text{Carga actual} = A1+B1+C1+D1; \text{ determino } I; e\%.$$

(Ecuación 1. 19)

- Los conductores de la acometida deben ser continuos, desde el punto de conexión de red hasta los bornes de la entrada del equipo de medida.
- No se aceptan empalmes, ni derivaciones, en ningún tramo de la acometida. En la caja o armario de medidores deberá reservarse en su extremo una longitud del conductor de la acometida suficiente que permita una fácil conexión al equipo de medida.

Las características de la acometida según la Potencia Demandada se detallan en la Tabla 1.16.

VOLTAJES DE ALIMENTACIÓN DE LA ACOMETIDA		
POTENCIA (W)	NUMERO DE FASES E HILOS	RANGO DE VOLTAJE
Hasta 2000 W de carga total	1Φ de 2 H	120V
Hasta 10000 W de carga total	1Φ de 3 H	240 / 120 V
	2Φ de 3 H	220 V
Hasta 30000 W de carga total	3Φ de 3 H	220 V
	3Φ de 4 H	220 / 127 V

Tabla 1. 16 Características de las Acometidas según la Potencia Demandada

1.2.6.7 CAMARA DE TRANSFORMACIÓN

Elemento donde colocaremos el transformador necesario para alimentar a la carga cuyo tamaño debe ser mayor ó igual a la carga actual conectada; para elegir un transformador se debe:

- Definir la potencia en KVA.
- Tipo de aislamiento (en seco, en aceite).
- Número de fases (monofásico, trifásico).
- Voltaje primario y secundario.
- Altura sobre el nivel del mar al cual se va a conectar.
- Malla de puesta a tierra (nivel de referencia para protecciones, malla de descarga, pararrayos).
- Todas las protecciones de alta tensión (sistema de pararrayos) y baja tensión (seccionadores, fusibles).

1.2.7 RECOMENDACIONES VARIAS¹⁵

- Se debe realizar un circuito de 20 A por cada 50 m² de área iluminada o realizar un circuito de 15 A por cada 35 m² de área iluminada.
- Para los tomacorrientes se considera por cada salida un consumo de 1,5 a 2 A.
- Para los circuitos de iluminación la distancia máxima del conductor es de 20 m.
- Para los tomacorrientes se considera como 1 circuito por cada 10 salidas.
- Para la ubicación de tomacorrientes se debe de preferencia realizarse de la siguiente manera:

¹⁵ CODIGO ELECTRICO NACIONAL, Op. Cit.

- 1 tomacorriente cada 1.2m de mesa de trabajo o en su lugar un solo situados a 1.2m sobre el nivel del piso.
- En baños 1 tomacorriente a lado de cada lavabo.
- En pasillos 1 tomacorriente cada 5m de longitud de pared situados a 0.3m sobre el nivel del piso.
- De manera general se ubicará 1 tomacorriente cada 1.8m de longitud de pared situados a 0.3m sobre el nivel del piso.
- Los interruptores se ubicarán a 1.2m – 1.4m sobre el nivel del piso situados de preferencia junto a las puertas de acceso.
- Para circuitos de iluminación se utiliza conductores de calibre 14 AWG, para circuitos de tomacorrientes 12 o 10 AWG, circuitos especiales y circuitos individuales 10 AWG (o menor) y para la acometida 8 AWG (o menor).
- La tubería de canalización debe ser metálica, debe haber el espacio suficiente para realizar pruebas sobre los conductores; el diámetro debe estar en función de los conductores.
- Se recomienda un circuito de reserva por cada 5 circuitos instalados.
- Los circuitos de iluminación y tomacorrientes deben ir en ductos separados.

1.3 SISTEMAS CCTV

El Circuito Cerrado de Televisión es un sistema donde a través de cámaras de video vigilancia se puede monitorear y grabar lo que sucede en cualquier punto de las instalaciones, inclusive sin estar ahí presente.

Es un sistema en el que el circuito se cierra y todos los elementos están directamente relacionados. Esto es a diferencia de la televisión donde

cualquier receptor que esté correctamente afinado puede recoger la señal de las ondas.

1.3.1 LA CÁMARA

El punto de partida de cualquier sistema de circuito cerrado de televisión debe ser la cámara.

Toda cámara tiene componentes que se describirán a su debido tiempo, las partes básicas de una cámara se detallan en la Figura 1.16.

La cámara crea la imagen que se transmitirá a la posición de control. Además de los diseños especiales de las cámaras de CCTV no estén equipados con un lente. El objetivo debe ser siempre por separado y se enroscan en la parte frontal de la cámara.

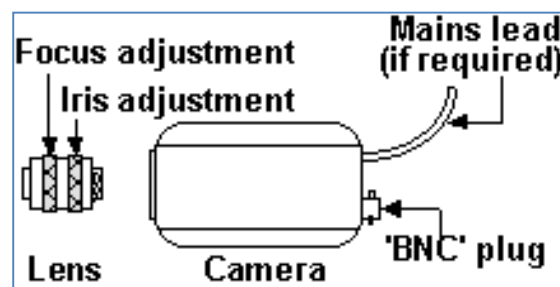


Figura 1. 16 Partes Básicas de una Cámara

El 'BNC' plug es coaxial para conectar el cable de vídeo. Línea de alimentación a las cámaras no tienen el cable de alimentación. El poder es siempre a través del cable coaxial.

1.3.1.1 LENTE

La lente a utilizar debe elegirse considerando la distancia a la que queremos ver y la iluminación disponible en la escena a observar.

Para observar una escena a una distancia determinada, en tanto, debemos seleccionar la lente en función de la distancia focal adecuada. La clasificación de los tipos de lente existente con sus respectivas características se encuentra en la Tabla 1.17.

LENTES FIJAS	Cuando se ha definido fehacientemente la lente necesaria. Se caracterizan por tener una visión fija (3,5 o 3,6 mm). Se utilizan cuando la iluminación es constante, como por ejemplo los interiores iluminados artificialmente.
LENTES VARIFOCALES	En las instalaciones donde el campo de visión es inseguro o el usuario debe definirlo una vez instalado el Sistema, se hace muy útil el uso de lentes varifocales que permiten ajustar en forma manual la distancia focal. Esto le ofrece al instalador variar el campo visual en presencia del usuario y fijarlo en una posición, de común acuerdo con el mismo. Estos deben enfocarse después de cambiar la longitud focal. Son más costosos.
LENTES ZOOM	Cuando deben observarse imágenes cercanas y lejanas alternativamente, deben utilizarse lentes zoom. Estas cambian la magnificación de las imágenes enfocadas mediante el cambio de la distancia focal, que se lleva a cabo a través de un controlador que acciona el motor del zoom.

Tabla 1. 17 Tipos de Lente

1.3.1.2 MECANISMOS DE MOVIMIENTO

- **Pan/Tilt:** Permite rotar e inclinar la cámara en una dirección específica. Esta plataforma electromecánica está disponible para cámaras con diferentes pesos, para lugares internos o externos, etc. Están diseñados para operar en modo manual o automático, usando una palanca de control remota montada en una consola de control.
- **Speed dome:** La cámara móvil de rotación continua permite movimientos con ángulo de visión ajustable en 360°, con una velocidad de giro de 300°/seg. Su construcción en acrílico de alto impacto, ya sean claros u oscuros, logra disimular la posición de la cámara, con una mínima reducción de luz. Su montaje puede realizarse tanto en techos, superficies inclinadas como paredes.

1.3.1.3 ELEMENTOS DE CONTROL DE CÁMARAS

- Selectores de vídeo
- Telemandos de las cámaras motorizadas.

1.3.1.3.1 Los selectores (o conmutadores) de vídeo

Permiten seleccionar las imágenes provenientes de varias cámaras, tanto para dirigirlas a un monitor determinado como a un grabador de vídeo. Estos selectores suelen dotarse con dispositivos de conmutación automática, que reciben el nombre de secuenciales, aunque siempre debe ser factible la selección manual.

La función de switchear la información de vídeo desde cada cámara a los monitores puede ser dividida dentro de dos categorías básicas:

- **Single – Output Switching:** switchear la señal de una o más cámaras a un cable de salida simple y este conectarlo a uno o más monitores.
- **Múltiple – Output Switching:** switchear la señal de unas o mas cámaras a múltiples cables de salida y conectar estos a múltiples monitores.

1.3.1.3.2 Telemandos de las cámaras motorizadas

- **Telemando de un objetivo zoom motorizado:** permite gobernar a distancia el zoom, el foco y (si no es auto-iris) el diafragma.
- **Telemando del posicionador:** permite cuatro movimientos (arriba, abajo, izquierda y derecha).
- **Telemando de la carcasa intemperie:** dispone de limpiacristal y bomba de agua.

1.3.2 EL MONITOR

La imagen creada por la cámara necesita ser reproducida en el puesto de control. Un monitor de CCTV es prácticamente el mismo que un receptor de televisión, salvo que no tiene la sintonía de circuitos.

Las partes por las que está compuesta un monitor básico se puede observar en la Figura 1.18.

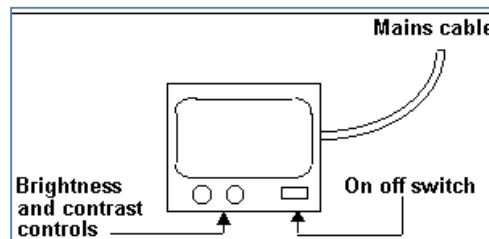


Figura 1. 17 Partes Básicas de un Monitor

En sus principios básicos los monitores de CCTV son muy similares a los televisores convencionales, están compuestos como estos por un tubo de rayos catódicos y un amplificador de vídeo, y su funcionamiento electrónico es exactamente el mismo, pero por supuesto los monitores de CCTV no tienen toda la electrónica referida a la sintonización de canales ni las entradas de antena por RF, en cambio estos tienen en general una entrada y una salida referida al vídeo y otra al audio, estas se utilizan para ingresar al monitor la señal proveniente de la cámara y para volver a sacar la misma señal hacia, por ejemplo, otro monitor.

El principal problema que tienen los monitores de tubo es la curvatura de la pantalla y la profundidad, esto ha sido resuelto en los últimos años con las pantallas de cristal líquido (LCD), aunque todavía no son muy populares debido a su alto precio.

1.3.2.1 RESOLUCIÓN

Esta es la diferencia fundamental entre los monitores y los televisores convencionales, que también como en las cámaras se mide en líneas horizontales. La resolución promedio de un televisor es de 325 líneas (sea cual sea el tamaño del mismo), en cambio en los monitores de

C.C.T.V. las líneas son mucho más altas y suben de acuerdo al tamaño de estos, como se puede observar en la Tabla 1.18.

TAMAÑO DEL MONITOR	RESOLUCIÓN
5 plgs.	450 Líneas
9 plgs.	700 Líneas
12 plgs.	800 Líneas
15 plgs.	1000 Líneas
20 plgs.	1000 Líneas

Tabla 1. 18 Resolución de Monitores

Tomando como patrón lo anterior se puede establecer que instalar una cámara de C.C.T.V. en un televisor de 29" hará que veamos la imagen más grande pero no precisamente mejor ni más nítida.

Estas líneas suelen medirse en el centro, en una pulgada cuadrada, porque es el lugar de mayor concentración de las mismas.

En cuantos más cuadros debemos dividir la pantalla, mas grande es el monitor que se debe usar, por ejemplo si se utiliza un multiplexor dividido en 16 cámaras el monitor que correspondería usar sería uno de 20", de esta manera se tendrían cuadros de aproximadamente 3.5".

Existen distintos tipos de monitores. Entre los monitores analógicos podemos mencionar: Monitores B/N y Color: Actualmente las medidas varían entre 5" y 21" para monitores B/N y entre 10" y 21" para monitores color.

Debido a que el monitor color necesita tres diferentes puntos de color para producir un píxel de información, normalmente posee menor

resolución que un monitor B/N Monitor Simple, Monitor con Procesador Quad y Monitor con Secuenciador:

El monitor simple es normalmente el que posee una sola entrada de video.

Para combinar múltiples cámaras puede conectarse a un monitor simple un Procesador Quad, un Secuenciador o un Multiplexor.

El monitor con Procesador Quad incorporado posee cuatro entradas de video lo que permite visualizar cuatro cámaras al mismo tiempo dividiendo la pantalla en cuatro.

El monitor con Secuenciador incorporado de cuatro canales, posee cuatro entradas de video que permiten visualizar cuatro cámaras en forma intermitente, de a una por vez en pantalla completa, en lapsos de tiempo ajustable.

1.3.3 MEDIOS DE TRANSMISIÓN

1.3.3.1 CABLE COAXIAL

El cable que se utiliza para la instalación de una cámara o un monitor de C.C.T.V. es un coaxial, que está compuesto por un vivo en el centro aislado con poliuretano y una malla que lo envuelve, todo recubierto por una vaina de PVC. De acuerdo los lugares por donde deba pasar el cable y la distancia que haya entre cámara y monitor es el tipo que se debe usar. Se comercializan diversos tipos (grueso y fino) siendo el más habitual el modelo RG. El modelo RG posee algunos tipo de cable coaxial, los más habituales con su respectiva descripción se encuentra en la Tabla 1.19.

NOMBRE	DESCRIPCIÓN
RG-59	<ul style="list-style-type: none"> • Se utiliza donde la longitud del cable no supera los 300 m. • Impedancia del cable: 75 ohms • Conductor central: Resistencia menor a 15 ohms para

	<p>300 m.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cumple normas para movimiento o flexión • Cobre sólido (NO baño de cobre) • Malla de cobre para conductor externo.
RG-11	<ul style="list-style-type: none"> • Se utiliza donde la longitud del cable no supera los 600 m. • Impedancia del cable: 75 ohms • Conductor central: Resistencia menor a 6 ohms para 300 m. • Cumple normas para movimiento o flexión • Cobre sólido (NO baño de cobre) • Malla de cobre para conductor externo

Tabla 1. 19 Tipos de Cable Coaxial

1.3.3.2 FIBRA ÓPTICA

La fibra óptica es un cable flexible de pequeño calibre constituido por un ánima de fibra de vidrio transparente recubierto de una armadura también de vidrio de distinto índice de refracción. Un rayo luminoso, convenientemente modulado, se propaga por reflexión en el interior.

1.3.3.3 INALÁMBRICA

Cuando no hay forma de cablear una cámara por una cuestión de lugar o un tema estético esta es una de las mejores maneras de resolver el problema, existen distintos equipos de acuerdo a la situación que se plantee. Equipos de radiofrecuencia para distancias cortas y equipos de microonda para distancias más largas, en general se presentan en frecuencias de 900 MHz o 2.4 GHz los de radiofrecuencia tienen poca potencia y pueden llegar hasta una distancia máxima de 100 m en las mejores condiciones, son muy útiles para resolver situaciones interiores en lugares interiores donde se vuelve complicado cablear. Los equipos de microondas pueden llegar hasta largas distancias debido a su gran potencia, hay algunos que llegan hasta 5 Km.

Tienen que cumplir una condición básica las antenas tienen que estar en línea de visión óptica, es decir tienen que verse, si hay un objeto en el medio (edificios, árboles, carteles, etc.) la onda no puede atravesarlo y la conexión no se produce, también hay que tomar en cuenta la curvatura terrestre, que influye si la distancia es muy larga.

Siempre es importante recordar que se trata de una conexión que puede no ser siempre estable, porque influyen sobre la misma la condiciones atmosféricas que ante más adversas peor es la señal.

1.3.4 VIDEOSENSORES O DETECTORES DE MOVIMIENTO DE VIDEO

Una aplicación importante para vigilancia del circuito cerrado de T.V. consiste en incorporar al mismo los videosensores.

Analiza las variaciones en la señal de vídeo, permiten determinar si se ha producido algún movimiento en una parte determinada de la imagen.

Si bien existen versiones muy simples (solo válidas para interiores) que procesan la señal analógicamente, se están imponiendo los sistemas con procesado digital, que permiten una precisión mucho mayor en el análisis de la señal; de estos existen versiones para controlar interiores o exteriores de pequeño tamaño, y versiones de alto nivel, que analizan más de 1000 puntos de la imagen y pueden vigilar perímetros de grandes dimensiones, dentro del alcance visual de las cámaras.

Para obtener el máximo rendimiento es conveniente que las cámaras estén situadas en cascada, es decir, que cada cámara abarque el ángulo muerto de la anterior, y que la distancia entre ellas no exceda los 60 metros.

1.3.5 EQUIPO DE GRABACIÓN

Si ante un evento es necesario analizar las imágenes grabadas con anterioridad, la calidad y fácil disponibilidad resulta fundamental para una correcta evaluación de lo sucedido. La grabación digital ofrece una serie de ventajas con respecto a la grabación en cinta magnética. Los sistemas DVR (digital video recorder) cubren tres funciones:

- **Multiplexor:** Muestra hasta 32 cámaras en una sola pantalla.
- **Grabador:** Graba imágenes por meses, dependiendo de su capacidad expandible.
- **Servidor IP:** Accede a las imágenes en vivo y grabadas a través de redes IP.

En las VCR Time Lapse la información no puede ser procesada y la calidad de reproducción de las imágenes es siempre inferior a la original. Además, no se tiene acceso rápido y directo a una toma determinada y requieren mantenimiento periódico.

Para almacenar digitalmente, la solución consiste en comprimir las imágenes para lo cual se han desarrollado distintos estándares de compresión de video que permiten la recuperación de la información con una calidad aceptable. Estos estándares son MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4 y WAVELET.

1.3.6 ALGUNOS TIPOS DE SISTEMA CCTV

1.3.6.1 SISTEMAS DE CCTV SIMPLE

El sistema más simple es una cámara conectada directamente a un monitor por un cable coaxial con el poder de la cámara está siempre en el monitor, como muestra la Figura 1.19. Esto se conoce como una línea de alimentación a la cámara. Un cable coaxial lleva la señal de vídeo desde la cámara al monitor.

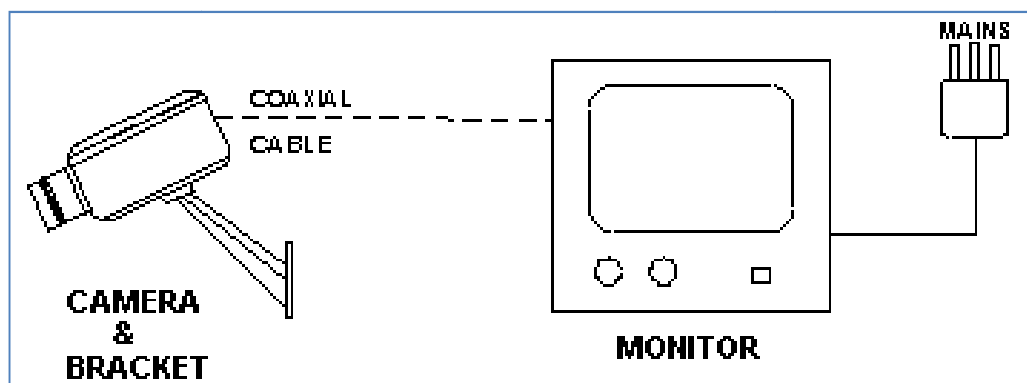


Figura 1. 18 Sistema CCTV simple

1.3.6.2 SISTEMAS A CUATRO LÍNEAS MEDIANTE CABLE COAXIAL

El uso de un conmutador permite seleccionar entre cualquier cámara, visualizando la seleccionada en la pantalla. El esquema Básico de este tipo de conexión se puede observar en la Figura 1.20.

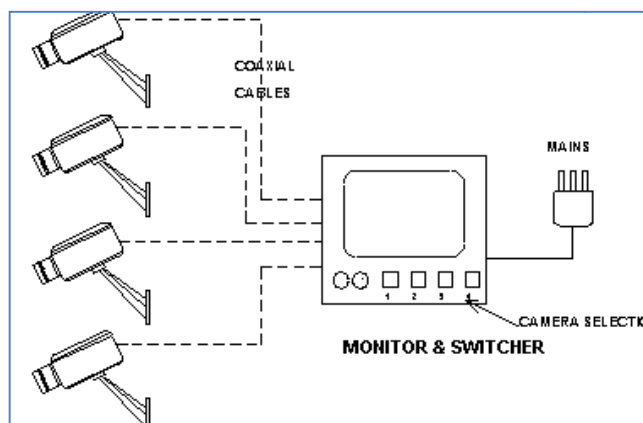


Figura 1. 19 Sistema CCTV de Cuatro líneas

1.4 SISTEMAS DE DETECCIÓN DE PRESENCIA¹⁶

La seguridad en el hogar es uno de los temas que más preocupa. Actualmente, los continuos robos en los domicilios hacen que se tomen medidas para mantener a salvo a las familias y también sus pertenencias.

La detención inteligente de intrusiones es una posible opción para evitar estos problemas. Se basa en un equilibrio entre una respuesta rápida ante situaciones conflictivas y la identificación de sospechosos que nos pueden causar verdaderos sustos. Algunos métodos establecen el estándar de fiabilidad y rendimiento, al tiempo que se muestran inmunes a las falsas alarmas.

1.4.1 FUNCIONAMIENTO BÁSICO¹⁷

Un sistema de alarma está basado en un circuito cerrado de sensores y detectores, conectado a una caja central que recibe cualquier incidencia o

¹⁶ http://www.domotic-life.com/domotica_seguridad

¹⁷ http://www.domotic-life.com/domotica_seguridad/?pagina=007_007

señal, y que hará sonar la sirena cuando sea necesario. Cuenta con un método antisabotaje que hace saltar la alarma si alguien corta algún cable, o intenta manipular la sirena o caja central. También dispone de un sistema de conexión y desconexión, ya sea con una llave o con un teclado numérico, que ofrece un tiempo para desconectarlo. El sistema está protegido por una batería eléctrica que hará que funcione aunque hubiera un corte de energía eléctrica. Sus componentes principales son:

- **Alarma:** Puede ser acústica (timbre, sirena, etc.) o visual (luz destelleante).
- **Caja central.** Contiene el sistema electrónico que recibe la señal de los detectores y manda la orden de activarse la sirena o luz.
- **Detector volumétrico:** Es un sistema de detección electrónica de uso interior, que se basa en descubrir el movimiento.
- **Detector infrarrojo:** Se basa en la detección del calor.
- **Detector de ultrasonido:** En este caso, el sistema detecta sonidos (roturas de cristales, forcejeos de puertas, etc.).

1.4.1.1 SENSORES DE MOVIMIENTO

Existen modelos para prácticamente cualquier aplicación: amplios almacenes, grandes pasillos, techos altos y hogares con mascotas. La tecnología avanzada de detección de movimientos permite descubrir

con precisión la presencia de cualquier intruso, al tiempo que ignora otras señales no peligrosas que puedan provocar nuestras mascotas o las inclemencias meteorológicas.

Todos proporcionan los máximos niveles de seguridad y fiabilidad, y un buen rendimiento gracias a capacidades de procesamiento de datos y diseños ópticos. A pesar de la sofisticación, son muy fáciles de instalar,



Figura 1. 20 Sensores de Movimiento

lo que significa una reducción de los costes y de la necesidad de asistencia técnica.

Existen varios tipos:

- **Detectores de presencia:** que según están conectados a sistemas de iluminación, sirenas o cualquier otro mecanismo lo activan al detectar presencia.
- **Interruptores detectores:** que instalados en lugar de los mecanismos convencionales encienden automáticamente las luces a nuestro paso.
- **Focos halógenos:** que incorporan detectores de presencia, ideales para entradas a viviendas y garajes particulares.
- **Avisadores de presencia:** que al detectar presencia activan un sonido o sirena.

Podemos deducir por tanto que según su aplicación nos proporcionan ahorro, funcionalidad y seguridad. Distintos tipos de sensores de movimiento se puede observar en la Figura 1.21.

Ahorro: Los lugares de paso como escaleras, pasillos, recibidores, accesos a viviendas son los más recomendables para su uso, ya que son zonas de ocupación intermitente y por ello susceptibles a dejar las luces encendidas a nuestro paso, con la instalación de un detector de presencia nos aseguramos que las luces tan sólo estén encendidas cuando sea necesario (dependiendo del caso pueden llegar a ahorrar hasta un 20%).

Por el contrario, no se recomienda su instalación en lugares donde la ocupación sea continua como oficinas, salas de estar, etc.

Funcionalidad: Instalado en sistemas de iluminación nos aportan comodidad ya que las luces se encienden automáticamente a nuestro paso sin tener que accionar ningún interruptor y se apagan cuando no nos detecta.

Seguridad: Son componentes habituales de casi todas las instalaciones de seguridad su función es la siguiente, al detectar presencia envían una señal a la sirena para que se active.

Existen el mercado unos dispositivos que al detectar presencia emiten un sonido o alarma. Son muy fáciles de utilizar ya que no necesitan instalación eléctrica. Muy utilizados en locales comerciales o como elementos adicionales a los sistemas de alarma convencionales.

Los sensores de movimiento se activan con el contacto, con la rotura de cristales, que provocan la alarma inmediatamente después de un intento de intrusión. De esta manera, la central de mando inicia, en pocos segundos, las medidas acordadas individualmente y avisa a un servicio privado de seguridad. Al mismo tiempo el usuario será informado de la alarma mediante una llamada o incluso con un mensaje al teléfono móvil.

1.4.1.2 PANELES DE CONTROL

Independientemente del lugar del mundo en el que se encuentre, se podrá disponer de modelos que se adapten a las necesidades de los usuarios.

Los paneles pueden utilizarse individualmente o en grupos, para adaptarlos a cualquier tipo de aplicación, desde casas e instalaciones de un solo edificio a empresas con grandes ubicaciones.



Figura 1. 21 Paneles de Control

En la actualidad se han introducido muchas innovaciones en estos paneles al tiempo que se mantiene, como una cualidad permanente, la facilidad de uso. También se asigna la máxima prioridad a la integración de funciones especiales de automatización y gestión remota.

Algunos tipos de Paneles de control se puede observar en la Figura 1.22.

1.4.1.3 MEDIOS DE TRANSMISIÓN

Cuando se trata de comunicar la información de la alarma, se ofrecen multitud de soluciones: teléfono fijo, móvil, GSM, radio, Internet o Intranet... Éstos últimos transmiten instantáneamente cualquier suceso a una estación central a través de un receptor.

1.5 SISTEMAS DE DETECCIÓN DE HUMO¹⁸

El objetivo de los Sistemas de Detectores de Incendios es la provisión del aviso temprano de un principio de incendio. Comúnmente se componen de los siguientes elementos:

- **Iniciadores de alarmas:** detectores de humo, detectores de temperatura, detectores de gases, detectores de llama, pulsadores de aviso manual, etc;
- **Panel de control** con capacidad de notificación remota y registro de alarmas;
- **Elementos de sonorización y/o aviso visual:** sirenas, parlantes y luces estroboscópicas

Un esquema básico de un sistema completo de detección de Humo se puede observar en la Figura 1.23.

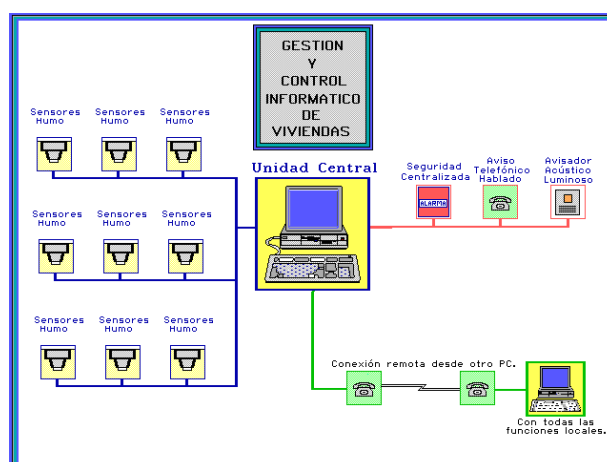


Figura 1. 22 Elementos de un Sistema de Detección de Humo

¹⁸ <http://www.intercron.com/incendio.htm>

1.5.1 ELEMENTOS QUE COMPONEN LOS SISTEMAS DETECTORES

1.5.1.1 DETECTORES

Los detectores de humo tienen una forma generalizada como un plato que se coloca sobre una superficie adecuada para la detección, distintos tipos de detectores se encuentran en el mercado como los que se muestra en la figura 1.24.



Figura 1. 23 Tipos de Detectores de Humo

1.5.1.2 SIRENA ELECTRÓNICA

Construidas con elementos de estado sólido, cuentan con dispositivos que permiten el control de volumen y la selección de tonos.

1.5.1.3 LUZ ESTROBOSCÓPICA



Figura 1. 24 Tipos de Luces Estroboscópicas

Diseñadas a efectos de dar avisos de alarmas de tipo lumínico mediante destellos de flashes estroboscópicos, Distintos tipos de Luces Estrobostópicas se muestran en la Figura 1.25.

1.5.1.4 RETENCIÓN ELECTROMAGNÉTICA

Son elementos que permiten retener el cierre de puertas o barreras contra fuego, permitiendo su cierre posterior en forma remota a partir de la señal de un elemento iniciador de alarmas. Aptas para la retención de puertas con una fuerza de empuje de hasta 40 Lbs. (16 kg), para montaje en pared, suelo o embutidas.

1.5.1.5 CENTRAL DE ALARMAS



Figura 1. 25 Central de Alarmas

Las señales de aviso de los elementos de iniciación de alarmas son enviadas a un panel de alarmas, el cual será el encargado de dar aviso a los diferentes elementos de notificación de aviso tales como sirenas, luces estroboscópicas, o parlantes de un sistema de audio de evacuación asociado al mismo. La presentación de una central de Alarmas es generalizada, la más común se puede observar en la Figura 1.26.

1.5.1.6 REPETIDORES DE ALARMA

Los repetidores de alarmas permiten la toma de novedad de la información y/o eventos que se registren en el panel de alarmas en forma remota.

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN DEL LICEO MUNICIPAL EXPERIMENTAL TÉCNICO Y EN CIENCIAS FERNÁNDEZ MADRID

2.1 UBICACIÓN

El Liceo Municipal Experimental Técnico y en Ciencias Fernández Madrid está ubicado en el sector de Loma Grande, Calle Rocafuerte 916 Y Liceo.

2.2 INFRAESTRUCTURA

El Liceo posee una amplia superficie, aproximadamente 9000 m², que se encuentra distribuida entre algunas edificaciones de considerable extensión, canchas de recreación y amplios parqueaderos.

INFRAESTRUCTURA	PLANTAS	SUPERFICIE (M ²)
Edificio Administrativo	4	160
Edificio Paraboloide	2	860
Edificio De Talleres Y Laboratorios	1	600
Edificio Central I	3	300

Edificio Central II	4	350
Auditorio	1	100
Piscina	1	621
Coliseo De Uso Múltiple	1	1575

Tabla 2. 1 Edificaciones Del Liceo Fernández Madrid

ZONA	SUPERFICIE (M²)
Cancha De Básquet 1	200
Cancha De Básquet 2	375
Cancha De Indorfútbol	540
Parqueadero 1	25
Parqueadero 2	91
Parqueadero 3	280
Patio Central	500

Tabla 2. 2 Zonas De Recreación Y Parqueaderos Del Liceo Fernández Madrid

En la Figura 2.1 se muestra la ubicación de cada edificación y zona exterior del Liceo Fernández Madrid.

Una vez determinadas las ubicaciones de las distintas edificaciones y zonas externas, se procede a realizar una descripción breve de cada uno de los inmuebles.

En las tablas 2.1 y 2.2 se observan las diferentes zonas y edificaciones que forman parte del liceo Fernández Madrid con sus respectivas superficies aproximadas y número de plantas según sea el caso.

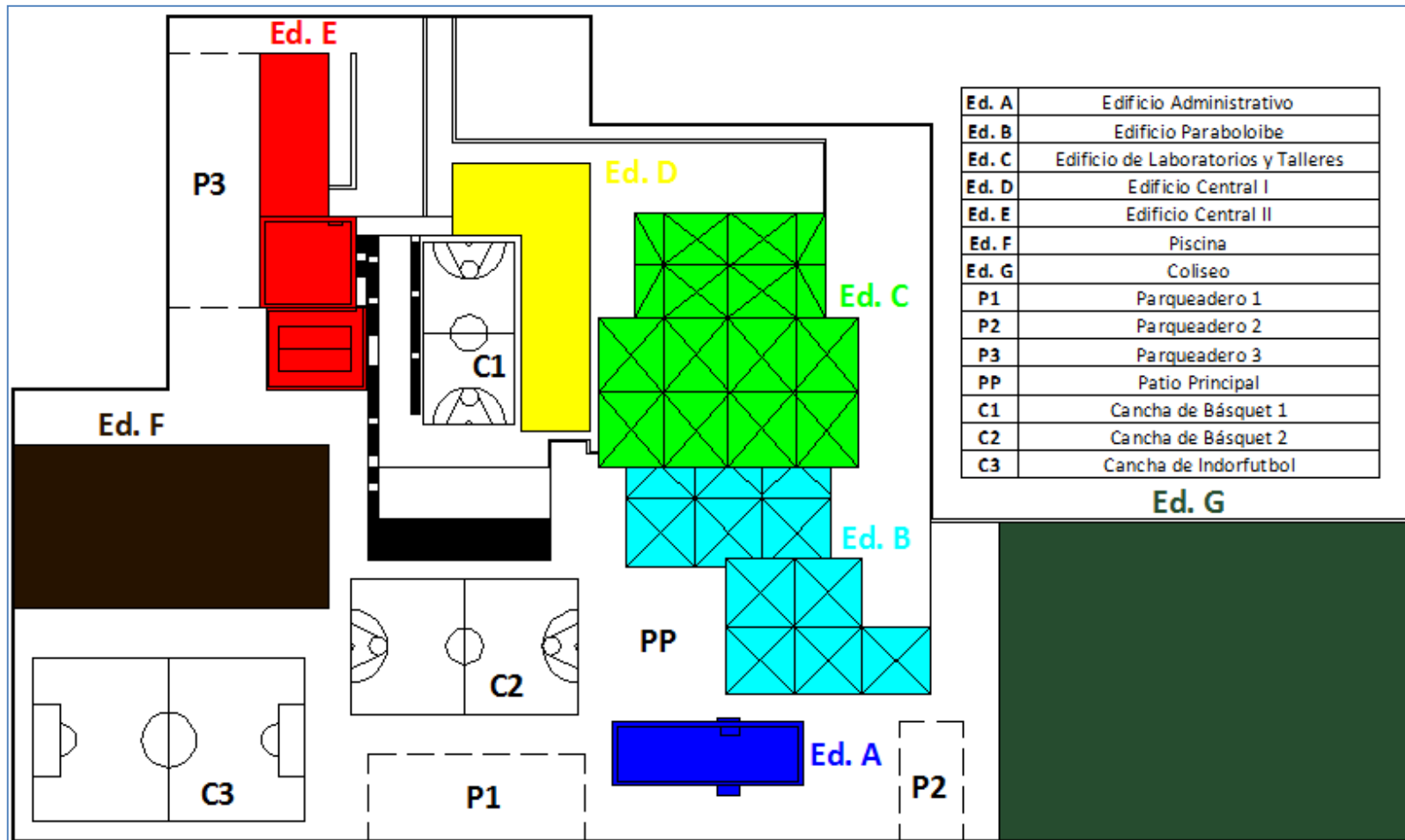


Figura 2. 1 Vista Superior Del Liceo Fernández Madrid

EDIFICIO ADMINISTRATIVO

Este edificio posee cuatro plantas en las que funcionan principalmente las Oficinas Administrativas del Establecimiento. En la Tabla 2.3 se muestran las diferentes dependencias que se ubican en este inmueble.

EDIFICIO	PLANTA	DEPENDENCIA
Administrativo	Primera	Bar Estudiantil
		Oficina CECAFEM
		Información
		Asociación de Profesores y Empleados
		Bodega
	Segunda	Proveeduría, Contabilidad y Colecturía
		Laboratorio de Computación
	Tercera	Centro de Cómputo de Calificaciones
		Planificación
		S.S.H.H.
		Tutoría
		Secretaría General
		Vicerrectorado
		Rectorado
	Cuarta	Laboratorio de Secretariado
		S.S.H.H.
		Tutoría
		1ero Bachillerato Industria del Vestido
		1ero Bachillerato Ciencias
		2do Bachillerato Turismo

Tabla 2. 3 Dependencias ubicadas en el Edificio Administrativo

EDIFICIO PARABOLOIDE

Esta edificación posee dos plantas en las que funcionan principalmente el servicio médico de la Institución y oficinas de trabajo del Personal Docente.

EDIFICIO	PLANTA	DEPENDENCIA
Paraboloide	Primera	Taller de Manualidades
		Bodega de Proveeduría
		Audiovisuales
		Oficina de Audiovisuales
		Bar del Personal
		Taller de Artes Gráficas
	Segunda	S.S.H.H.
		Biblioteca
		Pendiente
		Sala de Trabajo del Personal
		Sala de Egresados
		Cooperativa Estudiantil
		Bodega de Departamento Médico
		Departamento Dental
		Sala de Espera
		Departamento Médico
		Sala de Reposo

Tabla 2. 4 Dependencias ubicadas en el Edificio Paraboloide

En la Tabla 2.4 se presentan las dependencias ubicadas en el interior de este Edificio.

EDIFICIO DE TALLERES Y LABORATORIOS

Este edificio consta de una sola planta en la que funcionan todos los talleres y laboratorios de los que dispone el Liceo.

Las dependencias ubicadas en este inmueble se presentan en la Tabla 2.5.

EDIFICIO	PLANTA	DEPENDENCIA
Laboratorios y Talleres	Primera	Bodega
		Laboratorio de Computación I
		Laboratorio de Computación II
		Bodega
		Bodega
		Taller de Serigrafía
		Taller de la Industria del Vestido
		Laboratorio de Inglés

Tabla 2. 5 Dependencias ubicadas en el Edificio de Talleres y Laboratorios

EDIFICIO CENTRAL I

Esta edificación posee tres plantas en las cuales funcionan únicamente aulas de aprendizaje para el alumnado.

EDIFICIO	PLANTA	DEPENDENCIA
Central I	Primera	8vo de Básica "D"
		8vo de Básica "C"
		S.S.H.H.
		8vo de Básica "B"
		8vo de Básica "A"
	Segunda	9no de Básica "B"
		9no de Básica "A"
		S.S.H.H.
		8vo de Básica "E"
		8vo de Básica "F"

	Tercera	9no de Básica "A"
		9no de Básica "B"
		S.S.H.H.
		9no de Básica "E"
		10mo de Básica "D"

Tabla 2. 6 Dependencias ubicadas en el Edificio Central I

En la Tabla 2.6 se muestran las dependencias que funcionan en esta edificación.

EDIFICIO CENTRAL II

Este edificio posee cuatro plantas en las que funcionan oficinas del personal Docente, aulas de aprendizaje del alumnado y el Auditorio de la Institución.

En la Tabla 2.7 se presentan las dependencias ubicadas en este inmueble.

EDIFICIO	PLANTA	DEPENDENCIA
Central II	Primera	Auditorio
		S.S.H.H.
		2do Bachillerato Secretariado "A"
		Tutoría
		2do Bachillerato Turismo
	Segunda	Coordinación Institucional
		Sala de Profesores
		Tutoría
		2do Bachillerato Contabilidad "A"
		3ero Bachillerato Secretariado "A"
		Bodega de Coordinación Institucional
		Laboratorio de Ciencias
		Tutoría
	Tercera	Tutoría
		1ero Bachillerato Secretariado "A"
		3ero Bachillerato Contabilidad "C"
		S.S.H.H.
3ero Bachillerato Contabilidad "B"		

		3ero Bachillerato Contabilidad "A"
		Tutoría
	Cuarta	2do Bachillerato Contabilidad "C"
		2do Bachillerato Contabilidad "D"
		Tutoría

Tabla 2. 7 Dependencias ubicadas en el Edificio Central II

PISCINA

Esta edificación posee una sola planta en la cual se encuentra una piscina semiolímpica para el uso de todo el personal y alumnado del Liceo.

SALÓN DE USO MULTIPLE

Este edificio consta de una sola planta en la cual se encuentra una cancha reglamentaria de Básquet utilizada para partidos intercolegiales y eventos especiales de la Institución.

2.3 PLANOS ARQUITECTÓNICOS

Luego de haber realizado la medición de cada una de las dependencias que cada Edificación, Zonas de Recreación y Parquederos del Liceo Municipal Experimental Técnico y en Ciencias Fernández Madrid, se procedió a realizar el levantamiento de los planos arquitectónicos.

Para visualizar los planos arquitectónicos de toda la Institución Educativa, se debe recurrir a los planos que están adjuntos al Anexo A.

CAPÍTULO III

DISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN

3.1 INTRODUCCIÓN

El presente capítulo está enfocado en el desarrollo del diseño de iluminación para el “Liceo Municipal Experimental Técnico y en Ciencias Fernández Madrid”, el mismo que será detallado a lo largo del apartado.

3.2 DISEÑO DE ILUMINACIÓN DE AMBIENTES INTERIORES

3.2.1 MÉTODO GENERAL

3.2.1.1 DETERMINACIÓN DE MEDIDAS Y CARACTERÍSTICAS ARQUITECTÓNICAS

En el primer paso para el diseño de iluminación de interiores, se debe detallar las medidas arquitectónicas de la sección que se desea iluminar.

- Largo
- Ancho
- Altura

3.2.1.2 DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE ILUMINACIÓN

Se selecciona de la Tabla 3.1 el nivel de iluminación óptimo para los diferentes ambientes a iluminar.

CAPÍTULO III - DISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN

HABITACIONES – ESPARCIMIENTOS - DEPORTES	MIN (lux)	REC (lux)
Salas de sesiones públicas	150	500
<i>OFICINAS Y ADMINISTRACION</i>		
Almacén de libros, mecanografía, contabilidad, máquinas de calcular, mostradores de cajeros	300	600
Despachos privados y trabajos generales de oficina, distintos de los mencionados	200	-----
<i>ESTABLECIMIENTOS PUBLICOS</i>		
Iglesias: Altares, santuarios, coros	100	-----
Naves (casas particulares)	70	-----
Bibliotecas: Salas de lectura	100	200
Mesas de lectura	300	500
Museos y Galerías: Alumbrado general interior	100	-----
Vitrinas: Alumbrado especial	500	-----
Sobre los cuadros (según la naturaleza)	100	200
<i>ESTABLECIMIENTOS DE ENSEÑANZA</i>		
Salas de conferencias, anfiteatros, salas de reuniones	200	500
Vestuarios y lavabos	200	500
Salas de clase y laboratorios	200	500
Dibujo artístico	300	500
Encerados	300	500
<i>HOTELES - CAFES - RESTAURANTE</i>		
Cocinas	100	200
Dormitorios : Alumbrado general	100	200
Camas y espejos, mesas	200	500
Comedores, salas de restaurantes, salas de café, salones de hotel, salones de té	100	300
<i>LOCALES INDUSTRIALES</i>		
<i>CONFECCIÓN</i>		
Almacenes de recepción y control de tejidos	300	500
Talleres de corte	300	500
Talleres de confección: Regulación, inspección, preparación, etc.	300	500
Alumbrado localizado	1000	-----
<i>HABITACIONES – ESPARCIMIENTOS - DEPORTES</i>		
<i>LOCALES COMUNES A TODAS LAS CATEGORIAS</i>		
Vestíbulos, corredores, salidas, ascensores	50	70
Escaleras	100	150
Vestuarios y lavabos	50	100


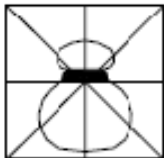
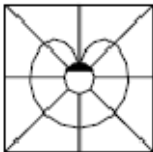
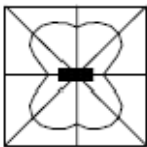
<i>HABITACIONES</i>		
Cuartos de baño: Alumbrado general	50	100
Espejos (sobre el rostro)	100	200
Dormitorios: Alumbrado general	50	-----
Camas y espejos	200	500
Cocinas: Hornos, mesa, fregadero	100	200
Cuartos de niños	70	200
Habitación común, cuarto de estar, Alumbrado general	70	200
Lectura intermitente	150	-----
Lectura prolongada	300	500
<i>SALAS DE ESPECTÁCULOS</i>		
Vestíbulos	100	-----
Anfiteatro (teatros y salas de conciertos)		
Durante los entreactos	100	200
Salas de cine		
Durante los entreactos	100	200
<i>CULTURA FÍSICA Y DEPORTES</i>		
Boleras	150	-----
Gimnasios	100	300
Tenis cubierto: Entrenamiento	100	150
Competición	300	500
Balonvolea: Entrenamiento	100	200
Competición	300	500
Baloncesto: Entrenamiento	100	200
Competición	300	500
Ping-Pong: Entrenamiento	200	-----
Competición	500	-----
Golf miniatura	100	-----
Velódromo	150	200
Pelota: Entrenamiento	150	-----
Competición	300	-----
Fútbol: Entrenamiento	50	100
Competición	250	500
Piscina: Alumbrado del estanque	100	-----
Cuadrilátero de boxeo: Entrenamiento	300	500
Competición	1500	3000

Tabla 3. 1 Niveles de Iluminación Recomendados para Ciertos Ambientes

3.2.1.3 DETERMINACIÓN DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN Y TIPO DE MONTAJE DE LUMINARIA¹⁹

Sistema de Iluminación

El tipo de sistema de iluminación depende de la actividad que se realiza en la sección que se está analizando, esto se debe a que se requerirá un grado mayor o menor en la distribución del flujo luminoso en dicha sección dependiendo de la actividad, como se observa en la Tabla 3.2.

TIPO DE LUMINARIA	Distribución del flujo luminoso	CARACTERÍSTICAS
	% superior % inferior	
Directa	$\frac{0 - 10}{90 - 100}$ 	Alta eficiencia energética. Posibilita buena uniformidad y balance de claridades en el campo visual. Requiere control de luminancias para minimizar deslumbramiento (directo y reflejado).
Semi-directa	$\frac{10 - 40}{60 - 90}$ 	Similares a tipo directo pero con menor eficiencia energética. La luz reflejada (difusa) suaviza sombras y mejora las relaciones de claridad.
Difusa	$\frac{40 - 60}{40 - 60}$ 	Combinación entre tipos directa y semi-directa pero con menor eficiencia energética. Produce buenas relaciones de claridad y suavizado de sombras. Puede ocasionar deslumbramiento (directo y reflejado) aunque su efecto es compensado por la componente reflejada (difusa).
Directa-Indirecta	$\frac{40 - 60}{40 - 60}$ 	Caso especial del tipo difusa pero con una eficiencia energética un poco mayor. Estas luminarias emiten poco flujo en ángulos próximos a la horizontal lo cual reduce las luminancias en la zona de deslumbramiento directo.

¹⁹ ING. RAITELLI MARIO, Op. Cit.

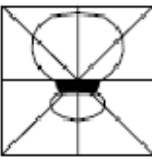
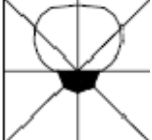
<p>Semi-indirecta</p>		<p>Similares al tipo semi-directo pero con menor eficiencia energética. Las superficies del local deben tener alta reflectancia.</p>
<p>Indirecta</p>		<p>Elimina virtualmente las sombras y el deslumbramiento directo y reflejado pero tiene baja eficiencia energética.</p>

Tabla 3. 2 Tipos de Sistemas de Iluminación

Montaje de la Luminaria

El tipo de montaje de la luminaria dependerá del sistema de iluminación escogido con el fin de aprovechar al máximo los beneficios del mismo. En la Tabla 3.3 se mencionan los principales tipos de montajes utilizados.

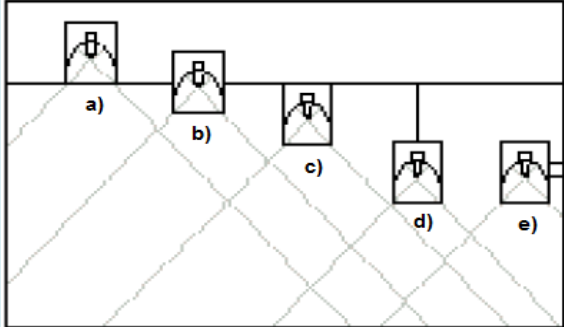
<ul style="list-style-type: none"> a) Empotrado b) Semi-empotrado c) De superficie d) Suspendido e) De pared 	
---	--

Tabla 3. 3 Tipos de Montajes para Luminarias

3.2.1.4 DETERMINACIÓN DEL TIPO DE LUMINARIA

Para determinar el tipo de luminaria que se utilizará se debe tomar en cuenta los ítems anteriormente estudiados, debido a que con estos complementan un correcto diseño de iluminación para así evitar todos los problemas referidos al deslumbramiento, deformidad en la distribución de flujo luminoso, etc. Las principales características de los

distintos tipos de luminarias utilizadas comercialmente se encuentran en la Tabla 3.4.

LÁMPARAS INCANDESCENCIA		
VENTAJAS	INCONVENIENTES	USO RECOMENDADO
Buena reproducción cromática Bajo costo de adquisición Encendido instantáneo Variedad de potencias Facilidad de instalación Apariencia de color cálido	Reducida eficacia luminosa Corta duración Elevada emisión de calor	Alumbrado interior Alumbrado de acentuación Casos especiales de muy buena reproducción cromática
LÁMPARAS FLUORESCENTES LINEALES		
VENTAJAS	INCONVENIENTES	USO RECOMENDADO
Buena eficacia luminosa Larga duración Bajo coste de adquisición Variedad de apariencias de color Distribución luminosa adecuada para utilización en interiores Posibilidad de buena reproducción de colores	Dificultad de control de temperatura de color en las reposiciones. Si no se usan equipos electrónicos puede dar problemas, retardo de estabilización, y otros. Dificultad de lograr contrastes e iluminación de acentuación	Alumbrado interior Con equipos electrónicos: Bajo consumo Aumenta la duración Menor depreciación Ausencia de interferencias y armónicos
LÁMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO A ALTA PRESIÓN		
VENTAJAS	INCONVENIENTES	USO RECOMENDADO
Larga duración Eficacia luminosa Flujo luminoso unitario importante en potencias altas Variedad de potencias Posibilidad de utilizar a doble nivel	En ocasiones, alta radiación ultravioleta Flujo luminoso no instantáneo Depreciación del flujo importante	Alumbrado exterior e industrial En aplicaciones especiales con filtros U.V. Lámparas de color mejorado
LÁMPARAS DE VAPOR DE SODIO DE BAJA PRESIÓN		
VENTAJAS	INCONVENIENTES	USO RECOMENDADO
Excelente eficacia luminosa Larga duración	Flujo luminoso no instantáneo	Alumbrado de seguridad

Reencendidos instantáneos en caliente	Sensibilidad a subtensiones	Alumbrado de túneles
LÁMPARAS DE VAPOR DE SODIO A ALTA PRESIÓN		
VENTAJAS	INCONVENIENTES	USO RECOMENDADO
Muy buena eficacia luminosa Larga duración Aceptable rendimiento en color en tipos especiales Poca depreciación de flujo Posibilidad de reducción de flujo	Mala reproducción cromática estándar Estabilización no instantánea En potencias pequeñas, gran sensibilidad a sobretensión Equipos especiales para reencendido en caliente	Alumbrado exterior Alumbrado interior industrial Alumbrado de túneles
LÁMPARAS DE VAPOR DE SODIO A ALTA PRESIÓN		
VENTAJAS	INCONVENIENTES	USO RECOMENDADO
Muy buena eficacia luminosa Larga duración Aceptable rendimiento en color en tipos especiales Poca depreciación de flujo Posibilidad de reducción de flujo	Mala reproducción cromática en versión estándar Estabilización no instantánea En potencias pequeñas, gran sensibilidad a sobretensión Equipos especiales para reencendido en caliente	Alumbrado exterior Alumbrado interior industrial Alumbrado de túneles

Tabla 3. 4 Tipos de Lámparas y sus Características²⁰

3.2.1.5 DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE RELACIÓN DEL LOCAL (RL)

Para determinar el índice de relación del local se procede a utilizar las fórmulas presentadas en la Tabla 3.5.

Primeramente se procede al reconocimiento de cada uno de los términos de los cuales está formada la ecuación:

***h:** Diferencia entre Altura del Local con Plano de Trabajo y Plano de montaje de luminarias (m)*

²⁰ IVULLO ALEX, LUMINOTECNIAA, Ed. 1, Año 1997, Pág. 19

l: Largo del Local (m)

a: Ancho del Local (m)

<p>Plano de montaje de las luminarias</p> <p>h</p> <p>l</p> <p>Plano de Trabajo</p> <p>a</p>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Directa</i> • <i>Semi-directa</i> • <i>Mixto</i> 	$RL = \frac{l \times a}{h \times (l + a)}$ <p>(Ecuación 3. 1)</p>
	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Indirecta</i> • <i>Semi-directa</i> 	$RL = \frac{3 \times l \times a}{2 \times h \times (l + a)}$ <p>(Ecuación 3. 2)</p>

Tabla 3. 5 Relación del Local según el Sistema de Iluminación

3.2.1.6 DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DEL LOCAL (IL)

El índice del local se establece mediante el índice de relación del local hallado, este valor se encuentra determinado mediante una letra del alfabeto.

En la Tabla 3.6 se muestra el índice del local en función del índice de relación del mismo.

ÍNDICE DEL LOCAL	RELACIÓN DE LOCAL
J	<i>Menos 0.7</i>
I	<i>0.7 – 0.9</i>
H	<i>0.9 – 1.12</i>
G	<i>1.12 – 1.38</i>
F	<i>1.38 – 1.75</i>
E	<i>1.75 – 2.25</i>
D	<i>2.25 – 2.75</i>
C	<i>2.75 – 3.50</i>
B	<i>3.50 – 4.50</i>
A	<i>Más de 4.50</i>

Tabla 3. 6 Índice del Local en función de la Relación del Local

3.2.1.7 DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES DE REFLEXIÓN DE TECHO Y PAREDES

Estos valores son determinados de acuerdo a la Tabla 3.7, y dependen fundamentalmente del color y material del techo y las paredes del local a ser iluminado.

COLOR	REFLEXIÓN %	COLOR	REFLEXIÓN %
<i>Blanco</i>	70 – 75	<i>Revoque claro</i>	35 – 55
<i>Crema claro</i>	70 – 80	<i>Revoque oscuro</i>	20 – 30
<i>Amarillo claro</i>	50 – 70	<i>Hormigón claro</i>	30 – 50
<i>Verde claro</i>	45 – 70	<i>Hormigón oscuro</i>	15 – 25
<i>Gris claro</i>	45 – 70	<i>Ladrillo claro</i>	30 – 40
<i>Celeste claro</i>	50 – 70	<i>Ladrillo oscuro</i>	15 – 25
<i>Rosa claro</i>	45 – 70	<i>Mármol blanco</i>	60 – 70
<i>Marrón claro</i>	30 – 50	<i>Granito</i>	15 – 25
<i>Negro</i>	4 – 6	<i>Madera clara</i>	30 – 50
<i>Gris oscuro</i>	10 – 20	<i>Madera oscura</i>	10 – 25
<i>Amarillo Oscuro</i>	40 – 50	<i>Vidrio plateado</i>	80 – 90
<i>Verde Oscuro</i>	10 – 20	<i>Aluminio mate</i>	55 – 60
<i>Azul Oscuro</i>	10 – 20	<i>Aluminio pulido</i>	80 – 90
<i>Rojo oscuro</i>	10 – 20	<i>Acero pulido</i>	55 – 65

Tabla 3. 7 Factores de Reflexión de Techos y Paredes²¹

3.2.1.8 DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN (CU)

Se debe tener en cuenta el hecho de que de la salida total en Lúmenes de la Luminaria escogida, sólo una pequeña porción de su flujo luminoso llega al plano de trabajo. Este factor se ve afectado por características tales como forma y dimensiones del cuarto, color de paredes y techo (determinados con anterioridad).

²¹ LASZLO CARLOS, MANUAL DE LUMINOTECNIA, Ed. 1, Año 2005, Pág. 11

Una vez determinado el tipo de luminaria, el factor de reflexión de techo y el factor de reflexión de paredes del local, el coeficiente de utilización se encontrará en el Anexo B, según sea el caso.

3.2.1.9 DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE CONSERVACIÓN (CC)

Este valor se determina en las Tablas 3.8, 3.9, 3.10 ó 3.11 según sea el caso, el cual depende de los mismos factores del coeficiente de utilización.

3.2.1.10 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE LÁMPARAS

Este valor es determinado de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\text{Numero de lámparas}_{\text{Calculado}} = \frac{\text{Nivel de iluminación (lux)} \times \text{Area}}{\frac{\text{lúmenes}}{\text{lámpara}} \times \text{CU} \times \text{CC}}$$

(Ecuación 3. 3)

Para el desarrollo de esta fórmula se debe haber escogido el tipo de luminaria comercial con anterioridad, con el fin de conocer el número de lúmenes por lámpara.

Una vez calculado el número de lámparas, se deberá analizar si dicho valor acoge los requerimientos de diseño adecuados para la iluminación del ambiente, caso contrario, se debe aproximar esta cifra a un valor que cumpla con el objetivo, el cual será denominado *Número de lámparas escogido*.

$$\text{Numero de lámparas}_{\text{Calculado}} \sim \text{Numero de lámparas}_{\text{Escogido}}$$

(Ecuación 3. 4)

3.2.1.11 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE LUMINARIAS

Este factor depende principalmente del tipo de luminaria comercial escogido, ya que ésta puede contener varias lámparas en su interior.

Para determinar el número de luminarias se debe desarrollar la siguiente fórmula:

$$\text{Número de luminarias} = \frac{\text{Número de lámparas escogido}}{\frac{\text{Num. de lámparas}}{\text{luminarias}}}$$

(Ecuación 3. 5)

3.2.1.12 DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS

Para la distribución de luminarias se debe conocer los requerimientos en las distancias para que haya una distribución uniforme, dichos requerimientos se muestran en la Figura 3.1.

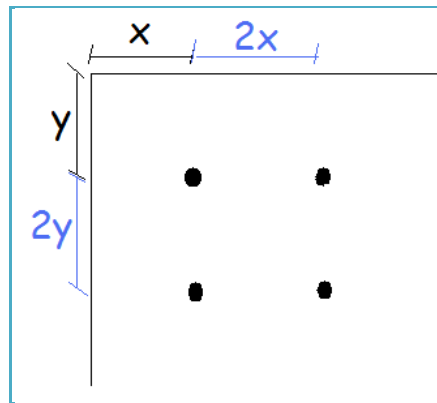


Figura 3. 1 Distribución de Luminarias

En donde,

$$2x < a \times H$$

(Ecuación 3. 6)

$$2y < a \times H$$

(Ecuación 3. 7)

Para determinar el valor de **a**, se debe recurrir a las Tablas 3.8, 3.9, 3.10 ó 3.11, según sea el caso, contenida en la columna *Distancia entre luminarias inferior a*.

Una vez determinado el valor de **a**, se procede al cálculo de **x** e **y** que representan la distancia entre luminaria y pared, el doble producto de **x** y el doble producto de **y** que representa la distancia entre luminarias en el eje XY.

Cálculo Real:

Se desarrolla una vez conocido el número de luminarias que tendrá la sección, dependiendo de la distribución que se desea brindar para el ambiente analizada. Se crea de este modo una forma de matriz con las luminarias.

Para el desarrollo de este apartado se debe recurrir a las medidas y levantamiento arquitectónico realizado en la primera parte del diseño, el largo y el ancho de la sección se iguala a la suma de X y a la suma de Y.

La ecuación formada con estos términos se debe despejar para encontrar los valores de X e Y, los cuales deben ser aproximados a los encontrados anteriormente para cubrir con las especificaciones de diseño.

3.2.2 DESARROLLO DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN DE AMBIENTES INTERIORES

Una vez analizado el método general, se procede a aplicarlo (con fines didácticos) a un ambiente del establecimiento.

CASO TIPO: ILUMINACIÓN DE BAR ESTUDIANTIL

Esta dependencia se encuentra ubicada en la primera planta del Edificio Administrativo.

Una vez realizado el levantamiento arquitectónico de la Institución, las medidas determinadas para el local tomado como ejemplo son las siguientes:

<i>Largo:</i>	6 metros
<i>Ancho:</i>	5 metros
<i>Altura:</i>	2.5 metros

Una vez determinadas las medidas del ambiente a iluminarse, se procede a definir el tipo de actividad que se realiza en el mismo, siendo ésta la Venta de comida a estudiantes.

Dicha actividad puntualiza el nivel de iluminación óptimo para el ambiente, el cual se especifica en la Tabla 3.1.

Nivel de iluminación escogido: **300 luxes**

Una vez observadas las características de los tipos de Sistemas de Iluminación de la Tabla 3.2 y los Tipos de Montaje de las Luminarias según la Tabla 3.3 se ha escogido:

<i>Sistema de iluminación:</i>	Directo
<i>Tipo de montaje de luminaria:</i>	Semi-empotrado

El siguiente paso para el diseño de iluminación de este ambiente se enfoca en la determinación del tipo de lámpara, para lo cual se ha analizado a detalle la Tabla 3.4, siendo la opción óptima por sus características particulares:

Tipo de Lámpara: **Fluorescente**

Siguiendo los pasos del método general se prosigue con el cálculo del Índice de Relación del Local, desarrollando la Ecuación 3.1 que relaciona el Sistema de Iluminación elegido, que se encuentra en la Tabla 3.5.

Se sigue con el desarrollo de términos desconocidos, que resulta:

$$h = \text{altura del local} - 0.85$$

$$h = 2.5 - 0.85$$

$$h = 1.65 \text{ metros}$$

Para finalizar se ha encontrado los términos de la Ecuación 3.1:

$$h = 1.65 \text{ metros}$$

$$l = 6 \text{ metros}$$

$$a = 5 \text{ metros}$$

Reemplazando valores:

$$RL = \frac{6m \times 5m}{1.65 \times (6m + 5m)}$$

$$RL: \boxed{1.6528}$$

Una vez especificado el Índice de Relación del Local (RL) se determina el Índice del Local (IL) mediante la Tabla 3.6, resultando:

$$IL \longrightarrow F$$

Para el siguiente paso del diseño de iluminación es necesario conocer las características físicas del techo y paredes de este ambiente, debido a que define el factor de reflexión de los mismos, para lo cual se acude a la Tabla 3.7, dando como resultado:

<i>Color del techo:</i>	Blanco	<i>Factor de Reflexión del techo:</i>	70 %
<i>Color de pared:</i>	Blanco	<i>Factor de Reflexión de pared:</i>	50 %

El Tipo de Luminaria, el índice del Local (IL), el factor de reflexión del techo y el factor de reflexión de las paredes encontrados se han definido con el propósito de relacionarse en conjunto para establecer el coeficiente de utilización (CU), para lo cual se acude a la Tabla 3.11, siendo la Tabla que contiene cada uno de estos términos.

$$CU: \boxed{0.46}$$

Para determinar el siguiente término, coeficiente de conservación (CC), que requiere el diseño, se procede a verificar la Tabla 3.11.

Se toma en cuenta la actividad que se realiza en el ambiente interior, en este caso se analiza un Local de Venta de Alimentos, por lo tanto el ambiente tiene un coeficiente de conservación BUENO resultando:

$$CC: \boxed{0.7}$$

Una vez definido el Coeficiente de conservación, se continúa con el cálculo del número de lámparas para este ambiente, mediante el desarrollo de la Ecuación 3.3.

Se ha escogido lámparas que tienen un flujo luminoso de 4000 lúmenes por lámpara, cada uno de los términos de la fórmula se han ido definiendo conforme se avanzó con el método, por lo tanto:

$$\text{Numero de lámparas}_{\text{calculado}} = \frac{300 \text{ luxes} \times (6 \times 5)}{4000 \times 0.46 \times 0.7}$$

$$\text{Número de lámparas calculado: } \boxed{6.9875 \text{ lámparas}}$$

Se observa que el número de lámparas calculado no cumpliría con las exigencias de un diseño distribuido uniforme de luminarias en el ambiente, para lo cual se aproxima a una cifra que se pueda acoger a estas exigencias:

$$\therefore \text{Número de lámparas escogido: } \boxed{8 \text{ lámparas}}$$

Una vez hallado el número de lámparas que requiere el diseño para distribuir uniformemente el flujo luminoso en el Local, se continúa con el cálculo de luminarias que habrá en el ambiente. Se ha determinado que se utilizarán luminarias que contengan en su interior dos lámparas, por lo tanto se procede a desarrollar la Ecuación 3.5, reemplazando valores:

$$\text{Número de luminarias} = \frac{8}{2}$$

Número de luminarias: **4 luminarias**

Una vez establecido que con cuatro luminarias se logrará iluminar satisfactoriamente el ambiente, se prosigue a definir la ubicación en la que serán colocadas para lo cual se debe determinar la distancia que tendrán tanto con la pared como la distancia entre ellas, para lo cual se desarrollan la Ecuación 3.6 y Ecuación 3.7.

Se define cada uno de los términos para la ecuación:

<i>a</i> :	1.2
<i>H</i> :	1.65 metros

Reemplazando los valores, se dan los siguientes resultados:

- Distancia entre luminarias

$$2x < 1.2 \times 1.65$$

$$2x < 1.98$$

$$2y < 1.2 \times 1.65$$

$$2y < 1.98$$

- Distancia entre pared - luminaria

$$x < \frac{a \times H}{2}$$

$$x < 0.99$$

$$y < \frac{a \times H}{2}$$

$$y < 0.99$$

Cálculo Real:

Se escoge que tipo de distribución se hará de las luminarias, en este caso se ha escogido una distribución de 2 filas por 2 columnas.

Número de filas:	2
Número de columnas:	2

Por lo tanto la distribución de luminarias sería de la siguiente forma:

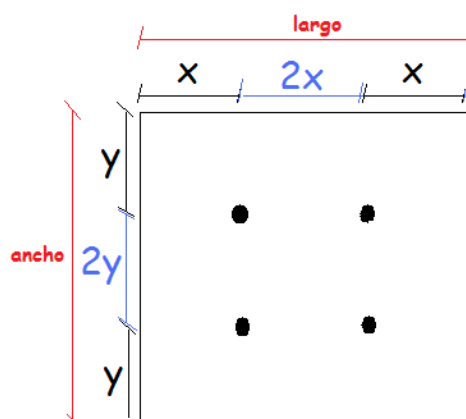


Figura 3. 2 Distancias para cálculo de luminarias

Sumando las X e Y resulta:

Largo:	4x
Ancho:	4y

Por lo tanto se prosigue con la definición de X e Y mediante la igualdad de las ecuaciones al valor del largo y ancho del ambiente:

- *Cálculo de X*

$$largo = 4x$$

$$x = \frac{largo}{4}$$

$$x = \frac{6}{4}$$

$$x = 1.5 \text{ metros}$$

$$2x = 3 \text{ metros}$$

- *Cálculo de Y*

$$\text{ancho} = 4y$$

$$y = \frac{5}{4}$$

$$y = 1.25 \text{ metros}$$

$$2y = 2.5 \text{ metros}$$

RESULTADO FINAL:

La distribución de las luminarias correcta de las luminarias se muestra en la Figura 3.2, siendo la fase final del método general.

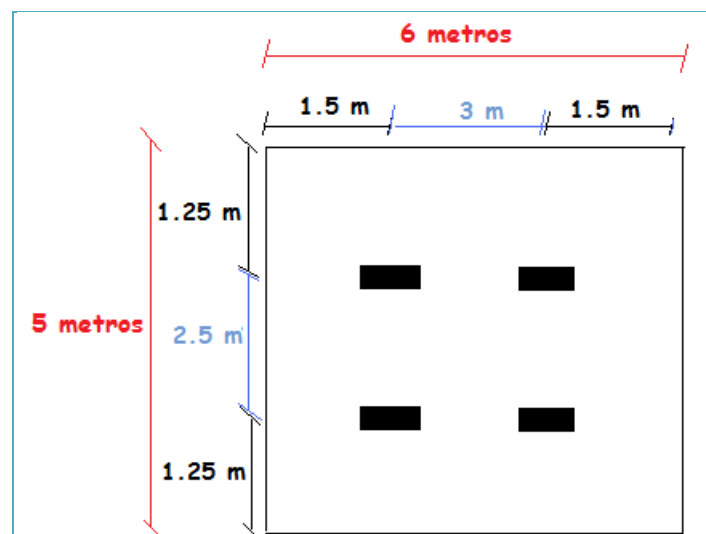


Figura 3. 3 Distribución Luminarias del Bar Estudiantil

Los resultados totales del diseño del Sistema de Iluminación para ambientes interiores se encuentran en el apartado 3.1.3 de este capítulo. La distribución de las luminarias para las secciones de la Institución Educativa que se rigen a este tipo de iluminación se expone en los planos que conforman el Anexo C.

3.2.3 TABLAS DE RESULTADOS TOTALES DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN DE AMBIENTES INTERIORES

CÁLCULOS DE ILUMINACIÓN - EDIFICIO ADMINISTRATIVO

LOCAL						Nivel de iluminación escogido (lux)	LUMINARIAS			CÁLCULOS				Número de lámparas escogidas
No.	DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES					Tipo	Potencia (w)	Flujo (lm)	Relación del local	CU	CC	Número de lámparas calculadas	
		a(m)	l(m)	h(m)	H(m)									
1	Bar Estudiantil	5	6	2,5	1,65	300	Fluorescente	44	4000	1,652892562	0,46	0,7	6,98757764	8
2	Oficina CECAFEM	2,5	3	2,5	1,65	700	Fluorescente	44	4000	0,826446281	0,33	0,7	5,681818182	6
3	Información	2,5	3	2,5	1,65	700	Fluorescente	44	4000	0,826446281	0,33	0,7	5,681818182	6
4	Asociación de Profesores y Empleados	5	7	2,5	1,65	1000	Fluorescente	44	4000	1,767676768	0,5	0,7	25	26
5	Bodega	2,5	3,75	2,5	1,45	200	Fluorescente	44	4000	1,034482759	0,38	0,5	2,467105263	2
6	Pasillo Principal	2,5	5	2,5	1,65	400	Fluorescente	44	4000	1,01010101	0,38	0,7	4,69924812	4
7	Proveeduría, Contabilidad y Colecturía	7	7	2,5	1,65	1000	Fluorescente	44	4000	2,121212121	0,46	0,7	38,04347826	38
8	Laboratorio de Computación	7	9	2,5	1,65	700	Fluorescente	44	4000	2,386363636	0,49	0,7	32,14285714	32
9	Pasillo Principal	4,75	2,5	2,5	1,65	400	Fluorescente	44	4000	0,992685475	0,38	0,7	4,464285714	4
10	Pasillo Horizontal	2	2,5	2,5	1,65	400	Fluorescente	44	4000	0,673400673	0,26	0,7	2,747252747	2
11	Centro de Cómputo de Calificaciones	2,75	6	2,5	1,65	700	Fluorescente	44	4000	1,142857143	0,38	0,7	10,85526316	12
12	Planificación	2,75	6	2,5	1,65	700	Fluorescente	44	4000	1,142857143	0,38	0,7	10,85526316	12
13	S.S.H.H.	2,75	2	2,5	1,65	200	Incandescente	100	1500	0,701754386	0,41	0,8	2,235772358	2
14	Tutoría	2,75	2,5	2,5	1,65	700	Fluorescente	44	4000	0,793650794	0,29	0,7	5,926724138	6
15	Secretaría General	2,75	4,5	2,5	1,65	700	Fluorescente	44	4000	1,034482759	0,33	0,7	9,375	10

16	Vicerrectorado	2,75	7	2,5	1,65	700	Fluorescente	44	4000	1,196581197	0,38	0,7	12,66447368	12
17	Rectorado	4	6	2,5	1,65	700	Fluorescente	44	4000	1,454545455	0,41	0,7	14,63414634	14
18	Pasillo Principal	4,75	3,5	2,5	1,65	400	Fluorescente	44	4000	1,221303949	0,42	0,7	5,654761905	6
19	Pasillo Horizontal	1,5	11,5	2,5	1,65	400	Fluorescente	44	4000	0,785123967	0,33	0,7	7,467532468	8
20	Pasillo Vertical 1	2,75	1	2,5	1,65	400	Fluorescente	44	4000	0,444444444	0,26	0,7	1,510989011	2
21	Pasillo Vertical 2	2,75	1	2,5	1,65	400	Fluorescente	44	4000	0,444444444	0,26	0,7	1,510989011	2
22	Laboratorio de Secretariado	7	6,5	2,5	1,65	700	Fluorescente	44	4000	2,042648709	0,5	0,7	22,75	22
23	S.S.H.H.	2,25	2	2,5	1,65	200	Incandescente	100	1500	0,64171123	0,36	0,8	2,083333333	2
24	Tutoría	2,25	2	2,5	1,65	700	Fluorescente	44	4000	0,64171123	0,26	0,7	4,326923077	4
25	1ero Bachillerato Industria del Vestido	3,25	6,25	2,5	1,65	700	Fluorescente	44	4000	1,29585327	0,42	0,7	12,09077381	12
26	1ero Bachillerato Ciencias	3,5	7	2,5	1,65	700	Fluorescente	44	4000	1,414141414	0,46	0,7	13,31521739	14
27	2do Bachillerato Turismo	3,5	7	2,5	1,65	700	Fluorescente	44	4000	1,414141414	0,46	0,7	13,31521739	14
28	Pasillo Horizontal	1,5	7,5	2,5	1,65	400	Fluorescente	44	4000	0,757575758	0,33	0,7	4,87012987	6
29	Pasillo Vertical	3,25	1,25	2,5	1,65	400	Fluorescente	44	4000	0,547138047	0,26	0,7	2,232142857	2

Tabla 3. 8 Cálculos para el Sistema de Iluminación Edificio Administrativo

CÁLCULOS DE ILUMINACIÓN – EDIFICIO PARABOLOIDE

LOCAL						Nivel de iluminación escogido (lux)	LUMINARIAS			CÁLCULOS			Número de lámparas escogidas	
No.	DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES					Tipo	Potencia (w)	Flujo (lm)	Relación del local	CU	CC		Número de lámparas calculadas
		a(m)	l(m)	h(m)	H(m)									
1	Taller de Manualidades	10	4	2,5	1,65	1000	Fluorescente	44	4000	1,731601732	0,41	0,7	34,84320557	36
2	Bodega de Proveeduría	10	4	2,5	1,45	200	Fluorescente	44	4000	1,97044335	0,46	0,5	8,695652174	8
3	Audiovisuales	10	10,5	2,5	1,65	700	Fluorescente	44	4000	3,10421286	0,52	0,7	50,48076923	50
4	Oficina de Audiovisuales	2,5	7,5	2,5	1,65	700	Fluorescente	44	4000	1,136363636	0,38	0,7	12,33552632	12
5	Bar del Personal	6	11	2,5	1,65	300	Fluorescente	44	4000	2,352941176	0,49	0,7	14,43148688	14
6	Taller de Artes Gráficas	7,5	18,5	2,5	1,65	1000	Fluorescente	44	4000	3,234265734	0,54	0,7	91,76587302	92
7	Pasillo	3	7,5	2,5	1,65	400	Fluorescente	44	4000	1,298701299	0,38	0,7	8,458646617	8
8	S.S.H.H.	4,5	3,5	3,5	1,65	200	Fluorescente	44	4000	1,193181818	0,42	0,75	2,5	2
9	Biblioteca	10	18,5	3,5	1,65	1000	Fluorescente	44	4000	3,934077618	0,6	0,75	102,7777778	102
10	Pendiente	4	7,5	3,5	1,65	700	Fluorescente	44	4000	1,581027668	0,46	0,75	15,2173913	16
11	Sala de Trabajo del Personal	4	6	3,5	1,65	700	Fluorescente	44	4000	1,454545455	0,46	0,75	12,17391304	12
12	Sala de Egresados	3	4	3,5	1,65	700	Fluorescente	44	4000	1,038961039	0,36	0,75	7,777777778	8
13	Cooperativa Estudiantil	7,5	7,5	3,5	1,65	1000	Fluorescente	44	4000	2,272727273	0,53	0,7	37,90431267	38
14	Bodega de Departamento	3,75	3,68	3,5	1,65	200	Fluorescente	44	4000	1,125657653	0,42	0,5	3,285714286	4

	Médico													
15	Departamento Dental	3,75	3,68	3,5	1,65	700	Fluorescente	44	4000	1,125657653	0,42	0,7	8,214285714	8
16	Sala de Espera	3,75	3,63	3,5	1,65	700	Fluorescente	44	4000	1,117886179	0,36	0,75	8,822916667	10
17	Departamento Médico	3,75	3,63	3,5	1,65	700	Fluorescente	44	4000	1,117886179	0,38	0,7	8,955592105	10
18	Sala de Reposo	7,5	3,66	3,5	1,65	300	Fluorescente	44	4000	1,490713587	0,46	0,75	5,967391304	6
19	Pasillo Principal	3	3,5	3,5	1,65	400	Fluorescente	44	4000	0,979020979	0,33	0,7	4,545454545	4
20	Pasillo Vertical	4	1,5	3,5	1,65	400	Fluorescente	44	4000	0,661157025	0,22	0,7	3,896103896	4

Tabla 3. 9 Cálculos para el Sistema de Iluminación Edificio Paraboloide

CÁLCULOS DE ILUMINACIÓN - EDIFICIO LABORATORIOS Y TALLERES

LOCAL					Nivel de iluminación escogido (lux)	LUMINARIAS			CÁLCULOS				Número de lámparas escogidas	
No.	DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES				Tipo	Potencia (w)	Flujo (lm)	Relación del local	CU	CC	Número de lámparas calculadas		
		a(m)	l(m)	h(m)	H(m)									
1	Bodega	9,5	3	3,5	1,65	200	Fluorescente	44	4000	1,381818182	0,46	0,5	6,195652174	6
2	Laboratorio de Computación I	9,5	8	3,5	1,65	700	Fluorescente	44	4000	2,632034632	0,54	0,75	32,83950617	34
3	Laboratorio de Computación II	9,5	8	3,5	1,65	700	Fluorescente	44	4000	2,632034632	0,54	0,75	32,83950617	34
4	Bodega	4,75	2	3,5	1,65	200	Fluorescente	44	4000	0,852974186	0,33	0,5	2,878787879	4
5	Bodega	4,75	2	3,5	1,65	200	Fluorescente	44	4000	0,852974186	0,33	0,5	2,878787879	4
6	Taller de Serigrafía	10,5	5,5	3,5	1,65	700	Fluorescente	44	4000	2,1875	0,5	0,7	28,875	30
7	Taller de la Industria del Vestido	10,5	11	3,5	1,65	700	Fluorescente	44	4000	3,255813953	0,54	0,7	53,47222222	54
8	Laboratorio de Inglés	10,5	8	3,5	1,65	700	Fluorescente	44	4000	2,751842752	0,54	0,7	38,88888889	40
9	Pasillo	4	21	3,5	1,65	400	Fluorescente	44	4000	2,036363636	0,46	0,7	26,08695652	26

Tabla 3. 10 Cálculos para el Sistema de Iluminación Edificio Laboratorios y Talleres

CÁLCULOS DE ILUMINACIÓN – EDIFICIO CENTRAL I

LOCAL						Nivel de iluminación escogido (lux)	LUMINARIAS			CÁLCULOS				Número de lámparas escogidas
No.	DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES					Tipo	Potencia (w)	Flujo (lm)	Relación del local	CU	CC	Número de lámparas calculadas	
		a(m)	l(m)	h(m)	H(m)									
1	8vo de Básica "D"	5,5	7,5	2,5	1,65	700	Fluorescente	44	4000	1,923076923	0,5	0,7	20,625	20
2	8vo de Básica "C"	9	5,5	2,5	1,65	700	Fluorescente	44	4000	2,068965517	0,5	0,7	24,75	24
3	S.S.H.H.	4	5,5	2,5	1,65	200	Incandescente	100	1500	1,403508772	0,62	0,8	5,913978495	6
4	8vo de Básica "B"	9	5,5	2,5	1,65	700	Fluorescente	44	4000	2,068965517	0,5	0,7	24,75	24
5	8vo de Básica "A"	7,5	7,5	2,5	1,65	700	Fluorescente	44	4000	2,272727273	0,53	0,7	26,53301887	26
6	Pasillo Horizontal	2	9,5	2,5	1,65	400	Fluorescente	44	4000	1,001317523	0,38	0,7	7,142857143	8
7	Pasillo Vertical	14	2	2,5	1,65	400	Fluorescente	44	4000	1,060606061	0,38	0,7	10,52631579	10
8	9no de Básica "B"	5,5	7,5	2,5	1,65	700	Fluorescente	44	4000	1,923076923	0,5	0,7	20,625	20
9	9no de Básica "A"	9	5,5	2,5	1,65	700	Fluorescente	44	4000	2,068965517	0,5	0,7	24,75	24
10	S.S.H.H.	4	5,5	2,5	1,65	200	Incandescente	100	1500	1,403508772	0,61	0,8	6,010928962	6
11	8vo de Básica "E"	9	5,5	2,5	1,65	700	Fluorescente	44	4000	2,068965517	0,5	0,7	24,75	24
12	8vo de Básica "F"	7,5	7,5	2,5	1,65	700	Fluorescente	44	4000	2,272727273	0,53	0,7	26,53301887	26
13	Pasillo Horizontal	2	9,5	2,5	1,65	400	Fluorescente	44	4000	1,001317523	0,38	0,7	7,142857143	8
14	Pasillo Vertical	14	2	2,5	1,65	400	Fluorescente	44	4000	1,060606061	0,38	0,7	10,52631579	10

15	9no de Básica "A"	5,5	7,5	2,5	1,65	700	Fluorescente	44	4000	1,923076923	0,5	0,7	20,625	20
16	9no de Básica "B"	9	5,5	2,5	1,65	700	Fluorescente	44	4000	2,068965517	0,5	0,7	24,75	24
17	S.S.H.H.	4	5,5	2,5	1,65	200	Incandescente	100	1500	1,403508772	0,62	0,8	5,913978495	6
18	9no de Básica "E"	9	5,5	2,5	1,65	700	Fluorescente	44	4000	2,068965517	0,5	0,7	24,75	24
19	10mo de Básica "D"	7,5	7,5	2,5	1,65	700	Fluorescente	44	4000	2,272727273	0,53	0,7	26,53301887	26
20	Pasillo Horizontal	2	9,5	2,5	1,65	400	Fluorescente	44	4000	1,001317523	0,38	0,7	7,142857143	8
21	Pasillo Vertical	14	2	2,5	1,65	400	Fluorescente	44	4000	1,060606061	0,38	0,7	10,52631579	10

Tabla 3. 11 Cálculos para el Sistema de Iluminación Edificio Central I

CÁLCULOS DE ILUMINACIÓN – EDIFICIO CENTRAL II

LOCAL						Nivel de iluminación escogido (lux)	LUMINARIAS			CÁLCULOS			Número de lámparas escogidas	
No.	DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES					Tipo	Potencia (w)	Flujo (lm)	Relación del local	CU	CC		Número de lámparas calculadas
		a(m)	l(m)	h(m)	H(m)									
1	Auditorio	9	11	3,5	2.65	1000	Incandescente	100	1500	1,867924528	0,67	0,8	123,1343284	124
2	S.S.H.H.	3	4	2,5	1,65	200	Incandescente	100	1500	1,038961039	0,52	0,8	3,846153846	4
3	2do Bachillerato Secretariado "A"	7	3,5	2,5	1,65	700	Fluorescente	44	4000	1,414141414	0,46	0,7	13,31521739	14
4	Tutoría	6	3	2,5	1,65	700	Fluorescente	44	4000	1,212121212	0,42	0,7	10,71428571	10
5	2do Bachillerato Turismo	8	4	2,5	1,65	700	Fluorescente	44	4000	1,616161616	0,46	0,7	17,39130435	18
6	Pasillo Horizontal	2	17,25	2,5	1,65	400	Fluorescente	44	4000	1,086186541	0,38	0,7	12,96992481	14
7	Pasillo Vertical 2	2	1,5	2,5	1,65	400	Fluorescente	44	4000	0,519480519	0,26	0,7	1,648351648	2
8	Coordinación Institucional	5,5	5,25	2,5	1,65	700	Fluorescente	44	4000	1,627906977	0,46	0,7	15,69293478	16
9	Sala de Profesores	7	5,25	2,5	1,65	1000	Fluorescente	44	4000	1,818181818	0,5	0,7	26,25	26
10	Tutoría	3	3	2,5	1,65	700	Fluorescente	44	4000	0,909090909	0,38	0,7	5,921052632	6
11	2do Bachillerato Contabilidad "A"	8	5,5	2,5	1,65	700	Fluorescente	44	4000	1,975308642	0,5	0,7	22	22

CAPÍTULO III - DISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN

12	3ero Bachillerato Secretariado "A"	8	5,5	2,5	1,45	700	Fluorescente	44	4000	1,975308642	0,5	0,7	22	22
13	Bodega de Coordinación Institucional	2,5	3	2,5	1,65	200	Fluorescente	44	4000	0,940438871	0,38	0,7	1,409774436	2
14	Laboratorio de Ciencias	5	8	2,5	1,65	700	Fluorescente	44	4000	1,864801865	0,5	0,7	20	20
15	Tutoría	3	2	2,5	1,65	700	Fluorescente	44	4000	0,727272727	0,33	0,7	4,545454545	4
16	Pasillo Horizontal 1	2	18,3	2,5	1,65	400	Fluorescente	44	4000	1,092700403	0,38	0,7	13,7593985	14
17	Pasillo Horizontal 2	4,5	4,5	2,5	1,65	400	Fluorescente	44	4000	1,363636364	0,42	0,7	6,887755102	8
18	Pasillo Vertical	15	2	2,5	1,65	400	Fluorescente	44	4000	1,069518717	0,38	0,7	11,27819549	12
19	Tutoría	2	3	2,5	1,65	700	Fluorescente	44	4000	0,727272727	0,33	0,7	4,545454545	4
20	1ero Bachillerato Secretariado "A"	6	5,5	2,5	1,65	700	Fluorescente	44	4000	1,739130435	0,46	0,7	17,93478261	18
21	3ero Bachillerato Contabilidad "C"	6	5	2,5	1,65	700	Fluorescente	44	4000	1,652892562	0,46	0,7	16,30434783	16
22	S.S.H.H.	3	4	2,5	1,65	200	Incandescente	100	1500	1,038961039	0,38	0,8	5,263157895	6
23	3ero Bachillerato Contabilidad "B"	8	5,5	2,5	1,65	700	Fluorescente	44	4000	1,975308642	0,5	0,7	22	22
24	3ero Bachillerato Contabilidad "A"	8	5,5	2,5	1,65	700	Fluorescente	44	4000	1,975308642	0,5	0,7	22	22
25	Tutoría	3	2	2,5	1,65	700	Fluorescente	44	4000	0,727272727	0,33	0,7	4,545454545	4

26	Pasillo Vertical	19	2	2,5	1,65	400	Fluorescente	44	4000	1,096681097	0,38	0,7	14,28571429	14
27	Pasillo Horizontal	4	3.5	2.5	1.65	400	Fluorescente	44	4000	1,131313131	0.42	0.7	4,761904762	4
28	2do Bachillerato Contabilidad "C"	8	5,5	2,5	1,65	700	Fluorescente	44	4000	1,975308642	0,5	0,7	22	22
29	2do Bachillerato Contabilidad "D"	8	5,5	2,5	1,65	700	Fluorescente	44	4000	1,975308642	0,5	0,7	22	22
30	Tutoría	3	2	2,5	1,65	700	Fluorescente	44	4000	0,727272727	0,33	0,7	4,545454545	4
31	Pasillo Vertical	17	2	2,5	1,65	400	Fluorescente	44	4000	1,084529506	0,38	0,7	12,78195489	12

Tabla 3. 12 Cálculos para el Sistema de Iluminación Edificio Central II

CÁLCULOS DE ILUMINACIÓN – ZONAS CERRADAS

LOCAL						Nivel de iluminación escogido (lux)	LUMINARIAS			CÁLCULOS			Número de lámparas escogidas
No.	DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES					Tipo	Potencia (w)	Flujo (lm)	Relación del local	CU	CC	
		a(m)	l(m)	h(m)	H(m)								
1	Sala de uso múltiple	35	45	11	9.5	Vapor de Sodio de Alta Presión	400	50000	2,072368421	0,67	0,75	94,02985075	94
2	Piscina	18	34,5	7,5	7.5	Vapor de Sodio de Alta Presión	250	30000	1,577142857	0,62	0,75	22,25806452	22

Tabla 3. 13 Cálculos para el Sistema de Iluminación Zonas Cerradas

3.3 DISEÑO DE ILUMINACIÓN DE AMBIENTES EXTERIORES

3.3.1 PATIOS – PARQUEADEROS

3.3.1.1 MÉTODO GENERAL

3.3.1.1.1 DETERMINACIÓN DE MEDIDAS Y CARACTERÍSTICAS ARQUITECTÓNICAS

En el primer paso para el diseño de iluminación de exteriores de este tipo, se debe detallar las medidas arquitectónicas de la sección que se desea iluminar.

- Largo
- Ancho

3.3.1.1.2 DETERMINACIÓN DEL TIPO DE TRÁFICO PEATONAL Y VEHICULAR

Tráfico Peatonal

Para determinar el tipo de tráfico peatonal se procede a cuantificar aproximadamente el número de peatones que circulan por el lugar, dependiendo la actividad que se realice en dicho lugar será mayor o menor el flujo peatonal.

Para clasificar el tipo de tráfico peatonal se acude a la Tabla 3.18.

TRÁFICO PEATONAL	CARACTERÍSTICAS
<i>Tráfico ligero o sin peatones</i>	Carreteras, calles elevadas, carreteras de campo, autopistas, etc.
<i>Tráfico medio de peatones</i>	Calles de barrios comerciales de 2do. orden, calles industriales, etc.
<i>Tráfico pesado de peatones</i>	Barrios comerciales, etc.

Tabla 3. 14 Tipos de Tráfico Peatonal

Tráfico Vehicular

La cuantificación del tráfico vehicular que circula durante una hora a través del lugar que se está analizando permite identificar el tipo nivel vehicular existente, para lo cual se verifica la Tabla 3.19.

TRÁFICO VEHICULAR	VEHÍCULOS POR HORA
<i>Tráfico muy ligero</i>	<150
<i>Tráfico ligero</i>	150 a 500
<i>Tráfico medio</i>	500 a 1200
<i>Tráfico pesado</i>	1200 a 2400
<i>Tráfico muy pesado</i>	2400 a 4000
<i>Tráfico máximo</i>	>4000

Tabla 3. 15 Tipos de Tráfico Vehicular

3.3.1.1.3 DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE ILUMINACIÓN (MÉTODO APROXIMADO)

La determinación del Nivel de Iluminación está directamente relacionada con el nivel de tráfico peatonal y vehicular existente en el exterior que se está analizando, debido a que dependiendo del nivel de los mismos, la distribución de flujo luminoso debe ser mayor o menor.

Para verificar el número de Luxes exacto que debe tener el exterior para asegurar las exigencias de iluminación se debe acudir a la Tabla 3.20.

TRÁFICO PEATONAL	TRÁFICO VEHICULAR			
	<i>Muy ligero</i>	<i>Ligero</i>	<i>Medio</i>	<i>Pesado</i>
<i>Pesado</i>	9	12	15	18
<i>Medio</i>	6	9	12	15
<i>Ligero o nulo</i>	3	6	9	12

Tabla 3. 16 Nivel de Iluminación según el Nivel de Tráfico Vehicular – Peonato

3.3.1.1.4 DETERMINACIÓN DE LA FORMA DE DISTRIBUCIÓN DEL FLUJO

Para escoger la forma de distribución del flujo de la luminaria se debe verificar las características propias de cada distribución, las cuales deben cumplir con las exigencias que se desea en el exterior, las mismas se muestran en la Tabla 3.21.

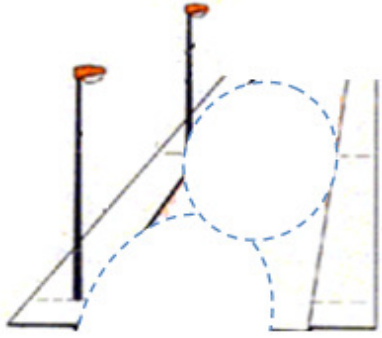
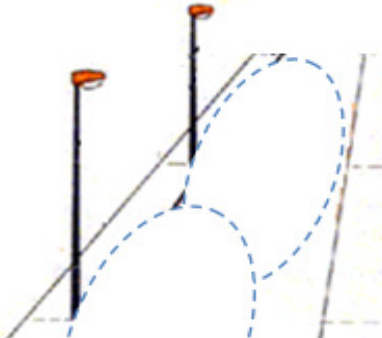
<p style="text-align: center;">SIMÉTRICA</p> <p style="text-align: center;"><i>Distribución del flujo en forma circular.</i></p> <p style="text-align: center;"><i>Distancia entre postes es menor.</i></p>	
<p style="text-align: center;">ASIMÉTRICA</p> <p style="text-align: center;"><i>Distribución del flujo en forma elíptica.</i></p> <p style="text-align: center;"><i>Distancia entre postes es mayor.</i></p>	

Tabla 3. 17 Distribución del Flujo Luminoso

3.3.1.1.5 DETERMINACIÓN DEL TIPO DE LÁMPARA

Para determinar el tipo de lámpara que se utilizará se debe tomar en cuenta los ítems anteriormente estudiados, debido a que con estos complementan un correcto diseño de iluminación para así evitar todos los problemas referidos al deslumbramiento, deformidad en la distribución de flujo luminoso, etc.

Las principales características de los distintos tipos de luminarias utilizadas comercialmente se encuentran en la Tabla 3.22.

Una vez escogido el tipo de lámpara se debe escoger del mercado alguna que cumpla con los requisitos de flujo luminoso y potencia adecuados para la instalación.

LÁMPARAS INCANDESCENCIA		
VENTAJAS	INCONVENIENTES	USO RECOMENDADO
Buena reproducción cromática Bajo costo de adquisición Encendido instantáneo Variedad de potencias Facilidad de instalación Apariencia de color cálido	Reducida eficacia luminosa Corta duración Elevada emisión de calor	Alumbrado interior Alumbrado de acentuación Casos especiales de muy buena reproducción cromática
LÁMPARAS FLUORESCENTES LINEALES		
VENTAJAS	INCONVENIENTES	USO RECOMENDADO
Buena eficacia luminosa Larga duración Bajo coste de adquisición Variedad de apariencias de color Distribución luminosa adecuada para utilización en interiores Posibilidad de buena reproducción de colores	Dificultad de control de temperatura de color en las reposiciones. Si no se usan equipos electrónicos puede dar problemas, retardo de estabilización, y otros. Dificultad de lograr contrastes e iluminación de acentuación	Alumbrado interior Con equipos electrónicos: Bajo consumo Aumenta la duración Menor depreciación Ausencia de interferencias y armónicos
LÁMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO A ALTA PRESIÓN		
VENTAJAS	INCONVENIENTES	USO RECOMENDADO
Larga duración Eficacia luminosa Flujo luminoso unitario importante en potencias altas Variedad de potencias	En ocasiones, alta radiación ultravioleta Flujo luminoso no instantáneo Depreciación del flujo importante	Alumbrado exterior e industrial En aplicaciones especiales con filtros U.V. Lámparas de color mejorado
LÁMPARAS DE VAPOR DE SODIO DE BAJA PRESIÓN		
VENTAJAS	INCONVENIENTES	USO RECOMENDADO
Excelente eficacia luminosa Larga duración Reencendidos instantáneos	Flujo luminoso no instantáneo Sensibilidad a subtensiones	Alumbrado de seguridad Alumbrado de

en caliente		túneles
LÁMPARAS DE VAPOR DE SODIO A ALTA PRESIÓN		
VENTAJAS	INCONVENIENTES	USO RECOMENDADO
Muy buena eficacia luminosa Larga duración Aceptable rendimiento en color en tipos especiales Poca depreciación de flujo Posibilidad de reducción de flujo	Mala reproducción cromática en versión estándar Estabilización no instantánea En potencias pequeñas, gran sensibilidad a sobretensión Equipos especiales para reencendido en caliente	Alumbrado exterior Alumbrado interior industrial Alumbrado de túneles
LÁMPARAS DE VAPOR DE SODIO A ALTA PRESIÓN		
VENTAJAS	INCONVENIENTES	USO RECOMENDADO
Muy buena eficacia luminosa Larga duración Aceptable rendimiento en color en tipos especiales Poca depreciación de flujo Posibilidad de reducción de flujo	Mala reproducción cromática en versión estándar Estabilización no instantánea En potencias pequeñas, gran sensibilidad a sobretensión Equipos especiales para reencendido en caliente	Alumbrado exterior Alumbrado interior industrial Alumbrado de túneles

Tabla 3. 18 Tipos de Lámparas y sus Características²²

3.3.1.1.6 DETERMINACIÓN DE ALTURA DEL MONTAJE DE LA LUMINARIA

Para determinar la altura del montaje de la luminaria se debe tener previamente elegida la luminaria comercial que se va a utilizar, debido a que el flujo luminoso que distribuya será directamente relacionado con la altura del montaje de la misma, tal como muestra la Tabla 3.23.

FLUJO LUMINOSO (LÚMENES)	ALTURA DEL MONTAJE H(M)
<2500	6 a 6.5
3000 a 9000	6.5 a 7.5

²² IVULLO ALEX, Op. Cit.

9000 a 19000	7.5 a 9
>19000	>9

Tabla 3. 19 Altura de Montaje de Luminarias

3.3.1.1.7 DETERMINACIÓN DE DISTRIBUCIÓN DE LOS PUNTOS DE LUZ

Esta distribución depende del ancho del exterior que se desea iluminar, si el ancho del exterior es pequeño se puede escoger una distribución de los puntos de luz mediante cables, caso contrario, la distribución de puntos de luz será mediante brazos.

La representación gráfica de cada tipo de distribución se puede observar en la Tabla 3.24.

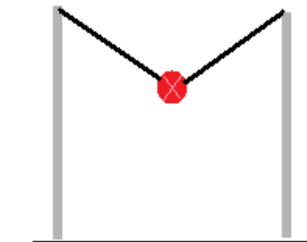
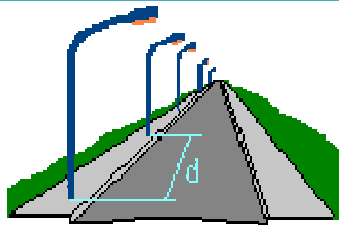
<p>MEDIANTE CABLES</p>	
<p>MEDIANTE BRAZOS</p>	

Tabla 3. 20 Tipos de Distribución de Puntos de Luz

3.3.1.1.8 DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE ILUMINACIÓN MEDIA MEDIANTE EL MÉTODO DE DISTRIBUCIÓN

Para determinar el Nivel de Iluminación media, previamente se debe reconocer las componentes que se conforman una vez colocada la luminaria en el exterior:

- *Lado acera*
- *Lado calzada*

Dichas componentes se pueden observar en la Figura 3.3.

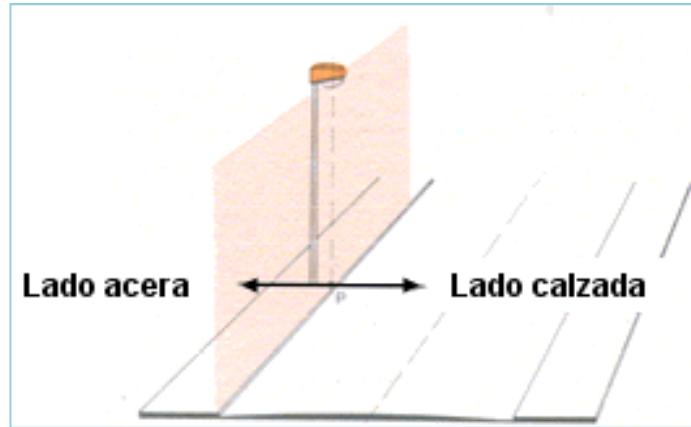


Figura 3. 4 Representación del Montaje de Luminarias Exteriores

- **Determinar el tipo de distribución**

El primer paso para determinar el Nivel de iluminación media óptimo del exterior está enfocado en el cálculo del coeficiente α , el cual se obtiene mediante el desarrollo de la fórmula:

$$\alpha = \frac{\text{Altura del punto de luz}}{\text{Ancho de la calzada}}$$

(Ecuación 3. 8)

Una vez definido el coeficiente α se procede a nivelarlo en la Tabla 3.25 mediante el nivel α_{\min} y α_{\max} al que pertenece, encontrando de este modo el tipo de distribución de las luminarias.

Tipo de distribución	α_{\min}	α_{\max}
<i>Unilateral</i>	0.85	1.00
<i>Bilateral tres bolillo zig – zag</i>	0.50	0.67
<i>Bilateral pareado</i>	0.33	0.50

Tabla 3. 21 Tipos de Distribución de Luminarias

- **Determinar el nivel de iluminación (lux)**

El siguiente paso consiste en el desarrollo de la fórmula que determina el coeficiente β .

$$\beta = \frac{\text{Separación de postes}}{\text{Altura}}$$

(Ecuación 3. 9)

El valor del coeficiente β está directamente relacionado con el nivel de iluminación media, el cual está definido en la Tabla 3.26.

<i>Iluminación media</i>	β
<i>2 a 7 luxes</i>	<i>4 a 5</i>
<i>7 a 15 luxes</i>	<i>3.5 a 4</i>
<i>15 a 30 luxes</i>	<i>2.0 a 3.5</i>

Tabla 3. 22 Niveles de Iluminación Media

3.3.1.1.9 DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN (CU)

Al igual que en el diseño de iluminación de ambientes interiores, para los exteriores se debe determinar el coeficiente de utilización (CU) pero siguiendo un método distinto. Para determinar el coeficiente de utilización se ha desarrollado la siguiente fórmula, pero se debe recalcar que debido a que no se tiene los valores exactos de esta no se desarrolla directamente.

$$CU = \frac{\text{Flujo sobre la calzada}}{\text{Flujo nominal de la lámpara}}$$

(Ecuación 3. 10)

Para determinar el coeficiente de utilización se debe reconocer las componentes que se forman al colocar las luminarias en el exterior, las cuales se pueden observar en la Figura 3.4.

En donde se identifica H que representa la altura del montaje de la luminaria, A1 representa la distancia existente entre la acera frontal y la perpendicular formada por la luminaria hasta la calzada y A2 representa la distancia entre la misma perpendicular y el borde de la acera que contiene la luminaria.

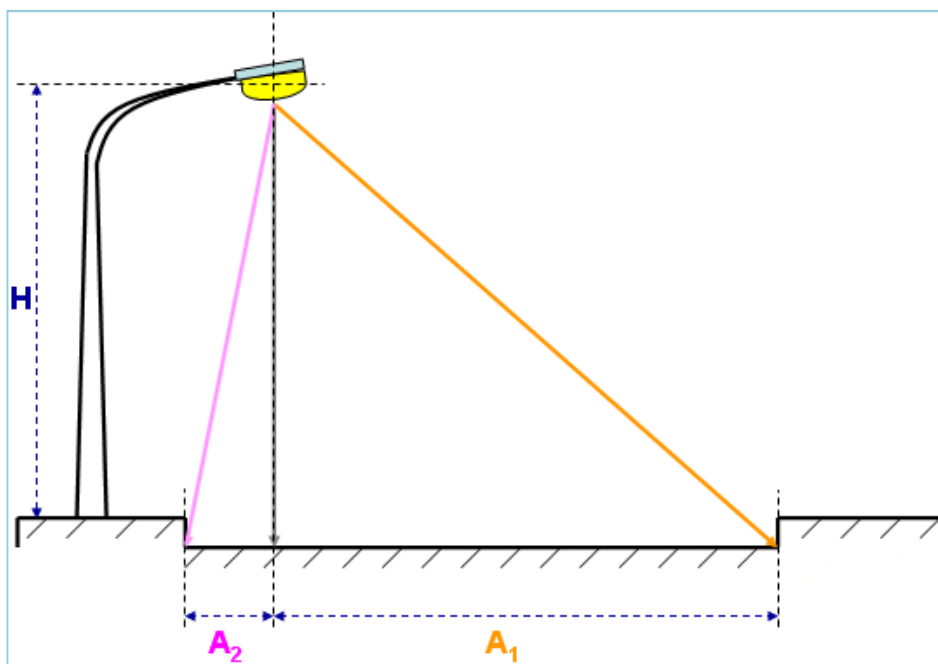


Figura 3. 5 Representación de H, A1 y A2²³

Una vez identificado las tres componentes, se procede a encontrar la constante de utilización 1 (KU_1) y la constante de utilización 2 (KU_2) que determinarán todos los términos necesarios para el diseño de iluminación de exteriores.

$$\frac{A_1}{H} = KU_1$$

(Ecuación 3. 11)

$$\frac{A_2}{H} = KU_2$$

(Ecuación 3. 12)

Una vez encontradas estas constantes se debe determinar η_1 y η_2 , las cuales se definen en la Figura 3.5.

²³ <http://www.designlig.com/luminotecnia/exterior.htm>

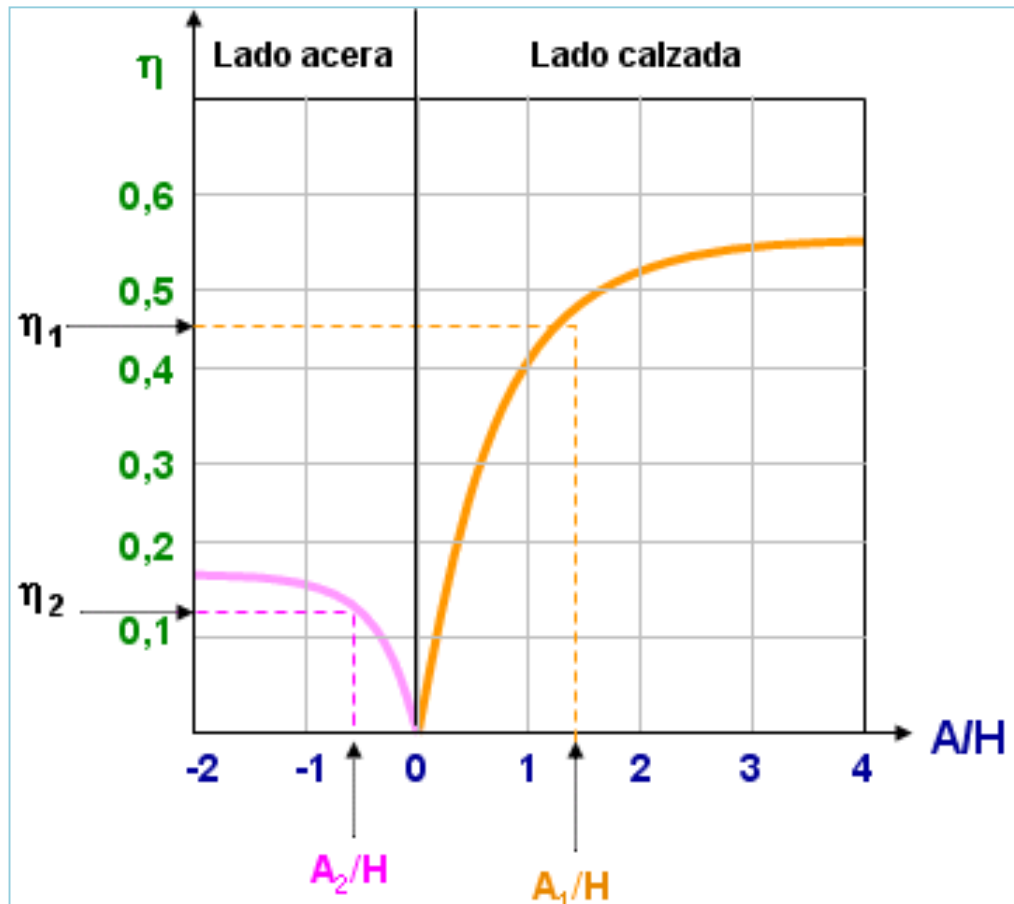


Figura 3. 6 Determinación de A_1/H y A_2/H ²⁴

Los valores encontrados en la Figura 3.5 definen el coeficiente de utilización 1 y el coeficiente de utilización 2.

$$\eta_1 = CU_1 \quad (\text{Ecuación 3. 13})$$

$$\eta_2 = CU_2 \quad (\text{Ecuación 3. 14})$$

Para finalizar se determina el coeficiente de utilización mediante la siguiente fórmula:

$$\eta = \eta_1 + \eta_2 \quad (\text{Ecuación 3. 15})$$

$$\eta = CU \quad (\text{Ecuación 3. 16})$$

²⁴ <http://www.designlig.com/luminotecnia/externior.htm>

3.3.1.1.10 DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE CONSERVACIÓN (CC)

Para la definición del coeficiente de conservación se deben establecer dos términos que están relacionados directamente con este, la fórmula que establece el coeficiente de conservación se muestra a continuación:

$$CC = CC_{\text{Suciedad}} \times CC_{\text{Flujo}}$$

(Ecuación 3. 17)

Para determinar el primer término, CC_{Suciedad} , se debe tener definido el tipo de luminaria que se utilizará en el exterior por la relación directa que mantienen entre ellas.

Una vez definido el tipo de luminaria se debe escoger un valor que represente el CC_s de dicha luminaria, estos valores están definidos en la Tabla 3.27.

Tipo de luminaria	CC_s
<i>Hermética</i>	0.87 a 0.80
<i>Ventilada</i>	0.80 a 0.70
<i>Abierta</i>	0.75 a 0.65

Tabla 3. 23 Coeficientes de Conservación de Suciedad

Para el desarrollo de la fórmula del coeficiente de conservación se ha definido el primer término, para lo cual se procede a definir el siguiente.

Para determinar el CC_{Flujo} se debe recurrir a los apartados anteriores donde se definió el tipo de lámpara comercial que se va a utilizar. Una vez identificado el tipo de lámpara se acude a la Tabla 3.28 donde, dependiendo de la lámpara elegida, se obtiene directamente el CC_F .

Tipo de lámpara	CC_F
<i>Incandescente</i>	0.80
<i>Mixta</i>	0.75
<i>Vapor de sodio a alta presión</i>	0.80
<i>Vapor de sodio a baja presión</i>	0.90
<i>Vapor de mercurio a alta presión</i>	0.80

Tabla 3. 24 Coeficientes de Conservación de Flujo

3.3.1.1.11 DETERMINACIÓN DE DISTANCIA O SEPARACIÓN DE POSTES DE SUJECIÓN DE SUJECIÓN

La distancia y separación de postes de sujeción están relacionadas con fórmulas que dependen del tipo de distribución escogido, las fórmulas con su respectiva distribución están definidas la Figura 3.6.

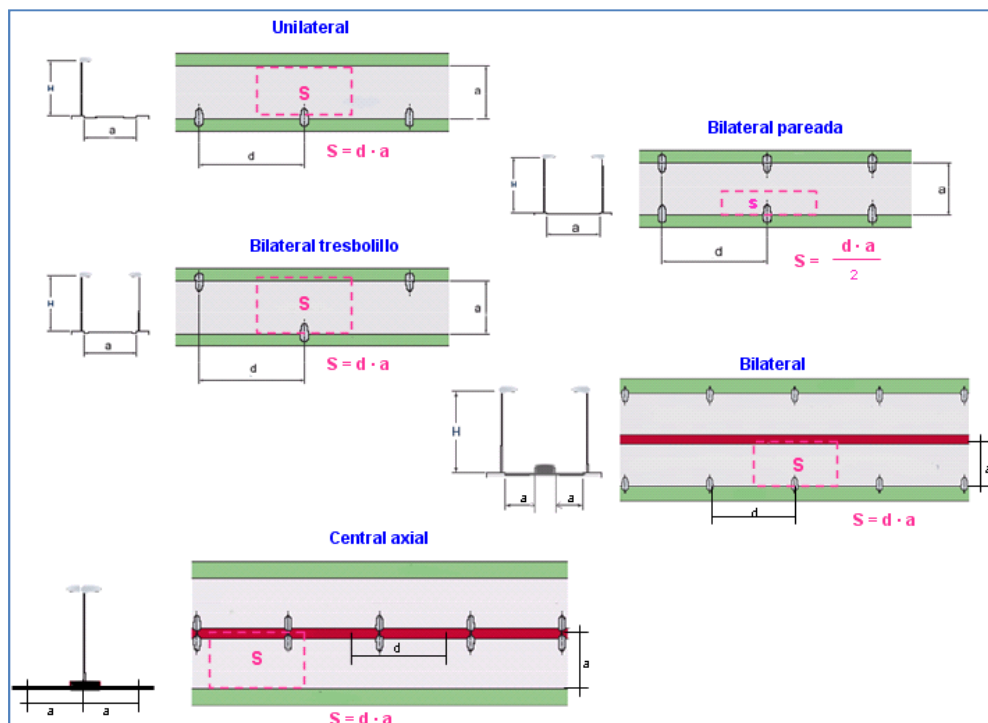


Figura 3. 7 Separación de Postes de Sujeción²⁵

²⁵ <http://www.designlig.com/luminotecnia/externor.htm>

3.3.1.1.12 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE POSTES

En el apartado anterior se llegó a determinar la distancia entre postes para una distribución uniforme del flujo, lo que nos permite establecer el número de postes exacto mediante la relación directa que se forma al sumar las distancias entre postes con las medidas arquitectónicas del exterior.

3.3.1.2 DESARROLLO DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN DE PARQUEADEROS - PATIOS

Una vez analizado el método general, se procede a aplicarlo (con fines didácticos) a un ambiente del establecimiento.

CASO TIPO: ILUMINACIÓN DE PATIO CENTRAL

Para la iluminación de esta zona exterior se ha escogido el método del flujo total.

Una vez realizado el levantamiento arquitectónico de la institución, las medidas determinadas del Patio Central son las siguientes:

<i>Largo:</i>	24 metros
<i>Ancho:</i>	23 metros

Para el siguiente paso se procede a cuantificar el nivel de tráfico peatonal y vehicular que existe en el Patio Central.

Para el nivel de tráfico peatonal se determina que existe mucha afluencia de peatones por las actividades que realizan los estudiantes en el exterior, para lo cual se debe verificar la Tabla 3.18 y determinar el tipo de tráfico que define dicha afluencia peatonal.

Se continúa con el análisis del tráfico vehicular, que en este caso es contrario al peatonal, debido a que por la alta circulación de peatones y

por las actividades a las que está destinado este exterior son escasos los vehículos que circulan por hora, por lo tanto se define el tipo de tráfico vehicular mediante la Tabla 3.19.

<i>Tráfico peatonal:</i>	Pesado
<i>Tráfico vehicular:</i>	Muy ligero

Una vez definidos estos niveles de tráfico se debe determinar el nivel de iluminación que debería tener el exterior mediante un método aproximado, para lo cual, mediante la combinación de estos niveles se determina el nivel de iluminación adecuado mediante la Tabla 3.20.

Nivel de iluminación: **9 luxes**

El siguiente paso consiste en determinar la forma de distribución del flujo de luminaria que se utilizará, para lo cual, se ha escogido luminarias que distribuyan el flujo de manera simétrica, ya que se desea iluminar en forma circular en lugar de elíptica debido a que sería más grande el alcance de la iluminación a pesar de incrementar el número de postes, tal como muestra la Tabla 3.21.

Forma de distribución del flujo **Simétrica**

Una vez escogida la forma de distribución del flujo de la luminaria se procede a escoger el tipo de lámpara que cumpla con las exigencias del diseño.

Una vez analizadas las características más importantes de las lámparas que se encuentran en la Tabla 3.22, se escogen las lámparas de vapor de Sodio a alta presión, para iluminar el Patio Central.

<i>Tipo de lámpara</i>	Vapor de Sodio a alta presión
<i>Flujo luminoso</i>	9500 lúmenes
<i>Potencia</i>	100 w

La lámpara de vapor de Sodio de alta presión se relaciona directamente con un rango que determina la altura óptima del montaje de la luminaria. Para definir esta altura se ha escogido un valor que está dentro del rango determinado en la Tabla 3.23, el cual es:

$$H(m): \mathbf{7.5 \text{ metros}}$$

Una vez determinada la altura de montaje de la luminaria, se define la distribución que tendrán los puntos de luz. Los tipos de distribución de luz tienen características distintivas entre ellas, como se puede verificar en la Tabla 3.24. En el caso de la iluminación del Patio Central se opta la iluminación mediante brazos debido a que el exterior es grande y no sería lo más óptimo utilizar cables. La altura del montaje de la luminaria sería una desventaja más en el caso de optar por la distribución mediante cables, por lo cual:

Distribución de los puntos de luz **Mediante brazos**

Debido a que se ha definido todas las características de instalación de las luminarias, se procede al cálculo del nivel de iluminación media que tendrá el Patio Central, para lo cual, se procede con los pasos dados por el método de distribución.

El primer paso consiste en la determinación del tipo de distribución de las luminarias en el Patio Central, iniciando con el cálculo el coeficiente α mediante el desarrollo de la Ecuación 3.8. El desarrollo de la ecuación se realiza con el reemplazo de valores, resultando:

$$\alpha = \frac{7.5 \text{ m}}{23 \text{ m}}$$

$$\alpha = 0.33$$

Una vez definido el coeficiente α , se verifica el tipo de distribución al que pertenece dicho valor en la Tabla 3.25, resultando:

Tipo de distribución **Bilateral pareado**

El siguiente paso consiste en definir el nivel de iluminación media del Patio Central mediante el cálculo del coeficiente β , desarrollando la Ecuación 3.9.

Reemplazando valores, se ha definido:

$$\beta = 2.8$$

Una vez definido el coeficiente β se verifica en la Tabla 3.26 el valor del nivel de iluminación media óptimo para el Patio Central:

Nivel de iluminación **20 Luxes**

Siguiendo con los pasos del método del flujo total se procede con la determinación del coeficiente de utilización.

Como primer paso se debe identificar los términos que componen la Ecuación 3.11 y Ecuación 3.12 que definen las constantes de utilización 1 y 2 del Patio Central que se identifican en la Figura 3.4, resultando:

$$\frac{A_1}{H} = KU_1 = 0.2$$

$$\frac{A_2}{H} = KU_2 = 2.6$$

Una vez definidas estas constantes se determina η_1 mediante la Ecuación 3.13 y η_2 mediante la ecuación 3.14. Estas constantes se determinan en la Figura 3.5, implicando:

$$\eta_1 = CU_1 = 0.06$$

$$\eta_2 = CU_2 = 0.51$$

Definidas estas constantes se ha determinado directamente el Coeficiente de Utilización 1 y el Coeficiente de Utilización 2.

El desarrollo de la Ecuación 3.15 y Ecuación 3.16 determina el Coeficiente de Utilización Total, resultando:

$$\eta = CU = \mathbf{0.57}$$

El siguiente paso del método del flujo total determina el cálculo del coeficiente de conservación CC del Patio Central, para lo cual se desarrolla la Ecuación 3.17.

Cada uno de los términos de la fórmula se determina independientemente. El $CC_{Suciedad}$ es determinado mediante la Tabla 3.27 definiendo el tipo de luminaria con anterioridad. El tipo de luminaria que se ha escogido para el Patio Central es Hermética debido a que cumple con exigencias para el ambiente exterior. El CC_{Flujo} , en cambio, tiene una relación directa con el tipo de lámpara elegido, para lo cual se acude a la Tabla 3.28, obteniendo los siguientes valores:

$$\begin{array}{l} CC_S = \mathbf{0.84} \\ CC_F = \mathbf{0.80} \end{array}$$

Reemplazando los valores en la fórmula anteriormente mencionada se define CC:

$$CC = 0.84 \times 0.8$$

$$CC = \mathbf{0.672}$$

Los siguientes pasos del método del flujo total establecen la ubicación y el número de postes para distribuir un flujo luminoso óptimo para el exterior.

El cálculo de la separación entre postes para el Patio Central está directamente relacionado con el tipo de distribución definido anteriormente, Bilateral Pareado, por lo cual se procede al cálculo de la separación mediante la fórmula que se encuentra en la Figura 3.6, resultando:

Separación entre postes **15.82 metros**

Para finalizar con el diseño de iluminación del Patio Central se debe definir el número de postes que se deberá colocar para una iluminación óptima.

Por lo tanto, conociendo las medidas arquitectónicas del Patio Central, siendo para este caso el largo de 24 metros, y conociendo la separación que debe existir entre postes, siendo ésta de 15.82 metros, se procede a ubicar 2 postes a cada lado del patio central para iluminar toda esta área.

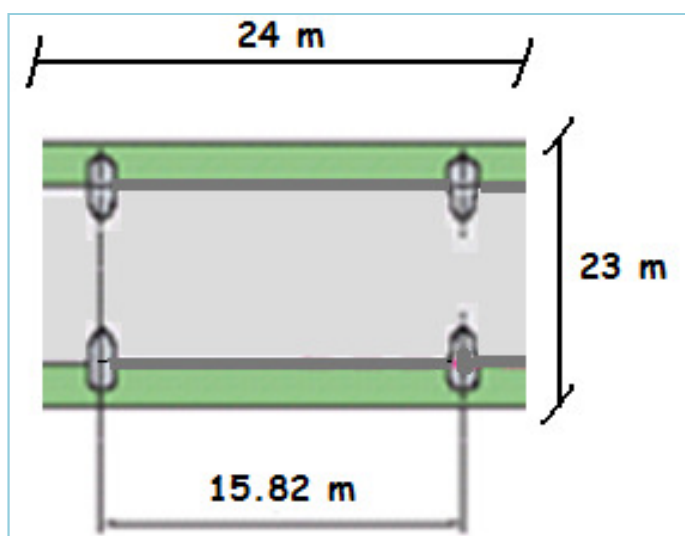


Figura 3. 8 Distribución de Luminarias para el Patio Central

La distribución de las luminarias para las secciones de la Institución Educativa que se rigen a este tipo de iluminación se expone en los planos que conforman el Anexo C.

3.3.1.3 TABLAS DE RESULTADOS TOTALES DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN PARA PARQUEADEROS Y PATIO CENTRAL

LOCAL						Nivel de iluminación media (lux)	LUMINARIAS			CÁLCULOS			Número de lámparas escogido	
No.	DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES					Tipo	Pot. (w)	Flujo (lm)	Tipo de distribución	CU	CC	Separación de postes teórica (m)	
		a(m)	l(m)	Altura de montaje (m)	Longitud del brazo (m)									
1	Patio Central	23	24	7,5	1,5	20	Vapor de Na de Alta Presión	100	9500	Bilateral Pareado	0,57	0,672	15,82	2
2	Parqueadero 1	9,5	23,8	7,5	1,5	30	Vapor de Na de Alta Presión	100	9500	Unilatera l	0,38	0,672	8,62	3
3	Parqueadero 2	7	13	7,5	1,5	30	Vapor de Na de Alta Presión	100	9500	Unilatera l	0,3	0,672	9,12	2
4	Parqueadero 3	10	28	7,5	1,5	30	Vapor de Na de Alta Presión	100	9500	Unilatera l	0,41	0,672	8,72	4

Tabla 3. 25 Cálculos para el Sistema de Iluminación Patio Central y Parqueaderos

3.3.2 CANCHAS DEPORTIVAS

3.3.2.1 MÉTODO GENERAL

3.3.2.1.1 DETERMINACIÓN DE MEDIDAS Y CARACTERÍSTICAS ARQUITECTÓNICAS

El primer paso para el diseño de iluminación de exteriores, se refiere a las medidas arquitectónicas de la sección que se desea iluminar. Se detalla:

- Largo
- Ancho

3.3.2.1.2 DETERMINACIÓN DE LA FORMA DE DISTRIBUCIÓN DEL FLUJO

Para escoger la forma de distribución del flujo de la luminaria se debe verificar las características propias de cada distribución, las cuales deben cumplir con las exigencias que se desea en el exterior, las cuales se muestran en la Tabla 3.30.

<p style="text-align: center;">SIMÉTRICA</p> <p style="text-align: center;"><i>Distribución del flujo en forma circular.</i></p> <p style="text-align: center;"><i>Distancia entre postes es menor.</i></p>	
<p style="text-align: center;">ASIMÉTRICA</p> <p style="text-align: center;"><i>Distribución del flujo en forma elíptica.</i></p> <p style="text-align: center;"><i>Distancia entre postes es mayor.</i></p>	

Tabla 3. 26 Distribución del Flujo Luminoso

3.3.2.1.3 DETERMINACIÓN DEL TIPO DE LÁMPARA

Las lámparas que se utilizarán dependerán de las actividades que se realicen en el exterior. En canchas de competición, se usan lámparas de halogenuros metálicos por sus altas prestaciones. Pero en otros casos puede bastar con lámparas halógenas o de mercurio y sodio a alta presión; más baratas.

3.3.2.1.4 DETERMINACIÓN DEL ÁNGULO DE MONTAJE DE LA LUMINARIA

Para evitar problemas de deslumbramiento que dificulten el normal desarrollo del juego, especialmente en deportes donde hay que mirar hacia arriba, es conveniente montar las fuentes de luz a una altura adecuada; para el caso de instalaciones exteriores y visto desde el centro del campo, el ángulo formado por el plano horizontal y el eje de cualquier luminaria debe ser superior a 25 grados, por motivos de diseño se ha definido un ángulo general de 40 grados.

3.3.2.1.5 DETERMINACIÓN DE ALTURA DE MONTAJE DE LA LUMINARIA

Para determinar la altura de montaje de luminarias se recurre a la geometría de triángulos como opción para el cálculo, esto se debe a la figura geométrica que se forma entre la luminaria y la proyección de la iluminación como se muestra en la Figura 3.8.

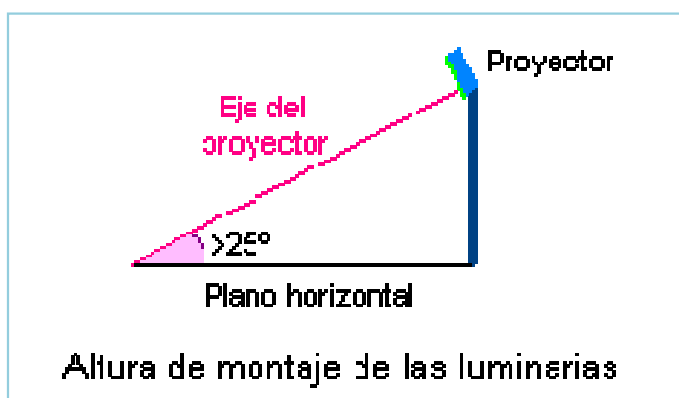


Figura 3. 9 Altura de Montaje de Luminarias²⁶

²⁶ http://edison.upc.es/curs/llum/css/css_pag.css

El plano horizontal se refiere a la mitad del ancho de la cancha, definido por la teoría que se relaciona con los 25 grados que debe formar con el eje de la luminaria, por lo tanto para definir la altura de montaje de la luminaria se debe desarrollar la siguiente fórmula:

$$\text{Altura de montaje} = \frac{\text{ancho de la cancha}}{2} \times \text{Tan} \left(\frac{\text{Angulo escogido} \times \text{Pi}}{180} \right)$$

(Ecuación 3. 18)

3.3.2.1.6 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE POSTES

Para escoger el número de postes se debe considerar la actividad física que se realice en la zona deportiva, generalmente se establece cuatros postes por cancha deportiva, tal como muestra la Figura 3.9, pues los cálculos siguientes se adaptan a que la iluminación sea favorable para este tipo de diseño.

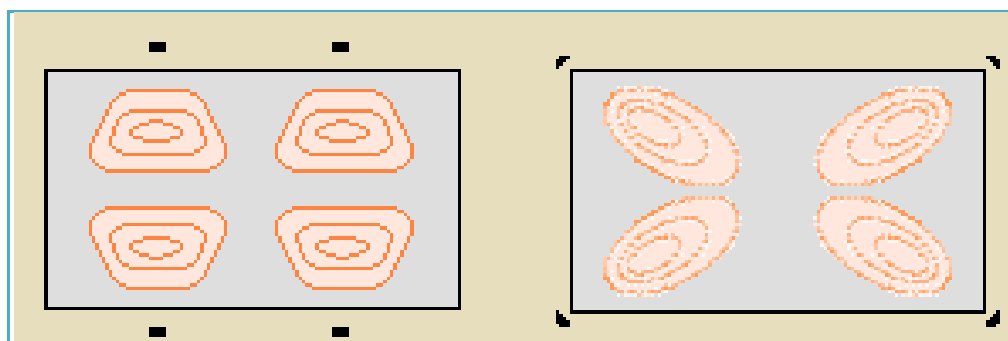


Figura 3. 10 Ubicación y Número de Postes²⁷

3.3.2.1.7 DETERMINACIÓN DE DISTANCIA ENTRE POSTES

Como se mencionó anteriormente se ha definido que cuatro postes cumplen con las exigencias de diseño de iluminación para canchas deportivas, por lo cual se ha generalizado fórmulas que permiten un cálculo de distancias entre postes, las cuales se muestran en la Figura 3.10.

²⁷ http://edison.upc.es/curs/llum/css/css_pag.css

$$\text{Distancia entre poste – poste} = \frac{L}{2}$$

(Ecuación 3. 19)

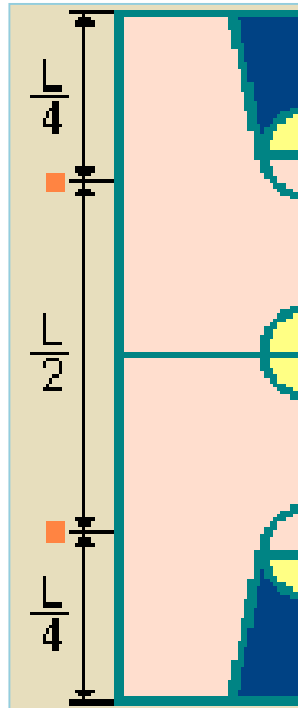


Figura 3. 11 Distancia entre Postes²⁸

3.3.2.1.8 DETERMINACIÓN DE DISTANCIA ESQUINA – POSTE

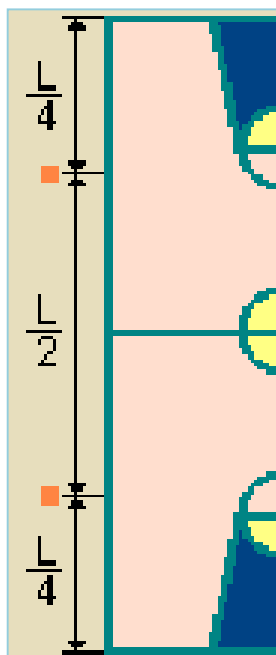
Siguiendo el proceso de cálculo para una generalización de cuatro postes por cancha deportiva se ha establecido la fórmula siguiente que permite el cálculo de la distancia entre la esquina de la cancha deportiva y el poste:

$$\text{Distancia entre poste – esquina} = \frac{L}{4}$$

(Ecuación 3. 20)

Estas distancias se definen mediante la ubicación equidistante de los postes, tal como se muestra en la Figura 3.11.

²⁸ http://edison.upc.es/curs/llum/css/css_pag.css

Figura 3. 12 Distancia Esquina – Poste²⁹

3.3.2.1.9 DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE ILUMINACIÓN OBTENIDO

Para el cálculo del nivel de iluminación obtenido en la cancha deportiva se debe desarrollar la siguiente fórmula, en donde dichos términos ya fueron determinados anteriormente.

$$\text{Nivel de iluminación obtenido} = \frac{\text{Flujo luminoso de lámpara} \times \text{N. de postes}}{\text{Área}}$$

(Ecuación 3. 21)

Para comprobar que se ha realizado un diseño adecuado en la cancha deportiva, el nivel de iluminación ideal se determina de la Tabla 3.31, lo que permite comparar resultados y verificar la validez del mismo, en caso de que no exista similitud de valores se recomienda verificación de errores.

ACTIVIDAD	E (lux)
<i>Entrenamiento, recreo</i>	200-300
<i>Competición</i>	500-700

Tabla 3. 27 Niveles de Iluminación Recomendados

²⁹ http://edison.upc.es/curs/llum/css/css_pag.css

3.3.2.2 DESARROLLO DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN DE CANCHAS DEPORTIVAS

Una vez analizado el método general, se procede a aplicarlo (con fines didácticos) a un ambiente del establecimiento.

CASO TIPO: ILUMINACIÓN DE CANCHA DE BASQUET

Una vez realizado el levantamiento arquitectónico de la institución, las medidas determinadas de la Cancha de Básquet son las siguientes:

<i>Largo:</i>	20 metros
<i>Ancho:</i>	10 metros

El siguiente paso consiste en determinar la forma de distribución del flujo de luminaria que se utilizará para lo cual se ha escogido luminarias de tipo **simétricas**, se ha escoge esta opción por la forma de distribución circular que brinda en lugar de elíptica debido a que sería más grande el alcance de la iluminación a pesar de incrementar el número de postes, tal como muestra la Tabla 3.30.

Forma de distribución del flujo **Simétrica**

Una vez escogido la forma de distribución del flujo de la luminaria se procede a escoger el tipo de lámpara que cumplan con las exigencias del diseño. Las canchas deportivas tienen recomendaciones propias para su iluminación, señaladas en la descripción del método general para este tipo de exteriores, por lo tanto se ha escogido:

<i>Lámpara:</i>	Vapor de sodio a alta presión
<i>Flujo luminoso:</i>	9500 lúmenes
<i>Potencia:</i>	100 w

Una vez definidas las características de las luminarias que se utilizaran, se procede a la definición de características de la instalación de

luminarias, tales como el ángulo del proyector, la altura de montaje de la luminaria, la separación entre postes, etc.

Por lo tanto se procede a determinar el ángulo que tendrá el proyector en la Cancha de Básquet, para lo cual se debe definir el ángulo planteado para los diseños en general:

Ángulo escogido **40 grados**

Continuando con el método general se procede a determinar la altura de montaje de las luminarias para la cancha de Básquet, para lo cual se desarrolla la Ecuación 3.18, en donde reemplazando valores queda de la siguiente forma:

$$\text{Altura de montaje} = \frac{10}{2} \times \tan\left(\frac{40 \times \text{Pi}}{180}\right)$$

Altura de montaje **4.20 metros**

El siguiente paso para la instalación de las luminarias está referido a la determinación del número de postes para la cancha de Básquet, en donde anteriormente se determino como cuatro postes el número de postes en general para las canchas deportivas:

Número de postes **4**

Una vez determinado el número de postes se procede al cálculo de la distancia que debe existir entre ellos en la cancha de Básquet para distribuir de manera uniforme y eficaz el flujo luminoso de las luminarias, resultando del desarrollo de la Ecuación 3.19.

Reemplazando valores:

$$\text{Distancia entre postes} = \frac{20}{2}$$

Distancia entre postes **10 metros**

El siguiente paso consiste en el cálculo de la distancia entre la esquina de la cancha de Básquet y el poste, para lo cual se desarrolla la Ecuación 3.20.

Reemplazando valores:

$$\text{Distancia entre poste} - \text{esquina} = \frac{20}{4}$$

Distancia entre poste - esquina **5 metros**

Una vez definidas las características de las luminarias y la ubicación de las mismas se procede a verificar el nivel de iluminación que se obtendrá en la cancha de Básquet, para lo cual se desarrolla la Ecuación 3.21.

Reemplazando valores:

$$\text{Nivel de iluminación obtenido} = \frac{9500 \times 4}{20 \times 10}$$

Nivel de iluminación obtenido **190 Luxes**

Una vez obtenido el valor de iluminación que se tendrá en la cancha de Básquet, aplicando el método general de diseño de iluminación de exteriores se procede a comparar el valor encontrado con el nivel de iluminación recomendado en la Tabla 3.31.

Nivel de iluminación ideal **200 Luxes**

Dicha comparativa nos permite comprobar que se ha desarrollado de manera eficiente todos los pasos previamente detallados.

Para concluir los pasos del método general se procede a la ubicación de las luminarias en la cancha de Básquet, mostrado en la Figura 3.13.

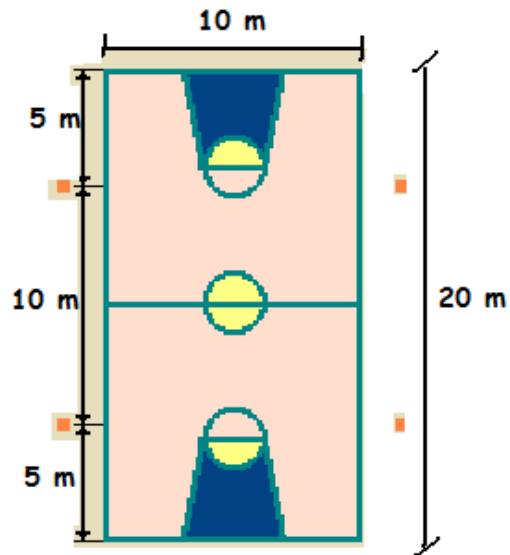


Figura 3. 13 Distribución de Luminarias para la Cancha de Básquet

La distribución de las luminarias para las secciones de la Institución Educativa que se rigen a este tipo de iluminación se expone en los planos que conforman el Anexo C.

3.3.2.3 TABLAS DE RESULTADOS TOTALES DEL DISEÑO DE ILUMINACIÓN DE CANCHAS DEPORTIVAS

No.	LOCAL DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES			Nivel de ilumina. deseado (lux)	Nivel de ilumin. obtenido (lux)	LUMINARIAS			CÁLCULOS			Núm. de lámparas escogido
		a(m)	l(m)	Altura de montaje (m)			Tipo	Pot. (w)	Flujo (lm)	Long. esquina poste (m)	Long. poste – poste (m)	Separación de postes teórica (m)	
1	Cancha de Basquet 1	10	20	4,20	200	190,00	Vapor de Na de Alta Presión	100	9500	5,00	10,00	15,82	2
2	Cancha de Basquet 2	15	25	6,29	200	170,67	Vapor de Na de Alta Presión	150	16000	6,25	12,50	8,62	3
3	Cancha de Indorfutbol	18	30	7,55	200	222,22	Vapor de Na de Alta Presión	250	30000	5,00	20,00	9,12	2

Figura 3. 14 Cálculos para el Sistema de Iluminación Canchas Deportivas

3.4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LUMINARIAS A SER UTILIZADAS

AUDITORIO, SALA DE AUDIOVISUALES Y OFICINA DE RECTORADO

<p>LUMINARIA EMBUTIDA TIPO OJO DE BUEY Ubicación: Estrado del Auditorio Despacho de la Oficina de Rectorado Estrado de la Sala de Audiovisuales</p>

<p>Clase I Altura de Montaje: 2 – 3m</p>
<p>Características</p> <p>Luminaria embutida dirigible en forma esférica, tipo ojo de buey, con base construida en hierro y anillo de soporte articulado al eje de la luminaria. Utiliza bombillo halógeno dicroico de sócate GU5.3. Posee transformador de voltaje de 120V a 12 V.</p>

Tabla 3. 28 Especificaciones Técnicas de Luminaria Embutida Tipo Ojo de Buey

<p>LUMINARIA EMBUTIDA PARA LUZ FLUORESCENTE DULUX Ubicación: Audiencia del Auditorio Recepción de la Oficina de Rectorado Audiencia de la Sala de Audiovisuales</p>

<p>Clase III Altura de Montaje: 2 – 3m</p>
<p>Características</p> <p>Luminaria embutida de base cuadrada y marco circular, con cuerpo construido en hierro. Posee ganchos para su fijación y anillos de soporte articulado sobre su eje. Utiliza dos lámparas fluorescentes compactas dulux de 4 pines de hasta 100W tipo R50 ó R63 de sócate E27 para voltaje de 120V.</p>

Tabla 3. 29 Especificaciones Técnicas de Luminaria Embutida para Luz Halógena

AULAS, OFICINAS ADMINISTRATIVAS Y DEPENDENCIAS DE SERVICIOS AL ALUMNADO Y PERSONAL

LUMINARIA FLUORESCENTE SUPERFICIAL Ubicación: Aulas, Oficinas Administrativas y Dependencias de Servicios al Alumnado y Personal

<p>Clase I Altura de Montaje: 2 – 6m</p>
<p style="text-align: center;">Características</p> <p>Luminaria fluorescente superficial con cuerpo fabricado en lámina de acero acabado al horno. Utiliza tubos fluorescentes T5, T8 ó T12 de hasta 100W con sócate de seguridad tipo rotor medio para voltaje de 120V.</p>

Tabla 3. 30 Especificaciones Técnicas de Luminaria Fluorescente Superficial

SERVICIOS HIGIÉNICOS


LUMINARIA INCANDESCENTE SUPERFICIAL Ubicación: Servicios Higiénicos

<p>Clase I Altura de Montaje: 2 – 4m</p>
<p style="text-align: center;">Características</p> <p>Luminaria para techo de cuerpo circular fabricado en vidrio esmerilado. Posee base de aluminio y sócate de porcelana. Utiliza bombillo incandescente de hasta 100W de sócate E27 para voltaje de 120V.</p>

Tabla 3. 31 Especificaciones Técnicas de Luminaria Incandescente Superficial

SALA DE USO MÚLTIPLE Y PISCINA


REFLECTOR PARABÓLICO
Ubicación: Sala de Uso Múltiple y Piscina

Clase I Altura de Montaje: 10 – 20m
Características Reflector parabólico poliprismático construido en acrílico 12", 16" y 22" con caja porta equipo de acero acabado al horno y soporte ajustable con 3 posiciones para regulación del haz, permitiendo múltiple distribución lumínica. Posee un soporte externo de fijación para el enganche de la luminaria. Utiliza bombillo de sodio de alta presión de hasta 400W de sócate E27 o E40 para voltaje de 120V.

Tabla 3. 32 Especificaciones Técnicas de Reflector Parabólico

PARQUEADEROS, PATIO CENTRAL Y CANCHAS DEPORTIVAS

LUMINARIA PARA EXTERIORES
Ubicación: Parqueaderos, Patio Central y Canchas Deportivas

Clase I Altura de Montaje: 4 – 10m
Características Luminaria de exteriores, construida en aluminio acabado al horno, para ser colocado en poste con brazo de 1 ½", reflector de aluminio anodizado y difusor lumínico de vidrio templado. Cuerpo basculante con gancho para cierre. Posee sócate de porcelana. Utiliza bombillo de sodio de alta presión de hasta 250W con sócate E40 para voltaje de 120V.

Tabla 3. 33 Especificaciones Técnicas de Luminaria para Exteriores

3.5 LISTA DE MATERIALES Y PRESUPUESTO REFERENCIAL

PRESUPUESTO REFERENCIAL PARA EL SISTEMA DE ILUMINACIÓN			
UNIDAD	MATERIAL	VALOR UNITARIO (USD)	VALOR TOTAL (USD)
20	LUMINARIA EMBUTIDA TIPO OJO DE BUEY	18.46	369.20
74	LUMINARIA EMBUTIDA PARA LUZ FLUORESCENTE DULUX	42.54	3147.96
860	LUMINARIA FLUORESCENTE SUPERFICIAL	39.50	33970.00
20	LUMINARIA INCANDESCENTE SUPERFICIAL	11.27	225.40
110	REFLECTOR PARABÓLICO	162.14	17835.40
17	LUMINARIA PARA EXTERIORES DE 100W	127.92	2174.64
8	LUMINARIA PARA EXTERIORES DE 150W	172.56	1380.48
20	BOMBILLO HALOGENO DICROICO 60W TIPO R50 PARA VOLTAJE DE 120V	1.91	38.20
20	BOMBILLO INCANDESCENTE 100W TIPO R50 PARA VOLTAJE DE 120V	0.91	18.20
348	BOMBILLO FLUORESCENTE COMPACTO DULUX 26W PARA VOLTAJE DE 120V	0.89	309.72
1720	TUBOS FLUORESCENTES T8 DE 44W PARA VOLTAJE DE 120V	1.43	2459.60
17	BOMBILLO DE SODIO DE ALTA PRESIÓN DE 100W PARA VOLTAJE DE 120V	16.13	274.21
8	BOMBILLO DE SODIO DE ALTA PRESIÓN DE 150W PARA VOLTAJE DE 120V	20.88	167.04
20	BOMBILLO DE SODIO DE ALTA PRESIÓN DE 250W PARA VOLTAJE DE 120V	22.18	443.60
90	BOMBILLO DE SODIO DE ALTA PRESIÓN DE 400W PARA VOLTAJE DE 120V	27.15	2443.50

SUBTOTAL	\$ 65257.15
IVA 12%	\$ 7830.86
TOTAL	\$ 73088.01

CAPÍTULO IV

DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO

4.1 INTRODUCCIÓN

El presente capítulo está enfocado en el desarrollo del Diseño Sistema Eléctrico para el “Liceo Municipal Experimental Técnico y en Ciencias Fernández Madrid”, el mismo que será detallado a lo largo del apartado.

4.2 MÉTODO GENERAL

4.2.1 DISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN

El diseño del Sistema de Iluminación se sigue de acuerdo a lo explicado en el Capítulo III de este documento.

4.2.2 UBICACIÓN DE TOMACORRIENTES E INTERRUPTORES

La ubicación de tomacorrientes debe ser determinada de acuerdo a las Normas del Código Eléctrico Nacional Capítulo 2, entre las cuales, a continuación se citan las concernientes con este tema:

- De uso general, se recomienda ubicar tomacorrientes, de manera que ningún punto de la pared quede a más de 1.8 m. Su altura será a 0.3 m del nivel del piso.

- En talleres y laboratorios, se recomienda ubicar tomacorrientes en el piso debajo de cada mesa de trabajo.
- En los baños, se recomienda ubicar tomacorrientes a lado de cada lavamanos a una distancia de 0.3 m.
- En los pasillos y zonas exteriores, se recomienda ubicar tomacorrientes cada 5 m de pared a una altura de 0.3 m del nivel piso.
- De manera general, se recomienda ubicar los interruptores a lado de las puertas de acceso a una altura de 1.4 m del nivel piso.

4.2.3 DETERMINACIÓN DE CIRCUITOS DERIVADOS

4.2.3.1 CIRCUITOS DERIVADOS DE USO GENERAL

Se consideran circuitos derivados de uso general a aquellos en donde la carga a ser alimentada es desconocida, caso de los tomacorrientes, o cuya carga es para iluminación liviana (menor a 200 W).

En el Código Eléctrico Nacional, Capítulo 2, se plantean recomendaciones para los circuitos derivados de uso general, las cuales se exponen a continuación:

- Los circuitos derivados de uso general deberán ser de 15 a 20 A.
- En los circuitos derivados de uso general para tomacorrientes se recomienda colocar un máximo de 12 salidas.
- En los circuitos derivados de uso general para tomacorrientes se deberá considerar una potencia de 180W por salida del mismo.
- En los circuitos derivados de uso general para alumbrado se deberá considerar como potencia de cada salida del circuito igual a la de las lámparas escogidas para su instalación.

4.2.3.2 CIRCUITOS DERIVADOS INDIVIDUALES

Se consideran circuitos derivados individuales a aquellos en los cuales la carga a ser alimentada es conocida, en el caso de los tomacorrientes, o cuya carga es para iluminación pesada (mayor a 200 W).

En el Código Eléctrico Nacional, Capítulo 2, se plantean recomendaciones para los circuitos derivados individuales, las cuales se exponen a continuación:

- Los circuitos derivados individuales deberán ser de 40 a 50 A.
- En los circuitos derivados individuales tanto para tomacorrientes como para alumbrado, se deberá considerar como potencia de cada salida del circuito igual a la de los dispositivos escogidos para su instalación.

4.2.3.3 DETERMINACIÓN DEL TIPO DE CARGA

El tipo de carga se refiere al nivel de continuidad en la cual cada salida de los circuitos derivados es utilizada, y por ello, ésta puede ser: continua o no continua.

Una carga se considera continua cuando se encuentra conectada siempre a la salida del circuito derivado, mientras que una carga será considerada como no continua cuando se conecta a la salida del circuito derivado intermitentemente.

4.2.3.4 CÁLCULO DEL NÚMERO DE CIRCUITOS DERIVADOS

Antes de iniciar el cálculo del número de circuitos derivados, se debe contabilizar el número de salidas (tanto de tomacorrientes como de iluminación) de cada planta de cada edificación y una vez hecho esto, se procede a calcular el número de circuitos derivados por planta de cada edificio.

Las Ecuaciones 4.1 y 4.2 se utilizan para calcular el número de circuitos derivados de uso general.

Para cargas continuas,

$$\text{Num. Circuitos} = \frac{1.25 \times \text{Potencia Total}}{\text{Voltaje Circuito} \times \text{Corriente Circuito}}$$

(Ecuación 4. 1)

Para cargas no continuas,

$$\text{Num. Circuitos} = \frac{1 \times \text{Potencia Total}}{\text{Voltaje Circuito} \times \text{Corriente Circuito}}$$

(Ecuación 4. 2)

4.2.3.5 CÁLCULO DEL NÚMERO DE SALIDAS POR CADA CIRCUITO DERIVADO

Una vez determinado el número de circuitos derivados tanto de tomacorrientes como de alumbrado, se procede a calcular el número máximo de salidas en los mismos con el fin de evitar problemas de corriente al conectar simultáneamente las cargas.

Las Ecuaciones 4.3 y 4.4 son las que se utilizan para calcular el número máximo de salidas por circuito derivado.

Para cargas continuas,

$$\text{Num. Salidas} = \frac{\text{Corriente Circuito}}{1.25 \times \frac{\frac{\text{Potencia}}{\text{salida}}}{\text{Voltaje Circuito}}}$$

(Ecuación 4. 3)

Para cargas no continuas,

$$\text{Num. Salidas} = \frac{\text{Corriente Circuito}}{1 \times \frac{\frac{\text{Potencia}}{\text{salida}}}{\text{Voltaje Circuito}}}$$

(Ecuación 4. 4)

Finalmente, se debe proceder a calcular el tipo de recubrimiento, calibre y dispositivo de protección de los conductores de los circuitos derivados tanto de uso general como individuales y para ello, se debe proceder como se indica en el literal 4.1.6.

4.2.4 UBICACIÓN DE TABLEROS SECUNDARIOS (TS)

Los Tableros Secundarios se utilizan en grandes instalaciones donde la cantidad de circuitos derivados es significativa como para ser ubicados dentro de un solo Tablero Principal.

Los Tableros Secundarios tienen como entrada a los alimentadores secundarios (que provienen del tablero principal) y en su interior se ubican los puentes de los cuales salen los circuitos derivados tanto de uso general como individuales con sus respectivos dispositivos de protección para alimentar a las diferentes cargas.

Deben ser instalados en un sitio accesible, que no dañe la arquitectura, además, debe estar ubicado en el centro de carga de la instalación, cerca de los ductos verticales, cerca del medidor y situado de tal manera que la caída de tensión sea menor.

Para el diseño de los Tableros Secundarios se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Dejar una reserva en carga y una reserva física del 15 al 20 % en el tablero.
- En el tablero de distribución se debe garantizar que se deben distribuir las cargas de manera que en el tablero haya cargas similares.

Finalmente, se debe proceder a calcular el tipo de recubrimiento, calibre y dispositivo de protección de los alimentadores secundarios y para ello, se debe proceder como se indica en el apartado 4.1.6.

4.2.5 UBICACIÓN DE TABLERO PRINCIPAL (TP)

El tablero principal es aquel que recibe a los alimentadores principales provenientes de la Acometida y en su interior se encuentra el dispositivo de protección principal y los puentes de donde salen los alimentadores secundarios a los diferentes Tableros Secundarios.

En toda instalación eléctrica han de existir, uno o varios tableros principales, punto central de la instalación, el cual tiene tres funciones:

- Distribuir la energía eléctrica a varios circuitos ramales.
- Proteger cada circuito ramal de fallas (cortocircuitos o sobre corrientes).
- Proveer la posibilidad desconectar de la instalación cada uno de los circuitos.

Además, para su ubicación, se deben tener en cuenta las mismas recomendaciones que para los Tablero Secundarios.

Finalmente, se debe proceder a calcular el tipo de recubrimiento, calibre y dispositivo de protección de los alimentadores principales y para ello, se debe proceder como se indica en el literal 4.1.6.

4.2.6 DETERMINACIÓN DEL TIPO DE CUBRIMIENTO, CALIBRE Y DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN DE LOS CONDUCTORES

Se debe analizar las condiciones a las cuales los conductores estarán expuestos para según eso escoger el tipo de aislamiento del conductor si será THW, TW, THWN, etc.

Para determinar el tipo de cubrimiento de los conductores se deben tomar en cuenta aspectos importantes tales como:

- **Tipo de Aislamiento**, mostrado en la Tabla 4.1.
- **Resistencia al Calor**, mostrado en la Tabla 4.2.
- **Características especiales**, mostrado en la Tabla 4.3.

A	Aislamientos de asbesto
MI	Aislamiento mineral
R	Aislamiento de Hule
SA	Aislamientos de silicio-asbesto
T	Aislamiento Termoplástico

V	Aislamiento de cambray barnizado
X	Aislamiento de polímero sintético barnizado

Tabla 4. 1 Tipos de Aislamiento de los Conductores

H	Resistente al calor hasta 75°C
HH	Resistente al calor hasta 90°C

Tabla 4. 2 Resistencia al Calor de los Conductores

W	Resistente a la humedad
UF	Para uso subterráneo

Tabla 4. 3 Características Especiales de los Conductores

La correcta determinación del calibre de los conductores de los circuitos derivados de uso general y en definitiva de toda la instalación eléctrica es muy importante, ya que dichos cables son los encargados de soportar la corriente que demanden las diferentes cargas conectadas a las salidas de cada uno de los circuitos derivados calculados anteriormente.

El calibre se basa en una norma internacional americana, la AWG (American wire gauge), siendo el más grueso (mayor calibre) el 4/0 y el más delgado el # 36. Con base en estos dos calibres y mediante una progresión geométrica se establecen los demás calibres. Para calibres superiores al 4/0, su designación está en función de su área en pulgadas. Para ello se usa la unidad llamada el CIRCULAR MIL (milésima circular), que consiste en la sección de un círculo que tiene como diámetro una milésima de pulgada.

En la Figura 4.1 se muestran los calibres de los conductores y sus capacidades máximas de corriente que soportan.

Calibre AWG No	Resistencia $\Omega/100$ m	Amperaje Máximo (A)*		
		TIPO DE CABLE		
		UF	USE, THW TW, THWN	NM
4/0	0,01669	211	248	
3/0	0,02106	178	216	
2/0	0,02660	157	189	
1/0	0,03346	135	162	
2	0,05314	103	124	
4	0,08497	76	92	
6	0,1345	59	70	
8	0,2101	43	54	
10	0,3339	32	32	30
12	0,5314	22	22	20
14	0,8432	16	16	15

Figura 4. 1 Calibres de los Conductores

Los circuitos requieren de dispositivos de protección contra sobrecorriente, por lo tanto se deberán ser protegidos por fusibles que, de acuerdo con la corriente que circulará a través de ellos, los protegerán evitando daños en las cargas conectadas. En la Tabla 4.4 se observan los diferentes tipos de fusibles comerciales y sus capacidades de protección máximas.

SECCION DEL CONDUCTOR	DIAMETRO DEL CONDUCTOR	AMPERES	CAPACIDAD DEL FUSIBLE
0,50	0,80	4	---
0,75	0,98	5,5	---
1,00	1,13	7	6
1,50	1,39	9,5	10
2,50	1,78	14	15
4	2,26	20	20
6	2,77	27	25
10	3,57	39	35
16	4,52	56	50
25	5,65	80	80
35	6,67	100	100
50	8,00	130	125
70	9,45	170	160
95	11,05	210	200

120	12,35	230	225
150	13,82	270	260
185	15,35	310	300
240	17,50	380	350
300	19,50	450	430
400	22,60	560	500
500	25,25	660	600
625	28,20	780	700
800	31,90	940	850
1000	35,70	1100	1000

Tabla 4. 4 Capacidades de Fusibles Comerciales

4.2.6.1 CONDUCTORES DE CIRCUITOS DERIVADOS

Para determinar el tipo de recubrimiento, calibre y dispositivo de protección tanto de circuitos derivados de uso general como de los circuitos derivados individuales es necesario calcular la corriente que circulará por los mismos, y para ello, se procederá a través de las Ecuaciones 4.5 y 4.6.

Para cargas continuas:

$$\text{Corriente Circuito Derivado} = 1.25 \times \frac{\text{Potencia del Circuito (W)}}{\text{Voltaje de Circuito (V)}}$$

(Ecuación 4. 5)

Para cargas no continuas:

$$\text{Corriente Circuito Derivado} = 1.0 \times \frac{\text{Potencia del Circuito (W)}}{\text{Voltaje de Circuito (V)}}$$

(Ecuación 4. 6)

Una vez determinada la corriente que atravesará por cada circuito derivado, se debe verificar dicho valor en la Figura 4.1 para establecer

el calibre de los conductores, en la Tabla 4.4 para establecer el dispositivo de protección y una vez determinadas las condiciones ambientales a las que estarán expuestos los distintos conductores se debe identificar el tipo de recubrimiento que tendrá a través de las Tablas 4.1, 4.2 y 4.3.

4.2.6.2 ALIMENTADORES SECUNDARIOS

Como se mencionó anteriormente, los alimentadores secundarios son los conductores que salen del Tablero Principal e que ingresan a cada Tablero Secundario, y por lo tanto, éstos deben ser capaces de soportar la potencia demandada a cada Tablero Secundario.

Antes de proceder a determinar el tipo de recubrimiento, calibre y dispositivos de protección de los alimentadores secundarios, es necesario calcular la carga total que soportarán cada uno de los Tableros Secundarios sumando las potencias individuales de cada circuito derivado que formará parte de cada Tablero.

4.2.6.2.1 DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE DEMANDA (FD)

Este factor depende del tipo de Empresa o Edificación, en la Tabla 4.5 se muestran los factores de demanda para un Establecimiento Educativo. Dicho factor es muy importante para evitar sobredimensionamientos excesivos en los calibres de los conductores ya que no todos los circuitos derivados se utilizan a la vez en su totalidad.

CIRCUITO	FACTOR DE DEMANDA
Tomacorrientes	Los primeros 3000 W al 100%
Iluminación	Entre 3001 y 120000 W al 35%
	Restante de 120000 W al 25%

Tabla 4. 5 Factores de Demanda para una Institución Educativa

4.2.6.2.2 DETERMINACIÓN DE LA POTENCIA DEMANDADA (PD)

La potencia demandada es aquella que realmente deberán satisfacer los alimentadores secundarios, evitando también de esta manera sobredimensionamiento excesivo del calibre de los conductores y produciendo una disminución de costos sustancial. Para ello, se debe tomar en cuenta la Ecuación 4.7.

$$\text{Potencia Demandada} = \text{Potencia Calculada} * \text{FD}$$

(Ecuación 4. 7)

El correcto cálculo del calibre de los alimentadores secundarios es fundamental para que la operación de los circuitos derivados sea la adecuada, evitando así, daños en las cargas conectadas en los mismos.

Antes de determinar el calibre de los alimentadores secundarios, se debe calcular la corriente que circulará por los mismos, y para ello, las Ecuaciones 4.8 y 4.9 deberán ser aplicadas

$$\text{PDTS(W)} = \text{Potencia Total(W)} * \text{FD}$$

(Ecuación 4. 8)

$$\text{Corriente Alimentadores Secundarios} = \frac{\text{PDTS(W)}}{\text{Voltaje del Circuito(V)}}$$

(Ecuación 4. 9)

Donde,

PDTS: Potencia Demandada a Cada Tablero Secundario

Una vez determinada la corriente que atravesará por cada alimentador secundario, se debe verificar dicho valor en la Figura 4.1 para establecer el calibre de dichos alimentadores, en la Tabla 4.4 para establecer el dispositivo de protección y una vez determinadas las condiciones ambientales a las que estarán expuestos los distintos conductores se debe identificar el tipo de recubrimiento que tendrán a través de las Tablas 4.1, 4.2 y 4.3.

4.2.6.3 ALIMENTADORES PRINCIPALES

Los alimentadores principales son los conductores que salen de la acometida e ingresan a cada tablero principal, y por lo tanto, éstos deben ser capaces de soportar la potencia demandada a cada tablero principal.

Por esta razón, el correcto cálculo de los alimentadores principales, al igual que los alimentadores secundarios, es fundamental para que la operación de los circuitos derivados sea la adecuada, evitando así, daños en las cargas conectadas en los mismos.

Antes de proceder a determinar el tipo de recubrimiento, calibre y dispositivos de protección de los alimentadores principales, es necesario calcular la carga total que soportarán cada uno de los Tableros Principales, sumando las potencias individuales de cada Tablero Secundario que formará parte de cada Tablero Principal.

Para determinar el calibre de los alimentadores principales, se debe calcular la corriente que circulará por los mismos, y para ello, se deberán aplicar las Ecuaciones 4.10 y 4.11.

$$PDTP(W) = \text{Potencia Total}(W) * FD \quad (\text{Ecuación 4. 10})$$

$$\text{Corriente Alimentadores Principales} = \frac{PDTP(W)}{\text{Voltaje del Circuito}(V)} \quad (\text{Ecuación 4. 11})$$

Donde,

PDTP: Potencia Demandada a Cada Tablero Principal

Una vez determinada la corriente que atravesará por cada alimentador principal, se debe verificar dicho valor en la Figura 4.1 para establecer el calibre de dichos alimentadores, en la Tabla 4.4 para establecer el dispositivo de protección y una vez determinadas las condiciones ambientales a las que estarán expuestos los distintos conductores se

debe identificar el tipo de recubrimiento que tendrán a través de las Tablas 4.1, 4.2 y 4.3.

4.2.7 DETERMINACIÓN DE LA ACOMETIDA

Finalmente, y una vez determinados todos los circuitos derivados, tableros secundarios y principales con sus respectivos calibres y dispositivos de protección, se debe determinar el tipo de Acometida que se utilizará y para ello, se debe tener en cuenta la potencia total demandada al Tablero Principal y comparar dicho valor con la Tabla 4.6 para establecer las características de la Acometida de ser el caso.

VOLTAJES DE ALIMENTACIÓN DE LA ACOMETIDA		
POTENCIA (W)	NUMERO DE FASES E HILOS	RANGO DE VOLTAJE
Hasta 2000 W de carga total	1 Φ de 2 H	120V
Hasta 10000 W de carga total	1 Φ de 3 H	240 / 120 V
	2 Φ de 3 H	220 V
Hasta 30000 W de carga total	3 Φ de 3 H	220 V
	3 Φ de 4 H	220 / 127 V

Tabla 4. 6 Características de Acometidas

Además, se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Los conductores de la acometida deben ser continuos, desde el punto de conexión de red hasta los bornes de la entrada del equipo de medida.

- No se aceptan empalmes, ni derivaciones, en ningún tramo de la acometida. En la caja o armario de medidores deberá reservarse en su extremo una longitud del conductor de la acometida suficiente que permita una fácil conexión al equipo de medida.

4.2.8 DETERMINACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE MEDICIÓN

Las características del dispositivo de medición se determinan en base a las características de la Acometida y el calibre de los conductores principales.

En resumen, el rango de voltaje es establecido por la Acometida y el rango de corriente es determinado por los Alimentadores Principales.

4.3 DESARROLLO DEL DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO

DISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN

El diseño del Sistema de Iluminación fue desarrollado en el Capítulo III de este documento.

UBICACIÓN DE TOMACORRIENTES E INTERRUPTORES

Una vez analizado cada ambiente de la Institución Educativa, la ubicación de tomacorrientes fue determinada de acuerdo a las Normas del Código Eléctrico Nacional Capítulo 2, las cuales fueron citadas en el literal 4.1.2 de este capítulo. Los resultados de la ubicación de tomas se encuentran en los Planos del Anexo C.

DETERMINACIÓN DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS

CIRCUITOS DERIVADOS DE USO GENERAL

Una vez tomadas en cuenta las Normas del Código Eléctrico Nacional Capítulo 2, planteadas en el apartado 4.2.3.1 de este capítulo para la determinación de circuitos derivados de uso general, se han considerado las potencias para cada una de las cargas de dichos circuitos derivados y son las que se muestran en la Tabla 4.7.

CIRCUITO	CARGA	POTENCIA
Tomacorrientes	Desconocida	180 W por salida
Iluminación	Lámparas Fluorescentes	44 W por salida
Iluminación	Lámparas Incandescentes	100 W por salida

Tabla 4. 7 Potencias Consideradas para cada Carga

Determinación del tipo de carga

De acuerdo a lo explicado, el tipo de carga de cada circuito derivado de uso general que se ha determinado se muestra en la Tabla 4.8.

CIRCUITO	TIPO DE CARGA
Tomacorrientes	Continuo
Iluminación	No Continuo

Tabla 4. 8 Tipos de Carga de Circuitos Derivados

Cálculo del número de circuitos

Antes de iniciar con el desarrollo del cálculo de los circuitos derivados de uso general, se debe contabilizar el número de tomacorrientes ubicados, así como también el número de luminarias, y con el fin de facilitar el cálculo y su posterior representación en los planos eléctricos, se ha escogido registrar el número de tomacorrientes y luminarias por pisos de cada edificio de la institución, logrando con ello, que ningún circuito derivado se encuentre entre dos plantas de una edificación y evitando que el cableado aumente considerablemente.

Los resultados obtenidos luego de contabilizar las salidas (tomacorrientes y luminarias) se presentan a en las Tablas 4.9 y 4.10.

Edificio	Planta	Núm. Tomas	Núm. Lámparas Fluorescentes	Núm. Lámparas Incandescentes
Administrativo	Primera	23	50	0
	Segunda	18	78	0
	Tercera	35	88	2
	Cuarta	30	82	2
Paraboloide	Primera	60	220	0
	Segunda	72	220	0
Laboratorios y Talleres	Labs. Computación Lab. de Idiomas Pasillo Bodegas Tomacorrientes de Paredes en Talleres	102	230	0
Central I	Primera	42	110	4
	Segunda	42	110	4
	Tercera	42	110	4
Central II	Primera	35	54	62
	Segunda	47	152	0
	Tercera	40	120	2
	Cuarta	19	64	0

Tabla 4. 9 Número de Salidas de Cada Edificación

EDIFICIO	NÚM. LÁMPARAS DE VAPOR DE SODIO
<i>Cancha de Indorfutbol</i>	4
<i>Cancha de Basquet 1</i>	4
<i>Cancha de Basquet 2</i>	4
<i>Parqueadero 1</i>	3
<i>Parqueadero 2</i>	2
<i>Parqueadero 3</i>	4
<i>Patio Principal</i>	4

Tabla 4. 10 Número de Salidas de Zonas Exteriores

Una vez contabilizado el número de salidas (tanto de tomacorrientes como de iluminación), se procede a calcular el número de circuitos derivados por planta de cada edificio.

Con fines explicativos se presentarán los cálculos de los circuitos derivados de uso general de la primera planta del Edificio Administrativo.

Para circuitos de tomacorrientes se utilizará la Ecuación 4.1, además el voltaje del circuito será de 127V tomando en cuenta la variación del voltaje existente y debido a la recomendación del CEN la corriente del mismo será de 20 A.

$$\text{Num. Circuitos Tomacorrientes} = \frac{1.25 \times (180 \frac{W}{\text{toma}} \times 23 \text{tomas})}{127 V \times 20 A}$$

Núm. Circuitos Tomacorrientes **2.34**

Por tanto, se escogen 3 circuitos de tomacorrientes de uso general.

Para circuitos de iluminación de lámparas fluorescentes se utiliza en cambio la Ecuación 4.2, el voltaje del circuito será de 127V y la corriente de 20 A.

$$Num. Circuitos Ilumin. = \frac{1 \times (44 \frac{W}{\text{lámpara fluorescente}} \times 50 \text{lámparas})}{127 V \times 20 A}$$

Núm. Circuitos Iluminación **0.866**

Por tanto, se escoge 1 circuito de iluminación de lámparas fluorescentes.

Debido a que en la primera planta del Edificio Administrativo no existen lámparas incandescentes no se puede calcular el número de circuitos para este tipo de lámparas, pero el procedimiento es el mismo que se efectuó para calcular el número de circuitos de iluminación de lámparas fluorescentes. Los resultados totales de los circuitos derivados de uso general se presentan en las Tablas 4.26, 4.27, 4.28 y 4.29 del apartado 4.3 de este capítulo, así como también en los Planos del Anexo C.

Cálculo del número de salidas por circuito

Luego de haber determinado el número de circuitos derivados de uso general tanto de tomacorrientes como de iluminación, se procede a calcular el número máximo de salidas en los mismos con el fin de evitar problemas de corriente al conectar simultáneamente las cargas.

Para circuitos de tomacorrientes se usará la Ecuación 4.3, el voltaje del circuito será de 127V y la corriente de 20 A.

$$Num. Salidas = \frac{20 A}{1.25 \times \frac{180 \frac{W}{\text{tomacorriente}}}{127 V}}$$

Núm. Salidas **11.28**

Por tanto, cada circuito derivado de tomacorrientes de uso general deberá tener un máximo de 11 salidas.

Para circuitos de iluminación de lámparas fluorescentes se usará la Ecuación 4.4, el voltaje del circuito será de 127V y la corriente de 20 A.

$$Num. Salidas = \frac{20 A}{1 \times \frac{44 \frac{W}{lámpara fluorescente}}{127 V}}$$

Núm. Salidas **57.72**

Por tanto, cada circuito derivado de iluminación de lámparas fluorescentes deberá tener un máximo de 57 salidas.

Para circuitos de iluminación de lámparas incandescentes se partirá de la Ecuación 4.4, el voltaje del circuito será de 127V y la corriente de 20 A.

$$Num. Salidas = \frac{20 A}{1 \times \frac{100 \frac{W}{lámpara incandescente}}{127 V}}$$

Núm. Salidas **25.4**

Por tanto, cada circuito derivado de iluminación de lámparas incandescentes deberá tener un máximo de 25 salidas.

Los resultados totales del número máximo de salidas de cada circuito de cada Edificación tomando en cuenta únicamente los circuitos derivados de uso general se presentan en las Tablas 4.26, 4.27, 4.28 y 4.29 del apartado 4.3 de este capítulo, así como también en los Planos del Anexo C.

Finalmente, se deben tomar en cuenta que tanto los valores de los números de circuitos de tomacorrientes o de iluminación calculados, así como también el número de salidas por circuito, son valores referenciales, ya que según criterios de ingeniería éstos podrían variar por cuestiones de uniformidad, por ejemplo, en la primera planta del Edificio Administrativo se tienen 23 tomacorrientes, según los cálculos existirían 3 circuitos derivados, los 2 primeros de 11 salidas y el último tendría sólo 1, lo cual está dentro de lo permitido pero lo óptimo tomando en cuenta la uniformidad y el criterio de ingeniería sería 3 circuitos derivados, el primero de 8 salidas, el segundo de 8 y el tercero de 7.

Otra consideración a tomarse en cuenta es que si en un circuito derivado de lámparas fluorescentes se tiene por ejemplo 30 salidas y además se tiene que en la misma planta existen 6 lámparas incandescentes, no sería óptimo crear otro circuito derivado sólo para 6 lámparas incandescentes (ya que en un circuito de lámparas incandescentes se pueden tener hasta 25 salidas), sino que lo recomendable sería incluir dichas lámparas en el circuito de lámparas fluorescentes y posteriormente verificar si la potencia del circuito derivado no excede el límite de corriente de 20 A.

Determinación del tipo de recubrimiento, calibre y dispositivo de protección de los conductores

Una vez analizadas las condiciones ambientales a las que los conductores de los circuitos derivados de uso general estarán expuestos y las Tablas 4.1, 4.2 y 4.3, se han escogido conductores con un tipo de aislamiento TW, que quiere decir que posee aislamiento termoplástico capaz de ser usado en ambientes húmedos resistente al calor hasta 60°C.

Debido a que la corriente máxima de cada circuito derivado (tanto de tomacorrientes como de iluminación) es de 20 A, en la Figura 4.1 se puede observar que teóricamente el calibre de los conductores de todos los circuitos derivados de uso general será #12 tipo TW.

De igual manera, no todos los circuitos derivados son iguales, sino que varían de acuerdo con el criterio de ingeniería explicado inicialmente pero dentro de los parámetros establecidos, razón por la cual, los calibres variarán en algunos casos.

Los calibres de los conductores de los circuitos derivados de uso general se encuentran en los cuadros de carga de los Planos del Anexo C.

Los circuitos derivados de uso general requieren de dispositivos de protección contra sobrecorriente, por lo tanto se colocarán fusibles que, de acuerdo con la corriente que circulará por dichos circuitos, los protegerán evitando daños en las cargas conectadas.

Los fusibles para los circuitos derivados de 20 A de uso general (tanto tomacorrientes como iluminación) se escogen de la Tabla 4.4.

Como se observa, para circuitos de 20 A se deben colocar fusibles de 20 A, por tanto, dichos dispositivos de sobrecorriente serán escogidos para protegerlos contra subidas excesivas de corriente.

Se debe tener en cuenta, como anteriormente se ha dicho, que no todos los circuitos derivados de uso general son de 20 A, sino que algunos, dependiendo del número de salidas poseen distinta corriente de circuito (son de 15 A).

La corriente de cada circuito derivado de uso general junto con su correspondiente dispositivo de protección se encuentra en el cuadro de cargas en los Planos del Anexo C.

CIRCUITOS DERIVADOS INDIVIDUALES

Una vez tomadas en cuenta las Normas del Código Eléctrico Nacional Capítulo 2, planteadas en el apartado 4.2.3.2 de este capítulo para la determinación de circuitos derivados individuales, se han considerado las potencias para cada una de las cargas de dichos circuitos derivados y son las que se muestran en la Tabla 4.11.

EDIFICIO	TIPO DE SALIDA	POTENCIA C/ DISPOSITIVO (W)
Laboratorios y Talleres	Tomas para Máquinas de Serigrafía	600
	Tomas para Planchas	1000
	Tomas para Máquinas de Coser	125
Coliseo	Iluminación	400
Piscina	Iluminación	250
	Toma para Calentador de Agua	18000

Tabla 4. 11 Potencia considerada de cada Carga

Determinación del tipo de carga

Al igual que para los circuitos derivados individuales y de acuerdo a lo explicado, el tipo de carga de cada circuito derivado individual se ha determinado en la Tabla 4.12.

CIRCUITO	TIPO DE CARGA
Tomacorrientes	Continuo
Iluminación	No Continuo

Tabla 4. 12 Tipos de Carga

Cálculo del número de circuitos derivados individuales

Antes de iniciar con el desarrollo del cálculo de los circuitos derivados individuales, al igual como se realizó en los circuitos derivados de uso general, se debe determinar el número de tomacorrientes necesarios, así como también el número de luminarias, y con el fin de facilitar el cálculo y su posterior representación en los planos eléctricos, se ha escogido registrar el número de tomacorrientes y luminarias por cada área, es decir, circuitos independientes para cada tipo de carga que se tenga, logrando con ello, independencia entre cada uno de los circuitos individuales y reducir el cableado a ser utilizado.

Los resultados obtenidos luego de contabilizar las salidas (tomacorrientes y luminarias) se presentan en la Tabla 4.13.

Edificio	Carga	Número de Tomas	Número de Lámparas
Laboratorios y Talleres	Máquinas de Serigrafía	9	-
	Planchas	9	-
	Máquinas de Coser	12	-
Coliseo	Lámparas de Vapor de Sodio	-	90
Piscina	Lámparas de Vapor de Sodio	-	20
	Toma para Calentador de Agua	1	-

Tabla 4. 13 Número de Salidas por Áreas

Una vez contabilizado el número de salidas (tanto de tomacorrientes como de iluminación), se procede a calcular el número de circuitos

derivados por área como se explicó anteriormente. Con fines explicativos se presentarán los cálculos de los circuitos derivados individuales de iluminación para el Coliseo y los circuitos derivados individuales de tomacorrientes para las máquinas de serigrafía ubicadas en el Edificio de Laboratorios y Talleres.

Para los circuitos derivados de iluminación del Coliseo se parte de la Ecuación 4.2, además el voltaje del circuito será de 127V tomando en cuenta la variación del voltaje existente y debido a la recomendación del CEN la corriente del mismo será de 50 A.

$$\text{Num. Circuitos Iluminación} = \frac{1 \times (400 \frac{W}{\text{lámpara}} \times 90 \text{ lámparas})}{127 V \times 50 A}$$

$$\text{Núm. Circuitos Iluminación} \quad \boxed{5.66}$$

Por tanto, se escogen 6 circuitos derivados individuales de iluminación para el Coliseo.

Para los circuitos derivados individuales de tomacorrientes del Taller de Serigrafía se utilizará la Ecuación 4.1, además el voltaje del circuito será de 127V tomando en cuenta la variación del voltaje existente y debido a la recomendación del CEN la corriente del mismo será de 50 A.

$$\text{Num. Circuitos Tomas} = \frac{1.25 \times (600 \frac{W}{\text{máquina}} \times 9 \text{ máquinas})}{127 V \times 50 A}$$

$$\text{Núm. Circuitos Tomacorrientes} \quad \boxed{1.1}$$

Por tanto, se escogen 2 circuitos derivados individuales de tomacorrientes para las máquinas de serigrafía.

Los resultados totales de los circuitos derivados individuales se encuentran en la Tabla 4.30 del apartado 4.3 de este capítulo, así como también en los Planos del Anexo C.

Cálculo del número de salidas por circuito

Una vez determinado el número de circuitos derivados individuales, se procede a calcular el número máximo de salidas en los mismos con el fin de evitar problemas de corriente al conectar simultáneamente las cargas.

De igual manera, por fines explicativos, se desarrollarán los cálculos del número de salidas máximas para los circuitos derivados individuales de iluminación del Coliseo y de los circuitos derivados individuales de tomacorrientes para las máquinas de serigrafía del Edificio de Laboratorios y Talleres.

Para los circuitos de iluminación de lámparas de Vapor de Sodio del Coliseo se usará la Ecuación 4.4, el voltaje del circuito será de 127V y la corriente de 50 A.

$$Num. Salidas = \frac{50 A}{1 \times \frac{400 \frac{W}{lámpara\ vapor\ de\ sodio}}{127 V}}$$

$$Núm. Salidas \quad \boxed{15.87}$$

Por tanto, cada circuito derivado individual de iluminación de lámparas de vapor de sodio del Coliseo deberá tener un máximo de 15 salidas.

Para los circuitos derivados individuales de tomacorrientes para las máquinas de serigrafía se parte de la Ecuación 4.3, el voltaje del circuito será de 127V y la corriente de 50 A.

$$Num. Salidas = \frac{50 A}{1.25 \times \frac{600 \frac{W}{máquina}}{127 V}}$$

$$Núm. Salidas \quad \boxed{8.47}$$

Por tanto, cada circuito derivado individual de tomacorrientes para las máquinas de serigrafía deberá tener un máximo de 8 salidas.

Los resultados totales de cada una de las Edificaciones tomando en cuenta únicamente los circuitos derivados individuales se presentan en la Tabla 4.30 del apartado 4.3 de este capítulo, así como también en los Planos del Anexo C.

Al igual como se realizó con los circuitos derivados de uso general, se deben tomar en cuenta que tanto los valores de los números de circuitos de tomacorrientes o de iluminación calculados, así como también el número de salidas por circuito, son valores referenciales, ya que según criterios de ingeniería éstos podrían variar por cuestiones de uniformidad, por ejemplo; se calcularon 2 circuitos derivados individuales con un máximo de 8 salidas por cada uno para las máquinas de serigrafía, lo que quiere decir que podrían ubicarse hasta 16 máquinas en dichos circuitos pero se debe tener en cuenta que existen sólo 9 y que según los cálculos se deberían repartir de la siguiente manera: 8 máquinas en el primer circuito derivado individual y 1 máquina en el segundo, lo cual está dentro de lo permitido pero lo óptimo tomando en cuenta la uniformidad y el criterio de ingeniería sería 2 circuitos derivados individuales, el primero de 5 salidas y el segundo de 4.

Los circuitos derivados considerados y sus respectivas salidas tomando en cuenta los criterios anteriormente mencionados se pueden verificar en el cuadro de cargas de los Planos del Anexo C.

Determinación del tipo de recubrimiento, calibre y dispositivo de protección de los conductores

Una vez analizadas las condiciones ambientales a las que los conductores de los circuitos derivados individuales estarán expuestos y las Tablas 4.1, 4.2 y 4.3, se han escogido, al igual que para los conductores de los circuitos derivados de uso general, conductores con un tipo de aislamiento TW, que quiere decir que posee aislamiento termoplástico capaz de ser usado en ambientes húmedos resistente al calor hasta 60°C.

La determinación del calibre de conductores para circuitos derivados individuales se realizó siguiendo el mismo procedimiento que para los circuitos derivados de uso general, por tanto, debido a que la corriente máxima de cada circuito derivado individual (tanto de tomacorrientes como de iluminación) es de 50 A, se procede a observar en la Figura 4.1 el calibre del mismo para este tipo de circuitos, determinando que teóricamente el calibre de los conductores de todos los circuitos derivados individuales será #8 tipo TW.

De igual manera, no todos los circuitos derivados son iguales, sino que varían de acuerdo con el criterio de ingeniería explicado inicialmente pero dentro de los parámetros establecidos, razón por la cual, los calibres variarán en algunos casos. Los calibres de los conductores de los circuitos derivados de uso general se encuentran en los cuadros de carga de los Planos del Anexo C.

Los circuitos derivados individuales requieren de dispositivos de protección contra sobrecorriente, por lo tanto se colocarán fusibles que, de acuerdo con la corriente que circulará por dichos circuitos, los protegerán evitando daños en las cargas conectadas. Los fusibles para los circuitos derivados de 50 A individuales (tanto tomacorrientes como iluminación) se escogen de la siguiente Tabla 4.4, siendo éstos de 50A.

Se debe tener en cuenta, como anteriormente se ha dicho, que no todos los circuitos derivados individuales son de 50 A, sino que algunos, dependiendo del número de salidas poseen distinta corriente de circuito. La corriente de cada circuito derivado de uso general se encuentra en el cuadro de cargas junto con su correspondiente dispositivo de protección en los Planos del Anexo C.

UBICACIÓN DE TABLEROS SECUNDARIOS (TS)

Los tableros secundarios han sido ubicados al final de los pasillos principales en las primeras plantas de cada Edificación, además, se ha considerado necesario crear 2 tableros secundarios adicionales, el primero

para los parqueaderos, canchas y el patio principal y el segundo para el Coliseo y la Piscina, teniendo un total de 7 tableros secundarios.

Determinación del tipo de recubrimiento, calibre y dispositivo de protección de los alimentadores secundarios

Como se mencionó anteriormente, los alimentadores secundarios son los conductores que salen del tablero principal e que ingresan a cada tablero secundario, y por lo tanto, éstos deben ser capaces de soportar la potencia demandada a cada tablero secundario.

Por esta razón, el correcto cálculo de los alimentadores secundarios es fundamental para que la operación de los circuitos derivados sea la adecuada, evitando así, daños en las cargas conectadas en los mismos. Una vez definido el número de tableros secundarios y su ubicación, se procede a calcular la carga total de cada uno de ellos, teniendo como resultados los valores de la Tabla 4.14.

TABLERO SECUNDARIO	UBICACIÓN	³⁰ CIRCUITOS DERIVADOS ALIMENTADOS	POTENCIA (W)		
			TOMAS	ALUMBRADO	POTENCIA TOTAL
TS1	Primera planta del Edificio Administrativo	A1 - A17	19080	13512	32592
TS2	Primera planta del Edificio Paraboloides	B1 - B22	23580	19272	42852
TS3	Primera planta del Edificio de Laboratorios y Talleres	C1 - C15 ES8 - ES12	33180	10120	43300
TS4	Primera planta del Edificio Central I	D1 - D21	22680	15720	38400
TS5	Primera planta del Edificio Central II	E1 - E27	25380	23648	49028
TS6	Parte baja del graderío de la Cancha de Básquet 2	ES1 - ES7		7000	7000
TS7	Primera planta parte exterior del Edificio Administrativo	ES13 - ES20	18000	41000	59000

Tabla 4. 14 Potencia Total de cada Tablero Secundario

³⁰ Cada tablero secundario alimenta al edificio donde se encuentra instalado, por lo tanto, la codificación de los circuitos derivados de uso general utilizada corresponde a cada edificio, excepto los circuitos derivados individuales.

Luego de haber determinado la carga total de salida de cada uno de los tableros secundarios, se procede a verificar el factor de demanda de la potencia calculada, ya que no todos los circuitos derivados se utilizan en su totalidad este factor depende del tipo de Empresa o Edificación, y dado que es un Establecimiento Educativo, el factor de demanda es el mostrado en la Tabla 4.5.

Tomando en cuenta el factor de demanda de cada circuito para un Establecimiento Educativo, se procede a calcular la potencia demandada para cada uno de los Tableros Secundarios.

Con fines explicativos, se desarrollará el cálculo de la potencia demandada para el Tablero Secundario TS1 ubicado en la primera planta del Edificio Administrativo partiendo de los datos ya obtenidos para dicho Tablero mostrados en la Tabla 4.15.

TABLERO SECUNDARIO	UBICACIÓN	POTENCIA TOMAS	POTENCIA ALUMBRADO	POTENCIA TOTAL
TS1	Primera planta del Edificio Administrativo	19080 W	13512 W	32592 W

Tabla 4. 15 Potencia Calculada para el Tablero Secundario TS1

Utilizando la Ecuación 4.8 se tiene que la potencia demandada para el tablero secundario TS1 es:

$$Potencia\ Demanda\ TS1 = (3000\ W \times 1) + (32592\ W - 3000\ W) \times 0.35$$

$$Potencia\ Demandada\ TS1 = \mathbf{13357.2\ W}$$

Los resultados de la potencia demandada a cada uno de los tableros secundarios pueden ser revisados en la Tabla 4.31 del apartado 4.3 de este capítulo.

Finalmente y con fines explicativos, se desarrollará el cálculo del calibre de los alimentadores secundarios para el tablero secundario TS1 ubicado en el Edificio Administrativo.

Se procede a utilizar la Ecuación 4.9 para calcular la corriente que circulará por los alimentadores secundarios del tablero TS1, y para ello, se considerará un voltaje de 127 V.

$$\text{Corriente Alimentadores Secundarios TS1} = \frac{13357.2 \text{ W}}{127 \text{ V}}$$

$$\text{Corriente Alimentadores Secundarios TS1} = \mathbf{105.17 \text{ A}}$$

Una vez determinada la corriente que circulará por los alimentadores secundarios de TS1, se debe establecer el calibre del conductor y para ello, se debe verificar en la Figura 4.1, teniéndose como resultado que para una corriente de 105A corresponderá ser AWG #2.

Utilizando el mismo criterio que para los circuitos derivados, el tipo de conductor a utilizarse será TW. Por lo tanto, los alimentadores secundarios para el tablero TS1 son AWG #2 Tipo TW.

La potencia demandada junto con la corriente de circulación y los tipos de recubrimiento y calibres de cada alimentador para cada Tablero Secundario se presentan en la Tabla 4.16, así como también en el Diagrama Unifilar del Anexo C.

ALIMENTADOR SECUNDARIO	POTENCIA DEMANDADA (W)	VOLTAJE (V)	CORRIENTE (A)	CONDUCTOR	
				CALIBRE AWG	TIPO
TS1	13357.2	127	105.17	#2	TW
TS2	16948.2	127	133.45	#1/0	TW
TS3	17105	127	134.69	#1/0	TW
TS4	15390	127	121.18	#1/0	TW

TS5	19109.8	127	150.47	#1/0	TW
TS6	4400	127	34.65	#8	TW
TS7	22600	240	94.17	#2	TW

Tabla 4. 16 Resultados Obtenidos de Alimentadores Secundarios

Al igual que para los circuitos derivados, los dispositivos de protección de sobrecorriente se determinan de acuerdo con la corriente que circula por cada alimentador. Dichos valores se determinan de acuerdo con la Tabla 4.4.

Para el caso de los alimentadores del Tablero Secundario 1 ubicado en el Edificio Administrativo, la corriente que circula a través de ellos es de 105 A, y mediante la tabla se observa que los fusibles para estos conductores son de 125 A.

Los dispositivos de protección contra sobrecorriente para cada uno de los alimentadores de cada tablero secundario se muestran en la Tabla 4.17, así como también en el Diagrama Unifilar del Anexo C.

ALIMENTADOR SECUNDARIO	PROTECCIÓN (A)
TP - TS1	1x125
TP - TS2	1x160
TP - TS3	1x160
TP - TS4	1x160
TP - TS5	1x160
TP - TS6	1x50
TP - TS7	1x125

Tabla 4. 17 Dispositivos de Protección para Alimentadores Secundarios

UBICACIÓN DEL TABLERO PRINCIPAL (TP)

El tablero principal es aquel que recibe a los alimentadores principales provenientes de la Acometida y en su interior se encuentra el dispositivo de protección principal y los puentes de donde salen los alimentadores secundarios a los diferentes tableros secundarios.

Debido a la gran infraestructura del Establecimiento, se ha considerado prudente ubicar 2 tableros principales, lo que a su vez quiere decir que existirán 2 Acometidas que posteriormente se detallarán cómo serán distribuidas. La Tabla 4.18 explica la distribución de cada tablero principal respecto a los Tableros Secundarios, además, se muestra su ubicación y la potencia total de cada uno de los Tableros Principales.

TABLERO PRINCIPAL	UBICACIÓN	TABLEROS SECUNDARIOS ALIMENTADOS	POTENCIA TOMAS	POTENCIA ALUMBRADO	POTENCIA TOTAL
TP1	En la parte externa de la primera planta del Edificio Administrativo	TS1 - TS2 - TS3 - TS7	93840 W	83904 W	177744 W
TP2	En la parte externa de la primera planta del Edificio Central I	TS4 - TS5 - TS6	48060 W	46368 W	94428 W

Tabla 4. 18 Distribución de los Tableros Principales

La información total de cada tablero principal se muestra además en el Diagrama Unifilar del Anexo C.

Determinación del tipo de recubrimiento, calibre y dispositivo de protección de los alimentadores principales

Los alimentadores principales son los conductores que salen de la acometida e ingresan a cada tablero principal, y por lo tanto, éstos deben ser capaces de soportar la potencia demandada a cada Tablero Principal.

Por esta razón, el correcto cálculo de los alimentadores principales, al igual que los alimentadores secundarios, es fundamental para que la operación de los circuitos derivados sea la adecuada, evitando así, daños en las cargas conectadas en los mismos.

Una vez calculada la potencia total de cada tablero principal se procede a calcular la potencia demandada a cada uno de ellos tomando en cuenta el factor de demanda y siguiendo el mismo procedimiento que para el cálculo de la potencia demandada en los Tableros Secundarios.

Con fines explicativos, se desarrollará el cálculo de la potencia demandada para el Tablero Principal TP1 ubicado en la primera planta en la parte externa del Edificio Administrativo y para ello, se partirán de los datos obtenidos con anterioridad mostrados en la Tabla 4.19.

TABLERO SECUNDARIO	UBICACIÓN	POTENCIA (W)		
		TOMAS	ALUMBRADO	POTENCIA TOTAL
TP1	En la parte externa de la primera planta del Edificio Administrativo	93840	83904	177744

Tabla 4. 19 Resultados Obtenidos para el Tablero Principal 1

Utilizando la Ecuación 4.10, se tiene que la potencia demandada para el Tablero Principal TP1 es:

Potencia Demanda TP1

$$= (3000 W \times 100\%) + (Potencia Total - 3000 W) \times 35\%$$

Potencia Demanda TP1

$$= (3000 W \times 1) + (177744 W - 3000 W) \times 0.35 + (177744 W - 120000 W) \times 0.25$$

Potencia Demanda TP1 **58386W**

Los resultados de la potencia demandada a cada uno de los Tableros Principales se muestran en la Tabla 4.20.

TABLERO PRINCIPAL	DESCRIPCIÓN	TABLEROS SECUNDARIOS ALIMENTADOS	POTENCIA DEMANDADA (W)
TP1	Conductor Secundario que alimenta al Tablero Principal 1 desde la Acometida 1	TS1 - TS2 - TS3 - TS7	58386
TP2	Conductor Secundario que alimenta al Tablero Principal 2 desde la Acometida 2	TS4 - TS5 - TS6	34999.8

Tabla 4. 20 Potencia Demandada a cada Tablero Principal

Con fines explicativos, se desarrollará el cálculo del tipo de recubrimiento, calibre y dispositivos de protección de los alimentadores para el Tablero Principal TP1 ubicado en la parte exterior de la primera planta del Edificio Administrativo.

Se procede a utilizar la Ecuación 4.11 con el fin de calcular la corriente que circulará por los alimentadores principales del Tablero Principal TP1, y para ello, se considerará un voltaje de 220 V.

$$\text{Corriente Alimentadores TP1} = \frac{58386 \text{ W}}{220 \text{ V}}$$

Corriente Alimentadores TP1 **243.27 A**

Una vez determinada la corriente que circulará por los alimentadores principales de TP1, se debe establecer el calibre de dichos conductores

observando la Figura 4.1, teniendo como resultado que el calibre que soportará una circulación de 243 A será AWG #4/0.

Utilizando el mismo criterio que para los alimentadores secundarios, el tipo de conductor a utilizarse será TW. Por lo tanto, los alimentadores principales para el Tablero Principal TP1 son AWG #4/0 Tipo TW.

La potencia demandada junto con la corriente de circulación y los tipos de recubrimiento y calibres de cada alimentador para cada Tablero Principal se presentan en la Tabla 4.21, así como también en el Diagrama Unifilar del Anexo C.

				CONDUCTOR	
ALIMENTADOR PRINCIPAL	POTENCIA DEMANDADA (W)	VOLTAJE (V)	CORRIENTE (A)	CALIBRE AWG	TIPO
TP1	58386	240	243.275	#4/0	TW
TP2	34999.8	240	145.8325	#1/0	TW

Tabla 4. 21 Tipos de Recubrimiento y Calibres de cada Alimentador Principal

Al igual que para los alimentadores secundarios, los dispositivos de protección de sobrecorriente se determinan de acuerdo con la corriente que circula por cada alimentador.

Dichos valores se determinan de acuerdo con la Tabla 4.4. Para el caso de los alimentadores del Tablero Principal 1 ubicado en el exterior de la primera planta del Edificio Administrativo, la corriente que circula a través de ellos es de 243A, y mediante la tabla se observa que los fusibles para estos conductores es de 260A.

Los dispositivos de protección contra sobrecorriente para cada uno de los alimentadores de cada Tablero Principal se muestran en la Tabla 4.22.

ALIMENTADOR PRINCIPAL	PROTECCIÓN (A)
TP1	1x260
TP2	1x160

Tabla 4. 22 Dispositivos de Protección para Alimentadores Principales

DETERMINACIÓN DE LA ACOMETIDA

Como se explicó anteriormente, debido a la gran infraestructura del Establecimiento Educativo se ha decidido colocar 2 tableros principales, lo que produce que existan 2 Acometidas.

Debido a que ambos Tableros Principales deben proporcionar una potencia demandada mayor a 30000 W, de acuerdo con la Tabla 4.6, las características de las Acometidas son las mostradas en la Tabla 4.23, así como también en el Diagrama Unifilar del Anexo C.

	FASES	NÚM. DE HILOS	VOLTAJE
ACOMETIDA 1	3	4	127 / 220 V
ACOMETIDA 2	3	4	127 / 220 V

Tabla 4. 23 Características de las Acometidas

DETERMINACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE MEDICIÓN

En virtud de lo acordado anteriormente, que el rango de voltaje es establecido por la Acometida y el rango de corriente es determinado por los Alimentadores Principales.

Las características de los dispositivos de medición se presentan en la Tabla 4.24, al igual que en el Diagrama Unifilar del Anexo C.

DISPOSITIVO DE MEDICIÓN	FASES	NUM. DE HILOS	TIPO	RANGO DE VOLTAJE	RANGO DE AMPERAJE
MEDIDOR 1 (Acometida 1)	Trifásico	4	Ciclométrico	220 V / 127 V	15 A / 260 A
MEDIDOR 2 (Acometida 2)	Trifásico	4	Ciclométrico	220 V / 127 V	15 A / 160 A

Tabla 4. 24 Características de los Dispositivos de Medición

Finalmente, en la Tabla 4.25 se presenta un cuadro explicativo de la estructura a groso modo del Sistema Eléctrico del Liceo Municipal Experimental Técnico y en Ciencias Fernández Madrid.

ACOMETIDA	UBICACIÓN	TABLERO PRINCIPAL AL QUE ALIMENTA	UBICACIÓN TABLEROS PRINCIPALES	TABLEROS SECUNDARIOS A LOS QUE ALIMENTA	UBICACIÓN TABLEROS SECUNDARIOS	CIRCUITOS DERIVADOS A LOS QUE ALIMENTA	UBICACIÓN CIRCUITOS DERIVADOS
Acometida 1	Ingresa por la parte frontal hacia la parte externa de la primera planta del Edificio Administrativo	TP1	Exterior de la primera planta del Edificio Administrativo	TS1	Pasillo primera planta Edificio Administrativo	A1 - A17	Edificio Administrativo
				TS2	Pasillo primera planta Edificio Paraboloides	B1 - B22	Edificio Paraboloides
				TS3	Pasillo primera planta Edificio Labs. Y Talleres	C1 - C15 ES8 - ES12	Edificio Laboratorios y Talleres
Acometida 2	Ingresa por la parte posterior hacia la parte externa de la primera planta del Edificio Central II	TP2	Exterior de la primera planta del Edificio Central II	TS7	Junto al graderío Cancha de Básquet 2	D1 - D21	Coliseo y Piscina
				TS4	Pasillo primera planta Edificio Central I	E1 - E27	Edificio Central I
				TS5	Pasillo primera planta Edificio Central II	ES1 - ES7	Edificio Central II
				TS6	Junto al graderío Cancha de Básquet 2	ES13 - ES20	Parqueaderos, Canchas y Patio Central

Tabla 4. 25 Estructura del Sistema Eléctrico del Liceo Fernández Madrid

4.4 TABLAS DE RESULTADOS

DETERMINACIÓN CIRCUITOS DERIVADOS TOMACORRIENTES

Edificio	Planta	Voltaje Alimentación (V)	Corriente Circuitos (A)	Núm. Tomas	Potencia c/ toma (w)	Potencia Total Tomas (w)	Tipo de Carga Tomas	Núm. Circuitos Tomas	Núm. Tomas x Circuito	Protección Circuitos Tomas (A)	Cable	
											Tipo	Calibre AWG
Administrativo	Primera	127	20	23	180	4140	Continuo	3	11	3x20	TW	12
	Segunda	127	20	18	180	3240	Continuo	2	11	2x20	TW	12
	Tercera	127	20	35	180	6300	Continuo	4	11	4x20	TW	12
	Cuarta	127	20	30	180	5400	Continuo	3	11	3x20	TW	12
Paraboloide	Primera	127	20	60	180	10800	Continuo	6	11	6x20	TW	12
	Segunda	127	20	72	180	12960	Continuo	7	11	7x20	TW	12
Laboratorios y Talleres	Labs. Computación Lab. de Idiomas Pasillo Bodegas Tomacorrientes de Paredes en Talleres	127	20	102	180	18360	Continuo	10	11	7x20	TW	12
Central I	Primera	127	20	42	180	7560	Continuo	4	11	4x20	TW	12
	Segunda	127	20	42	180	7560	Continuo	4	11	4x20	TW	12
	Tercera	127	20	42	180	7560	Continuo	4	11	4x20	TW	12
Central II	Primera	127	20	35	180	6300	Continuo	4	11	4x20	TW	12
	Segunda	127	20	47	180	8460	Continuo	5	11	5x20	TW	12
	Tercera	127	20	40	180	7200	Continuo	4	11	4x20	TW	12
	Cuarta	127	20	19	180	3420	Continuo	2	11	2x20	TW	12

Tabla 4. 26 Circuitos Derivados de Uso General (Tomacorrientes)

DETERMINACIÓN CIRCUITOS DERIVADOS LAMPARAS FLUORESCENTES

Edificio	Planta	Voltaje Alimentación (V)	Corriente Circuitos (A)	Núm. Lamp. Fl.	Potencia c/alumbrado fluorescente (w)	Potencia Total Alumbrado Fluorescente (w)	Tipo de Carga Alumbrado	Núm. Circuitos Alumbrado Fluorescente	Núm. Lámp. Fl. x Circuito	Protección Circuitos Alumbrado Fluorescente (A)	Cable	
											Tipo	Calibre AWG
Administrativo	Primera	127	20	50	44	2200	No Continuo	1	57.00	1x20	TW	12
	Segunda	127	20	78	44	3432	No Continuo	2	57.00	1x20	TW	12
	Tercera	127	20	88	44	3872	No Continuo	2	57.00	1x20	TW	12
	Cuarta	127	20	82	44	3608	No Continuo	2	57.00	1x20	TW	12
Paraboloide	Primera	127	20	220	44	9680	No Continuo	4	57.73	2x20	TW	12
	Segunda	127	20	220	44	9680	No Continuo	4	57.73	2x20	TW	12
Laboratorios y Talleres	Labs. Computación Lab. de Idiomas Pasillo Bodegas Tomacorrientes de Paredes en Talleres	127	20	230	44	10120	No Continuo	4	57.73	2x20	TW	12
Central I	Primera	127	20	110	44	4840	No Continuo	2	57.73	1x20	TW	12
	Segunda	127	20	110	44	4840	No Continuo	2	57.73	1x20	TW	12
	Tercera	127	20	110	44	4840	No Continuo	2	57.73	1x20	TW	12
Central II	Primera	127	20	54	44	2376	No Continuo	1	57.73	1x20	TW	12

	Segunda	127	20	152	44	6688	No Continuo	3	57.73	2x20	TW	12
	Tercera	127	20	120	44	5280	No Continuo	3	57.73	2x20	TW	12
	Cuarta	127	20	64	44	2816	No Continuo	2	57.73	1x20	TW	12

Tabla 4. 27 Circuitos Derivados de Uso General (Iluminación Fluorescente)

DETERMINACIÓN CIRCUITOS DERIVADOS LAMPARAS INCANDESCENTES

Edificio	Planta	Voltaje Alimentación (V)	Corriente Circuitos (A)	Núm. Lámp. In.	Potencia c/alumbrado Incandescente (w)	Potencia Total Alumbrado Incandescente (w)	Tipo de Carga Alumbrado	Núm. Circuitos Alumbrado Incandescente	Num. Lámp. In. x Circuito	Protección Circuitos Alumbrado Incandescente (A)	Cable	
											Tipo	Calibre AWG
Administrativo	Primera	127	20	0	100	0	No Continuo	0	0	-	TW	12
	Segunda	127	20	0	100	0	No Continuo	0	0	-	TW	12
	Tercera	127	20	2	100	200	No Continuo	1	25.4	-	TW	12
	Cuarta	127	20	2	100	200	No Continuo	1	25.4	-	TW	12
Paraboloide	Primera	127	20	0	100	0	No Continuo	0	0	-	TW	12
	Segunda	127	20	0	100	0	No Continuo	0	0	-	TW	12
Laboratorios y Talleres	Labs. Computación Lab. de Idiomas Pasillo Bodegas Tomacorrientes de Paredes en Talleres	127	20	0	100	0	No Continuo	0	0	-	TW	12
Central I	Primera	127	20	4	100	400	No Continuo	1	25.4	-	TW	12
	Segunda	127	20	4	100	400	No Continuo	1	25.4	-	TW	12
	Tercera	127	20	4	100	400	No Continuo	1	25.4	-	TW	12
Central II	Primera	127	20	62	100	6200	No Continuo	3	25.4	3x20	TW	12

	Segunda	127	20	0	100	0	No Continuo	0	0	-	TW	12
	Tercera	127	20	2	100	200	No Continuo	1	25.4	-	TW	12
	Cuarta	127	20	0	100	0	No Continuo	0	0	-	TW	12

Tabla 4. 28 Circuitos Derivados de Uso General (Iluminación Incandescente)

DETERMINACIÓN DE CIRCUITOS DERIVADOS ILUMINACION EXTERIOR

Edificio	Voltaje de Alimentación (V)	Corriente Circuito (A)	Potencia Circuito (w)	Num. Dispositivos	Potencia c/ dispositivo (w)	Potencia Total Dispositivos (w)	Tipo de Carga	Num. Circuitos	Num. Dispositivos x Circuito	Protección Circuito (A)	Tipo	Calibre AWG	Area (cm ²)
Cancha de Indorfutbol	127	20	2540	4	150	600	No Continuo	1	16	1x20	TW	12	0.033
Cancha de Basquet 1	127	20	2540	4	100	400	No Continuo	1	25	1x20	TW	12	0.033
Cancha de Basquet 2	127	20	2540	4	150	600	No Continuo	1	16	1x20	TW	12	0.033
Parqueadero 1	127	20	2540	3	100	300	No Continuo	1	25	1x20	TW	12	0.033
Parqueadero 2	127	20	2540	2	100	200	No Continuo	1	25	1x20	TW	12	0.033
Parqueadero 3	127	20	2540	4	100	400	No Continuo	1	25	1x20	TW	12	0.033
Patio Principal	127	20	2540	4	100	400	No Continuo	1	25	1x20	TW	12	0.033

Tabla 4. 29 Circuitos Derivados de Uso General (Iluminación Exterior)

DETERMINACIÓN CIRCUITOS DERIVADOS INDIVIDUALES

Edificio	Tipo de Salida	Voltaje de Alimentación (V)	Potencia que demanda el dispositivo (w)	Corriente que demanda el dispositivo (A)	Corriente del Conductor (A)	Protección (A)	Cable	
							Tipo	Calibre AWG
Piscina	Toma para Calentador de Agua	220	18000	81.82	102.27	1x130	TW	2

Edificio	Tipo de Salida	Voltaje de Alimentación (V)	Corriente Circuitos (A)	Potencia Circuito (w)	Num. Dispositivos	Potencia c/ dispositivo (w)	Potencia Total Dispositivos (w)	Tipo de Carga	Num. Circuitos	Num. Dispositivos x Circuito	Protección Circuito (A)	Cable	
												Tipo	Calibre AWG
Laboratorios y Talleres	Tomas para Máquinas de Serigrafía	127	40	5080	9	600	5400	Continuo	2	6	2x50	TW	8
	Tomas para Planchas	127	50	6350	9	1000	9000	Continuo	2	5	4x50	TW	8
	Tomas para Máquinas de Coser	127	20	2540	12	125	1500	Continuo	1	16	1x20	TW	12
Coliseo	Iluminación	127	50	6350	90	400	36000	No Continuo	6	15	6x50	TW	8
Piscina	Iluminación	127	50	6350	20	250	5000	No Continuo	1	25	1x50	TW	8

Tabla 4. 30 Circuitos Derivados Individuales

DETERMINACIÓN DE LA POTENCIA DEMANDADA A CADA TABLERO SECUNDARIO

TABLERO SECUNDARIO	UBICACIÓN	CIRCUITOS DERIVADOS ALIMENTADOS	POTENCIA (W)			FACTOR DE DEMANDA	POTENCIA DEMANDADA (W)
			TOMAS	ALUMBRADO	POTENCIA TOTAL		
TS1	Primera planta del Edificio Administrativo	A1 - A17	19080	13512	32592	Primeros 3000 W → 100% 3001 W a 120000 W → 35% 120000 W en adelante → 25%	13357.2
TS2	Primera planta del Edificio Paraboloides	B1 - B22	23580	19272	42852	Primeros 3000 W → 100% 3001 W a 120000 W → 35% 120000 W en adelante → 25%	16948.2
TS3	Primera planta del Edificio de Laboratorios y Talleres	C1 - C15 ES8 - ES12	33180	10120	43300	Primeros 3000 W → 100% 3001 W a 120000 W → 35% 120000 W en adelante → 25%	17105
TS4	Primera planta del Edificio Central I	D1 - D21	22680	15720	38400	Primeros 3000 W → 100% 3001 W a 120000 W → 35% 120000 W en adelante → 25%	15390
TS5	Primera planta del Edificio Central II	E1 - E27	25380	23648	49028	Primeros 3000 W → 100% 3001 W a 120000 W → 35% 120000 W en adelante → 25%	19109.8
TS6	Parte baja del graderío de la Cancha de Básquet 2	ES1 - ES7		7000	7000	Primeros 3000 W → 100% 3001 W a 120000 W → 35% 120000 W en adelante → 25%	4400
TS7	Primera planta parte exterior del Edificio Administrativo	ES13 - ES20	18000	41000	59000	Primeros 3000 W → 100% 3001 W a 120000 W → 35% 120000 W en adelante → 25%	22600

Tabla 4. 31 Potencia Demandada a cada Tablero Secundario

4.5 LISTA DE MATERIALES Y PRESUPUESTO REFERENCIAL

PRESUPUESTO REFERENCIAL PARA EL SISTEMA ELÉCTRICO			
UNIDAD	DESCRIPCION	VALOR UNITARIO (USD)	VALOR TOTAL (USD)
80	TOMACORRIENTES DE 127V-15AMP	0.494	39.52
550	TOMACORRIENTES DE 220V-20AMP, TIPO CHINO LEVINTON	2.015	1108.25
10	TOMACORRIENTE DE 220V -30AMP	4.904	49.04
10	TOMACORRIENTE DE 4 PATAS TIPO GALLINA 220V -50AMP	2.516	25.16
1	TOMACORRIENTE TIPO CLAVIJA DE 125 AMP	264.069	264.07
100	INTERRUPTORES SIMPLES DE 127V-20AMP	1.863	186.29
20	INTERRUPTORES DOBLES DE 127V-20AMP	4.024	80.47
2500	METROS DE CABLE NO. 12 TW FLEX	0.422	168.71
1500	METROS DE CABLE NO. 14 TW FLEX	0.275	82.50
200	METROS DE CABLE TW NO 2	4.391	878.22
200	METROS DE CABLE TW NO 8	1.092	218.43
300	METROS DE CABLE TW NO 1/0	6.767	2030.03
50	METROS DE CABLE TW NO 4/0	13.609	680.43

SUBTOTAL	\$ 7026.87
12 % IVA	\$ 843.22
TOTAL	\$ 7870.09

CAPÍTULO V

DISEÑO DE SISTEMA DE SEGURIDAD CCTV

5.1 INTRODUCCIÓN

El presente capítulo está enfocado en el desarrollo del Diseño del Sistema de Seguridad CCTV para el “Liceo Municipal Experimental Técnico y en Ciencias Fernández Madrid”, el mismo que será detallado a lo largo del apartado.

5.2 MÉTODO GENERAL

5.2.1 DETERMINAR EL PROPÓSITO DEL SISTEMA DE CCTV

El primer paso para un diseño de CCTV se define mediante la identificación del propósito de la implementación de este tipo de Sistemas.

Un propósito claro y conciso es considerado como una ayuda favorable para el diseño y elección del circuito cerrado de videovigilancia correcto, obteniendo una parametrización correcta de resultados esperados.

Uno de los propósitos generales que tiene el CCTV consiste en realizar identificaciones durante o después de un suceso en particular, por eso es muy importante definir qué función van a cumplir y donde serán colocadas las cámaras. Éstas permiten realizar tres tipos de identificaciones, en donde cada una ayuda al cumplimiento del propósito de la implementación de CCTV. Dichas identificaciones se detallan en la Tabla 5.1.

PERSONAL	Se refiere a la capacidad de identificar personalmente a alguien o algo.
DE ACCIÓN	Se relaciona con la identificación anterior y debe permitir verificar que realmente sucedió un hecho.
DE ESCENA	Se puede identificar un lugar de otro similar por la ubicación.

Tabla 5.1 Tipos de Identificaciones de Sistema CCTV

5.2.2 DEFINIR LAS ÁREAS A VISUALIZAR Y LA UBICACIÓN DE LA CÁMARA

El objetivo general de la implementación del Sistema CCTV está enfocado en la identificación de sucesos particulares ocurridos en áreas específicas. Las áreas están ubicadas en interiores, exteriores o alrededores de una edificación, por lo tanto es necesario definir las áreas que formarán parte del sistema de CCTV y la ubicación de las cámaras que permitan el monitoreo constante de dichos sectores.

Para ello, es importante diferenciar si la cámara se situará en el interior o en el exterior. Si su ubicación es exterior, será necesario instalar los siguientes elementos: una cámara, una óptica autoiris y varifocal, una carcasa para exterior con termostato y calefactor y un soporte para dicha carcasa.

Si su ubicación es interior y la variación de luz no es muy grande, podemos colocar unas cámaras con óptica de iris manual o iris electrónico pero siempre varifocal.

5.2.3 ELECCIÓN DE LA CÁMARA APROPIADA

Como el origen del video siempre es la cámara, es fundamental evaluar bien el requerimiento y la situación ambiental para poder escoger la mejor solución para cada área.

Las cámaras CCTV se encuentran disponibles en forma:³¹

- Monocromática.
- Color
- Día/noche (combina color con monocromática).

Las ventajas de la cámara monocromática son la mayor resolución, los menores requerimientos de luz y en general son menos costosas.

Por otra parte, la cámara color ofrece una mejor representación general de la escena (con la iluminación apropiada) y a la vez cuenta con capacidades mejoradas para la identificación y posterior persecución.

Las cámaras día/noche ofrecen lo mejor de ambos mundos y en la actualidad se están transformando en la tecnología CCTV elegida por los consumidores tanto para aplicaciones interiores o exteriores.

Para la elección adecuada también es indispensable escoger que mecanismos de movimientos tendrá la cámara, para lo cual es indispensable conocer los tipos de cámaras disponibles actualmente.

5.2.3.1 CÁMARAS FIJAS

Este tipo de cámara fija el ángulo de visión una vez que se instala. Representa el tipo de cámara de vigilancia tradicional y es la mejor elección para cuando el usuario desea fijar la vigilancia a un lugar específico. Otra ventaja es que la mayoría disponen de objetivos intercambiables.

Para una mayor protección, pueden instalarse en carcasas diseñadas para condiciones de interior o exterior. La cámara fija se instala normalmente en la pared.

Para este tipo de cámara se dispone comercialmente de distintos ejemplares, citadas a continuación:³²

³¹ <http://www.ventasdeseguridad.com/200906182706/articulos/usuario-final/una-acertada-eleccion-de-una-camara-cctv-i.html>

³² ORASMA FÉLIX, VIDEOVIGILANCIA, Ed. 1, Año 2008, Pág. 1

- Cámaras estándares con lente aparte, da más flexibilidad en lentes y protección.
- Cámaras con lámparas de infrarrojo incorporadas, para áreas oscuras de poca distancia.
- Cámaras ocultas.
- Cámaras con micrófono.
- Cámaras selladas, completas con lente y housing para exteriores en ambientes con agua, polvo etc.
- Cámaras mini, generalmente para ocultar.
- Cámaras de particular alta resolución (megapíxeles)

5.2.3.2 CÁMARAS MÓVILES Y CÁMARAS ESPECIALES

Entre los principales tipos de cámaras móviles y especiales se tienen:³³

- Domos motorizados (la opción de motorizado es recomendable en muchos casos)
- Cámaras PTZ (mejor para disuasión, intimidación, ubicación en el top de postes, visualización más vertical).

La posibilidad de ver con una cámara un área mucho mayor que la que su lente varía si la cámara estuviese inmóvil y con una lente con foco fijo, esto hace más atractiva la idea de colocar cámaras para áreas múltiples.

Para la elección de una cámara se recomienda también verificar:

- Buena resolución: definición y buena calidad de imagen.
- Buena sensibilidad: nivel mínimo de trabajo sea aceptable.
- Sensibilidad espectral: iluminación nocturna visible o infrarroja.
- Señal/Ruido: buena calidad de imagen, sin ruidos.
- Formato de objetivo: lente sin desequilibrios ni excesos.

³³ ORASMA FÉLIX, Op. Cit.

5.2.4 ELEGIR EL FORMATO YLENTE APROPIADO PARA CADA CÁMARA

Para la elección del lente que debe disponer cada cámara se debe comprender todos los términos que definen las características que tiene el mismo, siendo las más importantes:

Sensor CCD (Charge Coupled Device)³⁴

Es un elemento de estado sólido que se utiliza como elemento de transferencia de imagen que sustituyó los antes usados tubos con filamentos. Las cámaras que usen este sensor requieren fuentes de alimentación menos complicadas, de baja tensión, y controlan la cantidad transferida de luz de las imágenes, mediante un dispositivo denominado autoshutter, cuyo funcionamiento se asemeja al de las lentes autoiris, aunque no las sustituye íntegramente. Estas cámaras, funcionan en base a miles de semiconductores interconectados entre sí en un arreglo o matriz rectangular, tal como muestra la figura 5.1. Cada sensor CCD es un elemento fotosensible de estado sólido y del tamaño de un pixel, que genera y almacena una carga eléctrica cuando es iluminado.

En la mayoría de las configuraciones el sensor CCD almacena y transfiere la carga a un "shift register", el cuál convierte el arreglo espacial de las cargas del CCD, en una señal de vídeo. La información de temporización para la posición vertical y horizontal, más el valor que genera el sensor CCD, son combinados para formar una señal de vídeo.

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

Sensor CCD de 2/3"

Sensor CCD de 1/2"

Sensor CCD de 1/3"

Sensor CCD de 1/4"

³⁴ REISZ CARLOS F., BETHERMYT GUSTAVO, CÓDIGO DE PRÁCTICA, Ed. 1, Pág. 3

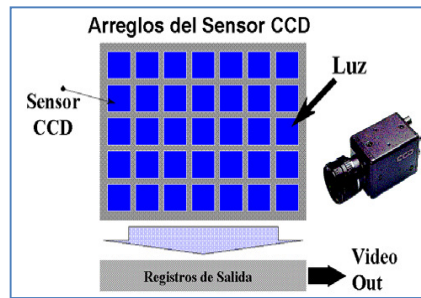


Figura 5. 1 Arreglo del sensor CCD

Señal de video³⁵

Los circuitos electrónicos, conjuntamente con el dispositivo captador, determinan la calidad de la imagen, la cual es explorada electrónicamente de izquierda a derecha y de arriba a abajo mediante unos impulsos eléctricos denominados sincronismos (horizontal y vertical). A medida que se realiza la exploración de la imagen formada en el dispositivo captador la señal obtenida varía en función de la iluminación de cada punto, obteniéndose unas ondas eléctricas denominadas señal de vídeo.

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

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

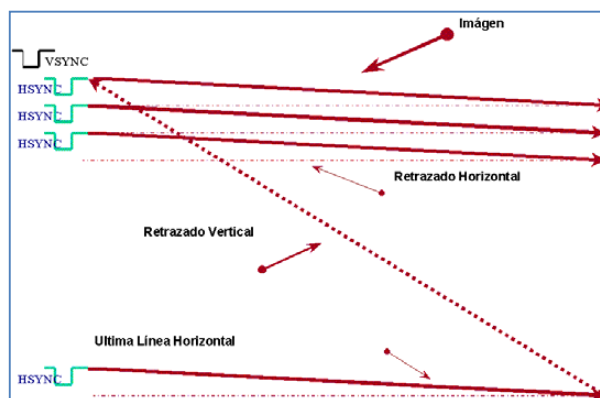


Figura 5. 2 Barrido de la imagen

³⁵ REISZ CARLOS F., BETHERMYT GUSTAVO, Op. Cit.

La señal de vídeo que genera la cámara incluye un pulso de sincronización vertical (VSYNC) que identifica el comienzo de un campo ("field") y un pulso de sincronización horizontal (HSYNC) que identifica el comienzo de una línea, tal como muestra la figura 5.2.

Por ejemplo, las cámaras que cumplen con el estándar EIA (Electronic Industries Association) RS-170, actualizan la imagen de vídeo a una tasa de 30 cuadros por segundo (30 frames/sec). Los campos (fields) son entrelazados para aumentar la tasa de actualización o refrescamiento percibido de la imagen.

En el formato de vídeo estándar RS-170, un cuadro (frame) está compuesto por dos (2) campos (fields) entrelazados. Cada campo comienza con un pulso o señal de sincronización vertical (VSYNC). Igualmente, cada línea comienza con un pulso o señal de sincronización horizontal (HSYNC). El tamaño de la imagen final es de 640 x 480 pixels

Es importante recordar que estos formatos de onda de vídeo fueron establecidos hace más de 50 años, cuando los monitores eran analógicos y las capacidades del hardware eran limitadas.

Los formatos de vídeo disponibles hoy en día son muy variados, siendo los más populares (y estándar) los siguientes:

- RS-170 (monocromático, 30 cuadros/seg)
- CCIR (monocromático, 25 cuadros/seg)
- NTSC (color compuesto, 30 cuadros/seg)
- PAL (color compuesto, 25 cuadros/seg)

Resolución

Es el número de líneas que están espaciadas en forma apretada vertical en un escena que pueden ser distinguidas mediante el elemento fotosensitivo CCD y transmitidas al monitor. Cuanto más grande sea el número de líneas más alta será la resolución, y por lo tanto habrá una mejor calidad de imagen. Cada línea horizontal está compuesta por un

número de elementos. Una vez que la primera línea es escaneada, se continúa con la segunda línea y así sucesivamente.

Campo de visión (Profundidad de campo)

Es el área que está en foco dentro del campo de visión, es decir es la cantidad de escena observada dentro del enfoque. Una mayor profundidad de campo significa que un amplio porcentaje del campo de visión está en foco, desde objetos cercanos a la lente hasta el infinito, mientras que una menor profundidad de campo tiene sólo una pequeña sección del campo de visión en foco. Con lentes autoiris, el ajuste automático de la apertura también produce variaciones constantes de la profundidad del campo.

Longitud Focal³⁶

Parámetro básico necesario para determinar la posición de la cámara en relación de amplificación y ángulo de visión.

La luz paralela de incidencia de una lente convexa converge a un punto sobre el eje óptico; este punto es el punto focal de la lente.

La distancia entre el punto principal en el sistema óptico y el punto focal se refiere a la longitud focal. Para una lente delgada simple, esta longitud focal es igual a la distancia entre el centro de las lentes y el punto focal.

Ajuste de foco

Es referido al ajuste de la distancia a la que se encuentra la figura que desea captarse, a fin de que se reproduzca nítidamente en la pantalla del dispositivo captador (monitor).

Distancia Focal

La distancia focal se determina a partir de la superficie de la lente hasta el punto de enfoque, es decir distancia existente entre el centro geométrico

³⁶ REISZ CARLOS F., BETHERMYT GUSTAVO, Op. Cit.

de la lente y el punto en el que confluyan los rayos luminosos que la atraviesan. Se mide en milímetros.

Cuanta más pequeña es la distancia focal, mayor será el campo visual.

Cálculo de Distancia Focal

$$Distancia\ Focal(mm) = \frac{Distancia\ cámara - objeto\ (m)}{Tamaño\ de\ la\ Escena\ (m)} \times Formato\ de\ Cámara\ (mm)$$

(Ecuación 5. 1)

El iris

Dispositivo mecánico que controla la cantidad de luz que entra al centro del CCD si los cambios de iluminación son muy bruscos, entonces éste se cierra para no dejar pasar tanta luz, sin comprometer la calidad de la imagen.

F-Stop (número de parada)³⁷

Es un término utilizado que indica la capacidad que posee el lente, mediante el controlador del iris, para recoger la luz reflejada desde la escena provocando la brillantez de la imagen recogida. Cuanto menor es el número-f, mayor es la cantidad de luz que pasa a través del lente. Distintos ejemplos de apertura de iris a varios F-Stops se aprecian en la Figura 5.3.

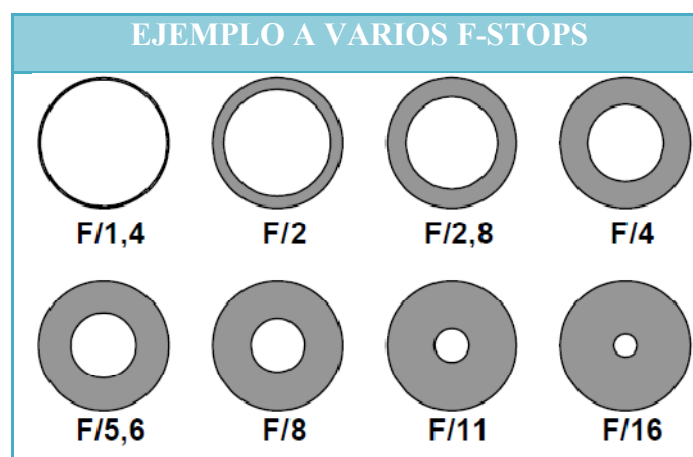


Figura 5.3 Ejemplos de apertura a distintos F-Stops

³⁷ REISZ CARLOS F., BETHERMYT GUSTAVO, Op. Cit.

Corrección por IR

El ojo humano ve la porción de “luz visible” del espectro (más allá que la luz visible es una luz del espectro que incluye la luz infrarroja). La luz IR afecta negativamente la exactitud de la reproducción del color, por esta razón, todas las cámaras color emplean un filtro de bloqueo IR para minimizar o eliminar la luz que alcanza al sensor. Esto significa que las lentes con corrección por IR no son necesarias en las cámaras color estándar.

La distancia mínima del objeto (M.O.D.)³⁸

Todo lente dependiendo de las características del mismo y del formato de cámara que esté utilizando tiene una distancia ciega, es decir, a la cual no podrá visualizar los objetos. También indica cuán cerca se puede poner la lente del objeto a enfocar. Se mide desde el vértice del vidrio frontal de la lente.

Generalmente, las lentes del tipo campo-zoom tienen un MOD grande mientras que las lentes del tipo zoom-modo-amplio, tienen un M.O.D. pequeño. En la Figura 5.4 se puede ver la distancia en pulgadas que no visualiza el lente con diferentes distancias focales.

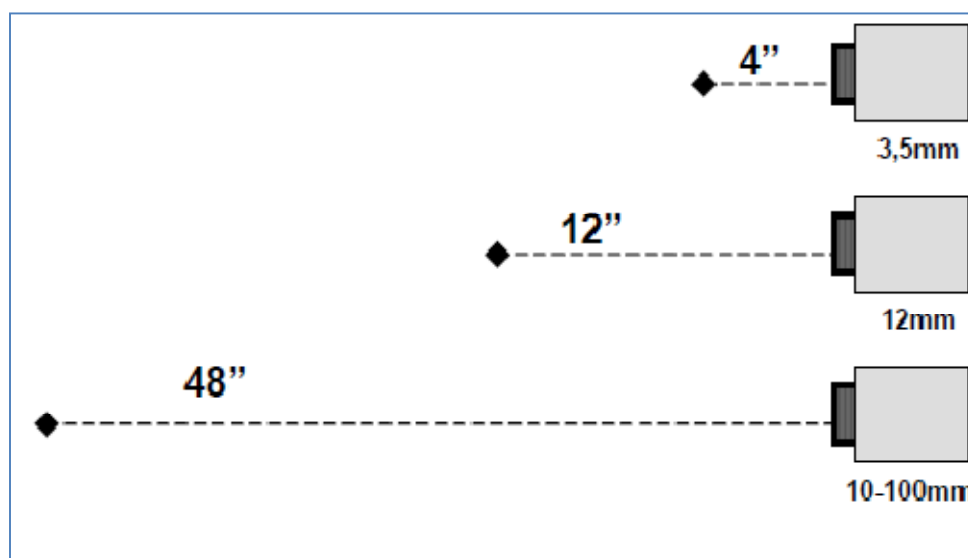


Figura 5.4 MODs con formato 1/3"

³⁸ REISZ CARLOS F., BETHERMYT GUSTAVO, Op. Cit.

Montaje “C” y “CS”³⁹

Es el tipo de montaje para los lentes, el cual debe ser compatible con el de la cámara a menos que se utilicen adaptadores, estos solo sirven para poder conectar lentes con montaje “C” a cámaras con montaje tipo “CS”. La diferencia entre ambos es la distancia focal posterior mecánica entre la base de la lente y el área de enfoque de la imagen, que es donde se encuentra el *CCD*. Esta distancia es de $17,526\text{ mm}$ para una lente con montaje *C* y de $12,50\text{ mm}$ para las de montaje *CS*, tal como muestra la Figura 5.5.

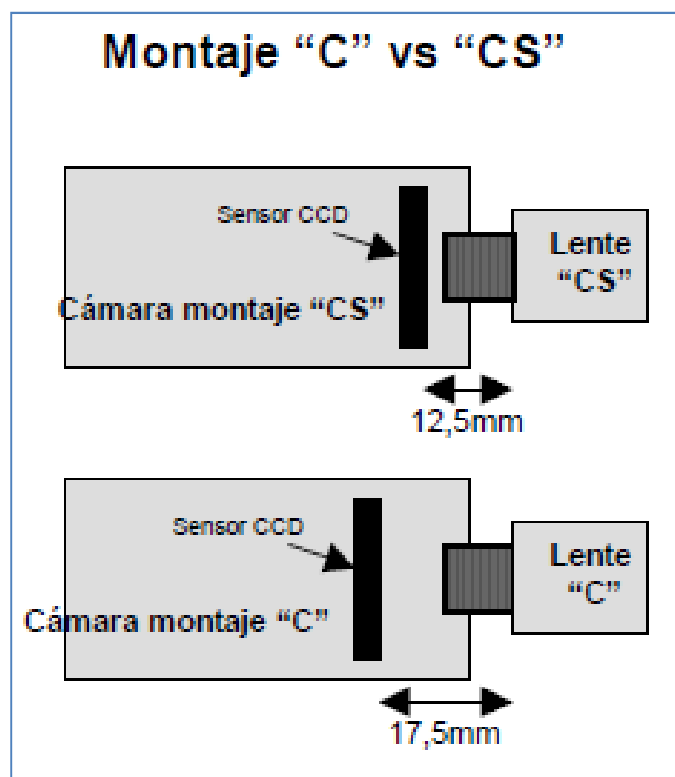


Figura 5.5 Distancia Focal posterior para montaje C y montaje CS

Las cámaras actuales más populares de formato $1/3''$ vienen preparadas para lentes con montaje tipo CS. No obstante puede usarse una lente con montaje tipo C colocándole una arandela de 5 mm para lograr la distancia focal necesaria, tal como muestra la Figura 5.6.

³⁹ REISZ CARLOS F., BETHERMYT GUSTAVO, Op. Cit.

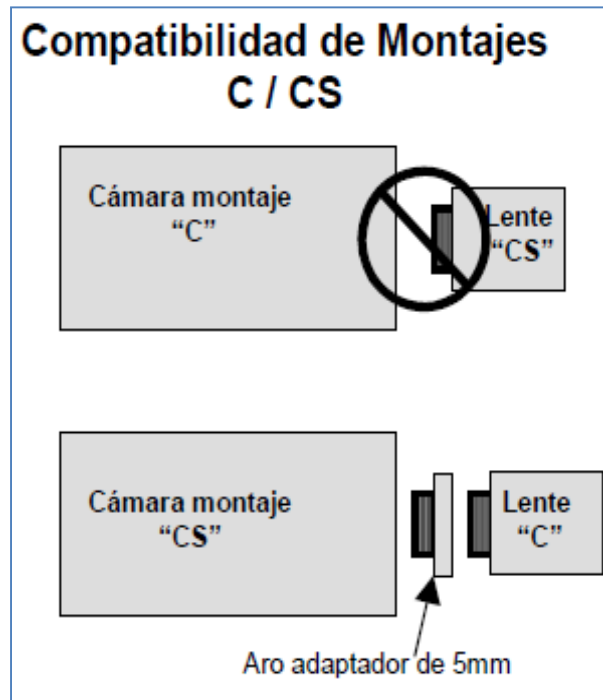


Figura 5. 6 Adaptación entre montajes

La primera parte de este paso está enfocado a la elección del formato que tendrá la cámara debido a que afecta directamente la visión del lente. El formato de una cámara está determinado por el tamaño del CCD.

El siguiente paso para el diseño es la elección del iris adecuado para el lente, en donde debe considerarse la distancia a la que queremos ver y la iluminación disponible en la escena a observar.

Los tipos de iris que se encuentran en los lentes son los siguientes:⁴⁰

- a) **De iris fijo:** Se utilizan cuando la iluminación es constante, como por ejemplo los interiores iluminados artificialmente.
- b) **De iris variable manual:** Cuando la iluminación interior puede tener variaciones por alternancias de luz artificial y/ o natural, conviene utilizar estas lentes para lograr un ajuste de mayor precisión.

⁴⁰ www.rnds.com.ar

- c) **Autoiris:** Es la lente adecuada cuando la cámara está instalada en el exterior, ya que controla en forma automática la cantidad de luz que penetra en la misma manteniendo una señal de video constante, con una efectividad superior al *iris electrónico (AES)* y logrando además una mayor profundidad de campo.

Existen dos tipos de Autoiris:

- Auto-iris DC: controla la luz electrónicamente.
- Auto-iris de Video: controlado directamente por el lente.

Para finalizar la elección del lente, se debe considerar una distancia focal adecuada para visualizar una escena.

La clasificación de los tipos de lente existente con sus respectivas características se encuentra en la Tabla 5.2.

TIPOS DE LENTES		
LENTES FIJAS		Se caracterizan por tener una visión fija. Utilizado cuando se ha definido fehacientemente la lente necesaria.
LENTES VARIFOCALES		Utilizado en las instalaciones donde el campo de visión es inseguro o el usuario debe definirlo una vez instalado el Sistema, se hace muy útil el uso de lentes varifocales que permiten ajustar en forma manual la distancia focal. Son más costosos.
LENTES ZOOM		Cuando deben observarse imágenes cercanas y lejanas alternativamente, deben utilizarse lentes zoom. Estas cambian la magnificación de las imágenes enfocadas mediante el cambio de la distancia focal, que se lleva a cabo a través de un controlador que acciona el motor del zoom.

Tabla 5.2 Tipos de Lentes

- **Lente fijo**

El primer tipo de lente tiene las características detalladas en la Tabla 5.2, con lo cual se debe proceder a la elección de la distancia focal adecuada. Para la elección del lente fijo se debe verificar en la Tabla 5.3 los formatos de cámaras más ofertados, en donde, dependiendo de la distancia focal, se visualizará de forma diferente las imágenes, debido a la apertura visual obtenida por el lente.

IMAGEN VISUALIZADA	APERTURA VISUAL	FORMATO 1/3"	FORMATO 1/4"
	99°	Distancia Focal: 2.8 mm	Distancia Focal: 2.1 mm
	64°	Distancia Focal: 4 mm	Distancia Focal: 2.8 mm
	47°	Distancia Focal: 6 mm	Distancia Focal: 4 mm
	35°	Distancia Focal: 8 mm	Distancia Focal: 6 mm
	27°	Distancia Focal: 12 mm	Distancia Focal: 8 mm

Tabla 5. 3 Ejemplo de visualización de imágenes⁴¹

⁴¹ REISZ CARLOS F., BETHERMYT GUSTAVO, Op. Cit.

Para complementar las características de la Tabla 5.3 se debe verificar la Tabla 5.4, que detallan de un modo más preciso las configuraciones obtenidas por el lente dependiendo de la distancia focal elegida.

FORMATO 1/3"		
<i>Distancia Focal</i>	<i>Angulo de Visión</i>	<i>Descripción</i>
2,8mm	85°	Super-gran angular
4mm	60°	Gran angular
8mm	30°	Standard
FORMATO 1/2"		
<i>Distancia Focal</i>	<i>Angulo de Visión</i>	<i>Descripción</i>
3,5mm	85°	Super-gran angular
6mm	56°	Gran angular
12mm	30°	Standard
FORMATO 2/3"		
<i>Longitud Focal</i>	<i>Angulo de Visión</i>	<i>Descripción</i>
4,8mm	85°	Super-gran angular
8mm	58°	Gran angular
16mm	30°	Standard
FORMATO 1"		
<i>Longitud Focal</i>	<i>Angulo de Visión</i>	<i>Descripción</i>
8,5mm	80°	Super-gran angular
12,5mm	54°	Gran angular
25mm	29°	Standard

Tabla 5. 4 Tipos de configuraciones de Lentes⁴²

La Tabla 5.5 muestra las distancias vertical y horizontal que cubren distintas distancias focales utilizando formato de cámara 1/3" a 10 metros de distancia:

⁴² REISZ CARLOS F., BETHERMYT GUSTAVO, Op. Cit.

Lente	Horizontal	Vertical
2,8 mm	17,1 m	12,9 m
4 mm	12 m	9 m
6 mm	8 m	6 m
8 mm	6 m	4,5 m
12 mm	4 m	3 m
16 mm	3 m	2,3 m

Tabla 5. 5 Distancia V/H cubierta con diferentes lentes

- **Lente varifocal**

El segundo tipo de lente tiene características semejantes al primero respecto a la visualización de las imágenes dependiendo de las distancias focales elegidas. El lente varifocal a diferencia de los lentes fijos, tiende a la elección de los límites de visualización del lente mediante la elección de dos distancias focales. La diferencia fundamental es la disponibilidad que brinda al permitir variar la distancia focal entre los límites establecidos variando proporcionalmente la visualización de los objetos. En la Tabla 5.6 se muestra las características principales de distintos lentes varifocales.

FORMATO 1/3"		
<i>Distancia Focal</i>	<i>Angulo de Visión</i>	<i>Descripción</i>
6,5mm - 39mm	40,5º - 7º	Angulo variable desde gran angular a zoom
FORMATO 1/2"		
<i>Distancia Focal</i>	<i>Angulo de Visión</i>	<i>Descripción</i>
8mm - 48mm	43,6º - 7,7º	Angulo variable

		desde gran angular a zoom
FORMATO 2/3"		
<i>Longitud Focal</i>	<i>Angulo de Visión</i>	<i>Descripción</i>
10mm - 100mm	47,5° - 5°	Angulo variable desde gran angular a zoom
FORMATO 1"		
<i>Longitud Focal</i>	<i>Angulo de Visión</i>	<i>Descripción</i>
16mm - 160mm	43° - 4,6°	Angulo variable desde gran angular a zoom

Tabla 5. 6 Características de distintos lentes Varifocales⁴³

- **Lente zoom**

Una lente zoom puede cambiar el tamaño de un objeto que aparece en el monitor al alcance especificado por la proporción del zoom. Algunos lentes de zoom tienen funciones motorizadas de enfoque e iris y pueden ser manejadas por un controlador.

En la Tabla 5.7 se presenta la combinación de distintos tipos de formatos con diferentes distancias focales e iniciales, dando como resultante el Factor Zoom obtenido de dicha combinación.

FORMATO	LONGITUD FOCAL INICIAL	LONGITUD FOCAL FINAL	ZOOM RATIO
1/3"	6,5mm	39mm	6X
	6mm	60mm	10X
1/2"	8mm	48mm	6X
	8mm	80mm	10X

⁴³ REISZ CARLOS F., BETHERMYT GUSTAVO, Op. Cit.

2/3"	11,5mm	69mm	6X
	10mm	100mm	10X
	9,5mm	152mm	16X
1"	16mm	160mm	10X

Tabla 5. 7 Ejemplos de Lentes Zoom⁴⁴

5.2.5 ELECCIÓN DE HOUSING, SOPORTE Y MECANISMO DE INTEMPERIE

El siguiente paso del método general consiste en la elección del housing, soporte y mecanismo de intemperie en caso de necesitar la cámara, su instalación o no depende de la ubicación que vayan a tener las cámaras porque aportará con protección y una adecuada ubicación en las paredes o techos.

5.2.5.1 HOUSING

Los Housing se usan para proteger la cámara y el lente de los elementos que puedan afectar su funcionamiento como la polución ambiental, temperatura, humedad, polvo y otros.

Los hay para interiores, exteriores o para aplicaciones especiales. Debido a que existen diferentes y muy variadas situaciones a las cuales las cámaras podrían estar expuestas, se presentan a continuación los principales tipos de housings.⁴⁵

- Housing interior
- Housing exterior (incluye parasol)
- Housing exterior con calefactor y termostato
- Housing exterior con ventilador y termostato
- Housing exterior con calefactor, limpiacristal y bomba de agua

⁴⁴ REISZ CARLOS F., BETHERMYT GUSTAVO, Op. Cit.

⁴⁵ MATEO RAMON, CIRCUITO CERRADO DE TELEVISIÓN, Ed. 1, Pág. 6

- Housing estanca (sumergible)
- Housing antideflagrante
- Housing antivandálica

Una elección influyente es el tipo de material que se construye el housing, pueden ser material plástico, fibra de vidrio o metal (generalmente de aluminio) aunque las de mayor resistencia se construyen de acero, con una ventana transparente de vidrio o acrílico resistente a golpes o rayaduras, para permitir la entrada de la luz al frente de la lente de la cámara.

Todos los housings disponen en su parte inferior externa de la rosca de sostén, del mismo tipo del que utilizan las cámaras, para ser montados en soportes o en dispositivos de movimiento. El sostén de los housings debe permitir el giro de 180° grados sobre el soporte.

En el interior del housings se dispone de una placa a la cual la cámara queda firmemente apoyada, atornillada y dirigida la lente hacia la ventana. Los housings disponen de una entrada para la alimentación eléctrica y para el cable de video. En la Figura 5.7 se muestran las partes internas que conforman un housing.



Figura 5.7 Parte interior de un Housing

Los housings para interiores protegen las cámaras y lentes del desarme y usualmente son hechos de materiales opacos a la luz, en tanto que los housings para exterior protegen a las cámaras y lentes de las condiciones ambientales.

En la Tabla 5.8 se muestra algunos tipos de housings, los cuales se montan dependiendo de la ubicación externa o interna que tendrá la cámara.

EJEMPLOS DE HOUSING




	Housing uso interno
	Housing interno/externo
	Housing exteriores

Tabla 5.8 Tipos de Housing

5.2.5.2 SOPORTES

Las cámaras de vigilancia deben fijarse a paredes o techos, por lo que precisan de los soportes adecuados.

Todo soporte de cámara o de carcasa dispone de una rótula ajustable, de forma que una vez fijado a la pared pueda orientarla adecuadamente.

Cuando el campo que debe abarcar una cámara excede el que puede cubrir un objetivo gran angular, o bien, cuando debemos seguir al

posible sujeto a vigilar, se hace necesario disponer de un soporte móvil llamado posicionador, que puede ser de tres tipos:⁴⁶

- Posicionador panorámico horizontal para interiores
- Posicionador panorámico horizontal y vertical para interiores
- Posicionador panorámico horizontal y vertical para exteriores (debe ser a prueba de agua y disponer de mayor potencia, para mover las cámaras con carcasa, zoom, etc.).

Existen también unos posicionadores, generalmente de alta velocidad, que se encuentran protegidos por una semiesfera más o menos transparente, para vigilancia discreta.

Hay versiones con giro sin fin, con velocidad regulable, o con puntos de pre-posicionado (pre-sets), que requieren controladores especiales. Se les llama esferas, semiesferas o incluso burbujas, pero el nombre que se está imponiendo es el de domo, por similitud con el anglosajón "*dome*".

5.2.5.3 MECANISMOS DE INTEMPERIE

La elección de este tipo de mecanismo se realiza únicamente si el caso lo requiere. La elección del mecanismo depende de la ubicación de la cámara y de los efectos que tenga el ambiente sobre esta. Normalmente se trata de calefactores, ventiladores, limpiacristales, termostatos, etcétera, que contribuyen al buen estado permanente de la lente y a que su visión sea siempre correcta.

5.2.6 ELECCIÓN DEL GRABADOR DE VIDEO

Para un Sistema CCTV es necesaria la elección de un grabador de video en caso de que las cámaras realizaran una de las identificaciones mostradas en la Tabla 5.1, siendo necesario el análisis de las imágenes grabadas con anterioridad en donde la calidad y fácil disponibilidad resulta fundamental para una correcta evaluación de lo sucedido.

⁴⁶ MATEO RAMON, CIRCUITO CERRADO DE TELEVISIÓN, Ed. 1, Pág. 7

El grabador de video es un equipo especialmente diseñado para almacenar magnéticamente las imágenes captadas por las cámaras del CCTV, dependiendo de la capacidad de grabación en tiempo que posea la máquina, igualmente permite visualizar la hora y fecha de cada imagen. Existen distintos tipos de grabadoras de video dependiendo del tiempo de grabación:

- Videgrabadora de Tiempo real: permiten grabar 24 Horas de video y audio en tiempo real.
- Videgrabadora de Tiempo lapsado: pueden alcanzar un tiempo de grabación de hasta 960 Horas

Debido a las necesidades actuales han incursionado comercialmente las Videgrabadoras digitales.

Videgrabadora Digital

- Alcanza tiempo de grabación de hasta 1000 días debido a la tecnología de compresión de video.
- Se cambia la tradicional cinta de video VHS, por un disco duro de enorme capacidad.
- Capacidad de grabación de eventos de alarma, a través de la función (Motion Detection) y de dispositivos mecánicos a entradas de alarma.
- Por lo general se pueden utilizar de manera local o se tiene la función de ser utilizadas a través de una red local (LAN)
- En la mayoría de las videgrabadoras de estas características se tiene la función de control de domos en el mismo equipo (algunas soportan diferentes marcas y protocolos).

Una vez determinado el tipo de grabadora de video se debe analizar el tipo de protocolo de comunicación que deberá existir entre las cámaras de video y dicho grabador. Estos protocolos de comunicación dependen principalmente del tipo de medio de transmisión que se utilizará para interconectar las cámaras con el grabador.

Algunos de los protocolos estandarizados utilizados para este fin son los que se muestran a continuación.

5.2.6.1 PROTOCOLO COAXITRON⁴⁷

El Protocolo Coaxitron de Pelco consiste en un método de envío de la señal de control desde un controlador a un mecanismo Pan and Tilt, a un driver receptor, o a una cámara y lentes sobre una señal de video.

Este Protocolo posee dos versiones: la primera de 15 bits y la segunda (llamado Protocolo Coaxitron Extendido) de 32 bits.

La versión del Protocolo Coaxitron de 15 bits posee una única velocidad de transmisión, mientras que en la versión del Protocolo Coaxitron Extendido (32 bits) la velocidad de transmisión es variable.

- **Protocolo Coaxitron (15 Bits)**

Este protocolo es la primera versión creada y consiste en una señal modulada por ancho de pulso (PWM) que es insertada en las líneas de video no usadas (el intervalo vertical en blanco). Un pulso de 2 μ s representa un 1 y un pulso de 1 μ s representa un 0.

Se origina como un protocolo de 15 bits para controlar las funciones básicas de un dispositivo remoto. El dato es transmitido por la línea 18 del intervalo vertical en blanco de una señal de video. Los bits transmitidos de un campo Coaxitron se muestran en la Figura 5.8.

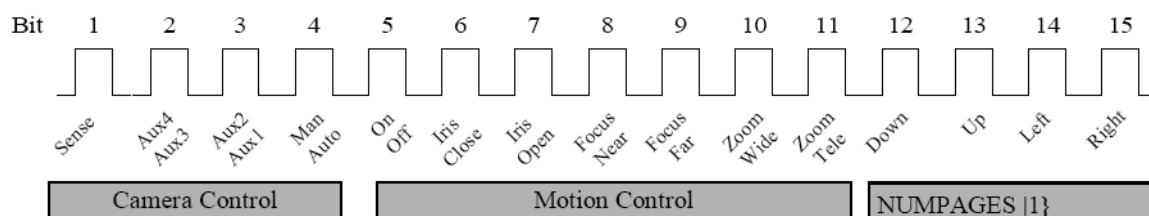


Figura 5. 8 Trama de Bits Protocolo Coaxitron de 15 Bits

⁴⁷ www.pelco.com/download/coaxitron_protocol

EL bit “sense” determina las funciones de los siguientes tres bits en el mensaje. Si el bit sense está en 1, entonces los siguientes tres bits reflejan el estado de Aux4, Aux2 y el modo de escaneo es Manual. En cambio, si el bit sense está en 0, los siguientes tres bits reflejan el estado de Aux3, Aux1 y el modo de escaneo es Automático.

Con este protocolo, es fácil observar que se puede enviar múltiples acciones de control en el mismo mensaje. Por ejemplo: se puede mover hacia la izquierda y arriba, así como también abrir el iris y activar zoom in al mismo tiempo.

- **Protocolo Coaxitron Extendido (32 Bits)**

Esta expansión del Protocolo Anterior tiene lugar con la introducción de una velocidad variable para receptores/drivers. El Protocolo tuvo que ser expandido para incluir velocidad de información en un ambiente de tiempo real.

Para realizar esto, una línea extra de datos fue añadida.

La línea de video 19 guarda la velocidad de información y ello se puede verificar en la Figura 5.9. (La línea 18 es implementada como se mostró en el formato de 15 bits).

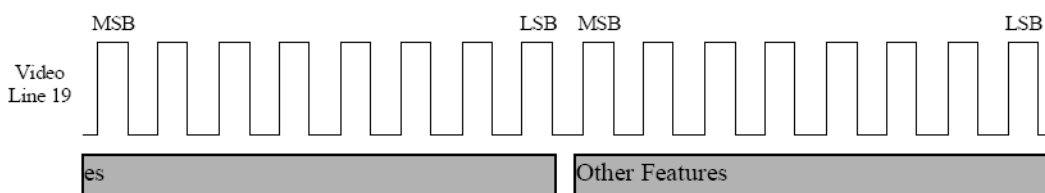


Figura 5. 9 Trama de Bits Control de Velocidad

Los parámetros de velocidad están en el rango \$00 a \$3F y \$FF para operación turbo (alta velocidad).

5.2.6.2 PROTOCOLO D⁴⁸

El Protocolo D, conocido también como Protocolo Coaxitron Digital, es una extensión del Protocolo Coaxitron que muestra cómo usar el contenido básico del Protocolo Coaxitron de 15 Bits sobre un puerto normal asíncrono (232, 422, 485).

El Protocolo D posee algunas cabeceras añadidas para brindar fiabilidad en las transmisiones. El formato del mensaje es el que se muestra en la Figura 5.10.

Word 1	Word 2	Word 3	Word 4	Word 5	Word 6	Word 7
Synch Byte	Address	Command 1	Command 2	Data 1	Data 2	Check Sum

Figura 5. 10 Trama de Bytes del Protocolo D

Todos los valores del formato del mensaje deben mostrarse en hexadecimal.

El Byte de Sincronización es siempre \$FF.

“Address” es la dirección lógica del receptor/driver que está siendo controlado.

La descripción de los Bytes “Command 1” y “Command 2” se muestran en la Figura 5.11.

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
Command 1	Sense	Reserved	Reserved	Auto / Manual Scan	Camera On / Off	Iris Close	Iris Open	Focus Near
Command 2	Focus Far	Zoom Wide	Zoom Tele	Down	Up	Left	Right	Always 0

Figura 5. 11 Descripción de Bytes Command 1 y Command 2

El bit “sense” (Command 1 bit 7) indica el significado de los bits 4 y 3. Si el bit sense está en 1 y los bits 4 y 3 están en 1, el comando

⁴⁸ www.pelco.com/download/d_protocol

habilitará el escaneo Automático y el giro de la Cámara estará en On. Si el bit sense está en 0 y los bits 4 y 3 están en 1, el comando habilitará el escaneo Manual y el giro de la Cámara estará en Off. Por supuesto, si los bits 4 y 3 están en 0, entonces no se realizará ninguna acción para dichas configuraciones.

Los bits reservados 6 y 5 deben estar en 0.

“Word 5” contiene la velocidad de paneo. Dicha velocidad está en el rango de \$00 (stop) a \$3F (alta velocidad) y \$FF para velocidad turbo. La velocidad turbo es la máxima velocidad que se puede obtener del dispositivo y es considerada separadamente porque generalmente pasar de alta velocidad a turbo no es un paso suave.

Al pasar de una velocidad a la siguiente usualmente no se observa un cambio brusco y proveerá un movimiento suave con excepción a cuando se pasa dentro y sobre la velocidad turbo.

“Word 6” contiene la velocidad de cabeceo. Dicha velocidad está en el rango de \$00 (stop) a \$3F (máxima velocidad).

“Word 7” es el “check sum” o la suma de bytes (excluyendo el Byte de Sincronización).

5.2.6.3 PROTOCOLO P⁴⁹

Este protocolo no usa paridad, posee un bit de inicio, ocho bits de datos y un bit de parada. La tasa recomendada es 4800 baudios. El formato del mensaje se presenta en la Figura 5.12.

Word 1	Word 2	Word 3	Word 4	Word 5	Word 6	Word 7	Word 8
STX	Address	Data 1	Data 2	Data 3	Data 4	ETX	Check Sum

Figura 5. 12 Trama de Bytes del Protocolo P

“STX” es el Byte de Inicio y siempre se debe ubicar \$A0.

⁴⁹ www.pelco.com/download/p_protocol

“Address” es el Byte en donde se ubica la dirección del receptor, seteado por DIP switch en el receptor. Los Bytes desde Data 1 a Data 4 poseen toda la información de control (control Pan and Tilt) de los dispositivos receptores y su descripción se muestran en la Figura 5.13.

	Bit number							
	7	6	5	4	3	2	1	0
Data 1	0	Camera On	Autoscan On	Camera on / off	Iris Close	Iris Open	Focus Near	Focus Far
Data 2	0	Zoom Wide	Zoom Tele	Tilt Down	Tilt Up	Pan Left	Pan Right	0 (for pan / tilt)
Data 3	Pan Speed \$00 to \$3F and \$40 for Turbo							
Data 4	Tilt Speed \$00 to \$3F							

Figura 5. 13 Descripción de Bytes Data 1 – 4

“ETX” es el Byte de Parada y siempre se debe ubicar \$AF.

“Check Sum” es el Byte en el cual se ubica el resultado de una suma lógica XOR de los Bytes 2 hasta el 6.

5.2.7 DETERMINAR EL MONITOR QUE SE UTILIZARÁ

Uno de los primeros pasos en la elección del monitor es la elección de las características del color que tendrá. La división básica de los monitores utilizados en CCTV es en *blanco y negro (B/N)* y color.

Las imágenes que se mostrarán en cada monitor, dependiendo de la configuración de color que tenga, se representa en la Tabla 5.9.

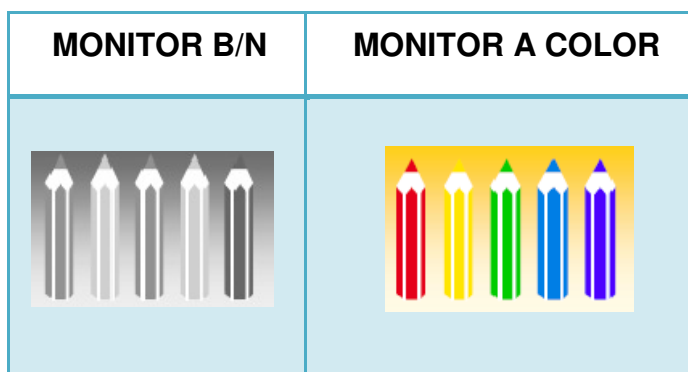


Tabla 5.9 Ejemplo de visualización de imágenes en diferentes monitores

Los monitores B/N tienen una mejor resolución, ya que tienen sólo una capa de fósforo continua; pero los monitores color ofrecen una información muy importante y detallada acerca de los objetos.

Ese factor es más importante según su aplicación.

Por ejemplo, para un sistema CCTV que deba reconocer muchos detalles es más importante la buena resolución, por lo que la mejor elección será un sistema B/N. Por otra parte, cuando lo que se requiere es la identificación de personas o artículos, será mejor el color.

Otra identificación que se hace de los monitores es a través del tamaño diagonal de su pantalla, generalmente expresado en pulgadas.

La regla para seleccionar el tamaño del monitor indica que entre más cerca esté el vigilante del monitor más pequeña deberá de ser la pantalla o viceversa.

Para la elección del monitor se debe considerar las características técnicas mínimas (distancias de observación) que influyen en las dimensiones de los centros de seguridad siendo las que se establecen en la Tabla 5.10.

TAMAÑO DE LA PANTALLA DEL MONITOR	DISTANCIA MAXIMA DE OBSERVACION (METROS)	DISTANCIA MINIMA DE OBSERVACION (METROS)
9"	2,3	0,90
12"	3,3	1,05
14"	4,0	1,15
17"	4,8	1,30
19"	5,6	1,47
21"	6,3	1,60
23"	6,5	1,65

Tabla 5.10 Características técnicas mínimas para elección del monitor

Dependiendo del número de cámaras que se dispondrá como parte del Sistema CCTV se elegirá el número de monitores que tendrá el sistema. En caso de existir un número significativo de cámaras se debe recordar que en el momento de mostrar simultáneamente un conjunto de cámaras, no debe exceder 16 cámaras y tener la elección de un monitor grande para visualizar los detalles de la escena.

La utilización de un único monitor tiene sus ventajas y desventajas tal como muestra la Tabla 5.11.

UTILIZACIÓN DE UN MONITOR SIMPLE

VENTAJAS	<ul style="list-style-type: none"> • Es más económico invertir en un único monitor • Ocupa menos espacio que una consola. • Menor fatiga por parte del vigilante al vigilar un monitor. • Requiere menos tiempo para realizarle el mantenimiento.
DESVENTAJAS	<ul style="list-style-type: none"> • Imposibilitado de observar todas las localidades que están siendo monitoreadas simultáneamente. • Cuando el Switcher cambia de cámara a cámara, un largo tiempo puede pasar antes de que el lugar que es monitoreado desde una cámara en particular pueda ser visto de nuevo. • Si hay alguna falla en el monitor simple ninguna toma podrá ser mostrada hasta que sea reemplazado el mismo.

Tabla 5.11 Ventajas y Desventajas del uso de un único monitor

5.2.8 DEFINIR LA UBICACIÓN DEL ÁREA DE CONTROL DE CCTV

Para escoger el área o centro de Control se debe escoger el sitio físico donde se recibirán las señales de video y estén ubicados todos los equipos de recepción de video y control de cámaras. Se debe recordar que será el centro de operaciones y monitoreo de todos los sistemas de seguridad de la empresa/lugar, y pueden ser sistemas locales y también remotos (oficinas remotas).

5.2.9 DETERMINAR EL MEDIO DE TRANSMISIÓN DE LA SEÑAL DEL VIDEO DE LA CÁMARA AL MONITOR

La elección del medio de transmisión que se utilizará en el sistema CCTV es un estudio extenso y pesado debido a los diferentes tipos de medios que se disponen en el mercado y por las ventajas y desventajas que tienen.

Las líneas de transmisión deben ser capaces de transportar la señal de vídeo, que generalmente alcanzan frecuencias de 8 MHz, con un mínimo de pérdidas, por lo que se utilizan habitualmente cables de tipo coaxial, adaptados a la impedancia nominal del circuito cerrado de T.V. (75 ohmios), pero actualmente existen muchas alternativas en el mercado a la disposición.

Los medios de transmisión se pueden clasificar por la vía en que se transporta la información, la descripción general de cada medio de transmisión se muestra en la Tabla 5.12.

MEDIO DE TX	DESCRIPCIÓN
Vía cable o cableados	Necesitan este soporte para cumplir su misión: par trenzado cable coaxial, fibra óptica, etc.
Vía radio o inalámbricos	La información propaga por el aire en forma de ondas electromagnéticas: microondas, láser, infrarrojos, etc.

Tabla 5.12 Descripción general de distintos tipos de medios de TX

5.2.9.1 CABLE COAXIAL

El más común es mediante cable RG-6, RG-59 o RG-11. Su comportamiento es bastante estable aunque no debe instalarse junto a cables de tensión; su montaje debe hacerse por medio de tubos independientes o por una bandeja de datos.

- El RG-59 es flexible y transporta la señal de vídeo hasta 300 metros.
- Para una mayor distancia (hasta 600 metros) se debe utilizar cable RG-11 que es menos flexible y mucho más grueso.
- El inconveniente de utilizar éste tipo de cable (RG) es que sólo permite transportar la señal de una sola cámara por cable, lo cual complica mucho la instalación cuando se quieren ubicar varias cámaras.

Un coaxial es básicamente un conductor encerrado en una jaula de Faraday que impide que se emita radiación electromagnética (pérdidas) o que se reciba radiación electromagnética proveniente del exterior (interferencias). Sin embargo esto no ocurre así en forma total en la práctica. Siempre hay pérdidas y siempre hay recepción de interferencias y estos problemas se van agravando entre más largos son los tendidos de cable.

5.2.9.2 CABLE TRENZADO UTP

La segunda manera de cablear una cámara es mediante cable UTP categoría 5 ó 6, bien sea normal o apantallado (éste último se utiliza para instalaciones de exteriores o mixtas).

Este cable al disponer de 8 hilos nos permite llevar la señal de 4 cámaras ya que sólo se necesitan 2 cables por cámara y si realizamos una buena planificación, dejando siempre algún par libre, las ampliaciones del sistema serán muy sencillas y económicas.

El principio de funcionamiento de los pares trenzados o líneas balanceadas es completamente distinto a cable coaxial. Toda interferencia que llegue a ambos conductores a la vez se cancelará debido a que el sistema admite solo señales en modo diferencial (distinta polaridad en cada conductor del par) ya que están balanceados respecto de masa. Lo mismo sucede cuando se emiten señales. El campo de un conductor será igual pero opuesto al del otro

conductor y se producirá un efecto de cancelación impidiendo la emisión y por lo tanto eliminando las pérdidas.

5.2.9.3 FIBRA ÓPTICA

Por último se puede realizar el cableado mediante fibra óptica. Sólo se necesita dos hilos de fibra, un hilo de fibra para transportar la señal de vídeo y un hilo para control. Se pueden instalar junto a cables de alta tensión sin que nada pueda afectarles, por lo cual podemos utilizar otras canalizaciones para pasar nuestros cables y sin problemas de distancias.

Al igual que con los anteriores, se necesitan convertidores (BALUN) para transformar la señal eléctrica en óptica (haz de luz) y viceversa. Realizar una instalación con éste tipo de cable, puede aumentar nuestro presupuesto en un 10% aproximadamente pero se tendrá la garantía de una señal siempre perfecta, ya que en muchas ocasiones después de haber realizado la instalación de CCTV, aparecen nuevos elementos como motores o generadores que crean problemas a las señales de vídeo.

5.2.9.4 ENLACE INALÁMBRICO⁵⁰

Se utiliza para transmitir en forma inalámbrica una imagen de CCTV a una distancia entre los 100 y 8.000 mts. La señal de video se modula con una frecuencia que pertenece a la región de las microondas del espectro electromagnético. En la práctica, sin embargo, las frecuencias típicas que se usan para la transmisión de video están entre 1 y 10 GHz.

Las conexiones de microonda transmiten un ancho de banda muy grande de señales de video, así como también otros datos si es necesario (incluyendo audio y control de PTZ). El ancho de banda depende del modelo del fabricante.

⁵⁰ www.rnds.com.ar

Para un sistema bien construido, un ancho de banda entre 6 MHz y 7 MHz es suficiente para enviar señales de video de alta calidad sin una degradación visible.

Para un correcto enlace, se necesita tener visión óptica entre el transmisor y el receptor. Las distancias que se pueden alcanzar con esta tecnología dependen de la potencia de salida del transmisor y de la ganancia de las antenas.

5.2.9.5 CONVERTIDORES DE SEÑAL

Para poder llevar la señal de video por otro tipo de cable aparte del cable coaxial, se debe colocar unos convertidores de señal (BALUN). El término “balun” proviene del inglés y significa “Balanced – Unbalanced”. Es generalmente un tipo especial de transformador que se conecta a una salida “desbalanceada” como la de una cámara y los otros dos extremos se conectan a un par trenzado. Estos dos conductores se dicen que están balanceados respecto de tierra. Siempre es necesario un segundo balún para volver a convertir a la entrada desbalanceada del grabador de video.

Existen 2 tipos de convertidores:

- *Pasivos*: Los balúnes pasivos no tienen fuente de energía externa y son bilaterales. Pueden ser transmisores o receptores. Además permiten el pasaje de datos para control de domos.
- *Activos*. Deben tener fuente de energía externa.

Con estos dos tipos de convertidores se forman las tres configuraciones que se han desarrollado para convertir señales dependiendo de distancias existentes entre cada uno de estos componentes:

- Activo – Activo: Utilizados para distancias no mayores a 1400m, estas distancias dependen del alcance que tenga el balún comercial y del tipo de cable utilizado.
- Activo – Pasivo: Esta configuración se utiliza cuando la distancia del cable no es de 1600 m con par trenzado tipo UTP y de 1000 m con cable tipo multipar.
- Pasivo – Activo: Similar a la configuración anterior.
- Pasivo – Pasivo: Este tipo de configuración se utiliza cuando la distancia del cable no supera los 300 m, pero se debe considerar que esta distancia varía dependiendo del alcance que tenga el balún comercial y del tipo de cable utilizado. El modo de conexión se puede visualizar en la Figura 5.14.

Modo de conexión

El balún se debe conectar al par trenzado siguiendo la polaridad marcada.

Es indispensable hacer esto ya que en caso contrario la imagen estará totalmente distorsionada. Se conecta uno en cada extremo con lo cual se habrá pasado de salida desbalanceada (cámara) a balanceada (par) y nuevamente de balanceada (par) a desbalanceada (monitor).

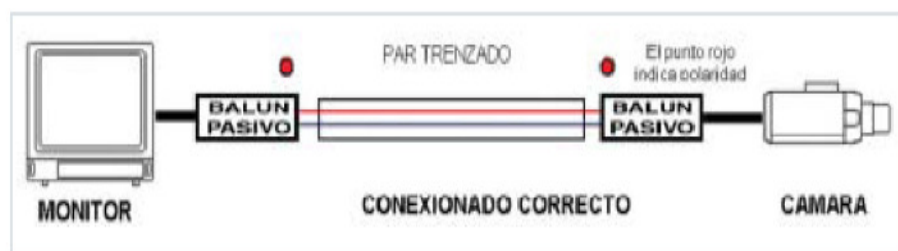


Figura 5. 14 Conexión de Configuración en modo Pasivo

5.2.10 ELEGIR LOS EQUIPOS QUE SE UTILIZARÁN EN EL DISEÑO DEL SISTEMA CCTV.

La elección de los equipos que formarán parte del diseño del Sistema CCTV se realiza una vez concluido todos los pasos anteriores.

Para proceder con la elección definitiva de los equipos que conformarán el sistema CCTV se debe proceder a estudiar las diferentes ofertas que se encuentran disponibles en el mercado, debido a que con un adecuado análisis de las mismas se puede concluir en la elección óptima para el Sistema.

Se debe verificar la correcta compatibilidad entre los distintos equipos que conformarán el Sistema para evitar el uso de convertidores y adaptadores extras que al final representarán un incremento en el presupuesto del Sistema. La elección del Equipo también está vinculada a los costos, debido a que se debe tomar en cuenta que estén dentro del presupuesto disponible para el diseño.

5.3 DESARROLLO DEL DISEÑO DEL SISTEMA CCTV

DETERMINAR EL PROPÓSITO DEL SISTEMA DE CCTV

La Institución Educativa con el fin de mejorar la seguridad de sus usuarios, ha optado por la implementación del sistema de CCTV en zonas exteriores e interiores que se han considerado zonas claves para el tránsito peatonal y que necesitan la custodia por parte del personal de seguridad en todo momento.

Todo sistema CCTV tiene objetivos específicos dependiendo la instalación, en el caso de la institución se persiguen los siguientes propósitos:

- Reducción del personal de seguridad
- Vigilancia periférica y perimetral de todo tipo de instalaciones.
- Supervisión de espacios de control de acceso y seguimientos interiores.
- Control del estado de áreas restringidas y otras dependencias internas.
- Supervisión y control a distancia de instalaciones.
- Grabación, transmisión y almacenamiento de imágenes y sonido.

DEFINIR LAS ÁREAS A VISUALIZAR Y LA UBICACIÓN DE LA CÁMARA

La Institución cuenta con una extensa edificación, explicada en el Capítulo II, por lo que es de vital importancia la visualización de diferentes áreas que se encuentran distantes del Centro de Control de la Institución y por el cumplimiento del propósito de CCTV se han considerado como áreas de vigilancia. Las distintas áreas que se han escogido como importantes para visualizar se encuentran citadas en la Tabla 5.13.

UBICACIÓN DE CÁMARAS	
No. de cámara	Área de vigilancia
C1	Parqueadero 1
C2	Parqueadero 2
C3	Parqueadero 3
C4	Patio Principal
C5	Zona 5
C6	Zona 6
C7	Zona 7
C8	Zona 8
C9	Edificio Administrativo Primer Piso
C10	Entrada a Patio Principal desde Parqueadero 1
C11	Laboratorios y Talleres
C12	Edificio Central I Primer Piso
C13	Edificio Central II Primer Piso
C14	Edificio Administrativo Segundo Piso
C15	Edificio Paraboloide Segundo Piso
C16	Edificio Central I Segundo Piso
C17	Edificio Central II Segundo Piso
C18	Edificio Administrativo Tercer Piso
C19	Edificio Central I Tercer Piso
C20	Edificio Central II Tercer Piso

<i>C21</i>	Edificio Administrativo Cuarto Piso
<i>C22</i>	Edificio Central II Cuarto Piso

Tabla 5.13 Áreas para ubicación de cámaras

ELECCIÓN DE LA CÁMARA APROPIADA

El siguiente paso del método general estipula la elección de la cámara para cada una de las áreas escogidas anteriormente.

Para la elección adecuada de la cámara se debe verificar qué tipo de mecanismo de movimiento se requiere para el monitoreo del área.

En esta etapa se distingue el tipo de identificación escogido anteriormente que se quiere que realice la cámara en la Institución para lo cual se debe también conocer el tipo de actividad que se realiza en el sector, debido a que, dependiendo de la identificación, se utilizarán los distintos tipos de cámaras.

En la Institución Educativa se ha escogido la utilización de dos tipos de cámaras, distribuidas tal como muestra la Tabla 5.14.

CÁMARAS ESCOGIDAS	
No. de cámara	Tipo de Cámara
<i>C1</i>	Domo PTZ
<i>C2</i>	Domo PTZ
<i>C3</i>	Domo PTZ
<i>C4</i>	Cámara Fija
<i>C5</i>	Cámara Fija
<i>C6</i>	Cámara Fija
<i>C7</i>	Cámara Fija
<i>C8</i>	Cámara Fija
<i>C9</i>	Cámara Fija
<i>C10</i>	Cámara Fija
<i>C11</i>	Cámara Fija

<i>C12</i>	Domo PTZ
<i>C13</i>	Cámara Fija
<i>C14</i>	Cámara Fija
<i>C15</i>	Cámara Fija
<i>C16</i>	Cámara Fija
<i>C17</i>	Cámara Fija
<i>C18</i>	Cámara Fija
<i>C19</i>	Cámara Fija
<i>C20</i>	Cámara Fija
<i>C21</i>	Cámara Fija
<i>C22</i>	Cámara Fija

Tabla 5.14 Elección de cámaras

ELEGIR EL FORMATO, IRIS Y LENTE PARA LAS CÁMARAS

Para la elección del formato de la cámara se ha estudiado las características propias de cada tipo de formato. Se procedió a realizar un estudio de los lentes disponibles en el mercado, finalizando que comercialmente los formatos de 1/3" y 1/4" son los más utilizados, por lo cual se discernió en que la mejor opción será la utilización de formato de 1/3" para las cámaras fijas debido a que permite una mejor visualización de imágenes porque abarca una mayor apertura del lente y un formato de 1/4" para las cámaras PTZ debido a que éstas pueden realizar distintos movimientos y acercamiento.

El siguiente paso para el diseño del Sistema CCTV consiste en la elección del iris adecuado para los lentes de cada cámara, para lo cual se debe analizar la iluminación existente en las distintas áreas de la Institución escogidas como parte del Sistema de CCTV. Una vez analizado la iluminación de cada uno de los lugares, se ha generalizado como mejor opción el autoiris para una corrección automática del lente.

El siguiente paso está dirigido a la elección del tipo de lente que tendrán cada cámara, para lo cual se debe estudiar la Tabla 5.2 y las

características mostradas de cada lente en el método general. En la Institución, dependiendo del tipo de identificación que se desea realizar con cada cámara, se escogerá si se necesitará una visión fija, acercamiento o alejamiento de las imágenes, motivo por el cual se ha escogido los lentes expuestos en la Tabla 5.15.

DESCRIPCIÓN			
No. de cámara	Formato	Iris	Lente
C1	1/4" (6.3 mm)	Autoiris	Varifocal
C2	1/4" (6.3 mm)	Autoiris	Varifocal
C3	1/4" (6.3 mm)	Autoiris	Varifocal
C4	1/3" (8.5 mm)	Autoiris	Zoom
C5	1/3" (8.5 mm)	Autoiris	Zoom
C6	1/3" (8.5 mm)	Autoiris	Zoom
C7	1/3" (8.5 mm)	Autoiris	Zoom
C8	1/3" (8.5 mm)	Autoiris	Zoom
C9	1/3" (8.5 mm)	Autoiris	Zoom
C10	1/3" (8.5 mm)	Autoiris	Zoom
C11	1/3" (8.5 mm)	Autoiris	Zoom
C12	1/4" (6.3 mm)	Autoiris	Varifocal
C13	1/3" (8.5 mm)	Autoiris	Zoom
C14	1/3" (8.5 mm)	Autoiris	Zoom
C15	1/3" (8.5 mm)	Autoiris	Zoom
C16	1/3" (8.5 mm)	Autoiris	Zoom
C17	1/3" (8.5 mm)	Autoiris	Zoom
C18	1/3" (8.5 mm)	Autoiris	Zoom
C19	1/3" (8.5 mm)	Autoiris	Zoom
C20	1/3" (8.5 mm)	Autoiris	Zoom
C21	1/3" (8.5 mm)	Autoiris	Zoom
C22	1/3" (8.5 mm)	Autoiris	Zoom

Tabla 5. 15 Características Escogidas para Lentes

Una vez escogido el Lente se debe proceder al cálculo de la distancia focal adecuada para cada Lente, para lo cual se desarrolla la Ecuación 5.1.

Se debe recordar que el cálculo de las distancias focales se realiza únicamente para las cámaras fijas que se colocarán en la Institución, los resultados se encuentran en la Tabla 5.16.

CAMARA	DISTANCIA CAMARA - OBJETO (m)	TAMAÑO DE ESCENA (m)	FORMATO DE CAMARA (mm)	LENTE (mm)
<i>C4</i>	18	25	8,5	6,12
<i>C5</i>	22	11	8,5	17,00
<i>C6</i>	30	5	8,5	51,00
<i>C7</i>	17	20	8,5	7,23
<i>C8</i>	22	8	8,5	23,38
<i>C9</i>	5	2,5	8,5	17,00
<i>C10</i>	7	5,5	8,5	10,82
<i>C11</i>	26	4	8,5	55,25
<i>C13</i>	5	6	8,5	7,08
<i>C14</i>	6,7	2,5	8,5	22,78
<i>C15</i>	5,5	3	8,5	15,58
<i>C16</i>	10,5	3	8,5	29,75
<i>C17</i>	10	3	8,5	28,33
<i>C18</i>	6,7	3,5	8,5	16,27
<i>C19</i>	10,5	3	8,5	29,75
<i>C20</i>	10	3	8,5	28,33
<i>C21</i>	4	3,5	8,5	9,71
<i>C22</i>	14	2,5	8,5	47,60

Tabla 5.16 Cálculo de distancias focales

ELECCIÓN DE HOUSING, SOPORTE Y MECANISMO DE INTEMPERIE

En primera instancia se procede con la elección del Housing, por lo que se debe estudiar cada área donde se ubicarán las cámaras. Este estudio se realiza porque dependiendo del tipo de Housing se protegerá a la cámara de los efectos del ambiente, la posibilidad de recepción de golpes o algún evento que interfiera con el cuidado óptimo de la misma.

A continuación se realiza la elección del soporte, debido a que depende del Housing que se colocará para la cámara.

En el caso del sistema de CCTV para la institución es necesaria la implementación de mecanismos de intemperie para las cámaras PTZ, debido a que el ambiente que rodea a las mismas puede afectar a la visibilidad del lente. Finalmente, en la Tabla 5.17 se exponen los resultados.

CAMARA	CARCASA	SOPORTE	MECANISMO DE INTEMPERIE
C1	Incluido con cámara	Montaje para Pared y Adaptador para Poste	Calefactor, Ventilador y Parasol.
C2			
C3			
C4	Carcasa para exteriores e interiores	Soporte de Pared de baja resistencia	No requiere
C5			
C6			
C7			
C8			
C9			
C10			
C11			
C12	Incluido con cámara	Soporte para Techo	Calefactor, Ventilador y Parasol.
C13	Carcasa para exteriores e interiores	Soporte de Pared de baja resistencia	No requiere
C14	No es necesario	Soporte de	

<i>C15</i>		Pared	
<i>C16</i>	Carcasa para exteriores e interiores	Soporte de Pared de baja resistencia	
<i>C17</i>			
<i>C18</i>	No es necesario	Soporte de Pared	
<i>C19</i>	Carcasa para exteriores e interiores	Soporte de Pared de baja resistencia	
<i>C20</i>			
<i>C21</i>	No es necesario	Soporte de Pared	
<i>C22</i>	Carcasa para exteriores e interiores	Soporte de Pared de baja resistencia	

Tabla 5.17 Housing, Soporte y Mecanismo de Intemperie de las Cámaras

ELECCIÓN DEL GRABADOR DE VIDEO

Esta elección se realiza considerando que el grabador de video está compuesto del hardware, el cual consiste principalmente en un disco duro de gran capacidad, un procesador y los buses de comunicación; y del software, el cual proporciona diversas funcionalidades para el tratamiento de las secuencias de vídeo recibidas, acceso a guías de programación y búsqueda avanzada de contenidos.

Por lo tanto, se concluye en la instalación de un equipo que tenga una capacidad de almacenamiento extensa debido a que se desea un grabado constante de todas las cámaras.

Considerando el número de cámaras que se necesita para satisfacer el diseño, se concluye que el grabador de video debe tener un mínimo 22 entradas de cámaras.

El número de salidas debe ser un número mínimo de 2 para los monitores, para permitir que visualización constante de todas las cámaras multiplexadas. El motivo por el cual se necesitan dos salidas se debe a que se considera la relación de número máximo de cámaras por monitor, el cual es de 16:1.

Se debe recordar, que el DVR debe tener estas características como mínimo, pero es recomendable extender el número de entradas y salidas para permitir futuras instalaciones.

Antes de determinar el tipo de grabador de video se debe establecer el tipo de protocolo que se utilizará para comunicar las cámaras PTZ con dicho grabador. Los protocolos de comunicación deben ser compatibles con los equipos y poder ejercer control de cámaras PTZ.

Para nuestro caso y debido a que se utilizará cable UTP categoría 6 como medio de transmisión, el protocolo a utilizarse será el tipo P.

Una vez determinado el tipo de protocolo a utilizarse se debe escoger un grabador de video que posea la posibilidad de comunicación a través del protocolo previamente establecido.

Una vez definidas las características que debe tener el DVR se optará por utilizar dos DVR que poseen 16 entradas cada una y 1 salida multiplexada como mínimo además de protocolos P, C y D para comunicación con cámaras PTZ, permitiendo al diseño un sobredimensionamiento adecuado y la distribución de las entradas y salidas será tal como muestra la Tabla 5.18.

DESCRIPCIÓN	
No. de cámara	DVR
<i>C1 a C12</i>	DVR_1
<i>C13 a C22</i>	DVR_2

Tabla 5.18 Distribución de DVR's

Con el fin de poder controlar con mayor precisión y rapidez a las Cámaras PTZ, se ha decidido colocar un Joystick que permitirá manejar de mejor manera los movimientos de dichas cámaras.

DETERMINACIÓN DEL MONITOR

Por lo tanto, una vez analizados los aspectos referidos a las recomendaciones de los monitores se ha llegado a la conclusión de utilizar dos monitores de 19" a color que, con la utilización de multiplexer, se puedan visualizar un mayor número de cámaras simultáneamente.

El motivo de la elección de dos monitores es el extenso número de cámaras que forma parte del diseño, y teniendo en cuenta la consideración de que únicamente puede mostrar 16 cámaras por monitor, por lo tanto como el diseño cuenta con 22 cámaras, se distribuirá en 11 cámaras por monitor, tal como muestra la Tabla 5.19.

DESCRIPCIÓN	
No. de cámara	MONITOR
<i>C1 a C12</i>	Monitor_1 de 19", a color
<i>C13 a C22</i>	Monitor_2 de 19", a color

Tabla 5.19 Descripción de monitores de diseño

DEFINIR LA UBICACIÓN DEL ÁREA DE CONTROL DE CCTV

Los monitores se montarán en el área de trabajo del personal de vigilancia, ubicado a la entrada principal de la Institución para mejorar y optimizar la cobertura de toda el área de vigilancia, tal como muestra la Figura 5.15.

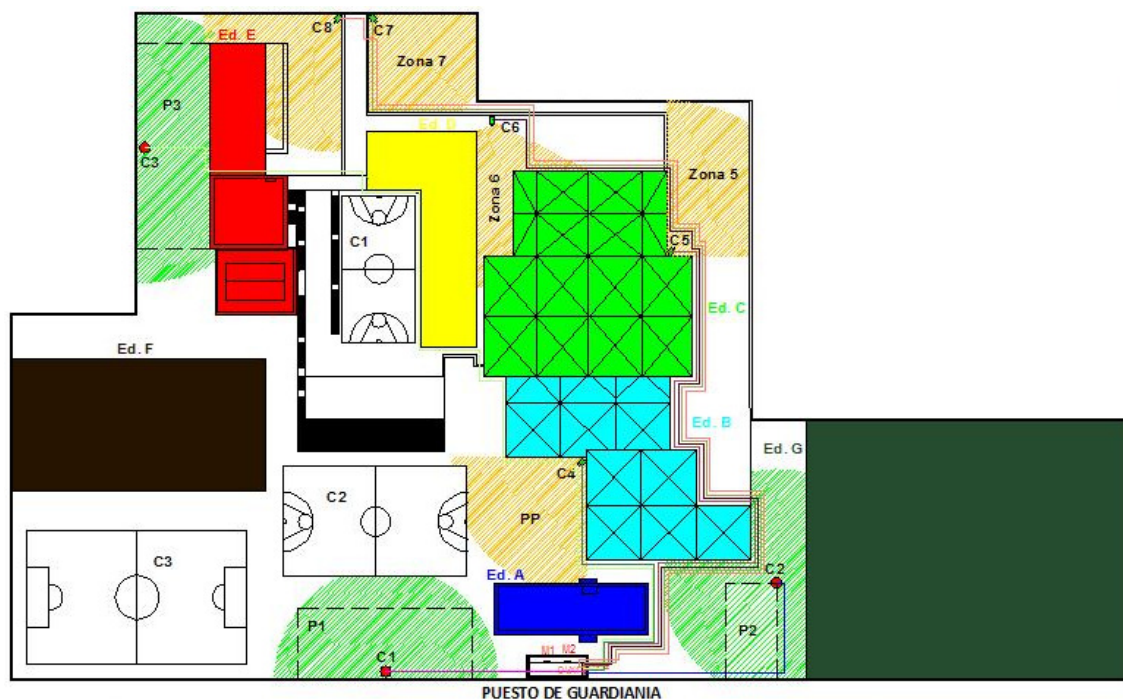


Figura 5.15 Ubicación de área de control

DETERMINAR EL MEDIO DE TRANSMISIÓN DE LA SEÑAL DEL VÍDEO

El siguiente paso nos dirige a la elección de los medios de transmisión adecuados para el Sistema.

Se debe considerar como primer paso la distancia existente entre la cámara y el DVR, pues hay sistemas de transmisión de señal de video que son hechos para cortas extensiones, mientras que otros han sido pensados para cualquier distancia y transmisión de alta fidelidad, pero con el costo como un factor en contra, por lo que no cualquier integrador puede acceder a estos sistemas.

Una vez estudiados todos los tipos de medios de transmisión mencionados en el método general se escoge como opción más adecuada la utilización del medio cableado UTP.

Para la utilización del cable UTP se necesita la utilización de convertidores de señal (BALUN). Como se mencionó en el método general existen dos tipos de configuraciones para los convertidores: Pasivo – Pasivo: 300 m aproximadamente, Activo – Pasivo: 1000 m (ya está en desuso), Activo -

Activo: 1400 m. Por lo cual se ha desarrollado el cálculo del cableado necesario para empatar cada cámara con el DVR, dando los resultados mostrados en la Tabla 5.20.

CAMARA	DISTANCIA CAMARA – DVR (m)	MEDIO DE TX	CONFIGURACIÓN CONVERTIDOR DE SEÑAL
<i>C1</i>	35,1	UTP	Pasivo – Pasivo
<i>C2</i>	52	UTP	Pasivo – Pasivo
<i>C3</i>	195	UTP	Pasivo – Pasivo
<i>C4</i>	63,7	UTP	Pasivo – Pasivo
<i>C5</i>	136,5	UTP	Pasivo – Pasivo
<i>C6</i>	195	UTP	Pasivo – Pasivo
<i>C7</i>	239,2	UTP	Activo – Pasivo
<i>C8</i>	247	UTP	Pasivo – Pasivo
<i>C9</i>	18,2	UTP	Pasivo – Pasivo
<i>C10</i>	31,2	UTP	Pasivo – Pasivo
<i>C11</i>	123,5	UTP	Pasivo – Pasivo
<i>C12</i>	152,1	UTP	Pasivo – Pasivo
<i>C13</i>	185,9	UTP	Pasivo – Pasivo
<i>C14</i>	14	UTP	Pasivo – Pasivo
<i>C15</i>	84	UTP	Pasivo – Pasivo
<i>C16</i>	148,4	UTP	Pasivo – Pasivo
<i>C17</i>	186,2	UTP	Pasivo – Pasivo
<i>C18</i>	20	UTP	Pasivo – Pasivo
<i>C19</i>	159	UTP	Pasivo – Pasivo
<i>C20</i>	199,5	UTP	Pasivo – Pasivo
<i>C21</i>	24	UTP	Pasivo – Pasivo
<i>C22</i>	219,2	UTP	Activo – Pasivo

Tabla 5.20 Configuración de convertidores para cada Cámara

Se puede observar que en la cámara C7 y en la cámara C22 se opta por utilizar balúnes activos a pesar de que las distancias se encuentran dentro del rango aceptado para balúnes pasivos y se debe a que la distancia existente entre la cámara y el centro de control es un valor que se aproxima muy de cerca a la distancia permisible para el balún pasivo comercial escogido, 228 m.

ELEGIR LOS EQUIPOS QUE SE UTILIZARÁN EN EL SISTEMA CCTV.

Luego de haber analizado las características que necesariamente debe cumplir el Sistema CCTV diseñado para la Institución Educativa, se procedió a buscar todos los equipos que existen en el mercado y que cumplen con dichos requerimientos, siendo los mostrados en la Tabla 5.21.

El diseño final que se ha desarrollado para el Sistema de Seguridad de CCTV para la Institución Educativa se expone en los planos que conforman el Anexo D.

DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS							
Cámara	Ubicación de cámara	Código de Lente	Código de cámara	Código de Housing	Código de soporte	Código de monitor	Código de DVR
C1	Parqueadero 1	Incluido en Cámara	SD4H35-PG-E0	Incluido en cámara	SWM-GY/ SWM-PA-GY	PMCL319	DX4616CD500
C2	Parqueadero 2	Incluido en Cámara	SD4H35-PG-E0	Incluido en cámara	SWM-GY/ SWM-PA-GY	PMCL319	DX4616CD500
C3	Parqueadero 3	Incluido en Cámara	SD4H35-PG-E0	Incluido en cámara	SWM-GY/ SWM-PA-GY	PMCL319	DX4616CD500
C4	Patio Principal	13ZD6X8P	C10DN-6	EH3508-1	EM1450	PMCL319	DX4616CD500
C5	Zona 5	13ZD6X8P	C10DN-6	EH3508-1	EM1450	PMCL319	DX4616CD500
C6	Zona 6	13ZD6X15P	C10DN-6	EH3508-1	EM1450	PMCL319	DX4616CD500
C7	Zona 7	13ZD6X8P	C10DN-6	EH3508-1	EM1450	PMCL319	DX4616CD500
C8	Zona 8	13ZD6X8P	C10DN-6	EH3508-1	EM1450	PMCL319	DX4616CD500
C9	Edificio Administrativo Primer Piso	13ZD6X8P	C10DN-6	EH3508-1	EM1450	PMCL319	DX4616CD500
C10	Entrada a Patio Principal desde Parqueadero 1	13ZD6X8P	C10DN-6	EH3508-1	EM1450	PMCL319	DX4616CD500
C11	Laboratorios y Talleres	13ZD6X15P	C10DN-6	EH3508-1	EM1450	PMCL319	DX4616CD500
C12	Edificio Central I Primer Piso	Incluido en Cámara	SD4H35-PG-E0	Incluido en cámara	MRCA	PMCL319	DX4616CD500
C13	Edificio Central II Primer Piso	13ZD6X8P	C10DN-6	EH3508-1	EM1450	PMCL319	DX4616CD500
C14	Edificio Administrativo Segundo Piso	13ZD6X8P	C10DN-6	No requiere	C10-UM	PMCL319	DX4616CD500
C15	Edificio Paraboloide Segundo Piso	13ZD6X8P	C10DN-6	No requiere	C10-UM	PMCL319	DX4616CD500
C16	Edificio Central I Segundo Piso	13ZD6X8P	C10DN-6	EH3508-1	EM1450	PMCL319	DX4616CD500
C17	Edificio Central II Segundo Piso	13ZD6X8P	C10DN-6	EH3508-1	EM1450	PMCL319	DX4616CD500
C18	Edificio Administrativo Tercer Piso	13ZD6X8P	C10DN-6	No requiere	C10-UM	PMCL319	DX4616CD500

C19	Edificio Central I Tercer Piso	13ZD6X8P	C10DN-6	EH3508-1	EM1450	PMCL319	DX4616CD500
C20	Edificio Central II Tercer Piso	13ZD6X8P	C10DN-6	EH3508-1	EM1450	PMCL319	DX4616CD500
C21	Edificio Administrativo Cuarto Piso	13ZD6X8P	C10DN-6	No requiere	C10-UM	PMCL319	DX4616CD500
C22	Edificio Central II Cuarto Piso	13ZD6X15P	C10DN-6	EH3508-1	EM1450	PMCL319	DX4616CD500

Tabla 5.21 Códigos de equipos para Sistema CCTV Diseñado

Una vez diseñado el Sistema CCTV y determinados los equipos que formarán parte de dicho Sistema, se muestran las especificaciones técnicas de cada componente en el apartado 5.4 de este capítulo.

5.4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE EQUIPOS A UTILIZARSE

CÁMARA DE VIGILANCIA

CODIGO: SD4H35-PG-E0	
<p>DOMO INTEGRADO PARA EXPLORACIÓN DE ALTA NITIDEZ</p> <p>MARCA: PELCO</p> <p>TIPO: COLGANTE AMBIENTAL COLOR DE CAJA POSTERIOR: GRIS CLARO COLOR DE DOMO INFERIOR: AHUMADO</p>	
<p style="text-align: center;">VISTA</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">ESPECIFICACIONES GENERALES</p> <p>Fabricación <i>Caja posterior:</i> Aluminio <i>Módulo de cámara:</i> Aluminio, plástico térmico <i>Burbuja:</i> Acrílico Atenuación de luz: Pérdida de luz de f/0.5 Entrada de cables: A través de un soporte colgante NPT de 1,5 pulgada (3,8 cm) Fuente de energía: Tensión de entrada Entre 18 y 32 VCA; 24 VCA nominal Salidas auxiliares: 2 Entradas de alarma: 7</p>	<p style="text-align: center;">CARACTERISTICAS DE LA CÁMARA</p> <p>Formato de señal: NTSC Sensor de imagen: EXview HAD de 1/4 pulgada (6,3 mm) Píxeles efectivos: 768 (H) X 494 (V) Resolución horizontal: >540 líneas de TV</p> <p style="text-align: center;">ESPECIFICACIONES MECÁNICAS</p> <p>Movimientos: <i>Giro Horizontal</i> 360° de rotación horizontal continua <i>Giro vertical</i> Sin obstrucción de +18° a -92° Velocidades manuales: <i>Giro horizontal:</i> De 0,1° a 80%/segundo en operación manual, 150%/seg. en turbo <i>Giro vertical:</i> De 0,1° a 40%/segundo en operación manual Velocidades preprogramadas: <i>Giro horizontal:</i> 400%/seg. <i>Giro vertical:</i> 200%/seg.</p>
<p style="text-align: center;">CARACTERISTICAS GENERALES</p> <ul style="list-style-type: none"> • En el ensamble de la portezuela se ubica un circuito UTP pasivo que permite transmitir video por cable de par trenzado. • Reloj de horario interno permite programar el horario de las preprogramaciones y patrones. • Supresión de ventana permite al usuario programar hasta ocho áreas reservadas de cuatro lados, definidas por el usuario. • Protección por contraseña • Función "autobasculante" que permite al domo rotar 180 grados y reposicionarse para lograr una visualización sin interrupciones de cualquier sujeto que pase directamente debajo de la ubicación del domo. 	<p style="text-align: center;">CARACTERISTICAS DEL LENTE</p> <p>Apertura: f/1.4 Distancia focal: 3,4~119 mm Zoom: Óptico de 35X, digital de 12X Velocidad del zoom: (rango óptico) 3,2/4,6/6,6 segundos Ángulo de visión: Horizontal 55,8° en zoom gran angular de 3,4 mm; 1,7° en zoom teleobjetivo de 119 mm Enfoque: Automático con control manual Balance del blanco: Automático con control manual Velocidad del obturador: Automática (iris electrónico)/manual 1/2 ~1/30.000 Control de iris: Control de iris automático con control manual Control de ganancia: Automático/APAGADO Relación señal de video/ruido: >50 dB</p>

Tabla 5. 22 Especificaciones de Cámara SD4H35-PG-E0

CODIGO: C10DN-6	
CÁMARA FIJA A COLOR DIA/NOCHE	
MARCA: PELCO	
<p>VISTA</p>  <p>ESPECIFICACIONES ELECTRICAS</p> <p>Fuente de energía: 24 VCA ±15%/12 VCC ±15%, 60 Hz</p>	<p>ESPECIFICACIONES MECÁNICAS</p> <p>Montura de lentes: Montura CS Montaje de cámara: Tornillo UNC-20 de un cuarto de pulgada, para la parte superior o la inferior de la carcasa de la cámara Lente: 1/3" pulgada</p> <p>ESPECIFICACIONES FÍSICAS</p> <p>Dimensiones (incluye BNC): 2,95" Lg x 2,17" An x 1,97" Alt (7,5 x 5,5 x 5,0 cm)</p>
<p>CARACTERISTICAS GENERALES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Empleo de un filtro de corte de infrarrojos (IR) extraíble para cambiar entre los modos color y blanco y negro cuando se modifican las condiciones lumínicas del ambiente y se hace necesaria la sensibilidad infrarroja. • Cámaras digitales de ultra alta resolución • Detección automática de la energía de alimentación (24 VCA con sincronismo de línea interno o 12 VCC con sincronización interna) • Control automático de ganancia (AGC) • Control de obturador electrónico (ESC) • Modo sin parpadeo. • Balance automático de blancos (AWB) para situaciones de iluminación complejas • Compensación de contraluz (BLC), que permite ajustar la imagen a fin de evitar que los objetos aparezcan oscuros debido a una luz de fondo demasiado intensa. 	<p>ESPECIFICACIONES GENERALES</p> <p>Funcionamiento Día/Noche <i>Día:</i> Filtro de corte de infrarrojos (IR) <i>Noche:</i> Vidrio BK-7 con el mismo desplazamiento óptico que en modo diurno Dispositivo de imagen: CCD de transferencia interlineal de 1/3 de pulgada Elementos de la imagen: 768 (H) x 494 (V) Sistema de exploración: 525 líneas, entrelazado de 2:1 Resolución horizontal: 540 líneas de TV Tipo de lente: auto iris Comando directo o de video (detección automática) Iluminación <i>Color:</i> 0,4 lux, f/1.2, 50 IRE, control automático de ganancia encendido, 89% de reflectancia de escena <i>Blanco y negro:</i> 0,08 lux, f/1.2, 50 IRE, control automático de ganancia encendido, 89% de reflectancia de escena Iluminación mínima <i>Color:</i> 0,3 lux, f/1.2, 40 IRE, control automático de ganancia encendido, 75% de reflectancia de escena <i>Blanco y negro:</i> 0,07 lux, f/1.2, 40 IRE, control automático de ganancia encendido, 75% de reflectancia de escena Relación señal-ruido: >48 Db Control automático de ganancia: Seleccionable Control de obturador electrónico: Seleccionable</p>

Tabla 5. 23 Especificaciones de cámara C10DN-6

FUENTES DE ALIMENTACIÓN


CODIGO: WCS4-20 / WCS1-4	
FUENTE DE ALIMENTACIÓN PARA CÁMARAS EN EXTERIORES	
MARCA: PELCO	
VISTA	
	
DESCRIPCION DEL MODELO	
WCS1-4	Entrada de 120/230 VCA. Una salida de 24/26/28 VCA. Capacidad de corriente total de 4 A (100 VA).
POTENCIA CONSUMIDA	CALIBRE DE CABLE CON DISTANCIA MÁXIMA PERMISIBLE
25 VA	20 AWG – 34 m 18 AWG – 55 m 16 AWG – 87 m
50 VA	20 AWG – 17 m 18 AWG – 27 m 16 AWG – 43 m
75 VA	20 AWG – 12 m 18 AWG – 19 m 16 AWG – 31 m

Tabla 5. 24 Especificaciones de Fuente de Alimentación WCS4-20 / WCS1-4

CODIGO: TF2000				
FUENTE DE ALIMENTACIÓN PARA CÁMARA EN INTERIORES				
MARCA: PELCO				
VISTA				
				
CARACTERISTICAS				
<ul style="list-style-type: none"> • Eficaz con relación al costo • Salida de 20 VA • Protección de fusibles • Ideal para el uso en aplicaciones de cámara fija. • Se enchufan en cualquier receptáculo de pared dúplex de 120 VCA con un tornillo central. • Dos terminales de tornillo sobre la fuente de alimentación permiten una fácil conexión de la salida de 24 VCA a una o más cámaras. 				
ESPECIFICACIONES				
Tensión de entrada: 120 VCA, 60 Hz				
Tensión de salida: 24 VCA				
Alimentación de salida: 20 VA				
Protección contra sobrecargas: Fusible interno (no reparable)				
Conectores de entrada: Dos aspas				
Conectores de salida: Dos terminales de tornillo				
		Calibre de cable		
Tensión de entrada	Total de VA consumidos	20 AWG (0,5 mm ²)	18 AWG (1,0 mm ²)	16 AWG (1,5 mm ²)
24 VCA	10 20	283 (86) 141 (42)	451 (137) 225 (68)	716 (218) 358 (109)

Tabla 5. 25 Especificaciones de Fuente de Alimentación TF-2000

LENTE


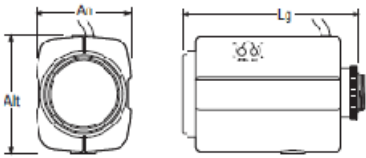
CODIGOS: 13ZD6X8P / 13ZD6X15P	
LENTE CON ZOOM MOTORIZADO FORMATO DE 1/3 DE PULGADA, AUTO IRIS (COMANDO DIRECTO)	
MARCA: PELCO	
<p style="text-align: center;">VISTA</p>  <p style="text-align: center;">ESPECIFICACIONES GENERALES</p>  <p>Dimensiones: 13ZD6X8P Alt 3,15", Anc 2,57", Lg 4,23" ((8,00 x 6,53 x 10,74 cm) 13ZD6X15P Alt 3,15", Anc 2,73", Lg 4,77" (8,00 x 6,93 x 12,12 cm)</p>	<p>ESPECIFICACIONES: 13ZD6X8P</p> <p>Tipo: Zoom motorizado Tamaño del formato: 1/3 de pulgada (8,5 mm) Tipo de montura: CS Distancia focal: 6~48 mm Relación de zoom: 8X Apertura relativa (F): 1.4~360 Funcionamiento <i>Iris:</i> Automático (comando directo) <i>Enfoque:</i> Motorizado* <i>Zoom:</i> Motorizado* Ángulo de visión <i>Diagonal:</i> 7,3°~54,4° <i>Horizontal:</i> 5,8°~44,2° <i>Vertical:</i> 4,4°~33,5° Distancia mínima al objeto: 1,0 m</p>
<p style="text-align: center;">CARACTERISTICAS GENERALES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cubren una gran variedad de aplicaciones, desde el gran angular al teleobjetivo. • Apropriadas para situaciones de iluminación internas y externas • Se adaptan a todas las cámaras con montura CS de 1/3 de pulgada que requieren lentes auto iris con comando directo. • Incluyen un filtro zonal. • Un conector de auto iris cuadrado de 4 patillas instalado en fábrica es estándar. 	<p style="text-align: center;">ESPECIFICACIONES: 13ZD6X15P</p> <p>Tipo: Zoom motorizado Tamaño del formato: 1/3 de pulgada (8,5 mm) Tipo de montura: CS Distancia focal: 6~90 mm Relación de zoom: 15X Apertura relativa(F): 1.6~360 Funcionamiento <i>Iris:</i> Automático (comando directo) <i>Enfoque:</i> Motorizado* <i>Zoom:</i> Motorizado* Ángulo de visión <i>Diagonal:</i> 3,9°~54,3° <i>Horizontal:</i> 3,1°~44,2° <i>Vertical:</i> 2,4°~33,5° Distancia mínima al objeto: 1,0 m</p>

Tabla 5. 26 Especificaciones de Lente 13ZD6X8P / 13ZD6X15P

HOUSING

CODIGO: EH3508-1	
CARCASA PARA EXTERIORES, PEQUEÑA	
MARCA: PELCO	
<p style="text-align: center;">VISTA</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Fabricación: Aluminio extruido y fundido Acabado: Baño pulverizado de poliéster color gris</p>	<p style="text-align: center;">ESPECIFICACIONES MECÁNICAS</p> <p>Montaje de la cámara: Orificios múltiples sobre el riel de cámara ajustable; el riel de cámara se monta en una cinta trenzada para una remoción más sencilla, y se puede invertir para lograr una elevación adicional de la cámara</p> <p>Entrada de cables: Dos casquillos de compresión PG13,5 en la base; diámetro máximo de cable de 0,47 pulgadas (1,19 cm)</p> <p>Orificios de entrada de cables: 0,875 pulgadas de diámetro (2,22 cm); aceptan un accesorio para conductos de 0,5 pulgadas (1,27 cm) cuando se quita el casquillo de compresión</p> <p>Cerramiento: Cerradura de engarce (link-lock) N.º 3, acero inoxidable.</p>
<p style="text-align: center;">CARACTERISTICAS GENERALES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bajo costo • Pequeña, con diseño moderno • Tapa de apertura delantera a bisagra • Cerradura trasera de engarce ("link-lock") • Diseñada para aplicaciones de interior y exterior • Fácil acceso para servicio e instalación • Casquillos de entrada de cables y orificios de montaje en la base de la carcasa • Se puede usar con cámaras con lentes de distancia focal fija o con zoom motorizada (con o sin función de auto iris). 	<p style="text-align: center;">ESPECIFICACIONES GENERALES</p> <p>Tamaño máximo de cámara y lente: Acepta combinaciones de cámara y lente (incluso conector BNC) de hasta: 2,87" An x 3,00" Alt (7,28 x 7,62 cm) y la siguiente longitud: 5,00" (12,70 cm)</p> <p>Ventana de visualización: Lexan® de 0,187 pulgadas (4,75 mm) de espesor</p> <p>Área de la ventana de visualización: Círculo de 2 pulgadas (5,08 cm) de diámetro</p> <p>Ambiente: Interiores/exteriores -10 a 120 °F (-23 a 49 °C)</p> <p>Fuente de energía: 120 VCA</p>

Tabla 5. 27 Especificaciones de Housing EH3508-1

SOPORTES


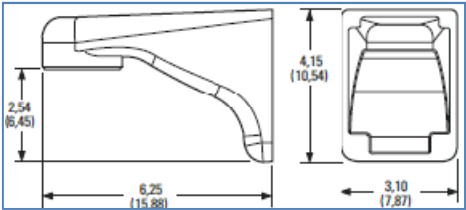
CODIGO: SWM-GY
SOPORTE DE PARED PARA DOMOS SPECTRA
MARCA: PELCO
<p>VISTA</p> 
<p>Dimensiones</p>  <p>Technical drawing showing dimensions in inches and millimeters:</p> <ul style="list-style-type: none"> Side profile height: 2.54 (6.45) inches Side profile width: 6.25 (15.88) inches Top-down view height: 4.15 (10.54) inches Top-down view width: 3.10 (7.87) inches
CARACTERISTICAS GENERALES
<ul style="list-style-type: none"> • Bajo costo • Para uso con domos colgantes de las Series Spectra® o DF5 • Con conductos para cables internos • Fácil de instalar por medio de un plato adaptador con herramientas estándar • Oculta los pernos de montaje dentro del soporte, brindando una apariencia limpia y estéticamente agradable. • Se monta directamente a una superficie de soporte de carga vertical para aplicaciones de montaje en pared
ESPECIFICACIONES GENERALES
<p>Método de montaje: El soporte se asegura con un tornillo fijo a un plato de montaje que se fija a la superficie de montaje con dos pernos de sujeción de diámetro no superior a 1/4 de pulgada.</p> <p>Entrada de cables: A través del orificio de conductos para cables en los adaptadores de montaje</p> <p>Carga máxima: 10 lb (4,5 kg)</p> <p>Ambiente: Interiores/exteriores</p> <p>Fabricación: Aluminio fundido</p> <p>Acabado: Baño pulverizado de poliéster gris</p>

Tabla 5. 28 Especificaciones de Soporte SWM-GY


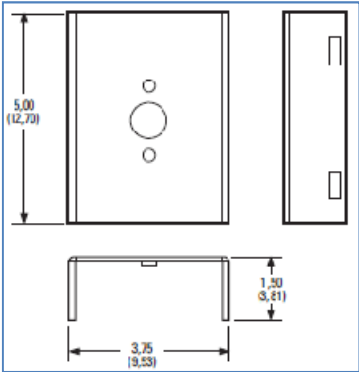
CODIGO: SWM-PA-GY
ADAPTADOR DE POSTE PARA DOMOS SPECTRA
MARCA: PELCO
VISTA

Dimensiones

CARACTERISTICAS GENERALES
<ul style="list-style-type: none"> • Bajo costo • Para uso con domos colgantes de las Series Spectra® o DF5 • Adaptador de poste con accesorios de acero inoxidable, acabado en gris
ESPECIFICACIONES GENERALES
<p>Método de montaje: El adaptador se fija a un poste con dos correas de acero inoxidable (incluidas). Las correas se adaptan a postes con un diámetro comprendido entre 4 pulgadas (10,16 cm) y 8 pulgadas (20,32 cm)</p> <p>Ambiente: Interiores/exteriores</p> <p>Fabricación: Aluminio</p> <p>Acabado: Baño pulverizado de poliéster gris</p>

Tabla 5. 29 Especificaciones de Soporte SWM-PA-GY

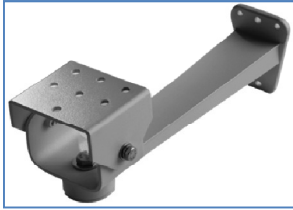
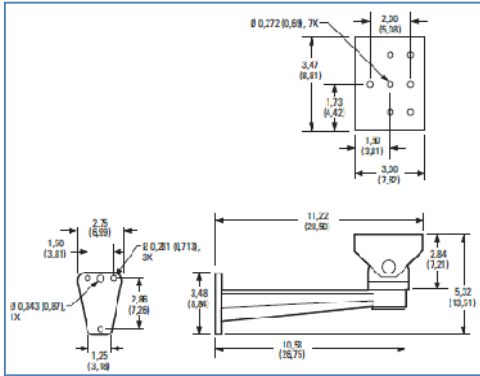
CODIGO: EM1450
SOPORTE DE PARED, DE BAJA RESISTENCIA, PARA CARCASA
MARCA: PELCO
VISTA

Dimensiones

CARACTERISTICAS GENERALES
<ul style="list-style-type: none"> • Se puede fijar a cualquier superficie vertical de soporte de carga con seguridad. • Presenta un discreto cabezal de montaje ajustable de tamaño pequeño • Provee espacio amplio entre los casquillos de los conductos para cables y el cabezal de montaje.
ESPECIFICACIONES GENERALES
<p>Método de montaje: Asegurar a una superficie sólida con tres pernos de sujeción de 1/4 pulgada (6,35 mm) de diámetro, o usar un perno de 5/16 de pulgada (7,9 mm) y otro de 1/4 pulgada (6,35 mm) de diámetro para centrar los orificios de montaje en aplicaciones donde se encuentren las columnas de la pared.</p> <p>Montaje de la carcasa: Dos tornillos de máquina de cabeza hexagonal de 1/4-20 x 0,500</p> <p>Ambiente: Interiores/exteriores</p> <p>Fabricación: Aluminio fundido</p> <p>Acabado: Baño pulverizado de poliéster gris</p>

Tabla 5. 30 Especificaciones de Soporte EM1450


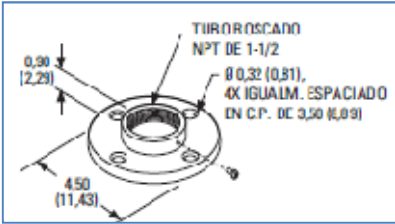
CODIGO: MRCA
SOPORTE DE TECHO PARA DOMO
MARCA: PELCO
<p>VISTA</p> 
<p>Dimensiones</p> 
CARACTERISTICAS GENERALES
<ul style="list-style-type: none"> • Para usar con domos colgantes de esfera completa Spectra que utilizan un tubo roscado NPT de 1,5 pulgadas (3,81 cm) para su montaje. • Para aplicaciones en interiores únicamente.
ESPECIFICACIONES GENERALES
<p>Método de montaje: Cuatro pernos de sujeción de 5/16 de pulgada (7,93 mm) de diámetro</p> <p>Montaje de la carcasa: Dos tornillos de máquina de cabeza hexagonal de 1/4-20 x 0,500</p> <p>Ambiente: Interiores</p> <p>Fabricación: Acero</p> <p>Acabado: Baño de poliéster pulverizado de color negro</p>

Tabla 5. 31 Especificaciones de Soporte MRCA

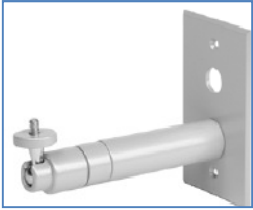
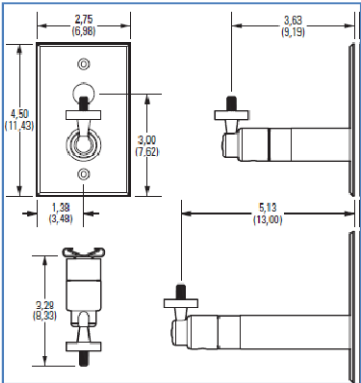
CODIGO: C10-UM
SOPORTE DE PARED PARA CÁMARA DE TAMAÑO COMPLETO
MARCA: PELCO
VISTA

Dimensiones

CARACTERISTICAS GENERALES
<ul style="list-style-type: none"> • Eficaz con relación al costo • Cabezal giratorio ajustable • El conjunto presenta un conector en forma de bola que permite ajustes del giro horizontal de 360° y ajustes del giro vertical de 90°. • La placa de montaje del C10-UM está diseñada para fijar una caja eléctrica estándar de 2 x 4-pulgadas (5,08 x 10,16 cm), o puede montarse al ras del techo o de una pared
ESPECIFICACIONES GENERALES
<p>Ajuste del giro horizontal: 360° Ajuste del giro vertical: 90° máximo Montaje de la cámara: Tuerca roscada de 1/4 x 20 pulgadas (6,3 mm x 50 cm) con aro de ajuste Método de trabado: Tornillo fijo sujeta el conector en forma de bola Fabricación: Aluminio Acabado: Plateado Carga máxima: 7,0 lb (3,2 kg)</p>

Tabla 5. 32 Especificaciones de Soporte C10-UM

MONITOR


CODIGO: PMCL319
MONITOR DE 19", FUNCIONALIDAD MULTIMODO
MARCA: PELCO
VISTA

<p>Dimensiones</p> <p>3,3" Prof x 16,6" An x 14,7" Alt (8,3 x 42,1 x 37,4 cm)</p>
ESPECIFICACIONES GENERALES
<p>Matriz de píxeles del panel LCD: 1280 x 1024, 75 Hz Relación de la apariencia del panel: 4:3 compuesta, 5:4 VGA Área de visualización: 376 X 301 mm Tamaño del píxel: 0,284 x 0.294 mm Brillo: 380 cm/m² Vida útil de la lámpara del panel: 40000 horas Ángulo de visualización (H/V): 150°/130° Colores de la pantalla: 16,7 millones Tiempo de respuesta: 8ms Altavoces: Integrados, 2 x 1,0 W</p>
ESPECIFICACIONES ELECTRICAS
<p>Tensión de entrada: 100-240 VCA, 50/60 Hz Consumo de energía: <50 W (encendido), <5 W (en inactividad) Interfaces de entrada Video: 1, BNC, de enlace; 1, video S, de enlace, VGA Interfaces de entrada Audio: 1(I/D), RCA, de enlace Frecuencia Horizontal: 30 kHz a 80 kHz Frecuencia Vertical: 56 Hz a 75 Hz Formato de sincronización: NTSC/PAL, detección automática</p>

Tabla 5. 33 Especificaciones de Monitor PMCL319

GRABADOR DIGITAL DE VIDEO

CODIGO: DX4616CD500	
VIDEOGRABADOR DIGITAL	
MARCA: PELCO	
VISTA FRONTAL	ESPECIFICACIONES MECÁNICAS
	<p>Entradas de video: 16, BNC Salidas de video: 16, BNC, de enlace Entrada de alarma: 16, N.C. o N.A. Salida de relé: 4, N.C. o N.A. 30 VCC/1 A, 125 VCA/0,5 A Puerto TCP/IP: RJ-45, 10/100 Mbps Puerto serial: 2 RS-422/RS-485 para control de PTZ Puerto USB: 3 USB 2.0 (1 frontal, 2 posteriores)</p>
CARACTERISTICAS	ESPECIFICACIONES ELÉCTRICAS Y DE VIDEO
<ul style="list-style-type: none"> • Videograbadora digital de 16 canales • Velocidad de grabación de hasta 480 imágenes por segundo (IPS) • Almacenamiento en disco duro de 500 GB • Grabación en partición • Ajustes de resolución de canales, calidad y velocidad de cuadros configurables en cada cámara por separado • Función de Imagen en recuadro (PIP) para video en reproducción y en directo, por pantallas múltiples • Cliente remoto compatible con Windows® XP, Windows 2000 y Windows Vista® • Compatibilidad con los modos de grabación continua, programada, de movimiento y alarma • Control de PTZ local y remoto • Protocolos de PTZ de otros fabricantes • Grabación previa y posterior a alarma • USB, CD-RW o DVD±RW para exportación de video • Notificaciones de eventos por correo electrónico, agente de emergencia o receptor acústico • Búsquedas por hora/fecha, marcador, evento y píxeles. • La opción de salida de monitor principal compuesto o VGA ofrece flexibilidad a los usuarios. La salida del monitor principal puede ajustarse para que muestre una, cuatro, nueve o dieciséis cámaras, o puede configurarse conforme a una visualización personalizada. La salida del monitor secuencial pueden utilizarse para visualización pública o recuperación de alarmas. 	<p>Tensión de entrada: 100-240 VCA ±10%, 50/60 Hz, regulación automática Consumo de energía: 85 W máximo Sistema de señal: NTSC/PAL, conmutable Sistema operativo: Linux®; integrado Resoluciones de grabación: NTSC PAL 704 x 480 704 x 576 704 x 240 704 x 288 352 x 240 352 x 288 Salidas de video: 1 principal VGA o analógica 1 secuencial analógica (visualiza hasta 4 cámaras) Compresión de video: MPEG-4 Conexión remota: LAN/WAN TCP/IP 10/100 Mbps Puerto de red</p>

Tabla 5. 34 Especificaciones de Grabador Digital DX4616CD500

TECLADO Y JOYSTICK


CODIGO: KBD300A
TECLADO DE FUNCIONES COMPLETAS, VELOCIDAD FIJA/VARIABLE, CONTROL PTZ
MARCA: PELCO
VISTA

<p>Dimensiones 2,25" Alt x 9,50" An x 7,125" Prof (5,72 x 24,13 x 18,10 cm)</p>
CARACTERISTICAS
<ul style="list-style-type: none"> • Control de joystick de funciones PTZ • Posición preprogramada y control de patrones • Funcionamiento auxiliar • Exploración automática/aleatoria/por cuadros • Un joystick de tipo "barril" proporciona un control de giro horizontal y vertical preciso de los receptores de velocidad fija o variable. Al hacer girar el joystick en sentido horario o antihorario se controla el zoom de la lente. • Las teclas seleccionan cámaras y monitores; administran preprogramaciones, patrones, auxiliares y secuencias; abren y cierran el iris; activan el zoom y el enfoque de la lente; e inician y detienen la exploración automática, aleatoria y por cuadros. • Los modos P Directo y D Directo utilizan un control de receptores de dos cables, mediante los protocolos P o D de Pelco.
ESPECIFICACIONES ELECTRICAS
<p>Tensión de entrada: 12 VCA o ± 12 VCC Conector de teclado: RJ-45, 8 patillas, modular (hembra) Modo P Directo <i>Interfaz:</i> RS-485 <i>Protocolo:</i> P de Pelco <i>Baudios:</i> 4800 <i>Parámetros de comunicación:</i> 8 bits de datos, sin paridad, 1 bit de parada</p>
ESPECIFICACIONES GENERALES
<p>Teclas del teclado: Electromecánicas Joystick: De 3 ejes, resolución de vectores, con torsión, cabezal con retorno al centro.</p>

Tabla 5. 35 Especificaciones del Teclado y Joystick KBD300A

BALUN

CODIGO: TW3001P
TRANSCPTOR DE VIDEO PASIVO POR MEDIO DE CABLE DE PAR TRENZADO NO BLINDADO
MARCA: PELCO
VISTA FRONTAL

MODO DE CONEXIÓN

<p>Dimensiones Este balún mide menos de dos pulgadas (5,08 cm) de largo y tiene un conector BNC en uno de sus extremos y terminales a tornillo en el otro.</p>
CARACTERISTICAS GENERALES
<ul style="list-style-type: none"> • Es posible utilizarlo en la ubicación de la cámara y/o del monitoreo. • Video color o blanco y negro de movimiento completo hasta una distancia de 750 pies (228,6 metros) • Compatible con el control Coaxitron® (señales de control de PTZ) hasta un máximo de 750 pies (228,6 metros) • Compatible con todas las cámaras, carcasas y domos de Pelco que estén equipados con conexiones de par trenzado • Terminación sencilla con terminales a tornillo • Compatibles con NTSC, PAL y SECAM
ESPECIFICACIONES
<p>Fuente de energía: No requiere de alimentación eléctrica Tipo de cable: Par trenzado no blindado (18 AWG máximo) Categoría de cable: Cat3 o superior Impedancia del cable: 100 ohmios +/- 20% Distancia del cable: 750 pies (228,6 metros) como máximo si se emplea Cat5e o Cat6 Pérdida de inserción: 0,3 dB</p>

Tabla 5. 36 Especificaciones de Balún Pasivo TW3001P


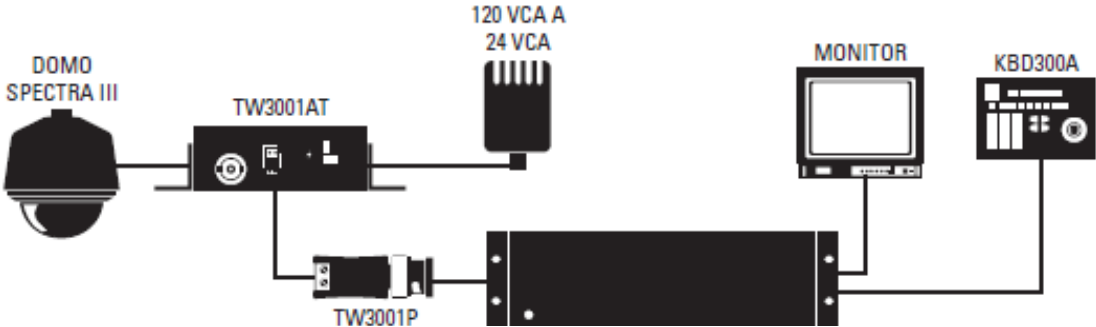
CODIGO: TW3001AT	
TRANSMISOR DE VIDEO ACTIVO POR MEDIO DE CABLE DE PAR TRENZADO NO BLINDADO	
MARCA: PELCO	
<p>VISTA FRONTAL</p>  <p>Dimensiones 2,25" Prof x 3,00" An x 1,12" Alt (5,72 x 7,62 x 2,84 cm)</p>	<p>CARACTERISTICAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fuente de alimentación de 120 VCA. • Protección contra sobretensión incorporada. • Compatibles con NTSC, PAL y SECAM. • La parte superior de la unidad tiene un conmutador DIP que permite seleccionar la distancia (500 a 3.000 pies/152,4 a 914,4 metros) cuando se utiliza el transmisor con un receptor pasivo. <p>Distancia con cat 3: 1500 pies (457,2m) Distancia con cat 5: 3.000 pies (914,4m) Distancia con cat 5e: 3.000 pies (914,4m) Distancia con cat 6: 3.000 pies (914,4m) Salida de video: Una BNC Fabricación: Acero Acabado: Gris metálico</p>
<p>MODO DE CONEXIÓN</p> 	

Tabla 5. 37 Especificaciones de Balún activo TW3001AT

5.5 LISTA DE MATERIALES Y PRESUPUESTO REFERENCIAL

PRESUPUESTO REFERIDO AL DISEÑO DE SISTEMA CCTV				
UNIDAD	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	VALOR UNIDAD (USD)	VALOR TOTAL (USD)
4	DOMO INTEGRADO PARA EXPLORACIÓN DE ALTA NITIDEZ MARCA: PELCO	SD4H35-PG-E0	3443,66	13774,62
18	CÁMARA FIJA A COLOR DIA/NOCHE MARCA: PELCO	C10DN-6	411,00	7398,00
15	LENTES CON ZOOM MOTORIZADO FORMATO DE 1/3 DE PULGADA, AUTO IRIS (COMANDO DIRECTO) CON DISTANCIA FOCAL: 6~48 mm MARCA: PELCO	13ZD6X8P	501,00	7515,00
3	LENTES CON ZOOM MOTORIZADO FORMATO DE 1/3 DE PULGADA, AUTO IRIS (COMANDO DIRECTO) CON DISTANCIA FOCAL: 6~90 mm MARCA: PELCO	13ZD6X15P	732,23	2196,68
14	CARCASA PARA EXTERIORES, PEQUEÑA MARCA: PELCO	EH3508-1	201,00	2814,00
3	SOPORTE DE PARED PARA DOMOS SPECTRA MARCA: PELCO	SWM-GY	54,00	162,00
3	ADAPTADOR DE POSTE PARA DOMOS SPECTRA MARCA: PELCO	SWM-PA-GY	31,07	93,20
14	SOPORTE DE PARED, DE BAJA RESISTENCIA, PARA CARCASA MARCA: PELCO	EM1450	48,00	672,00
1	SOPORTE DE TECHO PARA DOMO MARCA: PELCO	MRCA	38,63	38,63
4	SOPORTE DE PARED PARA CÁMARA DE TAMAÑO COMPLETO MARCA: PELCO	C10-UM	33,00	132,00
2	MONITOR DE 19", FUNCIONALIDAD MULTIMODO MARCA: PELCO	PMCL319	789,00	1578,00
2	VIDEOGRABADOR DIGITAL DE CCTV MARCA: PELCO	DX4616CD500	3598,50	7197,00
4	FUENTE DE ALIMENTACIÓN PARA CÁMARA EN EXTERIORES MARCA: PELCO	WCS1-4	178,49	713,94
18	FUENTE DE ALIMENTACIÓN PARA CÁMARA EN INTERIORES MARCA: PELCO	TF2000	16,14	290,52
38	TRANSCÉPTOR DE VIDEO PASIVO POR MEDIO DE CABLE DE PAR TRENZADO NO BLINDADO MARCA: PELCO	TW3001P	34,50	1311,00
2	TRANSMISOR DE VIDEO ACTIVO POR MEDIO DE CABLE DE PAR TRENZADO NO BLINDADO MARCA: PELCO	TW3001AT	249,00	498,00
1	TECLADO DE FUNCIONES COMPLETAS, VELOCIDAD FIJA/VARIABLE, CONTROL PTZ MARCA: PELCO	KBD300A	783,00	783,00
10	BOBINA DE 300 m CABLE UTP CATEGORÍA 5e	-	120	1200
SUBTOTAL				\$ 48367,58
RECARGO INSTALACIÓN Y PROGRAMACIÓN				\$ 9673,52
VALOR TOTAL				\$ 58041,1

CAPÍTULO VI

DISEÑO DEL SISTEMA DE DETECCIÓN DE INCENDIOS

6.1 INTRODUCCIÓN

El presente capítulo está enfocado en el desarrollo del Diseño del Sistema de Detección de Incendios para el “Liceo Municipal Experimental Técnico y en Ciencias Fernández Madrid”, el mismo que será detallado a lo largo del apartado.

6.2 MÉTODO GENERAL

6.2.1 DETERMINAR EL PROPÓSITO DEL SISTEMA DE DETECCIÓN DE INCENDIO

Se entiende por detección de incendios el hecho de detectar y avisar que hay un incendio en un lugar determinado, siendo el propósito general de cualquier sistema.

Un propósito claro y conciso es considerado como una ayuda favorable para el diseño correcto del sistema de detección de incendio, obteniendo una parametrización correcta de resultados esperados. Para identificar el propósito del Sistema de Detección de Incendio se debe considerar las fases de desarrollo de un incendio, enfocando de este modo el momento óptimo para la activación del sistema y por lo tanto el cumplimiento adecuado del propósito.

Todo Sistema de Detección de Incendio dependiendo de los elementos que lo conformen busca valorar el sistema de detección en su conjunto con rapidez y fiabilidad en la detección. La rapidez dependerá de la demora de puesta en marcha del plan de emergencia; la fiabilidad es imprescindible para evitar que las falsas alarmas quiten credibilidad y confianza al sistema.

6.2.2 DEFINIR ÁREAS ESTRATÉGICAS POTENCIALES DE INCENDIOS

Para definir las áreas potenciales donde se pueden generar incendios, se debe identificar aquellas áreas donde se encuentren:

- Elementos inflamables.
- Cargas elevadas.
- Posibles cortocircuitos.

Como segundo paso se procede a identificar pasillos de estructura cerrada, los cuales no necesariamente se consideran como potenciales pero serán los lugares estratégicos de evacuación donde se colocarán pulsadores manuales y notificaciones de aviso.

6.2.3 ELECCIÓN DEL SISTEMA DE DETECCIÓN DE INCENDIO ADECUADO

Antes de proceder a la elección del sistema de detección se debe considerar previamente las siguientes características:

- Las pérdidas humanas o materiales en juego.
- La posibilidad de vigilancia constante y total por personas.
- La rapidez y fiabilidad requerida.
- Coherencia con el resto del plan de emergencia.
- Coste económico, etc.

Una vez determinados los factores anteriormente mencionados, se procede a identificar el Sistema de Detección de Incendio más adecuado.

Existen tres tipos de Sistemas de Detección de Incendio, los cuales se han definido dependiendo de la forma en que se realice la detección:⁵¹

- a. Detección Humana
- b. Sistema de Detección de Incendio Automático
- c. Sistema de Detección de Incendio Mixto

6.2.3.1 DETECCIÓN HUMANA

La característica principal consiste en encargar la detección a las personas, siendo el primer y principal eslabón del plan de emergencia. El funcionamiento general está definido de la siguiente forma:

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 queda a cargo del servicio de vigilancia mediante rondas estratégicas cada cierto tiempo, el jefe inmediato debe supervisar que el personal realice las mencionadas rondas de manera infaltable y responsable, caso contrario se pierde la efectividad del Sistema de Detección de Incendio. Es obvio que la rapidez de detección en este caso es baja, pudiendo alcanzar una demora igual al tiempo entre rondas.

6.2.3.2 SISTEMA DE DETECCIÓN DE INCENDIOS AUTOMÁTICA

Este tipo de detección se caracteriza por poseer instalaciones fijas, las cuales permiten la detección y localización automática. La puesta en marcha del plan de alarmas es automática, y dependerá de aquellas secuencias que han sido incorporadas a la central. Brinda mayor rapidez en la detección comparada a la detección humana pero disminuye la eficacia por posibles detecciones erróneas. Este tipo de detección es más utilizada cuando se desea una vigilancia constante de áreas inaccesibles para detección humana.

⁵¹ NTP 4^a: DETECCIÓN DE INCENDIOS

En la Figura 6. 1 se presenta un esquema genérico de los Sistemas de Detección de Incendio Automático y Mixto, en donde se muestra los elementos y funciones generales.

Los elementos de los Sistemas de Detección de Incendio Automático y Mixto son:

- Detectores automáticos.
- Pulsadores manuales.
- Elementos visuales y auditivos de notificación de incendio
- Central de alarmas
- Aparatos auxiliares: teléfono directo a bomberos, medios de extinción de fuego.

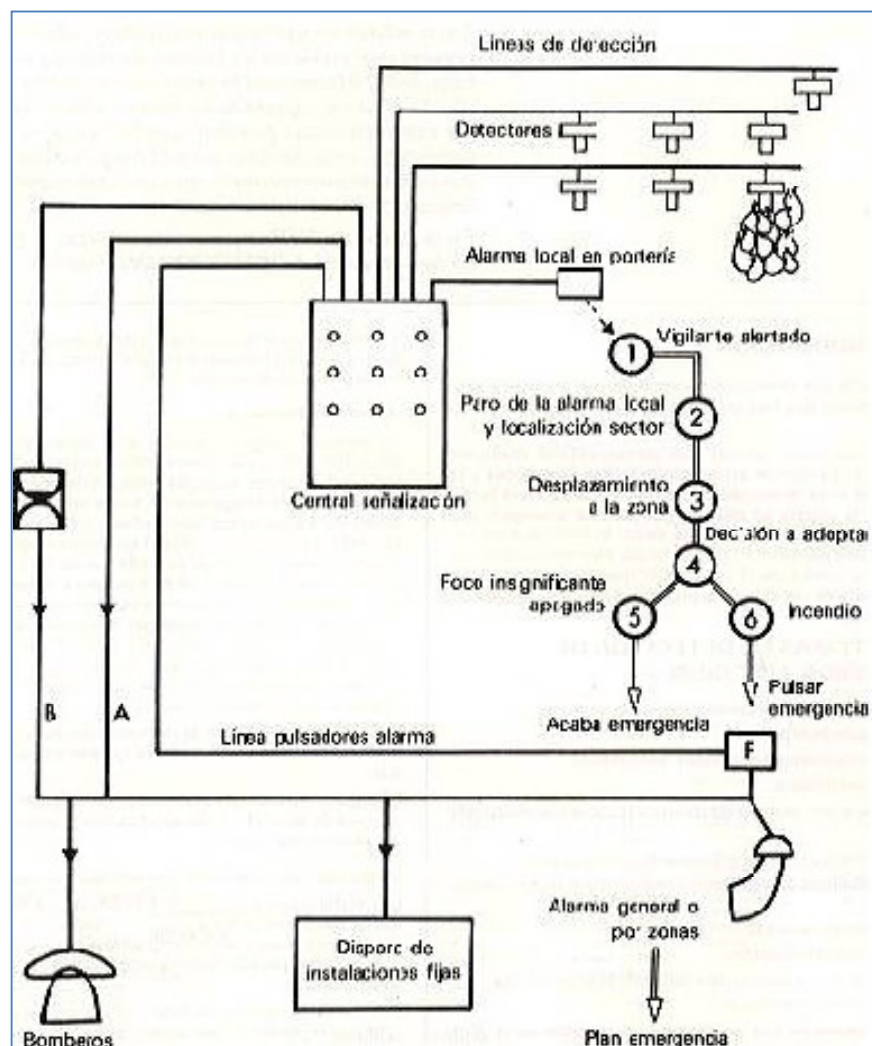


Figura 6. 1 Esquema Genérico de Sistema de detección automática de incendio

Se debe considerar como alternativa la denominada instalación automática mínima, la cual está formada por los siguientes elementos:

- Equipo de control y señalización.
- Detectores.
- Fuente de suministro.
- Elementos de unión entre los anteriores.

6.2.3.3 SISTEMAS MIXTOS

Los sistemas mixtos como su nombre lo menciona, es la combinación de los dos tipos de Sistema de Detección de Incendio previamente mencionados.

Le caracteriza quien ejecuta el último eslabón del plan de alarma, pues como se mencionó finaliza con la acción de la central, en donde dicha acción es ejecutada por personal de vigilancia ubicado en un puesto de control.

Otra característica de este tipo de sistema es que debe poseer seguridad de funcionamiento, es decir debe autovigilarse.

6.2.4 ELECCIÓN DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE DETECCIÓN DE INCENDIO

Este paso se realiza si se escogiera un Sistema de Detección de Incendio Automático o Mixto, debido a que son los Sistemas que requieren componentes electrónicos.

Como primer paso, se procede a la división de la edificación por zonas para distribuir uniformemente los componentes del sistema. Esta división se realiza según los siguientes criterios:

- Una zona será, cada uno de los sectores en que se haya segmentado el edificio y también donde se requiera la instalación.
- La superficie de una zona no superará los 1.600 m².

Una vez establecidas las zonas se continúa con el proceso de elección de los componentes del Sistema de Detección de Incendios, procediendo a la determinación de los componentes que formarán parte del mismo, siendo éstos los citados a continuación:

6.2.4.1 DETECTORES AUTOMÁTICOS⁵²

Los detectores son elementos que detectan el fuego a través de alguno de los fenómenos que le acompañan (gases, humos, temperaturas o radiación UV, visible o infrarroja). Los detectores automáticos dependiendo del fenómeno de detección se clasifican en:

- a. Detector iónico de humo.
- b. Detector óptico o fotoeléctrico de humo.
- c. Detector de temperatura:
 - Fija.
 - Termovelocimétrico.
- d. Detector de radiaciones:
 - Ultravioleta.
 - Infrarroja (llama).

Cada fenómeno aparece sucesivamente después de iniciado un incendio, por lo tanto la rapidez de cada detección depende de la fase que curse el incendio. Una descripción de la sucesión de las fases de un incendio se ilustra en la Figura 6.2. Por ejemplo la detección de un detector de gases o humo es más rápido que la detección de un detector de temperatura (que precisa que el fuego haya tomado un cierto incremento antes de detectarlo). A veces, picos transitorios de voltaje u otros tipos de energía irradiada pueden afectar el circuito electrónico de

⁵² NTP 40: DETECCIÓN DE INCENDIOS

los detectores, en cuyo caso se producirá una falsa alarma aunque no hay humo presente.

Para elegir el tipo de detector se debe considerar que generalmente en los edificios hay una considerable variedad de combustibles materiales, por lo cual es muy difícil predecir el tamaño de partículas que serán liberadas en un incendio.

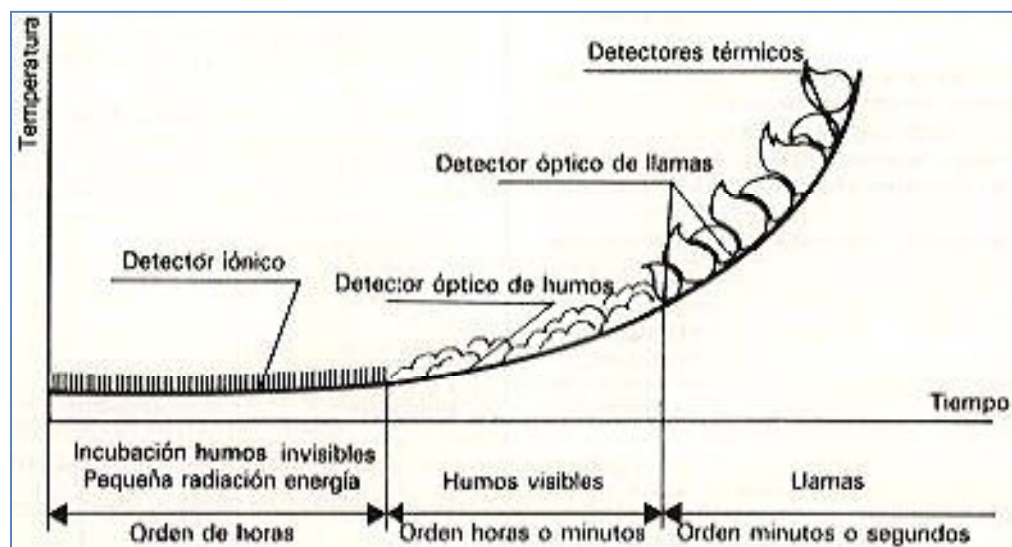


Figura 6. 2 Acción de detectores automáticos por fases

6.2.4.1.1 Detector iónico de gases de combustión

Se enfocan en la detección de gases de combustión, es decir, humos visibles o invisibles. Las características de un detector por ionización son más aptas para detección de incendios que se propagan rápidamente, en los cuales las partículas de combustión son generalmente de 0.01 a 0.4 micrones.

Principio de funcionamiento⁵³

Una cámara de ionización consta de dos placas cargadas eléctricamente y un material radiactivo, generalmente Americio 241, el cual ionizará el aire entre las placas. Una cámara es utilizada para detección y está abierta al aire externo, por lo cual en ella hay

⁵³ www.rnds.com.ar

presencia de humedad ambiente, presión atmosférica y partículas liberadas por combustión.

La humedad ambiente y la presión atmosférica influyen en el valor de la corriente de la cámara. Para compensar la influencia de la humedad y la presión atmosférica consta de la cámara doble de ionización, mostrada en la Figura 6.3, la cual suministra un valor de referencia o comparación, ya que es afectada solamente por la humedad y la presión, ya que las partículas de combustión no pueden ingresar por los orificios de pequeño tamaño de esta cámara.

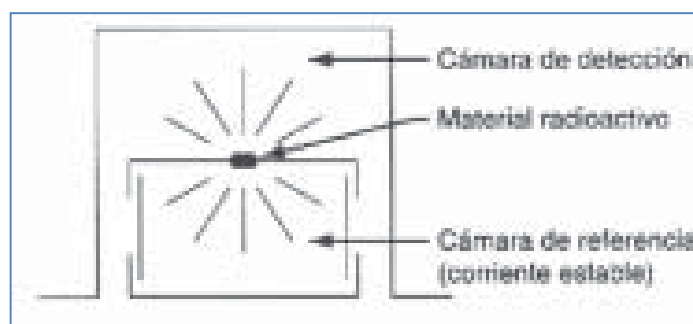


Figura 6. 3 Cámara de ionización

Cuando las partículas de la combustión ingresan a la cámara de detección, la corriente disminuye y se produce un desfase de valores de corriente entre las dos cámaras, que es captado por el circuito de medición.

Como efectos perturbadores hay que señalar:

- Humos no procedentes de incendio (calderas, cocinas, etc.).
- Corrientes de aire de velocidad superior a 0,5 m.s⁻¹.
- Acumulación de polvo y suciedad en el material radioactivo, provocando que el detector sea más sensible.

6.2.4.1.2 Detector óptico o fotoeléctrico de humo

Se enfocan en la detección de humos visibles. No detectan gas, calor o llama. Son mejores para detectar incendios menos intensos y de menor

velocidad de propagación, en los cuales las partículas de combustión son generalmente de 0.4 a 10 micrones. Existen dos tipos de detectores ópticos:

- Detector de humo por dispersión de luz
- Detector de humo por oscurecimiento

Un inconveniente de este tipo de detector es que la luz emitida se refleje en las paredes de la cámara de detección y sea captada por el fotosensor, que actuara a pesar de que no hay humo.

- **Detector de humo por dispersión de luz**

La mayoría de los detectores de humo fotoeléctricos tienen cobertura localizada (puntual) y funcionan como principio de dispersión de luz.

Principio de Funcionamiento⁵⁴

El haz de un diodo emisión de luz incide en un área donde no puede ser captado bajo condiciones normales por un fotosensor (generalmente fotodiodo), tal como muestra la Figura 6.44.

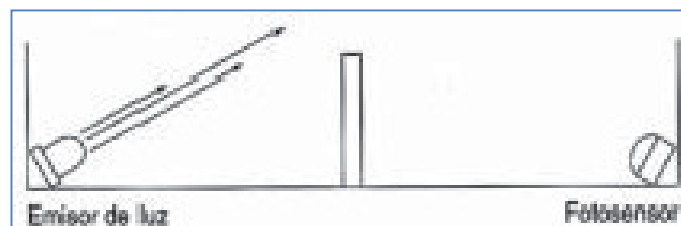


Figura 6.4 Detección por dispersión de luz

Cuando hay presencia de humo en la trayectoria del haz, la luz incide sobre las partículas de humo y se refleja sobre el fotosensor, tal como muestra la Figura 6.5.5, que al recibir la luz genera una señal de alarma.

⁵⁴ www.rnds.com.ar

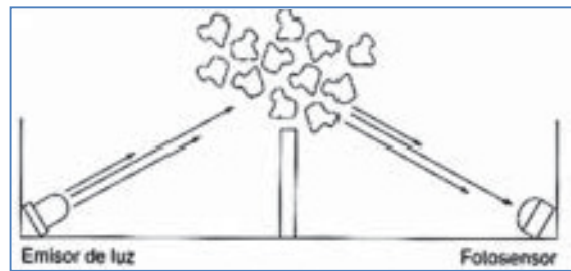


Figura 6.5 Reflexión de luz sobre el fotosensor

- **Detector de humo por oscurecimiento**

Este tipo de detector también utiliza un emisor de luz y un elemento fotosensor, tal como sería un fotodiodo, tal como muestra la Figura 6.66.

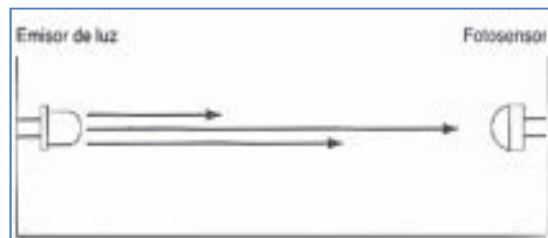


Figura 6.6 Detección por oscurecimiento

Principio de Funcionamiento⁵⁵

Cuando las partículas de humo bloquean parcialmente la trayectoria del haz de luz, se reduce la intensidad de luz recibida por el fotosensor, tal como muestra la Figura 6. 77. Esta variación es captada por un circuito electrónico que, al llegar al valor precalibrado, genera una señal de iniciación de alarma.

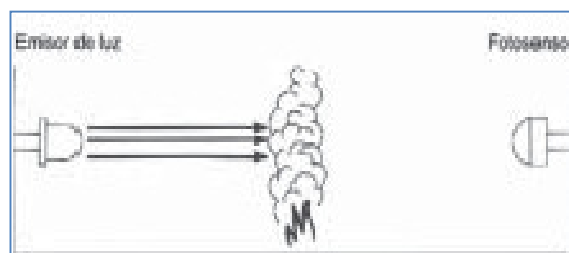


Figura 6. 7 Detección por oscurecimiento con humo

⁵⁵ www.rnds.com.ar

6.2.4.1.3 Detector de Temperatura

Este detector está enfocado en la detección de la temperatura.

Se debe considerar que la detección demanda del análisis de dos magnitudes fundamentales para la elección del detector: el valor de la temperatura ambiente y la elevación brusca de temperatura por unidad de tiempo.

Hay dos tipos básicos:

- Detector de temperatura fija (o de máxima temperatura).
- Detector termovelocimétrico.

Sus efectos perturbadores son la elevación de temperatura no procedente de incendio (calefacción, cubiertas no aisladas, etc.).

- **Detector de Temperatura Fija**

Son los detectores más antiguos y su acción se efectúa al deformarse un determinado bimetálico o al fusionarse una aleación al alcanzar una determinada temperatura.

- **Detector Termovelocimétrico**

Este detector mide la velocidad de crecimiento de la temperatura. Normalmente se regula su sensibilidad a unos 10°C/min.

Los tipos más comunes son las cámaras neumática, termoeléctrica y electrónica.

Principio de Funcionamiento

Se basan en fenómenos diversos como dilatación de una varilla metálica, etc.

Comparan el calentamiento de una zona sin inercia térmica con otra zona del detector provista de una inercia térmica determinada.

6.2.4.1.4 Detector de Radiaciones

Se enfoca en la detección de radiaciones electromagnéticas infrarrojas o ultravioletas que acompañan a las llamas. El rango de radiación visible abarca desde 350 nm hasta 800 nm. La radiación infrarroja (IR) se considera cuando la longitud de onda es mayor a 800 nm y ultravioleta (UV) cuando la longitud de onda es menor a 350 nm. Algunos combustibles tales como el carbón y el petróleo tienen radiación visible, otros como el gas natural, ión no tiene radiación visible, o es apenas luminiscente. Por lo tanto, para identificar las diferentes radiaciones que pueden acompañar a las llamas se han definido los siguientes tipos de detectores:

- Detector Ultravioleta
- Detector Infrarrojo
- Detector Ultravioleta e Infrarrojo

Los efectos perturbadores son radiaciones de cualquier tipo: Sol, cuerpos incandescentes, soldadura, etc.

- **Detector Ultravioleta (UV)**

Este tipo de detector se monta para detectar fuegos que se prevé su inicio con llama de radiación ultravioleta, utiliza como elemento sensor el carburo siliconado, el nitruro de aluminio, o un tubo lleno de gas.

- **Detector Infrarrojo (IR)**

Este tipo de detector se monta cuando se prevé que la llama es de radiación infrarroja, tal el caso de los gases combustibles como butano, metano, etc. Básicamente está compuesto de un filtro y un sistema electrónico, los cuales se utilizan para filtrar longitudes de onda no deseadas y enfocar la energía recibida en una celda fotovoltaica o fotoresistiva, sensitiva a la radiación infrarroja.

- **Detector Ultravioleta e Infrarrojo (UV + IR)**

Este detector de monta en la superficie para detectar los dos tipos de radiaciones. Consta de un sensor UV y otro sensor IR de frecuencia simple colocados en pareja dentro de una misma unidad.

Los dos sensores de diferentes tecnologías, operan en forma individual, tal como lo descrito para los UV y los IR, pero un circuito adicional procesa las señales de ambos sensores. Una señal de alarma es activada solo cuando ambos sensores detectan un fuego, esto da por resultado que un sistema UV/IR tenga mejores capacidades de rechazo de falsas alarmas que cualquier detector individual.

6.2.4.2 PULSADORES MANUALES

Como su nombre lo indica, se trata de iniciadores de alarma manuales. Los hay de diversos tipos, aptos para interiores o exteriores, de simple o doble acción, de rotura de vidrio, con registro de operación, etc.

Esta alarma es de prioridad sobre el detector ya que indica presencia de llamas y actúa antes que el detector la perciba, debido a que cuando emite el pulsador su señal es por activación manual y no automática.

6.2.4.3 ELEMENTOS VISUALES Y AUDITIVOS DE NOTIFICACIÓN DE INCENDIO

Para avisar a los usuarios o las personas que se encuentren a los alrededores de una edificación es necesaria la implementación de señalización adecuada o alarmas que notifiquen el hecho, con el fin de que resguarden su seguridad.

Para una adecuada señalización es necesario el montaje de diferentes elementos, en donde su activación depende tanto de los detectores

automáticos como de los pulsadores manuales colocados estratégicamente en la instalación.

Las señales de aviso de los elementos de iniciación de alarmas son enviadas a un panel de alarmas, el cual será el encargado de dar aviso a los diferentes elementos de notificación de incendio tales como sirenas, luces estroboscópicas de evacuación asociado al panel de alarmas.

Se debe considerar que los usuarios una vez notificados de la existencia de un incendio deben salir de la edificación, para lo cual es necesaria la colocación de señalización para una evacuación organizada de la edificación.

6.2.4.3.1 Sirena electrónica

Las sirenas tienen como función anunciar el inicio de un incendio a los usuarios de la edificación, planta o zona, de manera que las mismas puedan evacuar el lugar rápidamente.

Están construidas con elementos de estado sólido y cuentan con dispositivos que permiten el control de volumen y la selección de tonos. Poseen un nivel sonoro entre 90 a 110 dBA generalmente.

En algunas ocasiones el Sistema de detección amerita sistemas óptico-acústicos, estos se implementan cuando por las actividades realizadas en la edificación no se escucha la sirena electrónica.

Este sistema aparte de tener una sirena electrónica tiene un flash intermitente incorporado.

6.2.4.3.2 Luz estroboscópica

Este tipo de elemento de notificación fue diseñado con el fin de dar aviso de alarma de tipo lumínico mediante destellos de flashes estroboscópicos, con duraciones controladas de los impulsos. Tiene funciones semejantes a la sirena electrónica.

6.2.4.4 CENTRAL DE ALARMAS

La central de alarmas tiene la función de recepción de las señales de aviso de los elementos de iniciación de alarmas y de la transmisión de señales a los diferentes elementos de notificación de aviso tales como sirenas, luces estroboscópicas de evacuación que se encuentren asociados, tal como ilustra la Figura 6.8.

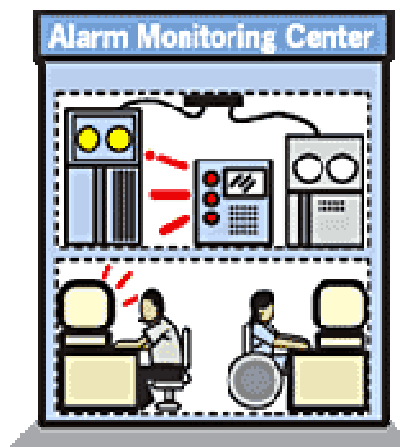


Figura 6. 8 Central de Alarmas

6.2.4.5 APARATOS AUXILIARES: TELÉFONO DIRECTO A BOMBEROS, MEDIOS DE EXTINCIÓN DE FUEGO.

Todos estos aparatos auxiliares son medios de protección en el caso de que se diera un incendio en una edificación.

6.2.4.5.1 TELÉFONO DIRECTO A BOMBEROS

Un marcado rápido en a un personal especializado será solución eficaz para cualquier eventualidad o emergencia.

6.2.4.5.2 MEDIOS DE EXTINCIÓN DE FUEGO

En el momento que ocurriera una eventualidad la institución debe contar con medios de extinción de fuego que permitan apagarlo en caso de no ser de considerable magnitud.

Cuanto más rápido se actúe frente al inicio de las llamas atacando al primer indicio de ignición, más rápido se logra su extinción.

En el caso de ser una emergencia, la edificación debe contar con suficientes instalaciones contra incendios que con la colaboración de personal especializado procederá a apagar el incendio.

6.2.5 UBICACIÓN DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE DETECCIÓN DE INCENDIO EN LA EDIFICACIÓN

Antes de proceder al montaje de los elementos que conforman un Sistema de Detección de Incendio se debe analizar con anterioridad la ubicación que tendrá cada uno de ellos.

De manera general se debe tener presente que de acuerdo a la cantidad de zonas en la que se dividió una edificación se determinan los espacios que deben de ser destinados para cada dispositivo, tal como muestra la Tabla 6.1.

Uso del edificio	Vi-vien-da	Hoteles, hospitales, oficinas y centros docentes			Locales públicos y grandes almacenes			Garajes y aparcamientos						
		0 a 2.000	2.001 a 4.500	más de 4.500	0 a 2.000	2.001 a 4.500	más de 4.500	0 a 500	501 a 2.000	2.001 a 4.500	más de 4.500			
Superficie construida m ²	Cualquiera													
Número de plantas	0 a 7	8 a 20	0 a 7	8 a 20	0 a 7	8 a 20	0 a 7	8 a 20	0 a 3	4 a 7	8 a 20	0 a 3	4 a 7	8 a 20
Instalaciones	Detectores de humos			•			•	•						
	Detectores de temperatura								•	•	•	•	•	•

Tabla 6. 1 Exigencias para algunos detectores en diferentes edificaciones⁵⁶

6.2.5.1 DETECTORES AUTOMÁTICOS

Se instalarán detectores de la clase y sensibilidad adecuada, de manera que estén específicamente capacitados para detectar el tipo de incendio

⁵⁶ NTP 40: DETECCIÓN DE INCENDIOS

que previsiblemente se pueda producir en cada zona, evitando que los mismos puedan activarse en situaciones que no se correspondan con una emergencia real.

6.2.5.1.1 Detectores de humo

- En zonas con superficie igual o inferior a 80 m² se instalará como mínimo 1 detector y a una altura no superior a 12 m.
- En zonas con superficie superior a 80 m² se instalará como mínimo 1 detector cada 60 m² si la altura del local es igual o inferior a 6 m y cada 80 m² si su altura está comprendida entre 6 y 12 m.
- Se debe colocar el detector de humo en el centro del techo, ya que en las esquinas el aire queda "muerto" y no se mueve. Se debe ubicar a una distancia mínima de 30 cm de cualquier artículo de decoración (puertas, lámparas o molduras) que pueda obstruir la entrada de humo.
- Si en el techo hay vigas u otros elementos que impiden la instalación del detector, éste se debe colocar en la pared a una distancia de no más de 30 cm del techo y manteniendo una distancia mínima de 15 cm con respecto a las esquinas.
- No deben colocarse en cuartos de baño, duchas, garajes o estancias donde el vapor de agua y otros humos se acumulan con facilidad.
- Deben de estar colocados a una distancia mínima de 90 cm con relación a los sistemas de calefacción porque pueden cambiar la dirección de la corriente del aire y al mismo tiempo, tienen cambios de temperatura extremos.
- En pasillos de hasta 3 m. de anchura se dispondrán al menos un detector cada 11,5 m.

6.2.5.1.2 Detector de temperatura

Cuando se produce un incendio, una columna cónica de gases calientes se eleva en dirección al techo, después los gases se expanden bajo el techo, radialmente a partir del eje de la columna, en forma de una capa caliente.

El espesor de la capa caliente depende mucho de la altura del techo, ya que la columna de gases calientes a medida que se eleva en dirección al techo, se mezcla en su periferia con el aire del recinto.

Los gases más calientes, para una altura del techo y un índice de desarrollo de incendios dados, se encuentran a una distancia de 2,5 a 10 cm por debajo del techo, y por ello en esta zona es donde debe colocarse el elemento sensible del detector.

El detector también debe ser sensible a los gases que se le acerquen en cualquier dirección, ya que el sitio exacto en que se producirá el fuego es un azar. El detector debe tener una sensibilidad suficiente.

- Se colocarán en zonas con superficie igual o inferior a 40 m² como mínimo 1 detector.
- En zonas con superficie superior a 40 m² se instalará, como mínimo, un detector cada 30 m².
- Se colocarán a una altura máxima de 6, 7, 5 y 9 m., según su grado de sensibilidad.
- En pasillos de hasta 3 m. de anchura se dispondrán al menos un detector cada 9 m.

6.2.5.2 PULSADOR MANUAL

Los pulsadores de alarma se montan de manera que estén visibles. Deben ser señalizados y no deben tener un recorrido mayor a 25 m.

Deben estar con preferencia ubicados cerca de las cajas de escaleras, pasillos de evacuación, salidas de emergencias, puertas de salidas de las plantas.

6.2.5.3 ELEMENTOS VISUALES Y AUDITIVOS DE NOTIFICACIÓN DE INCENDIO

SIRENA ELECTRÓNICA

Para el montaje de este elemento se debe considerar una distancia de 1m sobre el pulsador manual.

LUZ ESTROBOSCÓPICA

Este elemento por ser un elemento de notificación debe ser ubicado en lugares altos, para permitir que los usuarios de una edificación visualicen el destello estroboscópico.

De modo general, su ubicación es junto a la sirena electrónica.

6.2.5.4 CENTRAL DE ALARMAS

La ubicación de la central de alarmas está directamente relacionada con la ubicación del área de control, porque será el centro de operaciones y monitoreo de todos los sistemas de seguridad.

Por lo tanto, su ubicación debe ser en un lugar que sea céntrico y que permita al personal de vigilancia tener acceso a todos los lugares.

6.2.5.5 APARATOS AUXILIARES: TELÉFONO DIRECTO A BOMBEROS, MEDIOS DE EXTINCIÓN DE FUEGO

Teléfono directo a bomberos

Este aparato debe estar ubicado en el centro de control ya que se considera que se cuenta con personal de vigilancia monitoreando el área.

Medios de extinción de fuego

Las exigencias normales para distintos tipos de edificaciones se encuentran en la Tabla 6.2.

Uso del edificio	Vi-vien-da			Hoteles, hospitales, oficinas y centros docentes			Locales públicos y grandes almacenes			Garajes y aparcamientos				
	Cual-quiera	0 a 2.000	2.001 a 4.500	más de 4.500	0 a 2.000	2.001 a 4.500	más de 4.500	0 a 500	501 a 2.000	2.001 a 4.500	más de 4.500			
Superficie construida m ²														
Número de plantas	0 a 7	8 a 20	0 a 7	8 a 20	0 a 7	8 a 20	0 a 7	8 a 20	0 a 3	4 a 7	8 a 20	0 a 3	4 a 7	8 a 20
Instalaciones	Extintores	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	Columnas secas		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	Bocas de incendio			•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	Equipos de manguera			•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	Rociadores					•	•	•	•	•	•	•	•	•

Tabla 6. 2 Exigencias de medios para extinción en distintas edificaciones⁵⁷

6.2.6 DISEÑO DE PLATAFORMA DE COMUNICACIÓN

Para comprender el funcionamiento de una plataforma de comunicación se debe aclarar de una manera breve la interacción de los componentes de un sistema, el cual es el siguiente: Los elementos de campo (detectores, sensores, captadores, actuadores, etc.), transmitirán las señales a una unidad central inteligente que tratará y elaborará la información recibida, tal como muestra la Figura 6.9.

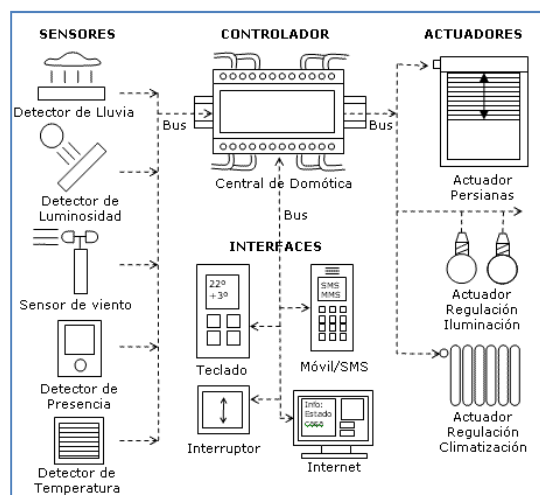


Figura 6. 9 Esquema general de un sistema

⁵⁷ NTP 40: DETECCIÓN DE INCENDIOS

6.2.6.1 LONWORKS

6.2.6.1.1 Redes de control⁵⁸

Una red de control está formada por un grupo de dispositivos llamados nodos, (cada uno, con uno o más sensores o actuadores), que se comunican (a través de uno o varios medios, usando una norma o protocolo de comunicación) para constituir una aplicación de monitorización, una aplicación de control o una aplicación de monitorización y control.

Una red de control puede tener 3, 300 ó 30,000 nodos y poseer una complejidad variable desde un sistema inteligente de alumbrado hasta un sistema de instrumentación para aeronáutica (ambos son ejemplos de redes Lonworks® existentes).

Es posible controlar una alarma a partir de un simple sensor de ocupación, o gestionar el sistema de tráfico de una ciudad, controlando semáforos, flujo de tráfico, acciones de vehículos de emergencia, distribución de potencia, etc.

La comunicación entre los nodos puede ser punto a punto (control distribuido) o maestro-esclavo (control centralizado); en uno u otro caso, la inteligencia (capacidad de proceso y cálculo) de los nodos permite la distribución del proceso (los sensores pueden funcionar de manera inteligente, por ejemplo, realizando análisis local de los datos y su conversión, e informar sólo de cambios significativos en su entorno).

Si las funciones de control son distribuidas, la ejecución y el rendimiento del sistema se mejoran drásticamente.

6.2.6.1.2 Funcionalidad de un Sistema de Control

Existen 3 tipos de generaciones de Sistemas de Control, los cuales se detallan en la Tabla 6.3.

⁵⁸ LONUSERS ESPANA, INTRODUCCIÓN A LA TECNOLOGÍA LONWORKS, Pág. 2

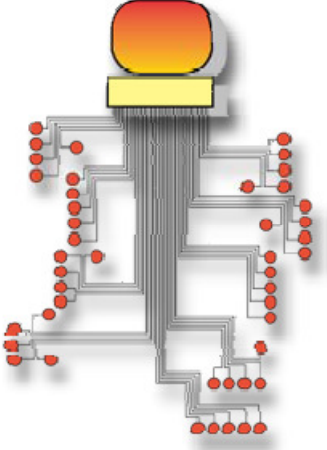
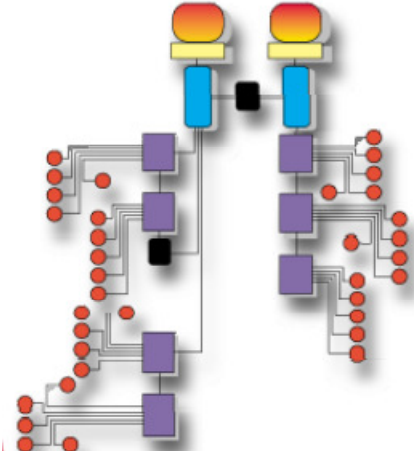
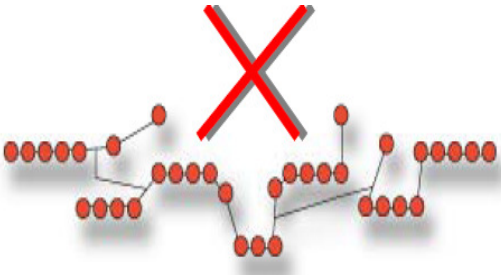
SISTEMA DE CONTROL	CARACTERÍSTICA
<p>1ª Generación Arquitectura Centralizada</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño Top-down. • Procesador central. • Inteligencia centralizada. • Punto único de fallo. • Mantenimiento limitado al proveedor del procesador (controlador).
<p>2ª Generación PLC's en red</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño de Programmable Logic Controller. • Procesadores centralizados. • Inteligencia Distribuida. • Punto único de fallo reducido. • Mantenimiento limitado al suministrador del PLC.
<p>3ª Generación Automatización Distribuida</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño orientado a dispositivos inteligentes. • No es necesario procesador central. • Inteligencia completamente distribuida. • Se elimina el punto de fallo único. • Mantenimiento no limitado a proveedores de hardware.

Tabla 6. 3 Tipos de Sistemas de Control

6.2.6.1.3 Protocolo LONWORKS

INTRODUCCIÓN

LonWorks es un estándar cuyos inicios tuvieron lugar en la compañía americana Echelon Corp.

LonWorks es el nombre de la plataforma de tecnología de redes de control y no es sólo un protocolo o una capa física de las comunicaciones. La tecnología LonWorks es llamada una plataforma porque está compuesta de todos los elementos necesarios para diseñar, instalar y administrar el control, censar y monitorear soluciones.

La mayoría de las industrias se están alejando de los esquemas de control de propiedad y los sistemas centralizados. Los fabricantes están utilizando de manera abierta plataformas, sistemas operativos, y las piezas para construir productos que ofrecen una mayor fiabilidad y flexibilidad reduciendo los costos del sistema y mayor rendimiento.

La tecnología LonWorks está acelerando esta tendencia proporcionando interoperabilidad, la tecnología robusta, más rápido desarrollo y las economías de escala. La interoperabilidad se obtiene en el protocolo abierto, LONTALK, mediante una red diseñada conocido como LON.

LonWorks no es una arquitectura jerárquica debido a que no tiene distintos niveles, tampoco se considera una arquitectura de integración porque todos los elementos tienen el mismo protocolo y no necesitan puertas de acceso que los traduzcan; es una arquitectura plana porque se comunican por bus habitualmente par trenzado, coaxial, fibra, red eléctrica o aire.

Requiere la instalación de nodos a lo largo de la red que gestionan los distintos sensores y actuadores. La instalación y configuración de estos nodos debe ser realizada por profesionales utilizando las herramientas informáticas apropiadas (Lonmaker).

LONTALK

Los dispositivos en una red LonWorks pueden comunicarse a través de un protocolo de red específico de control creado originalmente por Echelon.

LonTalk viene definido por la norma ANSI/EIA 709.1 o Control Estándar de la Red; es el corazón del sistema LonWorks. En Europa se ha normalizado bajo la EN 14908.

El protocolo LonTalk sigue el modelo de referencia para la interconexión de sistema abierto (OSI) desarrollado en 1984 por la ISO. El modelo OSI está compuesto de capas, las cuales tienen funciones específicas.

En un modelo de transmisión de datos siempre se entiende que la transmisión de datos está encapsulada con información que gestiona cada una de las capas del modelo. Es decir existen una serie de encabezados que cada capa gestionará de una forma u otra para tomar una serie de decisiones protocolizadas para que la transmisión de los datos sea correcta. Al final del modelo, la capa superior recibirá los datos en sí correctamente y entonces la transmisión habrá sido un éxito.

El modelo de la OSI y por lo tanto Lontalk presentan 7 capas:

- 1. Física:** Define la transmisión de bits en el canal de comunicaciones, siendo éste un medio de transmisión físico de paquetes de datos. Asegura los niveles de tensión para que 1 bit transmitido por un nodo origen sea recibido como 1 bit por el nodo destino. Todo dispositivo Lonworks se conecta a un canal físicamente por medio de un transceiver, que implementa la capa física del ANSI/EIA/CEA 709.1.
- 2. Enlace de datos:** Define los métodos de acceso al medio y la codificación de datos para asegurar un uso eficiente del canal de

comunicaciones. Los bits de la capa física conforman en la capa de enlace una trama (frame). Esta capa proporciona un mecanismo para asignar prioridad a los mensajes, de manera que los mensajes más importantes se entregan antes. Para acceder al medio, Lontalk define un algoritmo llamado ppersistent CSMA. CSMA tiene como función evitar las colisiones en el canal de comunicaciones haciendo una previsión de la carga que se va a soportar en el mismo, para conseguirlo aleatoriza el tiempo con que cada nodo intenta transmitir por la red. Esta capa se encarga de “chequear” (CRC) los posibles errores que provengan de la capa de red.

3. Red: Indica cómo se han de ‘encaminar’ los paquetes de mensajes desde un nodo fuente a un nodo destino. Esta capa define el nombre y dirección de los nodos para asegurar la correcta entrega de los datos. También indica como ‘encaminar’ mensajes cuando los nodos se encuentran en distintos canales.

4. Transporte y 5. Sesión: Estas dos capas aseguran la fiabilidad en la entrega de los mensajes que contienen los paquetes. Además en ellas se implementa un mecanismo de autenticación y de detección de paquetes duplicados.

6. Presentación y 7. Aplicación: Las últimas capas del modelo ofrecen:

- Propagación de variables de red
- Alias de variables de red
- Pasarela de mensajes generales
- Mensajes de gestión de red
- Mensajes de diagnóstico de red
- Transmisión de tramas externas

TIPOS DE CANALES

PAR TRENZADO (TWISTED PAIR)	PAR TRENZADO CON LINKPOWER
Estabilidad, bajo coste y manejabilidad. Velocidad Tx. Hasta 1.25Mbps. Alta fiabilidad. Menos propenso a interrupciones.	Suministro de comunicaciones y alimentación a través del par trenzado. Terminación de red en Fuente. En caso de nodos de montaje superficiales se suministran con Link Power.
CORRIENTES PORTADORAS (POWER LINE)	FIBRA ÓPTICA
Medio de Tx. Red eléctrica (220V AC). Varios rangos de frecuencia. Sin cableado adicional, ni preinstalación. Flexibilidad. Resistente a interrupciones. Velocidad Tx. ~10 Kbps.	Tx basada en el principio de reflexión de las ondas de luz. Elevadas velocidades de Tx. Robustez frente a interferencias electromagnéticas. Alcanzan largas distancias. Fundamentalmente empleado en conexiones punto a punto con largas distancias.
CABLE COAXIAL	RADIOFRECUENCIA
Velocidad de Tx. Media. Propenso a interrupciones en las comunicaciones. Especial atención a la instalación del cable.	Tx mediante ondas electromagnéticas. Flexibilidad total de posicionamiento. No requiere cableado. Coste elevado. Alta sensibilidad a las interferencias. Velocidad de Tx. ~5 Kbps. Dificultad en la estructura de red.

Tabla 6. 4 Tipos de Canales de LonWorks

Dentro de cada uno de los medios comentados en la Tabla 6.4, existen diferentes tipos de cable a emplear, los cuales proporcionan mayores o menores velocidades de acuerdo a la composición y aislamiento de los mismos respecto a agentes externos.

MEDIA ACCESS

Todos los protocolos utilizan un algoritmo “media Access control” el cual determina cuando se ha completado el envío de paquetes de datos. El algoritmo MAC es utilizado para eliminar las posibles

colisiones en la red. Una colisión ocurre cuando los dispositivos intentan enviar datos al mismo tiempo.

El protocolo LonWorks el algoritmo único de control de acceso al medio, denominado CSMA. Esta es la técnica más parecida a la que se usa en Ethernet.

CSMA (Acceso Múltiple con Escucha de Portadora) se prefiere ya que restringe los datos al segmento de bus y así optimiza el uso del medio de comunicación.

DIRECCIONAMIENTO⁵⁹

Los mensajes enviados en la red LonWorks pueden ser enviados usando diferentes métodos de direccionamiento:

Dirección Lógica – Dominio / Subred / Nodo

La dirección lógica se descarga cuando se comisiona el dispositivo. El método normal de direccionamiento. Usado a través de una herramienta de gestión de red.

Dirección Lógica – Grupo

Este método es usado cuando se envía un mensaje a múltiples módulos. Cada nodo puede pertenecer a un máximo de 15 grupos (límite de la tabla de direcciones).

Dirección Física – Neuron ID

En el proceso de asignación de las direcciones, cada nodo se empareja con una dirección lógica de red, la cual se ejecuta en la instalación, utilizando el identificador ID.

Cada Neuron tiene una única dirección (Neuron ID) que contiene valores de 48 bits. Esta dirección es usada en la configuración de la red.

⁵⁹ E.P.S. INGENIERÍA DE GIJÓN, LONWORKS, Op. Cit.

El Neuron ID se inserta en la fabricación del chip y no puede cambiarse.

Existen tres métodos para asociar el ID con una dirección de red, los cuales se mencionan a continuación:

Pin de servicio

Encuentra y parpadea

Entrada manual

MENSAJES⁶⁰

Los mensajes que utiliza el lenguaje LonTalk reciben el nombre de:

Unicast service: Cuando el mensaje se envía desde un nodo a otro.

Multicast service: El mensaje se envía a varios nodos, como máximo a 63 nodos.

Broadcast: El mensaje se envía a todos los nodos del dominio o subred.

El paquete de un mensaje, puede tener de 10 a 255 bytes.

Los mensajes en LonWorks pueden ser de dos tipos:

Mensajes Implícitos: Utilizan las variables de red SNVT (Standard Network Variable Types), que son las variables típicas de una red LON, y permiten el proceso de enlazar variables entre módulos de distintos fabricantes (“binding”), permitiendo y cumpliéndose que se garanticen los mensajes entre nodos.

Mensajes Explícitos: En general son utilizados cuando en la red se comunican nodos y componentes de un mismo fabricante, sin restricciones de como se estructura un mensaje. No es necesario realizar “bindings”. No utiliza la Tabla de Dirección.

Un mensaje puede ser enviado:

⁶⁰ E.P.S. INGENIERÍA DE GIJÓN, LONWORKS, Op. Cit.

No reconocido (Unacknowledged): Se envía el mensaje una vez, y no se verifica la entrega.

No reconocido/repetido: El mensaje se envía varias veces. La repetición se puede determinar. No se verifica la entrega.

Reconocido (Acknowledged): Se envía verificación de recepción. Si no se acusa el mensaje se vuelve a enviar.

Con petición de respuesta (Request/Response): Consulta. Pregunta y respuesta.

VARIABLES DE RED⁶¹

La comunicación entre nodos se completa con las variables de red. Cada nodo define una serie de variables de red que pueden ser compartidas por los demás nodos.

La configuración es el proceso de sintonizar un nodo para una red específica. Para los datos de configuración de la aplicación, los nodos pueden usar:

Variables de configuración de red (SNVTs).

Para guardar la interoperabilidad entre productos de distintos fabricantes, se definen las variables a partir de una definición de tipos estándar (Standard Network Variable Types).

La conexión de las variables de Red se llama “binding” y se almacena en la EEPROM del Neuron.

La información del “binding” se almacena en la Tabla de Dirección, y se modifica con una herramienta de Gestión de Redes.

Una SNVT se define por la unidad, rango y resolución.

La terminología para salidas: nvo (network variable output); para entradas nvi, (network variable input), y a continuación se añaden palabras referentes a la naturaleza de la variable.

⁶¹ E.P.S. INGENIERÍA DE GIJÓN, LONWORKS, Op. Cit.

Las SNVT pueden ser:

SNVTs simples: envían un valor.

SNVTs estructuradas: envían múltiples valores en la misma SNVT.

SNVTs enumeradas: cuando el valor tiene una interpretación que define un estado.

Parámetros de configuración estándar (SCPTs).

Son almacenados en un fichero del nodo, manejados por la herramienta de instalación, utilizando el protocolo de transferencia de archivos LonTalk.

Contiene los datos de configuración del dispositivo, el objeto de LonMark y las variables de red.

LIMITES

Cada dominio en un sistema que utiliza el protocolo LonWorks puede tener hasta 32385 dispositivos. No puede haber más de 256 grupos en un dominio y cada grupo puede tener cualquier número de dispositivos asignados a éste, excepto cuando se requiere reconocimiento end-to-end (de extremo a extremo), en donde, los grupos están limitados a 64 dispositivos. Además, puede haber hasta 255 subredes en un dominio y cada una de estas puede tener hasta 127 dispositivos. Toda esta información se resume en la Tabla 6.5.

JERARQUÍA DE LA RED	
<i>Subredes por dominio</i>	255
<i>Nodos por subred</i>	127
<i>Nodos por dominio</i>	32385
<i>Grupos por dominio</i>	255
<i>Nodos por grupo</i>	63
<i>Numero de dominios</i>	281,474,976,710,656

Tabla 6. 5 Jerarquía de la Red

6.2.6.1.4 Interoperabilidad

Echelon define la interoperabilidad como la capacidad de integrar productos de distintos fabricantes en sistemas flexibles y funcionales sin necesidad de desarrollar hardware, software o herramientas a medida. Por integrar no se entiende el hecho de poder “ver” a otro dispositivo, sino la capacidad de hacer cosas como utilizar un único sensor de ocupación para el sistema de climatización, el de alumbrado y el de seguridad de un edificio.

LONMARK

LONMARK es una asociación independiente de la industria fundada in 1994.

Se basa en grupos de trabajo enfocados a los requerimientos específicos de la industria, además, define variables estándar de red (SNVTs) de dispositivos, objetos, perfiles, conectividad IP.

- Dicha asociación proporciona servicios tales como:
- Guías de diseño de Interoperabilidad
- Test de conformidad de productos
- Ayudas de Marketing

Una característica muy importante es que el Sello de aprobación LONMARK significa que los dispositivos serán interoperables.

Propósito

- Promover la interoperabilidad de productos y programas conjuntos de marketing.
- Proporcionar un entorno para definir requerimientos de diseño de aplicaciones específicas.
- Crear demanda de mercado de sistemas abiertos e interoperables usando productos certificados LONMARK.

- Definir, desarrollar, y certificar productos interoperables.

ARQUITECTURA DE LON⁶²

LON (LOCAL OPERATING NETWORK) para brindar interoperabilidad en el protocolo tiene componentes los cuales están interconectados unos con otros, tal como muestra la Figura 6.10, esta conexión se describe a continuación así como también los componentes de esta red.

Cada unidad de comunicación en la red es llamada *nodo*.

El protocolo de comunicación para el nodo está almacenado en un *Neuron chip*.

Un nodo está conectado al medio físico a través de un *transceiver*.

Cada nodo está conectado a un *canal*, medio físico de comunicación.

Un canal puede estar dividido en *segmentos*, un segmento es una porción de cable.

Los *encaminadores* ó *routers* conectan canales entre sí.

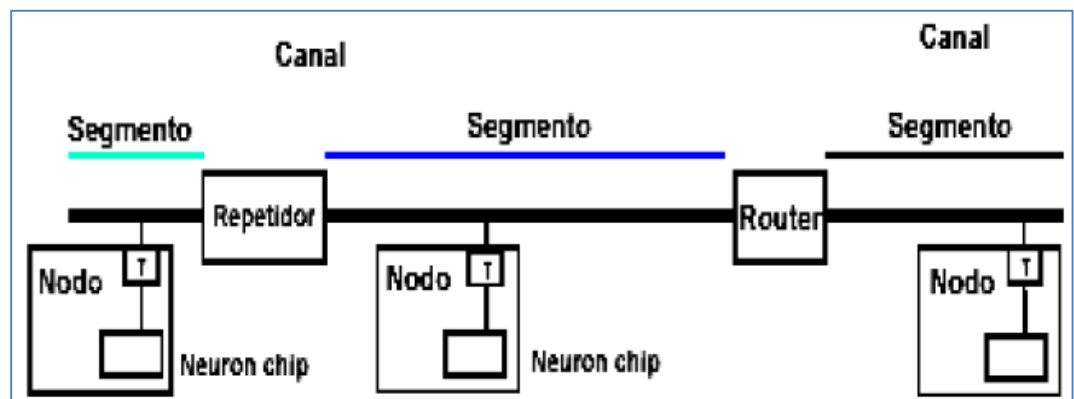


Figura 6. 10 Arquitectura de LON

ELEMENTOS DEL SISTEMA LONWORKS

Protocolo de comunicación. El protocolo ISO / IEC 14908-1 se utiliza en todos los dispositivos LonWorks. Además de ser un estándar global,

⁶² E.P.S. INGENIERÍA DE GIJÓN, LONWORKS, Ed. 1, Pág. 12

es una norma internacional y nacional reconocidos por numerosas organizaciones de normalización incluidos los de América del Norte (ANSI/EIA709.1, SEMI E56.6, IEEE 1493-L), Europa (EN14908), y China (GB / Z 20.177,1-2006).

El protocolo y las normas antes mencionadas, también incluyen el uso de la propiedad intelectual como un transporte para los mensajes de LonWorks.

Este mecanismo está estandarizado por la norma ISO / IEC 14908-4, que se conoce como IP-852, y es la manera estándar para permitir la comunicación directa entre los dispositivos LonWorks través de la red de una organización de investigación.

Microprocesador dedicado o neuron chip. Dispone de dos procesadores de 8 bits dedicados a tareas de comunicación en red y un procesador de 8 bits dedicado a la aplicación, los cuales aseguran que la complejidad del programa no afecte negativamente a la respuesta de la red y viceversa.

Adicionalmente, el hecho de encapsular ambas funciones en un solo chip ahorra tiempos de diseño y producción. Cada “Neuron” tiene una única dirección ID de 48 bit (Neuron ID) que se inserta en la fabricación. La arquitectura de un Neuron Chip se puede visualizar en la Figura 6.11.

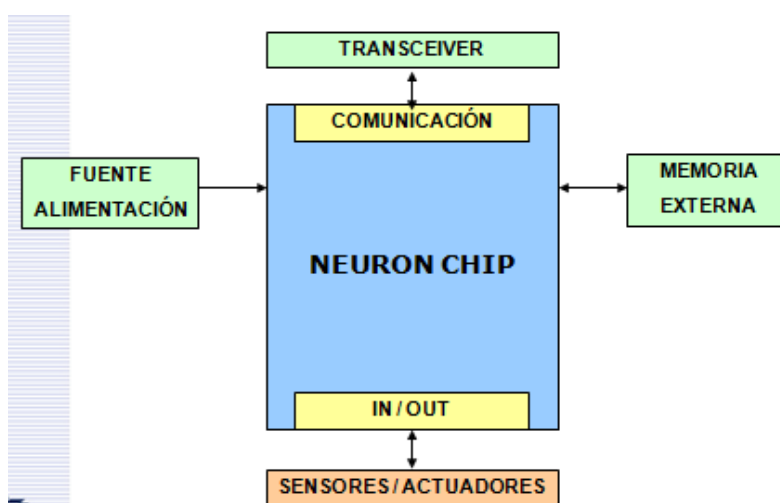


Figura 6. 11 Arquitectura de Neuron Chip

Transceptores. Transmiten el protocolo en un medio específico, como par trenzado o cable eléctrico. Todos los dispositivos de una red de control deben tener un transmisor-receptor. El par trenzado de Echelon y la tecnología de señalización de la línea de alimentación han sido aprobados como parte de la familia de normas ANSI/EIA709, EN14908, GB / Z 20177.1-2006, e ISO / IEC 14908.

Red de base de datos. Llamado LNS de la red del sistema operativo, es el componente de software requerido de los sistemas de control abierto y permite garantizar un entorno abierto para la ampliación, mantenimiento y gestión de sistemas basados en LONWORKS.

Conexión a internet. Las aplicaciones estandarizadas (denominados perfiles funcionales) y los Tipos de Variables de Red Estándar (SNVTs) de una red LonWorks pasan a través de dispositivos de conectividad de Internet a través de servicios web (SOAP llamadas en formato XML).

Herramienta de integración. El software estándar, que es la herramienta de integración LonMaker, ayuda a que los dispositivos creados por diferentes fabricantes puedan trabajar juntos sin necesidad de una puerta de enlace para traducir los datos de un dispositivo a otro.

6.3 DESARROLLO DEL DISEÑO DE SISTEMA DE DETECCIÓN DE INCENDIO

DETERMINAR EL PROPÓSITO DEL SISTEMA DE DETECCIÓN DE INCENDIO

El propósito de este sistema es una detección eficaz de un flagelo de manera previa para evitar pérdidas humanas y materiales.

Debido a que la Institución cuenta con dependencias en las cuales se encuentra documentación importante, material inflamable, así como también equipos y maquinaria que manejan corrientes elevadas, es imprescindible contar con un Sistema de detección que permita resguardar la integridad de dichas zonas ante posibles flagelos.

DEFINIR ÁREAS ESTRATÉGICAS POTENCIALES DE INCENDIOS

Una vez estudiada la arquitectura completa descrita en el Capítulo II de este documento y las actividades realizadas en cada una de las zonas de la Institución se han logrado identificar las áreas consideradas como estratégicas para conformar las zonas de detección para el sistema, siendo las siguientes:

- Oficinas administrativas
- Dependencias de servicios (biblioteca, departamento médico, etc.)
- Laboratorios
- Talleres.

ELECCIÓN DEL SISTEMA DE DETECCIÓN DE INCENDIO ADECUADO

Luego de haber analizado los distintos tipos de Sistemas y las características, la cual fue mostrada en el método general de este sistema, se ha concluido en el desarrollo de un Sistema de Detección de Incendios Mixto.

Esta elección se debe a que se desea asegurar una detección eficaz y confiable ante un eventual flagelo.

Sistema de detección de Incendio **Mixto**

ELECCIÓN DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE DETECCIÓN DE INCENDIO

Una vez escogido el tipo de sistema de detección más óptimo que cumple con el propósito del diseño planteado, se procede a elegir los componentes que lo conformarán.

Debido a que no todas las zonas establecidas para el Sistema requieren del mismo tipo de detección, se escogerá el componente que esté acorde con los posibles peligros a los que las distintas dependencias estén expuestas.

Tomando en cuenta estos criterios, en la Tabla 6.4, Tabla 6.5, Tabla 6.6, Tabla 6.7 se describen los componentes elegidos para cada zona estratégica determinada anteriormente.

Edificio Administrativo

PLANTA	DEPENDENCIA	EQUIPO INSTALADO
PRIMERA	Oficina CECAFEM	1 Detector Fotoeléctrico de Humo
	Oficina de Información	1 Detector Fotoeléctrico de Humo
	Asociación De Profesores y Empleados	1 Detector Fotoeléctrico de Humo
	Pasillo	1 Pulsador Manual
		1 Luz estroboscópica y Sirena
		1 Tablero de Control
SEGUNDA	Proveeduría, Contabilidad y Colecturía	1 Detector Fotoeléctrico de Humo
	Lab. De Computación	1 Detector Fotoeléctrico de Humo
	Pasillo	1 Pulsador Manual
		1 Luz estroboscópica y Sirena
TERCERA	Centro de Cómputo de Calificaciones	1 Detector Fotoeléctrico de Humo
	Planificación	1 Detector Fotoeléctrico de Humo
	Oficina de Tutorías	1 Detector Fotoeléctrico de Humo

	Secretaría General	1 Detector Fotoeléctrico de Humo
	Vicerrectorado	1 Detector Fotoeléctrico de Humo
	Rectorado	1 Detector Fotoeléctrico de Humo
	Pasillo	1 Pulsador Manual
		1 Luz estroboscópica y Sirena

Tabla 6. 6 Elementos del Sistema de Detección de Incendios en el Ed. Administrativo

Edificio Paraboloid

PLANTA	DEPENDENCIA	EQUIPO INSTALADO	
PRIMERA	Audiovisuales	1 Detector Fotoeléctrico de Humo	
	Bar del Personal	1 Detector Termovelocimétrico de Fuego	
	Oficina de Audiovisuales	1 Detector Fotoeléctrico de Humo	
	Taller de Artes Gráficas	2 Detectores Termovelocimétricos de Fuego	
	Pasillo		1 Pulsador Manual
			1 Luz estroboscópica y Sirena
		1 Tablero de Control	
SEGUNDA	Biblioteca	2 Detectores Fotoeléctricos de Humo	
	Sala de Trabajo	1 Detector Fotoeléctrico de	

de Personal Docente	Humo
Sala de Trabajo de Personal Docente	1 Detector Fotoeléctrico de Humo
Sala de Egresadas	1 Detector Fotoeléctrico de Humo
Cooperativa de Estudiantes	1 Detector Fotoeléctrico de Humo
Departamento Médico	1 Detector Fotoeléctrico de Humo
Departamento Dental	1 Detector Fotoeléctrico de Humo
Sala de Reposo	1 Detector Fotoeléctrico de Humo
Pasillo	1 Pulsador Manual
	1 Luz estroboscópica y Sirena

Tabla 6. 7 Elementos del Sistema de Detección de Incendios en el Ed. Paraboloides

Edificio Laboratorios y Talleres

PLANTA	DEPENDENCIA	EQUIPO INSTALADO
PRIMERA	Lab. De Computación I	1 Detector Fotoeléctrico de Humo
	Lab. De Computación II	1 Detector Fotoeléctrico de Humo
	Taller de Serigrafía	1 Detector Termovelocimétrico de Fuego

	Taller de la Industria del Vestido	1 Detector Termovelocimétrico de Fuego
	Lab. De Inglés	1 Detector Fotoeléctrico de Humo
	Pasillo	1 Pulsador Manual
		1 Luz estroboscópica y Sirena
		1 Tablero de Control

Tabla 6. 8 Elementos del Sistema de Detección de Incendios en Laboratorios y Talleres

Edificio Central II

PLANTA	DEPENDENCIA	EQUIPO INSTALADO
PRIMERA	Oficina de tutorías	1 Detector Fotoeléctrico de Humo
	Auditorio	2 Detectores Fotoeléctricos de Humo
	Pasillo	1 Pulsador Manual
		1 Luz estroboscópica y Sirena
1 Tablero de Control		
SEGUNDA	Oficina de Coordinación Institucional	1 Detector Fotoeléctrico de Humo
	Oficina de Sala de Profesores	1 Detector Fotoeléctrico de Humo
	Lab. De Ciencias	1 Detector Termovelocimétrico de

		Fuego
	Pasillo	1 Pulsador Manual
		1 Luz estroboscópica y Sirena
TERCERA	Oficina de Tutorías	1 Detector Fotoeléctrico de Humo
	Pasillo	1 Pulsador Manual

Tabla 6. 9 Elementos del Sistema de Detección de Incendios en el Ed. Central II

UBICACIÓN DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE DETECCIÓN DE INCENDIO EN LA EDIFICACIÓN

Para la ubicación de cada componente del sistema se han utilizado las normas descritas en el método general del diseño del Sistema de Detección de Incendios.

En la Figura 6.13 se presenta un ejemplo de la manera en la que se han ubicado los componentes del Sistema de Detección de Incendios para una zona estratégica establecida.

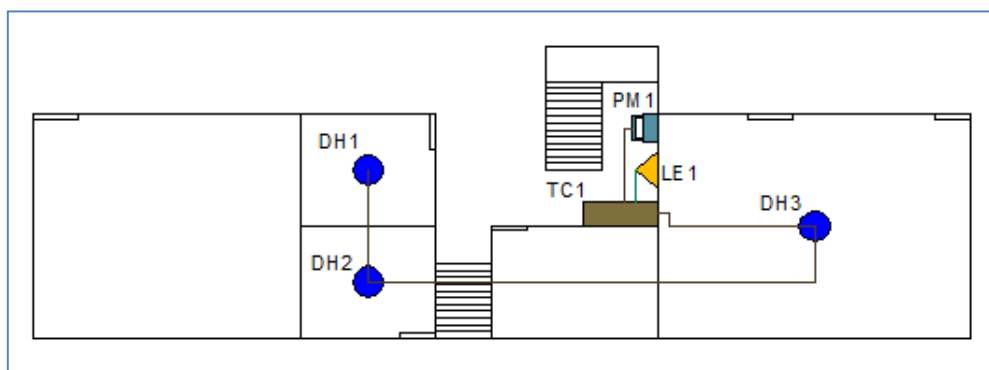


Figura 6. 12 Ejemplo de ubicación de componentes de Sistema de Detección de Incendio

En la Figura 6.13 se puede observar la primera planta del Edificio Administrativo y la distribución de los equipos que forman parte del sistema

de Detección de Incendios una vez seguidas las normas explicadas en el método general para su correcta ubicación.

La nomenclatura se explica a continuación:

DH: Detector Fotoeléctrico de Humo

PM: Pulsador Manual

LE: Luz estroboscópica y Sirena

TC: Tablero de Control

Para visualizar la ubicación de todos los componentes que forman parte del Sistema de Detección de Incendios, se debe recurrir a los planos que han resultado del diseño adjuntos al Anexo E.

El área de control, es decir, el sitio físico en donde estará ubicada la pantalla de monitoreo de todas las alarmas del Sistema, compartirá el área de control de CCTV debido a que todos estos sistemas forman parte de un Sistema de Seguridad completo.

DISEÑO DE LA PLATAFORMA DE COMUNICACIÓN

Una vez ubicados los componentes del Sistema de Detección de Incendios en las zonas consideradas como riesgosas, se procede a determinar cuál será la plataforma de comunicación a través de la cual se integrarán todos los componentes.

Para el desarrollo de este Sistema se ha considerado utilizar la tecnología LonWorks ya que es un estándar para este tipo de control.

La tecnología LonWorks trabaja a través de Nodos de Control, a los cuales en este caso se ha decidido conectar como elementos de entrada a todos los componentes que emitan alguna señal de aviso de peligro de un potencial flagelo, siendo en este caso, los detectores de humo, detectores de fuego y pulsadores manuales. Por otra parte, las salidas de dichos Nodos de Control, tendrán como elementos a todos aquellos componentes que proporcionen alguna señal de aviso de un incendio a las personas que

se encuentren en la Institución, siendo éstas, las sirenas y luces estroboscópicas.

Además, con el fin de reducir costos en la adquisición de equipos, como nodos de control, se ha decidido colocar un Tablero de Control por cada Edificación, dentro del cual serán colocados dichos nodos.

Aprovechando las ventajas que proporciona la Plataforma de Comunicación LonWorks, se ha decidido interconectar todos los Nodos de Control ubicados en los distintos Edificios entre sí y éstos a su vez con el Área de Control con el fin de formar una red que permita compartir la información de todos los componentes del Sistema.

6.4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE EQUIPOS A UTILIZARSE

DETECTOR DE HUMO

CODIGO: SD851E
DETECTOR DE HUMO CONVENCIONAL FOTOELÉCTRICO
MARCA: NOTIFIER
VISTA

Dimensiones: 102 x 57 mm (diámetro x altura)
CARACTERÍSTICAS GENERALES
<ul style="list-style-type: none"> • Para fuegos de evolución lenta, con partículas de humo visibles. • Bajo consumo de corriente. • Led bicolor para indicar el estado del detector. • Compensación por suciedad automática. • Área de cobertura máx. 60-80 m², altura máxima 12 metros.
ESPECIFICACIONES ELECTRICAS
Tensión de funcionamiento: 8 a 30V (Nominal 12/24Vdc)
Máxima corriente en reposo: (típica) 50µA
Máxima corriente en alarma permitida (LED encendido): 80mA a 24Vdc (limitado por central).
ESPECIFICACIONES AMBIENTALES
Temperatura de funcionamiento: -30°C a +70°C
Humedad: 5 a 95% Humedad relativa (sin condensación)
ESPECIFICACIONES MECÁNICAS
Altura con base B401: 57 mm
Máxima sección de cable: 1,5 mm ²
Color: Pantone, gris claro1C
Material: Bayblend FR110

Tabla 6. 10 Especificaciones Técnicas de Detector de Humo SD851E

DETECTOR DE FUEGO

CODIGO: FD851RE
DETECTOR DE TEMPERATURA CONVENCIONAL TÉRMICOTERMOVELOCIMÉTRICO
MARCA: NOTIFIER
VISTA

Dimensiones: 120 x 44 mm (diámetro x altura)
CARACTERÍSTICAS GENERALES
<ul style="list-style-type: none"> • Ideal para el desarrollo de instalaciones de protección contra incendios en áreas donde un incendio puede generar más calor que humo • Diseño de bajo perfil. • Bajo consumo de corriente. • Compatible con las bases para detectores de la serie 400. • Led bicolor para indicar el estado del detector. • Área de cobertura de 20-30 m², altura máxima 7,5 metros.
ESPECIFICACIONES ELÉCTRICAS
Tensión de funcionamiento: 8 a 30V (Nominal 12/24Vdc)
Máxima corriente en reposo: (típica) 60µA
Máxima corriente en alarma permitida (LED encendido): 80mA a 24Vdc (limitado por central)
ESPECIFICACIONES AMBIENTALES
Temperatura de funcionamiento: -30°C a +70°C
Humedad: 5 a 95% Humedad relativa (sin condensación)
ESPECIFICACIONES MECÁNICAS
Altura con base B401: 57 mm
Máxima sección de cable: 1,5 mm ²
Color: Pantone, gris claro1C
Material: Bayblend FR110

Tabla 6. 11 Especificaciones Técnicas del Detector de Fuego FD851RE

SOPORTE


CODIGO: B401
SOPORTE PARA MONTAJE EN TECHO PARA DETECTORES FD851RE Y SD851E
MARCA: NOTIFIER
VISTA  Dimensiones: 102 x 19 mm (diámetro x alto)
CARACTERÍSTICA GENERAL Dispone de automatismo de bloqueo y terminales de conexión para cable de hasta 2,5 mm ² .

Tabla 6. 12 Especificaciones Técnicas de Soporte B401

PULSADOR MANUAL

CODIGO: WCP3A-RSG/C
PULSADOR MANUAL DE ALARMA
MARCA: NOTIFIER
<p>VISTA</p> 
<p>Dimensiones: 93 x 97.5 x 65.5 mm (alto x ancho x profundidad)</p>
<p>CARACTERÍSTICAS GENERALES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pulsador de alarma por rotura de cristal con contacto NA o NC. • De color rojo para sistemas convencionales. • Diseñado para su uso en exteriores y montaje en superficie con un grado de protección IP67. • Incorpora tapa protectora de plástico PS200, cristal KG1 y caja estanca para montaje en superficie.
<p>ESPECIFICACIONES ELECTRICAS</p> <p>Tensión de Servicio: 8 a 24 V. Corriente máx, permanente: 60 mA. Corriente máx., impulsos: 100 mA.</p>
<p>CONDICIONES AMBIENTALES</p> <p>Temperatura de servicio: -25 a 70 °C. Temperatura de almacenaje: -30 a 75 °C.</p>

Tabla 6. 13 Especificaciones Técnicas del Pulsador Manual WCP3A-RSG/C

SIRENA Y LUZ ESTROBOSCÓPICA

CODIGO: NSR-E24
SIRENA Y LUZ ESTROBOSCÓPICA
MARCA: NOTIFIER
<p>VISTA</p>  <p>Dimensiones: 300 mm de diámetro</p>
CARACTERÍSTICAS GENERALES
<ul style="list-style-type: none"> • Sirena exterior bitonal óptico-acústica de color rojo con rótulo de 'Fuego'. • Sirena exterior autoalimentada con sistema de autobloqueo en caso de alarma permanente o defecto de la central. • En ausencia de la señal de control (+12Vcc), se activará la sirena y el destellante.
ESPECIFICACIONES ELECTRICAS
<p>Sirena exterior con altavoz exponencial de 25W. Tensión de funcionamiento: 12 V. Bombilla Destellante: 12 V a 5 W. Corriente de Consumo: en reposo 3mA en alarma 650mA máx. Activación por falta de positivo (control).</p>

Tabla 6. 14 Especificaciones Técnicas de la Sirena y Luz Estroboscópica NSR-E24

NODOS DE CONTROL

CODIGO: INS-080F
NODO DE CONTROL DE 8 ENTRADAS
MARCA: ISDE
VISTA

CARACTERÍSTICAS GENERALES
<ul style="list-style-type: none"> • Compatible con el sistema DOMOLON[®], HOTELON[®] y redes abiertas. • Tecnología LONWORKS[®]. • Optimizado para supervisión de cuadros eléctricos, gestión de alarmas y análisis de eventos. • Amplia gama de versiones para adaptarse a diferentes aplicaciones de control y supervisión. • Proporciona 8 entradas en versiones optoaisladas o libre de potencial. • Versiones según transceptor FTT o RS-485. • Versiones con reloj en tiempo real. • Versiones con alimentación dual 230 VAC y 12-24 VDC. • Soporta pulsadores estándar, así como detectores de presencia, gas, fuego, humo, etc.
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
<p>Alimentación: 120 VAC.</p> <p>Alimentación bus: 12 -24 VDC / 40 mA max.</p> <p>Número de entradas: 8.</p> <p>Velocidad: 78 KBPS.</p> <p>Temperatura de funcionamiento: 0°C a 50°C.</p>

Tabla 6. 15 Especificaciones Técnicas del Nodo de Control INS-080F

CODIGO: INS-800F
NODO DE CONTROL DE 8 SALIDAS
MARCA: ISDE
<p>VISTA</p> 
CARACTERÍSTICAS GENERALES
<ul style="list-style-type: none"> • Compatible con el sistema DOMOLON[®], HOTELON[®] y redes abiertas. • Tecnología LONWORKS[®]. • Optimizado para supervisión de cuadros eléctricos, gestión de alarmas y análisis de eventos. • Amplia gama de versiones para adaptarse a diferentes aplicaciones de control y supervisión. • Proporciona 8 salidas en versiones optoaisladas o libre de potencial. • Versiones según transceptor FTT o RS-485. • Versiones con reloj en tiempo real. • Versiones con alimentación dual 230 VAC y 12-24 VDC. • Soporta pulsadores estándar, así como detectores de presencia, gas, fuego, humo, etc.
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
<p>Alimentación: 120 VAC.</p> <p>Alimentación bus: 12 -24 VDC / 40 mA max.</p> <p>Número de salidas: 8.</p> <p>Velocidad: 78 KBPS.</p> <p>Temperatura de funcionamiento: 0°C a 50°C.</p>

Tabla 6. 16 Especificaciones Técnicas del Nodo de Control INS-800F

FUENTE DE ALIMENTACIÓN

CODIGO: 12V5AB
FUENTE DE ALIMENTACIÓN DE 12V
MARCA: HONEYWELL
VISTA

Dimensiones: 319 x 257 x 90 mm (alto x ancho x profundidad)
CARACTERÍSTICAS GENERALES
<ul style="list-style-type: none"> • Fuente de alimentación auxiliar de 12 VCC para montaje de superficie. • Entrada de alimentación: 120 VAC nominal. • Se suministran en caja metálica blanca. • Led Verde indicador de alimentación. • Led Rojo indicador de Fallo. • Regulación de carga.
ESPECIFICACIONES ELÉCTRICAS
<p>Fuente de alimentación: 12V / 5A. Voltaje de salida: 13,8V ajustable. Soporta batería de hasta 7Ah máximo.</p>
ESPECIFICACIONES AMBIENTALES
<p>Temperatura: -20 a 40°C Humedad relativa: 10 a 90% sin condensación.</p>

Tabla 6. 17 Especificaciones Técnicas de Fuente de Alimentación 12V5AB

BATERÍA

CODIGO: PS-1207
BATERÍA DE RESPALDO DEL SISTEMA EN CASO DE FALLA DE ENERGÍA ELÉCTRICA
MARCA: NOTIFIER
<p>VISTA</p>  <p>Dimensiones: 93,5 x 151 x 65 mm (alto x ancho x profundidad)</p>
CARACTERÍSTICAS GENERALES
<ul style="list-style-type: none"> • Batería de 12V. Capacidad 7,2Ah. Conexión por terminal faston. • Peso aproximado: 2,2 Kg.

Tabla 6. 18 Especificaciones Técnicas de Batería PS-1207

6.5 LISTA DE MATERIALES Y PRESUPUESTO REFERENCIAL

PRESUPUESTO REFERIDO AL DISEÑO DE SISTEMA DE DETECCIÓN DE INCENDIOS				
UNIDAD	DESCRIPCIÓN	CODIGO	VALOR UNITARIO (USD)	VALOR TOTAL (USD)
6	DETECTOR TERMOVELOCIMÉTRICO DE FUEGO MARCA: NOTIFIER	FD851RE	112.34	674.04
31	DETECTOR ÓPTICO DE HUMO MARCA: NOTIFIER	SD851E	74.02	2294.62
37	SOPORTE PARA DETECTORES MARCA: NOTIFIER	B401	10.80	399.60
9	PULSADOR MANUAL MARCA: NOTIFIER	WCP3A-RSG/C	15.02	135.18
9	SIRENA CON LUZ ESTROBOSCÓPICA INCORPORADA. MARCA: NOTIFIER	NSR-E24	33.62	302.58
4	FUENTE DE ALIMENTACIÓN DE 12 V. MARCA: HONEYWELL	12V5AB	123.17	492.68
4	BATERÍA DE 12V. MARCA: NOTIFIER	PS-1207	68.53	274.12
7	NODO DE CONTROL DE 8 ENTRADAS MARCA: ISDE	INS-080F	371.43	2600.01
2	NODO DE CONTROL DE 8 SALIDAS MARCA: ISDE	INS-800F	499.74	999.48
500	METROS DE CABLE MULTIPAR 4 HILOS	-	0,42	210.00
500	METROS DE CABLE DE BUS DOMOLON	-	1.63	815.10

	SUBTOTAL	9197.41
	IVA 12%	1103.68
	RECARGO POR INSTALACIÓN 10%	919.74
	RECARGO POR PROGRAMACIÓN 10%	919.74
	TOTAL	12140.57

CAPÍTULO VII

DISEÑO DEL SISTEMA DE DETECCIÓN DE INTRUSIÓN

7.1 INTRODUCCIÓN

El presente capítulo está enfocado en el desarrollo del Diseño del Sistema de Detección de Presencia para el “Liceo Municipal Experimental Técnico y en Ciencias Fernández Madrid”, el mismo que será detallado a lo largo del apartado.

7.2 MÉTODO GENERAL

7.2.1 DETERMINAR EL PROPÓSITO DEL SISTEMA DE DETECCIÓN DE INTRUSIÓN

Se entiende por detección de intrusión el hecho de detectar y avisar que hay un intruso en un lugar determinado, siendo el propósito general de cualquier sistema.

Todo sistema interactúa con personas, por lo tanto debe diseñarse de tal manera que no dependa de la voluntad de éstas sino que actúe por sí solo cumpliendo su función.

7.2.2 DEFINIR ÁREAS ESTRATÉGICAS PARA DETECCIÓN

Las áreas que se definirán en este paso son aquellas zonas que se consideren como un atrayente para un posible intruso, debido a que puede

contener objetos de valor o elementos de interés por lo cual requerirán vigilancia en caso de intrusión.

En todos los sistemas se puede bajar la tasa de falsas alarmas reduciendo la longitud de los tramos o el tamaño de los sectores en que se divida el perímetro, pero como contrapartida se aumentará el número de controladores o dispositivos y consecuentemente el costo total de la instalación. Se debe tomar en cuenta que una edificación puede poseer un sistema de CCTV, entonces el objetivo del sistema de detección de presencia o intrusión consiste en complementar este sistema en caso de existir puntos ciegos o lugares que requieren una vigilancia mayor. Estos dos sistemas actuarán juntos y conformaran un sistema más robusto y confiable.

7.2.3 ELECCIÓN DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE DETECCIÓN DE INTRUSIÓN

Todo sistema de detección de intrusión está compuesto de tres elementos, en donde cada uno cumple funciones específicas descritas a continuación:

- Elementos de detección
- Elementos de control
- Elementos de aviso

7.2.3.1 ELEMENTOS DE DETECCIÓN⁶³

Son dispositivos que detectan el evento que se quiere controlar. Para cada evento existe un dispositivo específico.

Los detectores tienen una salida de tipo lógica; es decir, contactos abiertos o cerrados que cambian de estado en alarma (detección del evento).

⁶³ www.rnds.com.ar

Los circuitos comerciales son de lógica “normal cerrado”, es decir, que el circuito cerrado pertenece a una condición “normal”, y un circuito abierto producirá una señal de alarma.

La detección de intrusos en una propiedad se puede hacer de varias maneras:

7.2.3.1.1 Detección perimetral

Detectar un intento de intrusión o una violación de las aberturas de un inmueble es una detección perimetral. Los dispositivos utilizados son los detectores magnéticos.

Detector magnético

Este tipo de detector consisten en dos piezas apareadas: el imán y el contacto de ampolla. Eléctricamente, es un interruptor momentáneo, como un pulsador y se presenta como NA, NC o inversor (NA-NC).

7.2.3.1.2 Detección volumétrica

La detección volumétrica tiene algunos tipos de detectores, los cuales se detallan a continuación.

Detector infrarrojo pasivo

Detecta calor en movimiento. Se denomina “pasivo” porque no emite luz infrarroja ni ondas de radio sino que capta las enviadas por una fuente de calor.

Se basa en el principio de detección de la radiación infrarroja presente en los seres vivos y en objetos que generen calor.

La temperatura es generadora de radiación infrarroja, variando en frecuencia según la temperatura, por lo tanto un dispositivo llamado detector piroeléctrico detecta y filtra la radiación infrarroja que corresponda a la temperatura de un cuerpo humano y la usa para detectar el movimiento de personas.

El detector piroeléctrico se escoge dependiendo de la temperatura en la cual se desea que tenga una respuesta, el rango de temperatura normal del cuerpo humano tiene una longitud de onda está entre los 9 y 10 μ m (micrones).

El detector piroeléctrico no es capaz de detectar movimiento sino variaciones de temperatura en el medio ambiente, por lo tanto se asocia a un sistema óptico que funcione como lente direccional, "lente de fresnel".

La mejor detección de un infrarrojo es cuando se atraviesa su patrón de detección perpendicularmente y no cuando se camina hacia él a lo largo del mismo.

Detectores de rotura de vidrio

Se utilizan en vidrieras, ventanales, etc.; complementa la detección de infrarrojo.

No detectan eficientemente a través de cortinados y pueden conectarse en una zona 24 horas sólo los de mejor calidad y en recintos como vidrieras cerradas, ya que la rotura accidental de un vidrio provocará una falsa alarma.

Barrera infrarroja o fotoeléctrica

Está formado por dos elementos: un transmisor de luz infrarroja y un receptor, el cual tiene una salida de relay para conectar a la zona del panel.

Su principio de detección es por interrupción del haz de luz invisible.

7.2.3.1.3 Detección exterior

En áreas descubiertas se hace necesaria la detección antes del acceso a las construcciones.

Barrera infrarroja

El principio de funcionamiento es el mismo que para las barreras de uso interior pero poseen mayor robustez y son para el uso en intemperie.

Tienen mayor potencia para cubrir grandes distancias, puede atravesar la niebla y tienen haces múltiples de modo que se deban interceptar varios haces para producir la alarma.

Barreras de microondas

Están compuestas por un emisor y un receptor de microondas.

El principio de funcionamiento es similar al de los detectores para interior pero con la diferencia que para cubrir grandes distancias el emisor está separado del transmisor.

Infrarrojos para intemperie

Los detectores de movimiento son sensibles a condiciones climáticas como los cambios de temperatura o la luz solar.

Para ello, los de intemperie tienen filtros adicionales y características redundantes que los hacen más seguros.

Detección de perímetros

Como su nombre lo indica, su aplicación se realiza en perímetros como alambrados, cercas, caminos, paredones, cauces de agua, etc.

7.2.3.2 ELEMENTOS DE CONTROL

Son los equipos llamados panel de alarma o central de alarma, los dispositivos para encender y apagar el sistema y para programarlo, la alimentación del sistema (red domiciliaria y batería) y diversos módulos de expansión o de control.

7.2.3.3 ELEMENTOS DE AVISO

Dispositivos con los que se comunica una alarma u otro evento de utilidad para el usuario. Siendo por ejemplo las sirenas y campanas, el llamador telefónico y el sistema de monitoreo de alarmas, entre otros.

Todos estos elementos se han detallado en el método general para diseño del sistema detección de incendios.

7.2.4 UBICACIÓN DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE DETECCIÓN DE INTRUSIÓN

Antes de proceder al montaje de los elementos que conforman un Sistema de Detección de Intrusión se debe analizar con anterioridad la ubicación que tendrá cada uno de ellos. Una ventaja de respetar las normas para la ubicación de componentes consiste en que se aprovecha al máximo la sensibilidad del detector.

Como primer paso, se procede a la división de la edificación por zonas para distribuir uniformemente los componentes del sistema. Esta división se realiza según los siguientes criterios:

- Una zona será, cada uno de los sectores en que se haya segmentado el edificio y también donde sea exigible la instalación.
- La superficie de una zona no superará los 1.600 m².

Una vez establecidas las zonas se continúa con el proceso de elección de los componentes del Sistema de Detección de Intrusión, procediendo a la determinación de los componentes que formarán parte del mismo, siendo éstos los citados a continuación:

7.2.4.1 ELEMENTOS DE DETECCIÓN

La instalación del equipo de la detección del movimiento está generalmente en las áreas ocultas o semi-ocultas.

A lo largo de tableros del piso, a lo largo de las esquinas de paredes, las ventanas, sobre las puertas delanteras o traseras de una localización, y las esquinas del sitio son las áreas comunes donde se colocan los detectores del movimiento.

El detector del movimiento tendrá estar en un área en donde cubrirá la mayoría del espacio posible: una esquina da el mejor ángulo, ofreciendo un alcance del cuarto entero.

Cuando tiene un equipo ultrasónico, la ubicación no es tan importante como en la instalación del infrarrojo pasivo, en esta tecnología una interrupción en sonido es más fácil de tomar y la tecnología infrarroja cuenta que el delincuente se incorpore al "campo de visión" del detector infrarrojo de movimiento para poder detectar cambios de calor.

7.2.4.2 ELEMENTOS DE CONTROL

El área de control de este sistema será el mismo sitio físico donde se estará ubicada el centro de alarmas del sistema de incendios, por lo tanto comparte los criterios de dicho sistema.

7.2.4.3 ELEMENTOS DE AVISO

Los elementos de aviso de este sistema tienen los mismos fundamentos teóricos y técnicos que los elementos de aviso del diseño para el Sistema de Incendios (Capítulo VI).

7.2.5 DISEÑO DE PLATAFORMA DE COMUNICACIÓN

El diseño de la plataforma de comunicación para el sistema de detección de intrusión es similar al diseño de la plataforma para el sistema de detección de incendio, por lo tanto para realizar este paso del método se debe recurrir a lo expuesto en el apartado 6.1.6 del capítulo VI.

7.3 DESARROLLO DEL DISEÑO DE SISTEMA DE DETECCIÓN DE INTRUSIÓN

DETERMINAR EL PROPÓSITO DEL SISTEMA DE DETECCIÓN DE INTRUSIÓN

El propósito de este sistema se enfoca en complementar el sistema de CCTV desarrollado en el capítulo V de este documento.

El objetivo del sistema de detección de intrusión es prevenir la presencia de un sospechoso el cual puede cometer algún delito como el robo contra propiedades, disuadir al potencial intruso y dar aviso a las autoridades correspondientes.

DEFINIR ÁREAS ESTRATÉGICAS PARA DETECCIÓN

Una vez estudiada la descripción de arquitectura completa mostrada en el Capítulo II, los planos levantados de la institución, y las actividades realizadas en cada una de las zonas de la Institución se logra identificar las áreas consideradas como estratégicas para conformar las zonas de detección para el sistema, siendo las siguientes:

- Oficinas Administrativas
- Dependencias de servicios
- Laboratorios
- Talleres

ELECCIÓN DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE DETECCIÓN DE INTRUSIÓN

Dependiendo del tipo de detección que se desea realizar se debe escoger el tipo de elemento que cumple con dicho objetivo.

Considerando todas las ventajas y desventajas que presenta cada uno de los componentes que puede formar parte del Sistema de Detección de Intrusión se ha llegado a deliberar la utilización de los elementos mostrados

la Tabla 6.8, Tabla 6.9, Tabla 6.10, Tabla 6.11 para distribuirlos uniformemente en la Institución.

Edificio Administrativo

PLANTA	DEPENDENCIA	EQUIPO INSTALADO
PRIMERA	Oficina CECAFEM	1 Detector Infrarrojo Pasivo de Presencia
	Oficina de Información	1 Detector Infrarrojo Pasivo de Presencia
	Asociación De Profesores y Empleados	1 Detector Infrarrojo Pasivo de Presencia
	Pasillo	1 Tablero de Control
SEGUNDA	Proveeduría, Contabilidad y Colecturía	1 Detector Infrarrojo Pasivo de Presencia
	Lab. De Computación	1 Detector Infrarrojo Pasivo de Presencia
TERCERA	Centro de Cómputo de Calificaciones	1 Detector Infrarrojo Pasivo de Presencia
	Planificación	1 Detector Infrarrojo Pasivo de Presencia
	Oficina de Tutorías	1 Detector Infrarrojo Pasivo de Presencia
	Secretaría General	1 Detector Infrarrojo Pasivo de Presencia
	Vicerrectorado	1 Detector Infrarrojo Pasivo de Presencia
	Rectorado	1 Detector Infrarrojo Pasivo de Presencia

Tabla 7. 1 Elementos del Sistema de Detección de Intrusión en el Ed. Administrativo

Edificio Paraboloides

PLANTA	DEPENDENCIA	EQUIPO INSTALADO
PRIMERA	Audiovisuales	1 Detector Infrarrojo Pasivo de Presencia
	Bar del Personal	1 Detector Infrarrojo Pasivo de Presencia
	Oficina de Audiovisuales	1 Detector Infrarrojo Pasivo de Presencia
	Taller de Artes Gráficas	1 Detector Infrarrojo Pasivo de Presencia
	Pasillo	1 Tablero de Control
SEGUNDA	Biblioteca	1 Detector Infrarrojo Pasivo de Presencia
	Sala de Trabajo de Personal Docente	1 Detector Infrarrojo Pasivo de Presencia
	Sala de Trabajo de Personal Docente	1 Detector Infrarrojo Pasivo de Presencia
	Sala de Egresadas	1 Detector Infrarrojo Pasivo de Presencia
	Cooperativa de Estudiantes	1 Detector Infrarrojo Pasivo de Presencia
	Sala de Espera	1 Detector Infrarrojo Pasivo de Presencia
	Sala de Reposo	1 Detector Infrarrojo Pasivo de Presencia

Tabla 7. 2 Elementos del Sistema de Detección de Intrusión en el Ed. Paraboloides

Edificio Laboratorios y Talleres

PLANTA	DEPENDENCIA	EQUIPO INSTALADO
PRIMERA	Lab. De Computación I	1 Detector Infrarrojo Pasivo de Presencia
	Lab. De Computación II	1 Detector Infrarrojo Pasivo de Presencia
	Taller de Serigrafía	1 Detector Infrarrojo Pasivo de Presencia
	Taller de la Industria del Vestido	1 Detector Infrarrojo Pasivo de Presencia
	Lab. De Inglés	1 Detector Infrarrojo Pasivo de Presencia
	Pasillo	1 Tablero de Control

Tabla 7. 3 Elementos del Sistema de Detección de Intrusión en Laboratorios y Talleres

Edificio Central II

PLANTA	DEPENDENCIA	EQUIPO INSTALADO
PRIMERA	Oficina de tutorías	1 Detector Infrarrojo Pasivo de Presencia
	Auditorio	1 Detector Infrarrojo Pasivo de Presencia
	Pasillo	1 Tablero de Control

	Oficina de Coordinación Institucional	1 Detector Infrarrojo Pasivo de Presencia
SEGUNDA	Oficina de Sala de Profesores	1 Detector Infrarrojo Pasivo de Presencia
	Lab. De Ciencias	1 Detector Infrarrojo Pasivo de Presencia
	TERCERA	Oficina de Tutorías

Tabla 7. 4 Elementos del Sistema de Detección de Intrusión en Ed. Central II

UBICACIÓN DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE DETECCIÓN DE INTRUSIÓN

La ubicación de cada componente esta normado por diferentes criterios dependiendo de la función que posea el elemento, todas esta normas se encuentran detalladas de manera clara y concisa en el método general para el diseño de este tipo de sistema.

En la Figura 6.14 se puede observar la primera planta del Edificio Administrativo y la distribución de los equipos que forman parte del sistema de Detección de Intrusos una vez seguidas las normas explicadas en el método general para su correcta ubicación. La nomenclatura se explica a continuación:

DP: Detector Infrarrojo Pasivo de Presencia

TC: Tablero de Control

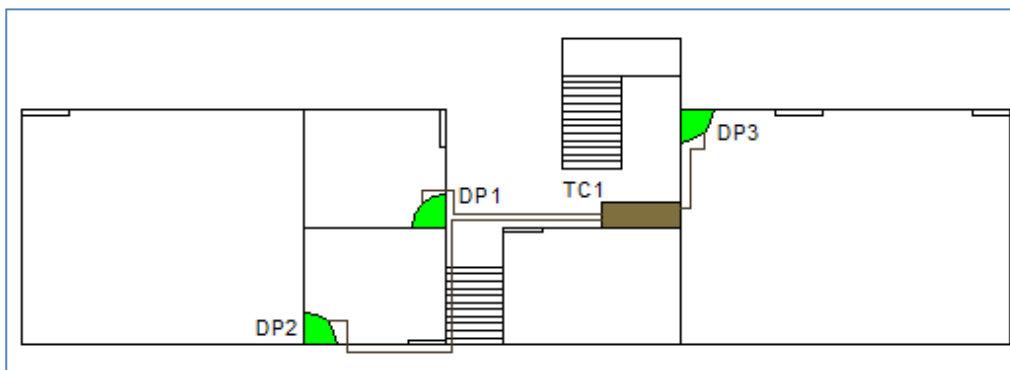


Figura 7. 1 Ejemplo de Ubicación de componentes del Sistema de Detección de Intrusión

Para visualizar la ubicación de los componentes en totalidad se debe recurrir al apartado 7.5 de este capítulo.

Para visualizar la ubicación de todos los componentes que forman parte del Sistema de Detección de Incendios, se debe recurrir a los planos que han resultado del diseño, adjuntos al Anexo E.

DISEÑO DE PLATAFORMA DE COMUNICACIÓN

Una vez ubicados los componentes del Sistema de Detección de Intrusión en las zonas consideradas como riesgosas, se procede a determinar cuál será la plataforma de comunicación a través de la cual se integrarán todos los componentes.

Para el desarrollo de este Sistema se ha considerado utilizar la tecnología LonWorks ya que, como se explicó en el Capítulo VI, es un estándar para este tipo de control.

La tecnología LonWorks trabaja a través de Nodos de Control, a los cuales en este caso se ha decidido conectar como elementos de entrada a todos los componentes que emitan alguna señal de aviso de peligro de un intruso, siendo en este caso, los detectores de presencia. Por otra parte, se ha decidido que a las salidas de dichos Nodos de Control, no existirá ningún elemento que proporcione alguna señal sonora o auditiva exterior ya que dicho intruso podría ser alertado y de esta manera escapar, en su lugar, se ha decidido interconectar todos los Nodos de Control ubicados en

los distintos Edificios entre sí y éstos a su vez con el Área de Control con el fin de formar una red que permita compartir la información de todos los componentes del Sistema permitiendo de esta manera emitir una señal a dicha área de control que permita alertar a los vigilantes sin que el intruso tenga conocimiento de que alguien sabe de su intromisión, dando más tiempo a los vigilantes para poder tomar las acciones pertinentes.

Además, con el fin de reducir costos en la adquisición de equipos, como nodos de control, se ha decidido colocar un Tablero de Control por cada Edificación, dentro del cual serán colocados dichos nodos.

7.4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE EQUIPOS A UTILIZARSE

DETECTOR DE PRESENCIA


CODIGO: IS25100TC
DETECTOR INFRARROJO PASIVO DE PRESENCIA
MARCA: NOTIFIER
<p>VISTA</p>  <p>Dimensiones: 112 x 60 x 40 mm (alto x ancho x profundidad)</p>
CARACTERÍSTICAS GENERALES
<ul style="list-style-type: none"> • Protección contra falsas alarmas: diseñado para cumplir con las normativas de falsas alarmas. Cuenta con un microprocesador que distingue las falsas alarmas de las reales. • Alcance: 30 x 6 m • Altura de montaje: de 2.3 m a 2.7 m
ESPECIFICACIONES ELÉCTRICAS
<p>Sensibilidad de infrarrojos pasivos: Mínima (3-5 pasos), Baja (2-4 pasos), Media (1-3 pasos) y Alta (1-2 pasos).</p> <p>Entrada de pruebas/activado: Polaridad selectiva</p> <p>Requisitos de alimentación: CC de 8.5 a 15.4 V, 21 mA a CC de 12 V</p> <p>Relé de la alarma: Tipo C/ 30 mA a CC de 24 V; Resistencia de protección de 40 ohmios máx.</p> <p>Tamper: 30 mA a CC de 24 V (cubierta pared)</p>
ESPECIFICACIONES AMBIENTALES
<p>Temperatura de funcionamiento: De -10°C a +55°C</p> <p>Compensación de temperatura: Avanzada de doble pendiente</p> <p>Humedad relativa: del 5% al 95% sin condensación</p>

Tabla 7. 5 Especificaciones Técnicas del Detector de Presencia IS25100TC

SOPORTE

CODIGO: SMB10
SOPORTE PARA MONTAJE EN PARED PARA EL DETECTOR S25100TC
MARCA: NOTIFIER
<p>VISTA</p> 
<p>CARACTERÍSTICA GENERAL</p> <p>Rótula que permite instalación en un ángulo deseado del detector en pared para cubrir el área deseada en un ambiente.</p>

Tabla 7. 6 Especificaciones Técnicas de Soporte SMB10

NODO DE CONTROL


CODIGO: INS-451-F/V3
NODO BÁSICO 6 ENTRADAS 4 SALIDAS
MARCA: ISDE
<p>VISTA</p> 
<p>CARACTERÍSTICAS GENERALES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Compatible con los sistemas DOMOLON® y HOTELON® • Tecnología LonWorks®. • Dos Versiones según transceptor. • Pensado para su ubicación en habitaciones de hotel para aumentar las funcionalidades de control y - automatización. • Proporciona 6 entradas y 4 salidas. • Alimentación local y remota (bus sistema). • Protegida contra cortocircuitos, sobretensiones, sobrecorrientes. • Rápida conectorización. • Soporta pulsadores estándar, así como sensores de gas, fuego, humo, etc...
<p>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</p> <p>Alimentación: 120 VAC. Alimentación bus: 12 VDC. Número de entradas: 6 (libres de tensión) Número de salidas: 4 (mediante relé) Contacto de conmutación: relé con potencia sobre contacto de 1000 VA Velocidad: 78 KBPS. Temperatura de funcionamiento: 0°C a 50°C.</p>

Tabla 7. 7 Especificaciones Técnicas del Nodo de Control INS-451-F/V3

FUENTE DE ALIMENTACIÓN

CODIGO: 12V5AB
FUENTE DE ALIMENTACIÓN DE 12V
MARCA: HONEYWELL
VISTA

Dimensiones: 319 x 257 x 90 mm (alto x ancho x profundidad)
CARACTERÍSTICAS GENERALES
<ul style="list-style-type: none"> • Fuente de alimentación auxiliar de 12 VCC para montaje de superficie. • Entrada de alimentación: 120 VAC nominal. • Se suministran en caja metálica blanca. • Led Verde indicador de alimentación. • Led Rojo indicador de Fallo. • Regulación de carga.
ESPECIFICACIONES ELÉCTRICAS
<p>Fuente de alimentación: 12V / 5A. Voltaje de salida: 13,8V ajustable. Soporta batería de hasta 7Ah máximo.</p>
ESPECIFICACIONES AMBIENTALES
<p>Temperatura: -20 a 40°C Humedad relativa: 10 a 90% sin condensación.</p>

Tabla 7. 8 Especificaciones Técnicas de la Fuente de Alimentación 12V5AB

BATERÍA

CODIGO: PS-1207
BATERÍA DE RESPALDO DEL SISTEMA EN CASO DE FALLA DE ENERGÍA ELÉCTRICA
MARCA: NOTIFIER
VISTA

Dimensiones: 93,5 x 151 x 65 mm (alto x ancho x profundidad)
CARACTERÍSTICAS GENERALES
<ul style="list-style-type: none">• Batería de 12V. Capacidad 7,2Ah. Conexión por terminal faston.• Peso aproximado: 2,2 Kg.

Tabla 7. 9 Especificaciones Técnicas de Batería PS-1207

7.5 LISTA DE MATERIALES Y PRESUPUESTO REFERENCIAL

PRESUPUESTO REFERIDO AL DISEÑO DE SISTEMA DE DETECCIÓN DE INTRUSIÓN				
UNIDAD	DESCRIPCIÓN	CODIGO	VALOR UNITARIO (USD)	VALOR TOTAL (USD)
33	DETECTOR INFRARROJO PASIVO DE PRESENCIA. MARCA: NOTIFIER	IS25100TC	48.59	1603.47
33	SOPORTE DE PARED PARA DETECTORES MARCA: NOTIFIER	SMB10	10.79	356.07
4	FUENTE DE ALIMENTACIÓN DE 12 V. MARCA: HONEYWELL	12V5AB	123.17	492.68
4	BATERÍA DE 12V. MARCA: NOTIFIER	PS-1207	68.53	274.12
6	NODO BÁSICO DE CONTROL DE 6 ENTRADAS Y 4 SALIDAS MARCA: ISDE	INS-451F	316.16	1896.96
500	METROS DE CABLE MULTIPAR DE 4 HILOS	-	0,42	210.00
500	METROS DE CABLE DE BUS DOMOLON	-	1.63	815.10

SUBTOTAL		5648.40
IVA 12%		677.80
RECARGO POR INSTALACIÓN 10%		564.84
RECARGO POR INSTALACIÓN 10%		564.84
TOTAL		7455.88

CAPÍTULO VIII

SIMULACIÓN DE LA INTERFAZ DE MONITOREO DEL SISTEMA DE INCENDIOS E INTRUSIÓN

8.1 INTRODUCCIÓN

El presente capítulo está enfocado en el desarrollo de la Interfaz de Monitoreo del Sistema de Incendios e Intrusión mediante el Software de Desarrollo de Interfaces InTouch 9.5 de la compañía Wonderware para el “Liceo Municipal Experimental Técnico y en Ciencias Fernández Madrid”, así como también la realización de un Demo que simule el comportamiento del mismo, detallado a lo largo del apartado.

8.2 SOFTWARE DE DESARROLLO DE INTERFACES INTOUCH 9.5

8.2.1 INTRODUCCIÓN

InTouch es un paquete de software utilizado para crear aplicaciones de interface hombre-máquina bajo entorno PC. InTouch utiliza como sistema operativo el entorno WINDOWS 95/98/NT/2000/XP.

El paquete consta básicamente de dos elementos: WINDOWMAKER y WINDOWVIEWER.

8.2.2 BREVE DESCRIPCIÓN

8.2.2.1 CREACIÓN DE APLICACIONES

Partiendo del Application Manager, se debe seleccionar FILE → NEW para crear una nueva aplicación. Automáticamente, un asistente guiará la creación de esta aplicación. En la Figura 8.1 se observa un ejemplo de creación de aplicaciones.

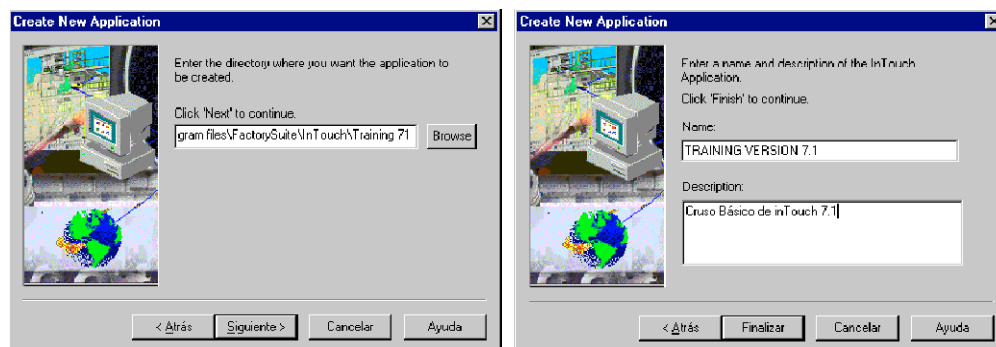


Figura 8. 1 Ejemplo de Creación de Aplicaciones

Tras pulsar Finalizar, la nueva aplicación quedará en la lista de aplicaciones de Application Manager. Ya dispone del icono de WindowMaker activado para poder crear la aplicación.

InTouch se encarga de crear la carpeta con el nombre de la aplicación.

8.2.2.2 WINDOWMAKER

WINDOWMAKER es el sistema de desarrollo. Permite todas las funciones necesarias para crear ventanas animadas interactivas conectadas a sistemas de I/O externos o a otras aplicaciones WINDOWS.

8.2.2.2.1 Creación de ventanas

Tipos de Ventanas

InTouch trabaja con ventanas o pantallas. Estas ventanas disponen de:

- Elementos animados
- Tendencias gráficas y alarmas
- Lógica Asociada

En la Figura 8.2 se observan las propiedades de una ventana al momento de ser creada, entre las cuales se puede predeterminar su posición en la pantalla, el nombre que tendrá, etc.

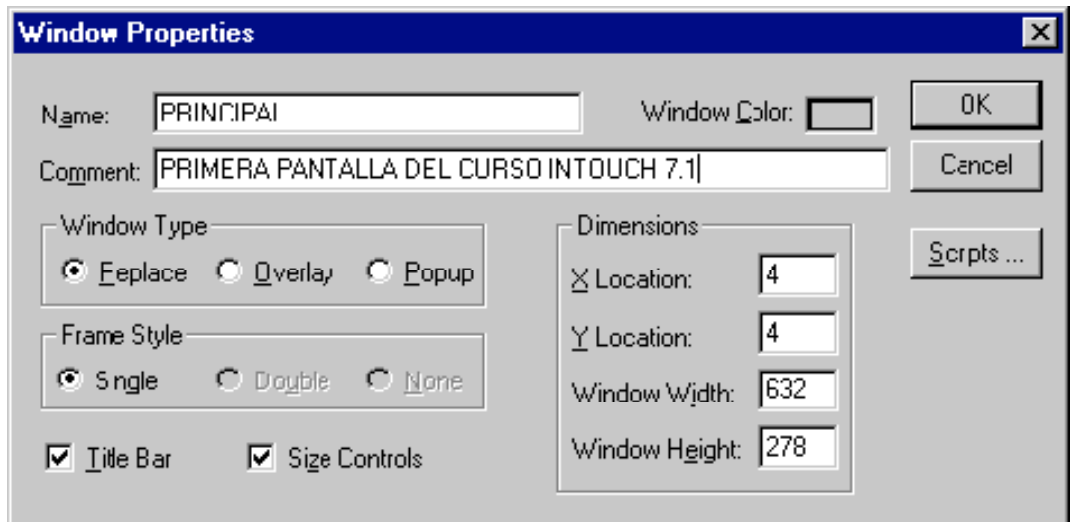


Figura 8. 2 Propiedades de una Nueva Ventana

8.2.2.2.2 Elección de Elementos

Barra de Dibujo

Básicamente se puede decir que se crean objetos (círculos, rectángulos, etc.) independientes unos de otros.

Ello facilita la labor de edición del dibujo y, lo que es más importante, permite una enorme sencillez y potencia en la animación de cada uno de los objetos, independientemente o por grupos.

Para ello, WM dispone de una Barra de Herramientas de Dibujo, que permite una edición rápida de cualquier elemento, mostrada en la Figura 8.3.



Figura 8. 3 Barra de Dibujo

El funcionamiento de esta barra es muy sencillo, ya que se selecciona con el cursor aquel elemento que se desee colocar en pantalla, disponiendo siempre de un texto inferior que indica la utilidad de cada herramienta. Los elementos de la Barra de Dibujo son los siguientes:

- Select Mode
- Rectángulo
- Rectángulo con angulos curvos
- Elipse
- Linea recta
- Linea recta vertical/horizontal
- Polilinea
- Poligono
- Texto
- Bitmap
- Tendencias en tiempo real
- tendencias históricas
- Pagina de alarmas
- Pulsadores

Elementos Wizard

WIZARDS, en su más básico concepto, podría ser definido como "elementos inteligentes" que permiten que las aplicaciones InTouch puedan ser generadas de un modo más rápido y eficiente. La versión 9.5 de InTouch dispone de los elementos WIZARDS que permiten

crear rápidamente un objeto en la pantalla. Haciendo doble click sobre el objeto podemos asociarle links (animación), asignarlo a tagnames o incluso incluir una lógica en ese objeto. Si se agrupa varios de estos objetos, se puede crear un elemento completo, acabado y programado, que lo se puede utilizar tantas veces como se quiera.

Por ejemplo, un amperímetro: WIZARDS dibujará el elemento en la pantalla y cuando se haga doble clic sobre él sólo necesitará rellenar los campos que se indican. Esta configuración incluye el tagname sobre el cual situar el amperímetro, valores máximo y mínimo de lectura, colores, divisiones, etc. Una vez que la información ha sido introducida, el WIZARDS amperímetro ya puede utilizarse como tal.

Además de estos WIZARDS "sencillos", es posible utilizar otros más "complejos" que provoquen operaciones en background, tales como crear/convertir una base de datos, importar un fichero AutoCad, configurar módulos de software (p.e. recetas, SPC), etc.

Los elementos WIZARDS son accesibles desde la caja de herramientas del WINDOWMAKER. Pero además, es posible incorporar un WIZARDS concreto (o más de uno) a la caja de herramientas, para que este aparezca en ella y sea muy sencillo seleccionarlo.

8.2.2.2.3 Diccionario de Tagnames

El diccionario de tagnames es el corazón de InTouch. Durante el runtime, este diccionario contiene todos los valores de los elementos en la base de datos. Para crear esa base de datos, InTouch necesita saber qué elementos la van a componer. Se debe, por lo tanto, crear una base de datos con todos aquellos datos que se necesite para la aplicación.

A cada uno de estos datos (tags) se debe asignarle un nombre. Al final, se dispondrá de un diccionario con todos los tagnames o datos que se han creado.

Acceso

A este diccionario se accede desde el menú /Special/TagName Dictionary.

Definición de los Tagnames

Desde el diccionario de tagnames se definen los tagnames y sus características.

Existen diversos tipos de tagnames, según su función o características. Básicamente son los que se muestran en la Tabla 8.1.

TIPO	DESCRIPCIÓN
MEMORY	Tags registros internos de InTouch.
I/O	Registros de enlace con otros programas.
INDIRECT	Tags de tipo indirecto.
GROUP VAR	Tags de los grupos de alarmas.
HISTTREND	Tag asociado a los gráficos históricos.
TagID	Información acerca de los Tags que están siendo visualizados en una gráfica histórica.

Tabla 8. 1 Tipos de Tagnames

De los 3 primeros tipos, se dispone de los datos mostrados en la Tabla 8.2.

TIPO DE DATO	DESCRIPCIÓN
DISCRETE	Puede disponer de un valor 0 ó 1.
INTEGER	Tagname de 32 bits con signo. Su valor va desde -2.147.483.648 hasta 2.147.483.647.
REAL	Tagname en coma flotante. Su valor va entre $\pm 3.4e^{38}$. Todos los cálculos son hechos en 64 bits de resolución, pero el resultado se almacena en 32 bits.
MESSAGE	Tagname alfanumérico de hasta 131 caracteres de longitud.

Tabla 8. 2 Datos Extras de los Tagnames

Definición de las Características

Las características de los tagnames se observan en la Tabla 8.3.

CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
MAIN	Visualiza las características principales del tagname.
DETAILS	Visualiza las características del tag que se va a crear (valor mínimo/máximo, etc.)
ALARMS	Visualiza las condiciones de alarma del tag.
DETAILS & ALARMS	Le permitirá visualizar las características del Tagname tanto e detalles como de alarma.
MEMBERS	Visualiza miembros caso de ser supertag.

Tabla 8. 3 Características de los Tagnames

Una vez seleccionado el tipo de tagname y qué características se deben definir, un submenú aparecerá para que se rellenen los campos de ese tagname. En la Figura 8.4 se presentan la ventana con las correspondientes características de acuerdo a lo necesitado para cada Tagname.

Tabla 8. 4 Características de los Tagnames

8.2.2.2.4 Creación de alarmas

InTouch soporta la visualización, archivo (en disco duro o en base de datos relacional) e impresión de alarmas tanto digitales como analógicas, y permite la notificación al operador de condiciones del sistema de dos modos distintos: Alarmas y Eventos. Una alarma es un proceso anormal que puede ser perjudicial para el proceso y que normalmente requiere de algún tipo de actuación por parte del operador. Un evento es un mensaje de estado normal del sistema que no requiere ningún tipo de respuesta por parte del operador.

Tipos de Alarmas

Las alarmas pueden dividirse en los tipos mostrados en la Tabla 8.5.

CONDICIÓN DE ALARMA	TIPO
Discrete	DISC
Deviation – Major	LDEV
Deviation – Minor	SDEV
Rate – Of – Change (ROC)	ROC
SPC	SPC
Value – LoLo	LOLO
Value – Lo	LO
Value – Hi	HI
Value – HiHi	HIHI

Tabla 8. 5 Tipos de Alarmas

Cada alarma se asocia a un tag. Dependiendo del tipo de tag se puede crear uno u otro tipo de alarma.

Prioridades de las Alarmas

A cada alarma de cada tag puede asociarse un nivel de prioridad (importancia) de 1 a 999 (Prioridad 1 es más crítica). Ello permite filtrar alarmas en displays, en impresora o en disco duro.

Grupos de Alarmas

InTouch dispone de un cómodo sistema para prioridades de alarmas. Cuando se crea un tagname de alarma, se le debe asignar a un grupo de alarmas.

Estos grupos o "jerarquía" de alarmas permiten significar qué alarmas son más importantes, a la vez que permiten reconocer un grupo de alarmas en lugar de todas a la vez.

Al crear un tag, se lo debe asociar a un grupo (si no se lo hace, el tag de alarma queda automáticamente asociado al grupo principal, llamada \$SYSTEM).

8.2.2.3 WINDOWVIEWER

WINDOWVIEWER es el sistema runtime utilizado para rodar las aplicaciones creadas con WINDOWMAKER.

8.3 DESARROLLO DE LA INTERFAZ DE MONITOREO

Siguiendo lo especificado en la explicación del programa detallado anteriormente, se procedió a crear la aplicación con el nombre de "Pantalla de Monitoreo".

Para la interfaz de monitoreo se ha considerado necesario crear 3 ventanas, las cuales se detallan a continuación:

- **Ventana de Acceso:** en la cual se encuentran todos los posibles accesos que los diferentes usuarios tendrán para la utilización de la interfaz.

En dicha pantalla se encuentran ubicados los elementos detallados en la Tabla 8.6.

ELEMENTO	ETIQUETA	DESCRIPCIÓN
RECTÁNGULO	USUARIO	Para ingresar el tipo de Usuario.
RECTÁNGULO	PASSWORD	Para ingresar la contraseña acorde con el tipo de Usuario ingresado.
LLAVE WIZARD	SISTEMA	Permite encender los Sistemas de Incendios e Intrusión. Habilitado una vez que tanto el Usuario como la Contraseña hayan sido ingresadas correctamente.

Tabla 8. 6 Elementos de la Pantalla de Acceso

Además, se han considerado dos tipos de Usuario con sus respectivas claves, los cuales dependiendo de su clase, poseerán distintos tipos de accesos al Sistema, todo esto expuesto en la Tabla 8.7.

TIPO DE USUARIO	CONTRASENA	ACCESO
GUARDIA	guardia1234	Este tipo de usuario tendrá acceso únicamente a monitorear visualmente el comportamiento de los Sistemas.

PROGRAMADOR	programador5678	Este tipo de usuario tendrá acceso además de monitorear visualmente el comportamiento de los Sistemas, a simular activaciones de alarmas de los mismos con el fin de verificar el correcto comportamiento de la interfaz a través del Botón “DEMO” que se visualizará únicamente con esta clase de usuario.
--------------------	-----------------	---

Tabla 8. 7 Tipos de Usuario

Finalmente, luego de haber explicado tanto los elementos utilizados como su función dentro de la interfaz de monitoreo, en la Figura 8.4 se observa la Pantalla de Acceso diseñada.

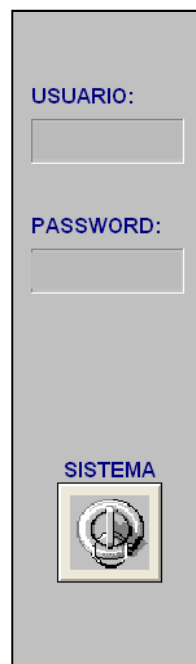


Figura 8. 4 Pantalla de Acceso

- **Ventana de Monitoreo:** la cual se desplegará únicamente cuando tanto el Usuario como la Contraseña ingresadas hayan sido correctas. En dicha pantalla se ubican todos los elementos indicativos que permiten monitorear el comportamiento y las alertas de ambos Sistemas, los cuales se detallan en la Tabla 8.8.

ELEMENTO	ETIQUETA	DESCRIPCIÓN
BITMAP	MAPA DEL LICEO	Permite visualizar el Mapa del Liceo desde su vista superior.
CIRCULOS	SIN ETIQUETA	Ubicados en cada Edificación en la cual se encuentran los diferentes sensores de los Sistemas, los mismos que actuarán como luces indicadoras cuando exista alguna alarma en cualquier edificio.
LUZ ESTROBOSCÓPICA WIZARD	ALARMA	La cual se encenderá en caso de existir alguna alarma de cualquier Sistema.
OBJETO DE ALARMAS	INFORME DE ALARMAS	Esta Tabla permite indicar los datos de cada alarma accionada como por ejemplo: fecha, hora, situación de la alarma (atendida/no atendida), tipo de alarma (incendio/intrusión) y ubicación (Edificio-Piso-Dependencia).
RECTÁNGULO	DEMO	El cual únicamente aparecerá cuando el

		<p>usuario sea “PROGRAMADOR”. Permite ingresar a la tercera ventana permite simular activaciones de alarmas mediante el software.</p>
--	--	---

Tabla 8. 8 Elementos de la Ventana de Monitoreo

A continuación, en la Figura 8.5, luego de haber explicado los elementos utilizados y su función dentro de la interfaz de monitoreo, se observa la Pantalla de Monitoreo diseñada.

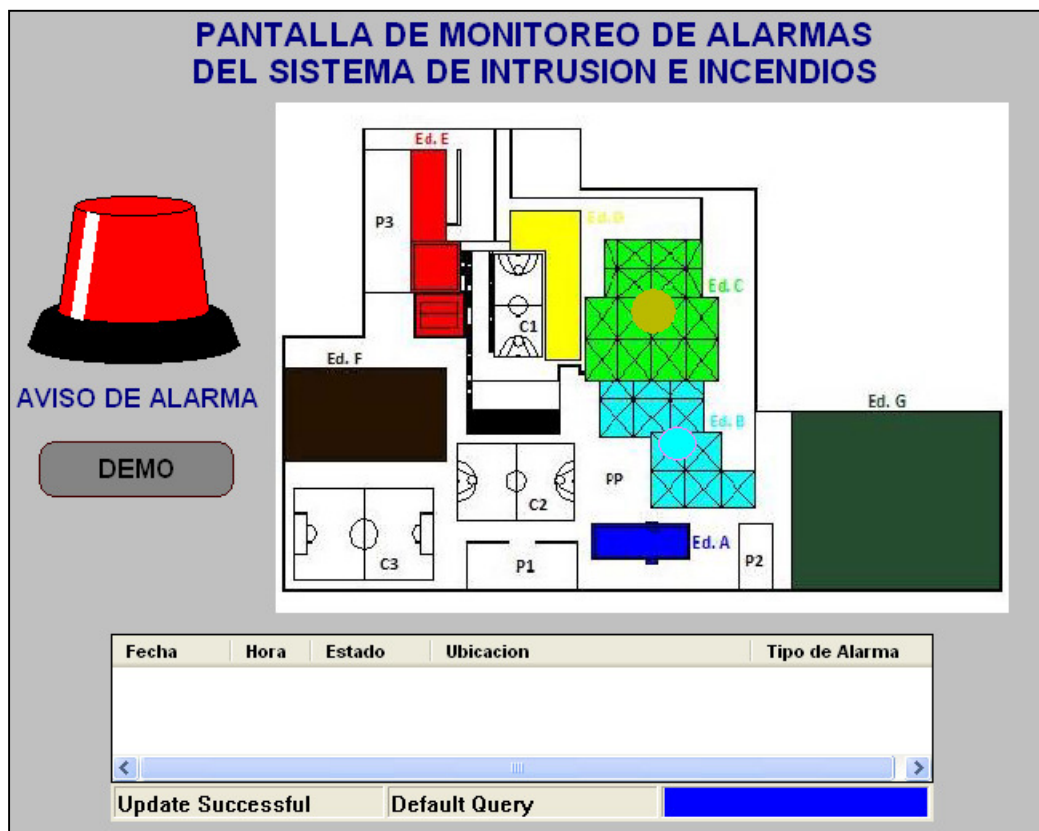


Figura 8. 5 Pantalla de Monitoreo

- **Ventana de Simulación de Alarmas:** a la cual tendrá únicamente acceso el Usuario “PROGRAMADOR” y en la que se encuentran SWITCHES WIZARD que tienen la función de activar o desactivar

alarmas de cualquiera de los dos Sistemas con el fin de verificar el correcto comportamiento de la interfaz de monitoreo.

Finalmente, en la Figura 8.6 se observa la Pantalla de Simulación de Alarmas diseñada.

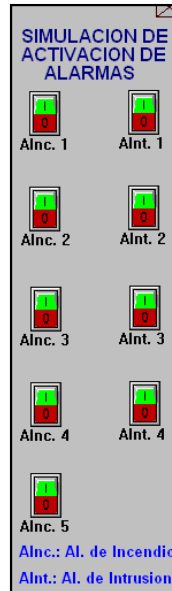


Figura 8. 6 Pantalla de Simulación de Alarmas

Una vez definido el número de ventanas y los elementos que conformarán cada una de ellas con sus respectivas funciones dentro de la interfaz, se procedió a crear los grupos de alarmas que formarán parte de la misma, habiéndose considerado el establecer dos grupos: Alarmas de Incendios y Alarmas de Intrusión. En la Figuras 8.7 y 8.8 se presentan los pasos a seguir para la creación de las alarmas.

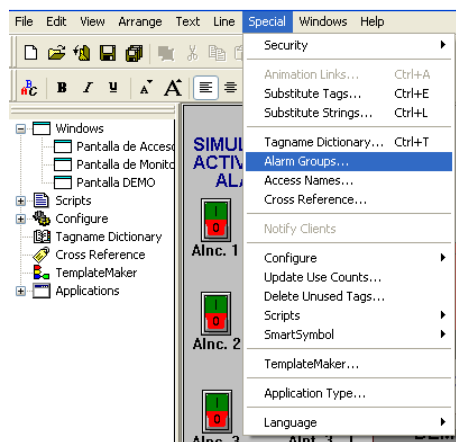


Figura 8. 7 Paso 1 para crear un Grupo de Alarmas

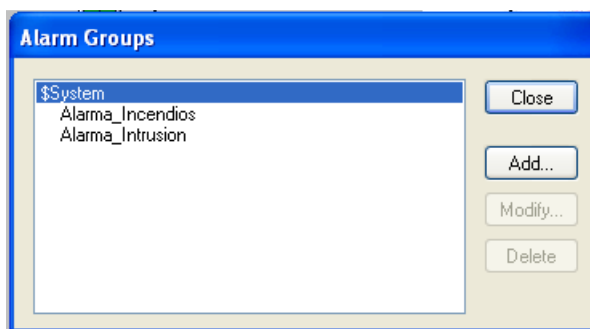


Figura 8. 8 Alarmas Creadas

Como siguiente paso del desarrollo se procedió a crear los Tags y a asignarlos con los diferentes elementos establecidos para el monitoreo de los Sistemas, siendo los presentados en la Tabla 8.9.

TAGNAME	TIPO	ELEMENTO ENLAZADO	VENTANA EN LA CUAL SE ENCUENTRA EL ELEMENTO
USUARIO	User Input	Rectángulo con la etiqueta "USUARIO" para ingresar el mismo.	Acceso
PASSWORD	User Input	Rectángulo con la etiqueta "PASSWORD" para ingresar la contraseña correspondiente al usuario.	Acceso
SISTEMA	Memory Discrete	Llave Wizard con la etiqueta "SISTEMA" para iniciar o parar el monitoreo de los Sistemas.	Acceso
ALARMA	Memory Discrete	Luz Estroboscópica Wizard con la Eiqueta "Alarmas" que indica cuando se presente alguna alarma.	Monitoreo
ALARMA_EdA	Memory Discrete	Circulo sin etiqueta situado sobre el Edificio Azul del Liceo que actuará como luz	Monitoreo

		estroboscópica indicando cuando exista una alarma en dicha edificación.	
ALARMA_EdB	Memory Discrete	Circulo sin etiqueta situado sobre el Edificio Celeste del Liceo que actuará como luz estroboscópica indicando cuando exista una alarma en dicha edificación.	Monitoreo
ALARMA_EdC	Memory Discrete	Circulo sin etiqueta situado sobre el Edificio Verde del Liceo que actuará como luz estroboscópica indicando cuando exista una alarma en dicha edificación.	Monitoreo
ALARMA_EdE	Memory Discrete	Circulo sin etiqueta situado sobre el Edificio Rojo del Liceo que actuará como luz estroboscópica indicando cuando exista una alarma en dicha edificación.	Monitoreo
Alnc_1	Memory Discrete	Switch Wizard con la etiqueta Alnc. 1 que activa o desactiva la simulación de una alarma de incendio.	Simulación
Alnc_2	Memory Discrete	Switch Wizard con la etiqueta Alnc. 2 que activa o desactiva la simulación de una alarma de incendio.	Simulación
Alnc_3	Memory Discrete	Switch Wizard con la etiqueta Alnc. 3 que activa o desactiva la simulación de una alarma de incendio.	Simulación
Alnc_4	Memory Discrete	Switch Wizard con la etiqueta Alnc. 4 que activa o desactiva la simulación de una alarma de incendio.	Simulación

Alnc_5	Memory Discrete	Switch Wizard con la etiqueta Alnc. 5 que activa o desactiva la simulación de una alarma de incendio.	Simulación
Alnt_1	Memory Discrete	Switch Wizard con la etiqueta Alnt. 1 que activa o desactiva la simulación de una alarma de incendio.	Simulación
Alnt_2	Memory Discrete	Switch Wizard con la etiqueta Alnt. 2 que activa o desactiva la simulación de una alarma de incendio.	Simulación
Alnt_3	Memory Discrete	Switch Wizard con la etiqueta Alnt. 3 que activa o desactiva la simulación de una alarma de incendio.	Simulación
Alnt_4	Memory Discrete	Switch Wizard con la etiqueta Alnt. 4 que activa o desactiva la simulación de una alarma de incendio.	Simulación

Tabla 8.9 Tags de la Interfaz de Monitoreo

En la Figura 8.9 se muestran las características de uno de los Tags creados.

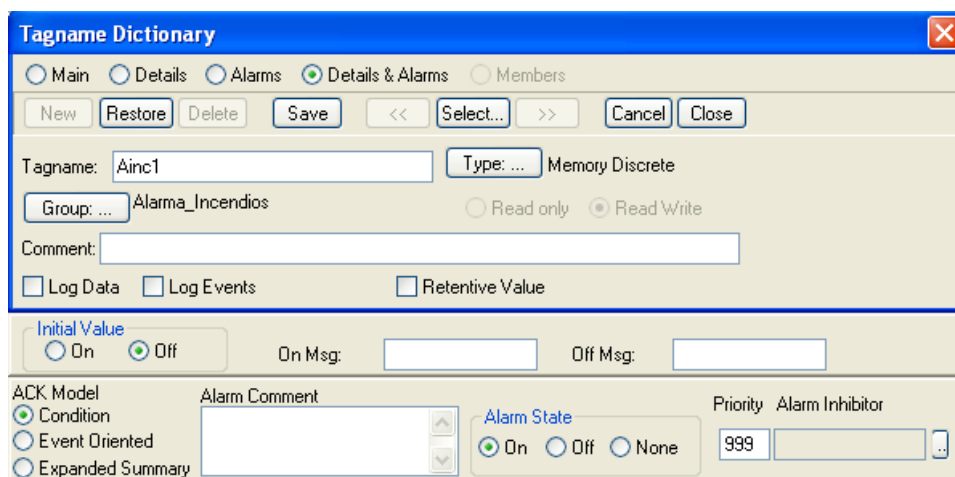


Figura 8. 9 Características del Tag Alnc_1

Finalmente, se asignaron cada uno de los Tags creados para la simulación de las Alarmas de ambos Sistemas con su respectivo grupo de Alarma creado, en la Tabla 8.10 se verifica el grupo asignado a cada Tag.

TAGNAME	GRUPO DE ALARMA ASIGNADO
Alnc_1	ALARMA DE INCENDIO
Alnc_2	ALARMA DE INCENDIO
Alnc_3	ALARMA DE INCENDIO
Alnc_4	ALARMA DE INCENDIO
Alnc_5	ALARMA DE INCENDIO
Alnt_1	ALARMA DE INTRUSION
Alnt_2	ALARMA DE INTRUSION
Alnt_3	ALARMA DE INTRUSION
Alnt_4	ALARMA DE INTRUSION

Tabla 8. 10 Asignación de Grupo de Alarma

Una vez terminado el desarrollo de la interfaz de monitoreo de los Sistemas de Detección de Incendios e Intrusión, se presentan a continuación los pasos a seguir para el adecuado manejo de la misma.

PASO 1

Al correr la interfaz de monitoreo se mostrará la Pantalla de Acceso, en la cual se deberá ingresar el tipo de usuario con su respectiva contraseña de la manera que se muestra en las Figuras 8.10 y 8.11.

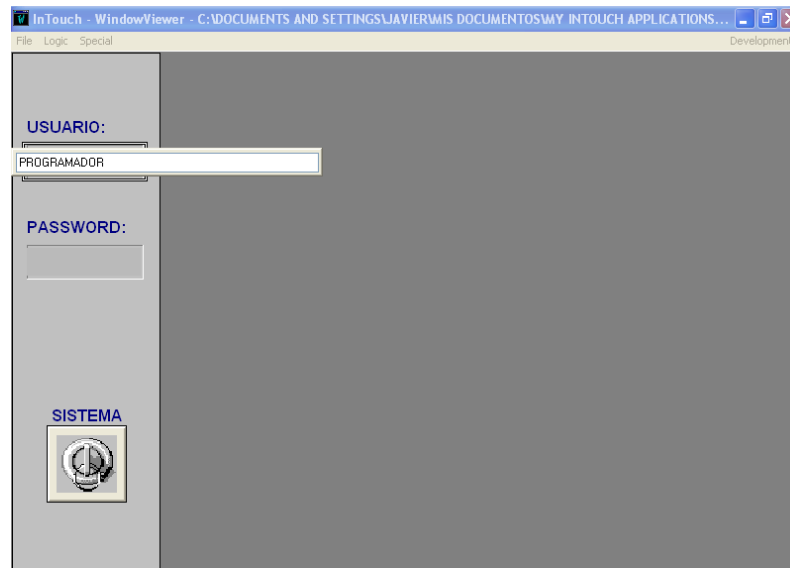


Figura 8. 10 Ingreso de Usuario

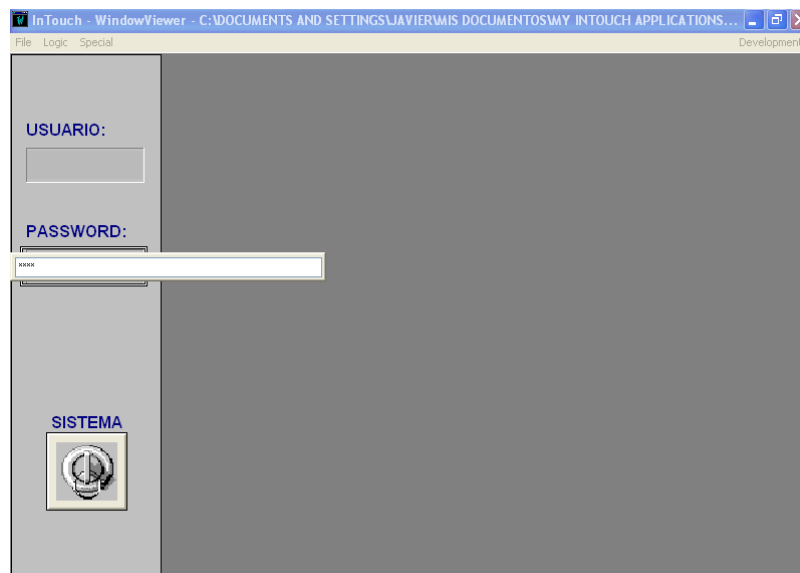


Figura 8. 11 Ingreso de Contraseña

PASO 2

Al haber ingresado correctamente tanto el usuario como respectiva contraseña, en seguida se desbloqueará la llave de inicio del Sistema de Monitoreo y al activarla, se desplegará la Pantalla de Monitoreo, como se observa en la Figura 8.12.

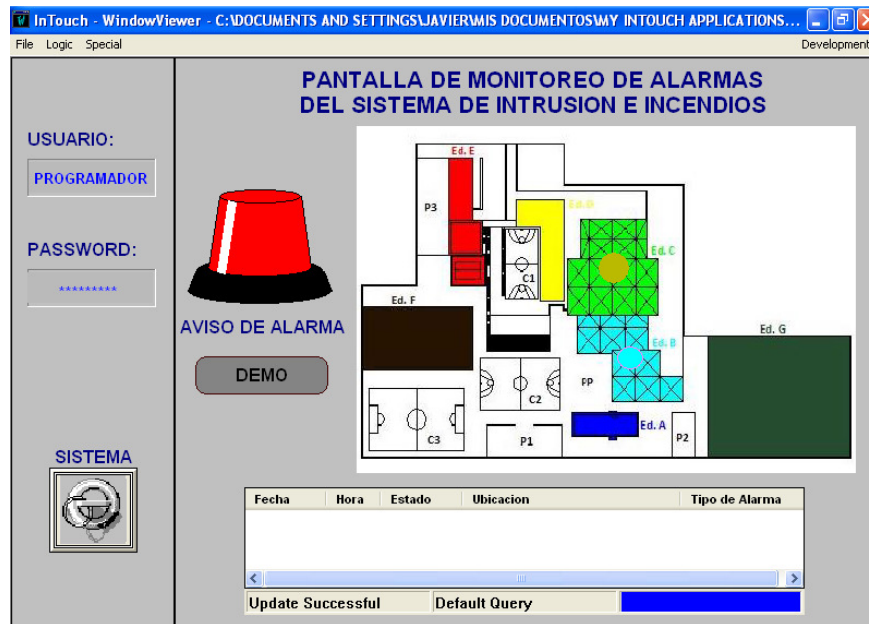


Figura 8. 12 Inicio del Sistema de Monitoreo

PASO 3

Una vez iniciado el Sistema de Monitoreo y si el usuario ha ingresado como PROGRAMADOR, tendrá acceso al Botón de “DEMO”, el cual al ser presionado desplegará la Pantalla de Simulación de Alarmas, como se presenta en la Figura 8.13.

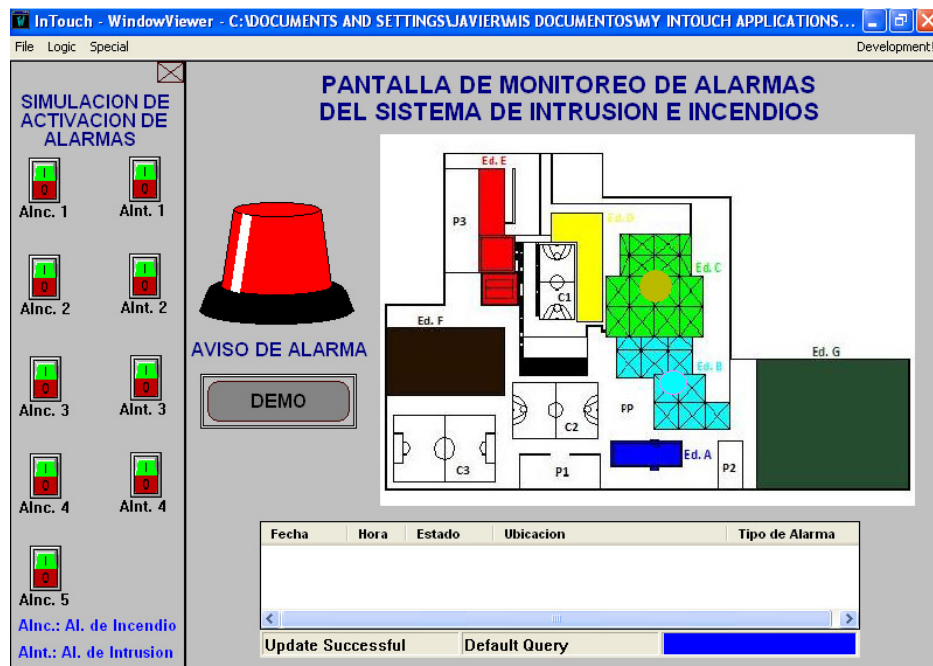


Figura 8. 13 Despliegue de la Pantalla de Simulación de Alarmas

PASO 4

Una vez que la Pantalla de Simulación de Alarmas se haya desplegado, el Usuario encontrará en ella Switches que al ser activados simularán la activación de una Alarma situada en cualquier parte del Liceo Fernández Madrid, la misma que activará la luz estroboscópica tanto de la Pantalla de Monitoreo como del Edificio sobre el cual se encuentre la señal de Alarma, visualizándose además en la Tabla de Informe de Alarmas con exactitud en qué lugar del Colegio se encuentra dicha Alarma con toda la información necesaria para poder atenderla con prontitud (Ver Figura 8.14). Finalmente, luego de haber atendido dicha Alarma, es decir, cuando el Siwtch vuelva a a su estado inicial (desactivado), las luces estroboscópicas se apagarán y en la Tabla de Informes aparecerá en el Estado de la Alarma como “Atendida” (Ver Figura 8.15).

Fecha	Hora	Estado	Ubicacion	Tipo de Alarma
23 May 2010	08:32	UIACK	Ed_A_PRIMER_PISO_INFORMACIOH	Alarma_Incendios
23 May 2010	08:33	UIACK	Ed_B_PRIMER_PISO_RESTAURANTE	Alarma_Intrusion
23 May 2010	08:33	UIACK	Ed_C_PRIMER_PISO_COMPUTACL...	Alarma_Incendios

Figura 8. 14 Activación de Alarmas

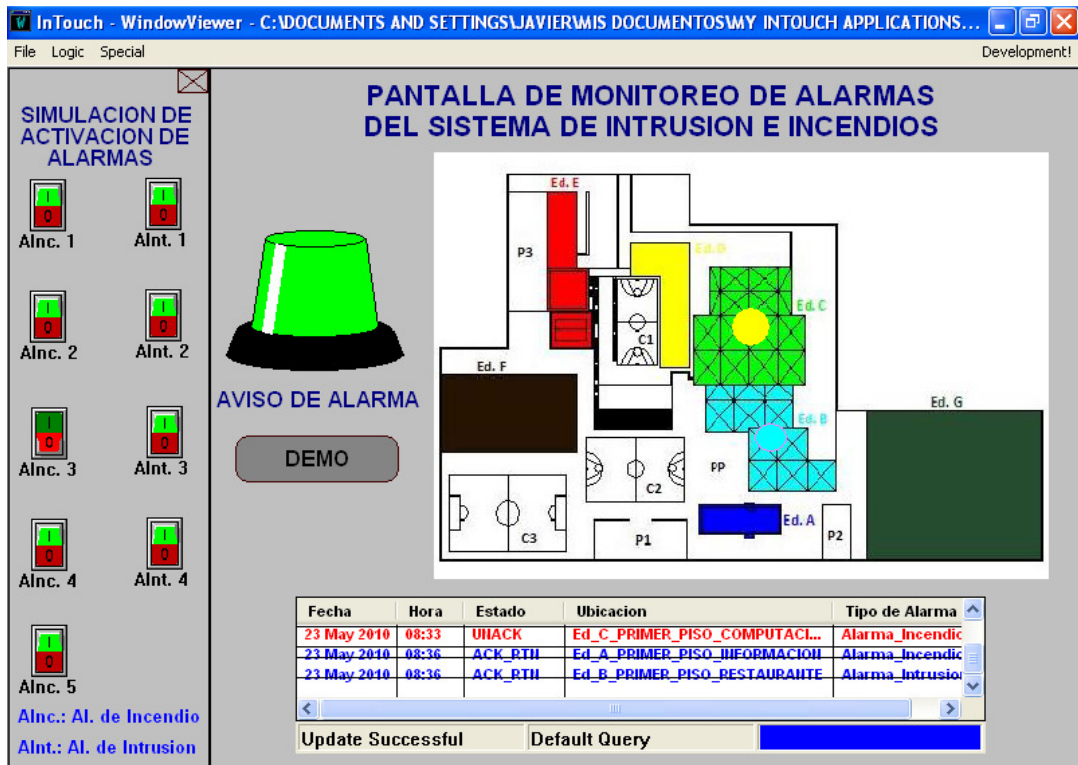


Figura 8. 15 Alarmas Atendidas

CONCLUSIONES

- Luego de realizar el rediseño del Sistema de Iluminación para el Liceo Municipal Experimental Técnico y en Ciencias Fernández Madrid, se obtuvieron como resultados finales el número de luminarias necesarias para cumplir con el nivel de iluminación de cada ambiente , así como también su tipo dependiendo del cuarto a iluminar y su adecuada distribución en cada dependencia del Establecimiento Educativo evitando con ello, pérdida de atención por parte del alumnado y futuros problemas visuales que se puedan generar tanto al personal docente y administrativo, como también a los alumnos de la Institución. Además, utilizando dichos resultados, se procedió a escoger las luminarias comerciales a ser montadas para finalmente presentar un presupuesto referencial del rediseño.
- Una vez realizado el rediseño del Sistema Eléctrico para el Liceo Municipal Experimental Técnico y en Ciencias Fernández Madrid, a través de los resultados finales obtenidos se determinó la correcta distribución de los circuitos derivados, separando los circuitos de iluminación y tomacorrientes, estableciéndose además, cada uno de los dispositivos de protección y calibres de conductores de dichos circuitos tanto en los tableros de distribución principales como secundarios evitándose de esta manera, accidentes producidos por mal dimensionamiento de los elementos de una instalación eléctrica. Además, todo el rediseño ha sido elaborado en base a

las normas que dicta el CEN. Finalmente, utilizando dichos resultados, se procedió a escoger todos los elementos comerciales a ser usados, mismos que permitieron presentar un presupuesto referencial del rediseño.

- En el diseño del Sistema de Seguridad de CCTV para el Liceo Municipal Experimental Técnico y en Ciencias Fernández Madrid, se logró como resultado final una adecuada distribución de los diferentes elementos que conforman un Circuito Cerrado de Televisión Completo. Para una correcta distribución de cámaras, se analizó de manera íntegra y absoluta todas las exigencias que requiere un Sistema de CCTV para cumplir con objetivos planteados, tales como la reducción del personal de seguridad, vigilancia periférica y perimetral de la Institución, supervisión y control a distancia de las instalaciones. Este tipo de sistema disminuye la tasa de falsas alarmas, debido a que contribuye con la visión de todas las zonas pertenecientes a la Institución.
- El desarrollo del diseño del Sistema de Detección de Incendios para el Liceo Municipal Experimental Técnico y en Ciencias Fernández Madrid concluye en un sistema completo conformado por distintos tipos de elementos, los cuales cumplen objetivos específicos y mediante la interacción de unos con otros ayudan al cumplimiento de las funciones del sistema. El diseño adecuado de este sistema cumple con el objetivo a donde está enfocado de manera general la detección, y está referido a la detección eficaz de un flagelo de manera previa para así evitar pérdidas humanas y materiales en la Institución.
- El diseño del Sistema de Detección de Intrusión para el Liceo Municipal Experimental Técnico y en Ciencias Fernández Madrid finaliza con una distribución adecuada de los distintos tipos de elementos que conforman este tipo de sistema. Se debe recordar que este Sistema complementa la vigilancia realizada por el Sistema de Seguridad de CCTV, por lo cual, la ubicación de los elementos detectores es la clave para asegurar una detección eficaz.

RECOMENDACIONES

- Previo a la realización del diseño de cualquier tipo de sistema, se recomienda estudiar y analizar cada una de las metodologías existentes para poder determinar la más óptima para cada caso. La sistemática escogida debe tener información recopilada suficiente que valore aún más el proceso de diseño.
- Antes de realizar el diseño del sistema de Iluminación se recomienda conocer las características arquitectónicas de cada uno de los ambientes a iluminar.
- Previo al diseño del Sistema Eléctrico, se recomienda investigar las normas vigentes en el país (CEN – Código Eléctrico Nacional) con el fin de normalizar el diseño a los requerimientos o exigentes vigentes.
- Antes de escoger los elementos comerciales que conformarán parte del Sistema de Seguridad de CCTV, se debe verificar las marcas comerciales que aseguren compatibilidad de comunicación de dichos elementos. Un estudio previo de los protocolos de las marcas afirma la compatibilidad entre los mismos.
- En el proceso de diseño del Sistema de Detección de Incendios e Intrusión se recomienda definir de manera previa las zonas altamente riesgosas y que requieren de uno o más dispositivos para la detección de irregularidades.

- Para todos los sistemas diseñados se recomienda una vez instalados realizar un correcto y periódico mantenimiento con el fin de evitar el deterioro de los dispositivos colocados y la disminución del correcto funcionamiento de los sistemas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LIBROS

1. ING. RAITELLI, Mario, *Diseño de Iluminación de Interiores*, Año 2007, Ed. 3.
2. BLÁZQUEZ SÁNCHEZ, Vanesa, *Cálculo de Alumbrado de Interiores*, Año 2008, Ed. 2.
3. LASZLO, Carlos, *Lighting Design*, Año 2008, Ed. 5.
4. LUGO LOPEZ, Yuly Andrea, *Instalaciones Eléctricas*, Año 2009, Ed. 2.
5. CAPÍTULO II, *Código Eléctrico Nacional*, Año 2009.
6. ING. LUDEÑA, Fausto, *Apuntes Instalaciones Industriales*, Año 2008.
7. IVULLO, Alex, *Luminotecnia*, Ed. 1, Año 1997.
8. LASZLO, Carlos, *Manual de Luminotecnia*, Ed. 1, Año 2005.
9. ORASMA, Félix, *Videovigilancia*, Ed. 1, Año 2008.
10. REISZ, Carlos F., BETHERMYT, Gustavo, *Código de Práctica*, Ed. 1.
11. MATEO, Ramón, *Circuito Cerrado de Televisión*, Ed. 1.
12. LONUSERS, España, *Introducción a la Tecnología Lonworks*, Ed. 1, Año 2007.
13. E.P.S. INGENIERÍA DE GIJÓN, *Lonworks*, Ed. 1, Año 2005.

PÁGINAS WEB

1. http://edison.upc.es/curs/llum/css/css_pag.css, Luminotecnia.
2. <http://www.cyelect.com/index.php?folder=conceptos&page=9-4>, Luminotecnia.
3. http://www.domotic-life.com/domotica_seguridad, Domótica.
4. http://www.domotic-life.com/domotica_seguridad/?pagina=007_007, Domótica.
5. <http://www.intercron.com/incendio.htm>, Sistemas de Detección de Incendios.
6. <http://www.designlig.com/luminotecnia/exterior.htm>, Luminotecnia.
7. <http://www.ventasdeseguridad.com/200906182706/articulos/usuario-final.html>, Domótica.
8. www.rnds.com.ar, Sistema de Detección de Incendios, Intrusión y CCTV.
9. www.pelco.com/download/coaxitron_protocol, Sistema CCTV.
10. www.pelco.com/download/d_protocol, Sistema CCTV.
11. www.pelco.com/download/p_protocol, Sistema CCTV.

ANEXOS

ANEXO A

Planos Arquitectónicos

ANEXO B

Tablas de Coeficientes de Utilización

LUMINARIA	Distancia entre luminarias inferiores	Coeficiente de conservación	Techo Paredes Índice local	Coeficiente de utilización							
				70%		50%		30%			
				50%	30%	10%	50%	30%	10%	30%	10%
Luminaria de distribución simétrica para lámparas de incandescencia. Haz ancho. Alumbrado DIRECTO	1,7 x Altura de montaje	Bueno 0,80 Medio 0,75 Malo 0,70	J	0,36	0,32	0,29	0,35	0,32	0,29	0,32	0,29
			I	0,45	0,41	0,38	0,45	0,41	0,38	0,41	0,38
			H	0,52	0,48	0,45	0,51	0,47	0,45	0,47	0,45
			G	0,58	0,54	0,51	0,57	0,53	0,50	0,51	0,50
			F	0,62	0,58	0,55	0,61	0,58	0,55	0,57	0,55
			E	0,67	0,64	0,61	0,66	0,63	0,61	0,62	0,60
			D	0,70	0,67	0,65	0,69	0,65	0,64	0,63	0,64
			C	0,72	0,69	0,67	0,71	0,68	0,67	0,68	0,66
			B	0,75	0,73	0,71	0,74	0,72	0,70	0,7	0,69
			A	0,77	0,75	0,73	0,75	0,73	0,72	0,72	0,7
Luminaria de distribución simétrica para lámparas de incandescencia. Haz medio. Alumbrado DIRECTO	1,2 x Altura de montaje	Bueno 0,80 Medio 0,77 Malo 0,73	J	0,43	0,40	0,38	0,43	0,40	0,38	0,39	0,38
			I	0,50	0,47	0,45	0,50	0,47	0,45	0,47	0,45
			H	0,55	0,52	0,50	0,54	0,52	0,50	0,5	0,50
			G	0,59	0,56	0,54	0,58	0,55	0,53	0,55	0,51
			F	0,61	0,59	0,57	0,61	0,58	0,56	0,58	0,56
			E	0,64	0,62	0,61	0,64	0,62	0,60	0,61	0,60
			D	0,67	0,65	0,63	0,66	0,64	0,62	0,63	0,62
			C	0,68	0,66	0,65	0,67	0,66	0,64	0,65	0,64
			B	0,70	0,68	0,67	0,69	0,68	0,66	0,67	0,66
			A	0,71	0,70	0,69	0,70	0,69	0,68	0,68	0,67

LUMINARIA	Distancia entre luminarias inferiores	Coeficiente de conservación	Techo Paredes Índice local	Coeficiente de utilización									
				70%			50%			30%			
				50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%	
Luminaria de distribución simétrica para lámparas de incandescencia. Haz estrecho Alumbrado DIRECTO	0,7 x Altura de montaje	Bueno 0,80 Medio 0,75 Mala 0,70	J	0,52	0,49	0,47	0,52	0,49	0,47	0,49	0,47		
			I	0,60	0,57	0,55	0,59	0,57	0,55	0,56	0,55		
			H	0,64	0,61	0,59	0,63	0,61	0,59	0,60	0,58		
			G	0,68	0,65	0,63	0,67	0,65	0,63	0,65	0,63		
			F	0,71	0,68	0,66	0,70	0,68	0,66	0,67	0,66		
			E	0,74	0,72	0,70	0,73	0,71	0,69	0,70	0,69		
			D	0,76	0,74	0,72	0,75	0,73	0,72	0,73	0,71		
			C	0,78	0,76	0,74	0,77	0,75	0,74	0,74	0,73		
			B	0,79	0,78	0,76	0,78	0,77	0,76	0,76	0,75		
			A	0,80	0,79	0,78	0,79	0,78	0,77	0,77	0,76		
Luminaria de distribución simétrica para lámparas de vapor de mercurio. Haz ancho Alumbrado DIRECTO	1,5 x Altura de montaje	Bueno 0,75 Medio 0,70 Mala 0,65	J	0,38	0,34	0,32	0,38	0,34	0,32	0,34	0,32		
			I	0,47	0,43	0,40	0,46	0,43	0,40	0,43	0,40		
			H	0,53	0,49	0,46	0,52	0,49	0,46	0,48	0,46		
			G	0,59	0,55	0,52	0,58	0,54	0,52	0,54	0,51		
			F	0,63	0,59	0,56	0,62	0,58	0,56	0,58	0,56		
			E	0,68	0,64	0,62	0,67	0,64	0,61	0,63	0,61		
			D	0,71	0,67	0,65	0,69	0,67	0,65	0,66	0,64		
			C	0,72	0,70	0,67	0,71	0,69	0,67	0,68	0,66		
			B	0,75	0,73	0,71	0,74	0,72	0,70	0,71	0,70		
			A	0,77	0,75	0,73	0,75	0,74	0,72	0,73	0,71		
Luminaria de distribución simétrica para lámparas de vapor de mercurio. Haz medio Alumbrado DIRECTO	1 x Altura de montaje	Bueno 0,75 Medio 0,70 Mala 0,65	J	0,46	0,43	0,41	0,46	0,43	0,41	0,43	0,41		
			I	0,54	0,51	0,49	0,53	0,51	0,48	0,50	0,48		
			H	0,59	0,56	0,53	0,58	0,55	0,53	0,55	0,53		
			G	0,63	0,60	0,57	0,62	0,59	0,57	0,59	0,57		
			F	0,65	0,63	0,60	0,65	0,62	0,60	0,62	0,60		
			E	0,69	0,67	0,65	0,68	0,66	0,64	0,65	0,64		
			D	0,71	0,69	0,67	0,70	0,68	0,67	0,68	0,66		
			C	0,73	0,71	0,69	0,72	0,70	0,68	0,69	0,68		
			B	0,75	0,73	0,71	0,73	0,72	0,71	0,71	0,70		
			A	0,76	0,75	0,73	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71		

LUMINARIA	Distancia entre luminarias inferiores	Coeficiente de conservación	Techo Paredes Indica local	Coeficiente de utilización								
				70%			50%			30%		
				50%	30%	10%	50%	30%	10%	30%	10%	
Luminaria de distribución simétrica para lámparas de vapor de mercurio. Haz estrecho Alumbrado DIRECTO	0,3 x Altura de montaje	Buena 0,73 Media 0,68 Mala 0,63	J	0,51	0,48	0,45	0,51	0,48	0,46	0,48	0,46	
			I	0,58	0,55	0,53	0,57	0,55	0,53	0,55	0,53	
			H	0,62	0,59	0,57	0,61	0,59	0,57	0,59	0,57	
			G	0,66	0,63	0,61	0,65	0,63	0,61	0,63	0,61	
			F	0,69	0,66	0,64	0,68	0,66	0,64	0,65	0,64	
			E	0,72	0,70	0,68	0,71	0,69	0,68	0,69	0,67	
			D	0,74	0,72	0,70	0,73	0,71	0,70	0,70	0,69	
			C	0,75	0,74	0,72	0,74	0,73	0,71	0,72	0,71	
			B	0,77	0,76	0,74	0,76	0,75	0,73	0,73	0,73	
			A	0,78	0,77	0,75	0,77	0,75	0,74	0,74	0,74	
Panel para tubos fluorescentes standard. Montaje de superficie. Alumbrado SEMIDIRECTO	1,4 x Altura de montaje	Buena 0,70 Media 0,60 Mala 0,50	J	0,30	0,25	0,22	0,29	0,25	0,22	0,25	0,21	
			I	0,39	0,34	0,30	0,38	0,33	0,30	0,33	0,30	
			H	0,46	0,41	0,37	0,45	0,40	0,35	0,39	0,36	
			G	0,54	0,48	0,44	0,52	0,47	0,43	0,45	0,42	
			F	0,58	0,53	0,49	0,56	0,52	0,48	0,50	0,47	
			E	0,65	0,60	0,56	0,62	0,58	0,54	0,56	0,53	
			D	0,70	0,65	0,61	0,66	0,63	0,60	0,60	0,58	
			C	0,73	0,69	0,65	0,70	0,66	0,63	0,63	0,61	
			B	0,77	0,73	0,70	0,73	0,70	0,68	0,67	0,65	
			A	0,80	0,77	0,74	0,76	0,74	0,71	0,70	0,69	
Luminaria para tubos fluorescentes standard prevista de cubierta de material plástico. Montaje de superficie. Alumbrado SEMIDIRECTO	1,4 x Altura de montaje	Buena 0,75 Media 0,70 Mala 0,65	J	0,24	0,19	0,15	0,23	0,19	0,15	0,18	0,15	
			I	0,31	0,26	0,21	0,29	0,25	0,21	0,23	0,20	
			H	0,36	0,31	0,25	0,34	0,29	0,25	0,28	0,25	
			G	0,42	0,36	0,32	0,39	0,34	0,30	0,33	0,29	
			F	0,46	0,40	0,36	0,43	0,38	0,34	0,36	0,33	
			E	0,51	0,46	0,41	0,48	0,43	0,40	0,41	0,38	
			D	0,54	0,50	0,46	0,51	0,47	0,44	0,44	0,41	
			C	0,57	0,53	0,49	0,53	0,50	0,47	0,47	0,44	
			B	0,60	0,57	0,53	0,57	0,54	0,51	0,50	0,48	
			A	0,62	0,60	0,57	0,59	0,57	0,54	0,54	0,52	

LUMINARIA	Distancia entre luminarios inferior a	Coeficiente de conservación	Techo Paredes Índice local	Coeficiente de utilización								
				80%			70%			50%		
				30%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%
Regleta para tubos fluorescentes standard. Montaje de superficie. Alumbrado SEMIDIRECTO	1,4 x Altura de montaje	Buena 0,75 Media 0,65 Mala 0,55	J	0,27	0,21	0,17	0,27	0,21	0,17	0,22	0,20	0,17
			I	0,35	0,30	0,24	0,35	0,30	0,24	0,34	0,28	0,24
			H	0,43	0,36	0,30	0,41	0,35	0,31	0,40	0,34	0,30
			G	0,49	0,42	0,37	0,49	0,42	0,36	0,46	0,40	0,36
			F	0,55	0,47	0,42	0,53	0,47	0,41	0,50	0,44	0,40
			E	0,62	0,55	0,50	0,60	0,53	0,49	0,57	0,52	0,47
			D	0,67	0,61	0,56	0,66	0,60	0,55	0,62	0,57	0,52
			C	0,71	0,65	0,60	0,70	0,63	0,59	0,65	0,61	0,56
			B	0,76	0,71	0,66	0,74	0,69	0,65	0,69	0,65	0,62
			A	0,81	0,76	0,71	0,78	0,74	0,70	0,73	0,69	0,67
Luminaria para tubos fluorescentes standard provista de cubeta de material plástico. Montaje empotrado Alumbrado DIRECTO	1,2 x Altura de montaje	Buena 0,70 Media 0,60 Mala 0,50	J	0,27	0,22	0,20	0,26	0,22	0,19	0,25	0,22	0,19
			I	0,33	0,29	0,26	0,33	0,29	0,25	0,32	0,28	0,25
			H	0,38	0,34	0,30	0,38	0,33	0,30	0,37	0,33	0,30
			G	0,43	0,38	0,35	0,42	0,38	0,34	0,41	0,38	0,34
			F	0,46	0,42	0,38	0,46	0,41	0,38	0,44	0,41	0,38
			E	0,50	0,47	0,43	0,50	0,46	0,43	0,48	0,46	0,43
			D	0,53	0,50	0,47	0,53	0,49	0,47	0,51	0,48	0,46
			C	0,55	0,52	0,50	0,54	0,52	0,49	0,53	0,51	0,49
			B	0,59	0,55	0,53	0,58	0,55	0,53	0,56	0,54	0,52
			A	0,60	0,57	0,55	0,59	0,57	0,55	0,57	0,56	0,54

ANEXO C

Planos de Iluminación y Fuerza

ANEXO D

Planos del Sistema de Seguridad CCTV

ANEXO E

Planos de los Sistemas de Incendios e Intrusión

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. 1 Descripción de Sistemas de Alumbrado	4
Tabla 1. 2 Tipos de Lámparas según el Ambiente a Iluminar.....	5
Tabla 1. 3 Factores a tenerse en cuenta para seleccionar las lámparas	6
Tabla 1. 4 Índice del Local según el Sistema de Iluminación	11
Tabla 1. 5 Factor de Reflexión según las Características del Ambiente	11
Tabla 1. 6 Niveles de Iluminación para Zonas Exteriores.....	15
Tabla 1. 7 Tipos de Distribución de Luminarias para Alumbrado Público	16
Tabla 1. 8 Altura de Montaje de Luminaria de acuerdo a su Potencia Luminosa	17
Tabla 1. 9 Separación entre Luminarias según su Nivel de Iluminación Media	17
Tabla 1. 10 Factores de Mantenimiento por Ensuciamiento.....	18
Tabla 1. 11 Niveles de Iluminación para Escenarios Deportivos.....	23
Tabla 1. 12 Propiedades del Cobre y Aluminio.....	33
Tabla 1. 13 Características del Cobre y Aluminio	34
Tabla 1. 14 Código de Colores para Conductores.....	39
Tabla 1. 15 Factores de Demanda de Ciertos Establecimientos.....	39
Tabla 1. 16 Características de las Acometidas según la Potencia Demandada	41
Tabla 1. 17 Tipos de Lente.....	45
Tabla 1. 18 Resolución de Monitores.....	48
Tabla 1. 19 Tipos de Cable Coaxial	50
Tabla 2. 1 Edificaciones Del Liceo Fernández Madrid.....	61
Tabla 2. 2 Zonas De Recreación Y Parqueaderos Del Liceo Fernández Madrid.....	61
Tabla 2. 3 Dependencias ubicadas en el Edificio Administrativo.....	63
Tabla 2. 4 Dependencias ubicadas en el Edificio Paraboloides	64
Tabla 2. 5 Dependencias ubicadas en el Edificio de Talleres y Laboratorios	65
Tabla 2. 6 Dependencias ubicadas en el Edificio Central I.....	66
Tabla 2. 7 Dependencias ubicadas en el Edificio Central II.....	67
Tabla 3. 1 Niveles de Iluminación Recomendados para Ciertos Ambientes	70
Tabla 3. 2 Tipos de Sistemas de Iluminación	72
Tabla 3. 3 Tipos de Montajes para Luminarias	72
Tabla 3. 4 Tipos de Lámparas y sus Características	74
Tabla 3. 5 Relación del Local según el Sistema de Iluminación.....	75
Tabla 3. 6 Índice del Local en función de la Relación del Local	75
Tabla 3. 7 Factores de Reflexión de Techos y Paredes	76
Tabla 3. 12 Cálculos para el Sistema de Iluminación Edificio Administrativo.....	87
Tabla 3. 13 Cálculos para el Sistema de Iluminación Edificio Paraboloides	89

Tabla 3. 14 Cálculos para el Sistema de Iluminación Edificio Laboratorios y Talleres.....	90
Tabla 3. 15 Cálculos para el Sistema de Iluminación Edificio Central I.....	92
Tabla 3. 16 Cálculos para el Sistema de Iluminación Edificio Central II.....	95
Tabla 3. 17 Cálculos para el Sistema de Iluminación Zonas Cerradas	96
Tabla 3. 18 Tipos de Tráfico Peatonal	97
Tabla 3. 19 Tipos de Tráfico Vehicular	98
Tabla 3. 20 Nivel de Iluminación según el Nivel de Tráfico Vehicular – Peatonal.....	98
Tabla 3. 21 Distribución del Flujo Luminoso	99
Tabla 3. 22 Tipos de Lámparas y sus Características	101
Tabla 3. 23 Altura de Montaje de Luminarias	102
Tabla 3. 24 Tipos de Distribución de Puntos de Luz.....	102
Tabla 3. 25 Tipos de Distribución de Luminarias	103
Tabla 3. 26 Niveles de Iluminación Media	104
Tabla 3. 27 Coeficientes de Conservación de Suciedad	107
Tabla 3. 28 Coeficientes de Conservación de Flujo.....	108
Tabla 3. 29 Cálculos para el Sistema de Iluminación Patio Central y Parqueaderos.....	115
Tabla 3. 30 Distribución del Flujo Luminoso	116
Tabla 3. 31 Niveles de Iluminación Recomendados	120
Tabla 3. 32 Especificaciones Técnicas de Luminaria Embutida Tipo Ojo de Buey.....	126
Tabla 3. 33 Especificaciones Técnicas de Luminaria Embutida para Luz Halógena	126
Tabla 3. 34 Especificaciones Técnicas de Luminaria Fluorescente Superficial	127
Tabla 3. 35 Especificaciones Técnicas de Luminaria Incandescente Superficial.....	127
Tabla 3. 36 Especificaciones Técnicas de Reflector Parabólico	128
Tabla 3. 37 Especificaciones Técnicas de Luminaria para Exteriores.....	128
Tabla 4. 1 Tipos de Aislamiento de los Conductores.....	136
Tabla 4. 2 Resistencia al Calor de los Conductores	136
Tabla 4. 3 Características Especiales de los Conductores.....	136
Tabla 4. 4 Capacidades de Fusibles Comerciales.....	138
Tabla 4. 5 Factores de Demanda para una Institución Educativa	139
Tabla 4. 6 Características de Acometidas	142
Tabla 4. 7 Potencias Consideradas para cada Carga	144
Tabla 4. 8 Tipos de Carga de Circuitos Derivados	144
Tabla 4. 9 Número de Salidas de Cada Edificación.....	145
Tabla 4. 10 Número de Salidas de Zonas Exteriores	146
Tabla 4. 11 Potencia considerada de cada Carga	151
Tabla 4. 12 Tipos de Carga.....	151
Tabla 4. 13 Número de Salidas por Áreas	152
Tabla 4. 14 Potencia Total de cada Tablero Secundario.....	157
Tabla 4. 15 Potencia Calculada para el Tablero Secundario TS1	158
Tabla 4. 16 Resultados Obtenidos de Alimentadores Secundarios.....	160
Tabla 4. 17 Dispositivos de Protección para Alimentadores Secundarios	160
Tabla 4. 18 Distribución de los Tableros Principales	161
Tabla 4. 19 Resultados Obtenidos para el Tablero Principal 1.....	162
Tabla 4. 20 Potencia Demandada a cada Tablero Principal.....	163
Tabla 4. 21 Tipos de Recubrimiento y Calibres de cada Alimentador Principal	164
Tabla 4. 22 Dispositivos de Protección para Alimentadores Principales	165
Tabla 4. 23 Características de las Acometidas.....	165
Tabla 4. 24 Características de los Dispositivos de Medición.....	166
Tabla 4. 25 Estructura del Sistema Eléctrico del Liceo Fernández Madrid	167
Tabla 4. 26 Circuitos Derivados de Uso General (Tomacorrientes)	168
Tabla 4. 27 Circuitos Derivados de Uso General (Iluminación Fluorescente)	170
Tabla 4. 28 Circuitos Derivados de Uso General (Iluminación Incandescente)	172

Tabla 4. 29 Circuitos Derivados de Uso General (Iluminación Exterior).....	173
Tabla 4. 30 Circuitos Derivados Individuales	174
Tabla 4. 31 Potencia Demandada a cada Tablero Secundario	175
Tabla 5.1 Tipos de Identificaciones de Sistema CCTV.....	178
Tabla 5.2 Tipos de Lentes	189
Tabla 5. 3 Ejemplo de visualización de imágenes	190
Tabla 5. 4 Tipos de configuraciones de Lentes	191
Tabla 5. 5 Distancia V/H cubierta con diferentes lentes	192
Tabla 5. 6 Características de distintos lentes Varifocales	193
Tabla 5. 7 Ejemplos de Lentes Zoom	194
Tabla 5.8 Tipos de Housing	196
Tabla 5.9 Ejemplo de visualización de imágenes en diferentes monitores	203
Tabla 5.10 Características técnicas mínimas para elección del monitor	204
Tabla 5.11 Ventajas y Desventajas del uso de un único monitor	205
Tabla 5.12 Descripción general de distintos tipos de medios de TX	206
Tabla 5.13 Áreas para ubicación de cámaras.....	213
Tabla 5.14 Elección de cámaras.....	214
Tabla 5. 15 Características Escogidas para Lentes.....	215
Tabla 5.16 Cálculo de distancias focales.....	216
Tabla 5.17 Housing, Soporte y Mecanismo de Intemperie de las Cámaras.....	218
Tabla 5.18 Distribución de DVR's	219
Tabla 5.19 Descripción de monitores de diseño	220
Tabla 5.20 Configuración de convertidores para cada Cámara	222
Tabla 5.21 Códigos de equipos para Sistema CCTV Diseñado	225
Tabla 5. 22 Especificaciones de Cámara SD4H35-PG-E0.....	226
Tabla 5. 23 Especificaciones de cámara C10DN-6	227
Tabla 5. 24 Especificaciones de Fuente de Alimentación WCS4-20 / WCS1-4	228
Tabla 5. 25 Especificaciones de Fuente de Alimentación TF-2000.....	229
Tabla 5. 26 Especificaciones de Lente 13ZD6X8P / 13ZD6X15P	230
Tabla 5. 27 Especificaciones de Housing EH3508-1	231
Tabla 5. 28 Especificaciones de Soporte SWM-GY.....	232
Tabla 5. 29 Especificaciones de Soporte SWM-PA-GY.....	233
Tabla 5. 30 Especificaciones de Soporte EM1450	234
Tabla 5. 31 Especificaciones de Soporte MRCA	235
Tabla 5. 32 Especificaciones de Soporte C10-UM	236
Tabla 5. 33 Especificaciones de Monitor PMCL319	237
Tabla 5. 34 Especificaciones de Grabador Digital DX4616CD500.....	238
Tabla 5. 35 Especificaciones del Teclado y Joystick KBD300A	239
Tabla 5. 36 Especificaciones de Balún Pasivo TW3001P	240
Tabla 5. 37 Especificaciones de Balún activo TW3001AT	241
Tabla 6. 1 Exigencias para algunos detectores en diferentes edificaciones	258
Tabla 6. 2 Exigencias de medios para extinción en distintas edificaciones	262
Tabla 6. 3 Medios de Transmisión de LonWorks.....	268
Tabla 6. 4 Elementos del Sistema de Detección de Incendios en el Ed. Administrativo.....	279
Tabla 6. 5 Elementos del Sistema de Detección de Incendios en el Ed. Paraboloides	280
Tabla 6. 6 Elementos del Sistema de Detección de Incendios en Laboratorios y Talleres	281
Tabla 6. 7 Elementos del Sistema de Detección de Incendios en el Ed. Central II.....	282
Tabla 6. 8 Especificaciones Técnicas de Detector de Humo SD851E	285
Tabla 6. 9 Especificaciones Técnicas del Detector de Fuego FD851RE	286
Tabla 6. 10 Especificaciones Técnicas de Soporte B401	287
Tabla 6. 11 Especificaciones Técnicas del Pulsador Manual WCP3A-RSG/C	288

Tabla 6. 12 Especificaciones Técnicas de la Sirena y Luz Estroboscópica NSR-E24	289
Tabla 6. 13 Especificaciones Técnicas del Nodo de Control INS-080X	290
Tabla 6. 14 Especificaciones Técnicas del Nodo de Control INS-800.....	291
Tabla 6. 15 Especificaciones Técnicas de Fuente de Alimentación 12V5AB.....	292
Tabla 6. 16 Especificaciones Técnicas de Batería PS-1207	293
Tabla 7. 1 Elementos del Sistema de Detección de Intrusión en el Ed. Administrativo	303
Tabla 7. 2 Elementos del Sistema de Detección de Intrusión en el Ed. Paraboloides.....	304
Tabla 7. 3 Elementos del Sistema de Detección de Intrusión en Laboratorios y Talleres.....	305
Tabla 7. 4 Elementos del Sistema de Detección de Intrusión en Ed. Central II	306
Tabla 7. 5 Especificaciones Técnicas del Detector de Presencia IS25100TC	309
Tabla 7. 6 Especificaciones Técnicas de Soporte SMB10	310
Tabla 7. 7 Especificaciones Técnicas del Nodo de Control INS-451-X/V3	311
Tabla 7. 8 Especificaciones Técnicas de la Fuente de Alimentación 12V5AB.....	312
Tabla 7. 9 Especificaciones Técnicas de Batería PS-1207	313
Tabla 8. 1 Tipos de Tagnames.....	320
Tabla 8. 2 Datos Extras de los Tagnames	320
Tabla 8. 3 Características de los Tagnames.....	321
Tabla 8. 4 Características de los Tagnames.....	321
Tabla 8. 5 Tipos de Alarmas	322
Tabla 8. 6 Elementos de la Pantalla de Acceso.....	324
Tabla 8. 7 Tipos de Usuario	325
Tabla 8. 8 Elementos de la Ventana de Monitoreo	327
Tabla 8.9 Tags de la Interfaz de Monitoreo	331
Tabla 8. 10 Asignación de Grupo de Alarma	332

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1 Fases del Diseño de Iluminación de Interiores.....	2
Figura 1. 2 Rendimiento Luminoso por Hemisferios.....	8
Figura 1. 3 Curva de Distribución Luminosa.....	9
Figura 1. 4 Flujo de Luz Directo e Indirecto.....	9
Figura 1. 5 Representación de los parámetros del Índice del Local.....	10
Figura 1. 6 Ubicación de Luminarias.....	13
Figura 1. 7 Representación del Caso 1.....	18
Figura 1. 8 Representación del Caso 2.....	19
Figura 1. 9 Representación del Caso 3.....	19
Figura 1. 10 Representación del Caso 4.....	20
Figura 1. 11 Tipos de Proyectoros.....	22
Figura 1. 12 Elementos de una Instalación Eléctrica.....	26
Figura 1. 13 Acometida Aérea.....	27
Figura 1. 14 Acometida Subterránea.....	27
Figura 1. 15 Representación del Conductor y su Protección Exterior.....	37
Figura 1. 16 Partes Básicas de una Cámara.....	44
Figura 1. 18 Partes Básicas de un Monitor.....	47
Figura 1. 19 Sistema CCTV simple.....	52
Figura 1. 20 Sistema CCTV de Cuatro líneas.....	53
Figura 1. 21 Sensores de Movimiento.....	54
Figura 1. 22 Paneles de Control.....	56
Figura 1. 23 Elementos de un Sistema de Detección de Humo.....	57
Figura 1. 24 Tipos de Detectores de Humo.....	58
Figura 1. 25 Tipos de Luces Estroboscópicas.....	58
Figura 1. 26 Central de Alarmas.....	59
Figura 2. 1 Vista Superior Del Liceo Fernández Madrid.....	62
Figura 3. 1 Distribución de Luminarias.....	78
Figura 3. 2 Distancias para cálculo de luminarias.....	84
Figura 3. 3 Distribución Luminarias del Bar Estudiantil.....	85
Figura 3. 4 Representación del Montaje de Luminarias Exteriores.....	103
Figura 3. 5 Representación de H, A1 y A2.....	105
Figura 3. 6 Determinación de A1/H y A2/H.....	106
Figura 3. 7 Separación de Postes de Sujeción.....	108
Figura 3. 8 Distribución de Luminarias para el Patio Central.....	114

Figura 3. 9	Altura de Montaje de Luminarias	117
Figura 3. 10	Ubicación y Número de Postes.....	118
Figura 3. 11	Distancia entre Postes	119
Figura 3. 12	Distancia Esquina – Poste	120
Figura 3. 13	Distribución de Luminarias para la Cancha de Básquet.....	124
Figura 3. 14	Cálculos para el Sistema de Iluminación Canchas Deportivas	125
Figura 4. 1	Calibres de los Conductores.....	137
Figura 5. 1	Arreglo del sensor CCD	182
Figura 5. 2	Barrido de la imagen	182
Figura 5.3	Ejemplos de apertura a distintos F-Stops	185
Figura 5.4	MODs con formato 1/3”	186
Figura 5.5	Distancia Focal posterior para montaje C y montaje CS	187
Figura 5. 6	Adaptación entre montajes	188
Figura 5.7	Parte interior de un Housing	195
Figura 5. 8	Trama de Bits Protocolo Coaxitron de 15 Bits.....	199
Figura 5. 9	Trama de Bits Control de Velocidad	200
Figura 5. 10	Trama de Bytes del Protocolo D	201
Figura 5. 11	Descripción de Bytes Command 1 y Command 2	201
Figura 5. 12	Trama de Bytes del Protocolo P	202
Figura 5. 13	Descripción de Bytes Data 1 – 4.....	203
Figura 5. 14	Conexión de Configuración en modo Pasivo.....	210
Figura 5.15	Ubicación de área de control	221
Figura 6. 1	Esquema Genérico de Sistema de detección automática de incendio	246
Figura 6. 2	Acción de detectores automáticos por fases	249
Figura 6. 3	Cámara de ionización	250
Figura 6.4	Detección por dispersión de luz.....	251
Figura 6.5	Reflexión de luz sobre el fotosensor.....	252
Figura 6.6	Detección por oscurecimiento.....	252
Figura 6. 7	Detección por oscurecimiento con humo.....	252
Figura 6. 8	Central de Alarmas	257
Figura 6. 9	Esquema general de un sistema	262
Figura 6. 10	Arquitectura de LON	274
Figura 6. 11	Arquitectura de Neuron Chip	275
Figura 6. 12	Ejemplo de ubicación de componentes de Sistema de Detección de Incendio	282
Figura 7. 1	Ejemplo de Ubicación de componentes del Sistema de Detección de Intrusión	307
Figura 8. 1	Ejemplo de Creación de Aplicaciones	316
Figura 8. 2	Propiedades de una Nueva Ventana.....	317
Figura 8. 3	Barra de Dibujo	318
Figura 8. 4	Pantalla de Acceso	325
Figura 8. 5	Pantalla de Monitoreo	327
Figura 8. 6	Pantalla de Simulación de Alarmas	328
Figura 8. 7	Paso 1 para crear un Grupo de Alarmas	328
Figura 8. 8	Alarmas Creadas	329

Figura 8. 9 Características del Tag Alnc_1	331
Figura 8. 10 Ingreso de Usuario.....	333
Figura 8. 11 Ingreso de Contraseña.....	333
Figura 8. 12 Inicio del Sistema de Monitoreo.....	334
Figura 8. 13 Despliegue de la Pantalla de Simulación de Alarmas	334
Figura 8. 14 Activación de Alarmas	335
Figura 8. 15 Alarmas Atendidas	336

ACTA DE ENTREGA

El proyecto fue entregado al Departamento de Eléctrica y Electrónica y reposa en la Escuela Politécnica del Ejército desde:

Sangolquí, a _____

Ing. Víctor Proaño
DIRECTOR DE CARRERA

Sr. Dr. Jorge Carvajal
SECRETARIO ACADÉMICO

AUTORES:

Srta. Andrea Pamela Alvear Jaramillo

Sr. Fernando Javier Cañas Rivera