

**DISEÑO DEL SISTEMA DE MONITOREO DE ILUMINACIÓN Y VENTILACIÓN
DE LA CUTB**

**LEONARDO BONILLA ALDANA
ELIÉCER DARÍO LICERO GUALDRÓN
VANESSA VICTORIA SALAS ROMERO**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA TECNOLÓGICA DE BOLIVAR
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARTAGENA DE INDIAS, D.T. Y C.**

2000

**DISEÑO DEL SISTEMA DE MONITOREO DE ILUMINACIÓN Y VENTILACIÓN
DE LA CUTB**

**LEONARDO BONILLA ALDANA
ELIÉCER DARÍO LICERO GUALDRÓN
VANESSA VICTORIA SALAS ROMERO**

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero de Sistemas, Ingeniero Electrónico e Ingeniera de Sistemas respectivamente.

Director

OSCAR H. SANTOS BELTRÁN

Ingeniero Electrónico

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA TECNOLÓGICA DE BOLIVAR

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

CARTAGENA DE INDIAS, D.T. Y C.

2000

Cartagena, 20 de junio de 2000

Señores

COMITÉ DE PROYECTOS DE GRADO

**FACULTADES DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA E INGENIERÍA
DE SISTEMAS**

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

La ciudad.

Distinguidos señores:

Por medio de la presente me permito comunicarles que el proyecto titulado **“DISEÑO DEL SISTEMA DE MONITOREO DE ILUMINACIÓN Y VENTILACIÓN DE LA CUTB”** ha sido desarrollado de acuerdo con los objetivos establecidos. Como director considero que el trabajo es satisfactorio y cumple con todos los requerimientos necesarios para ser presentado por sus autores para su evaluación. Por tal motivo hago entrega formal del proyecto.

Cordialmente,

Ing. Oscar H. Santos Beltrán

Director del proyecto

Cartagena, 20 de junio de 2000

Señores

COMITÉ DE PROYECTOS DE GRADO

**FACULTADES DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA E INGENIERÍA
DE SISTEMAS**

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

La ciudad.

Distinguidos señores:

La presente tiene como objetivo presentar a su consideración para estudio y aprobación, el proyecto titulado **“DISEÑO DEL SISTEMA DE MONITOREO DE ILUMINACIÓN Y VENTILACIÓN DE LA CUTB”**, como requisito para optar el título de Ingeniero de Sistemas.

Cordialmente,

Leonardo Bonilla Aldana

Cartagena, 20 de junio de 2000

Señores

COMITÉ DE PROYECTOS DE GRADO

**FACULTADES DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA E INGENIERÍA
DE SISTEMAS**

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

La ciudad.

Distinguidos señores:

La presente tiene como objetivo presentar a su consideración para estudio y aprobación, el proyecto titulado **“DISEÑO DEL SISTEMA DE MONITOREO DE ILUMINACIÓN Y VENTILACIÓN DE LA CUTB”**, como requisito para optar el título de Ingeniero Electrónico.

Cordialmente,

Eliécer D. Licero Gualdrón

Cartagena, 20 de junio de 2000

Señores

COMITÉ DE PROYECTOS DE GRADO

**FACULTADES DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA E INGENIERÍA
DE SISTEMAS**

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

La ciudad.

Distinguidos señores:

La presente tiene como objetivo presentar a su consideración para estudio y aprobación, el proyecto titulado **“DISEÑO DEL SISTEMA DE MONITOREO DE ILUMINACIÓN Y VENTILACIÓN DE LA CUTB”**, como requisito para optar el título de Ingeniera de Sistemas.

Cordialmente,

Vanessa V. Salas Romero

REGLAMENTO ACADÉMICO

(Artículo 105)

La Corporación Universitaria Tecnológica de Bolívar se reserva el derecho de propiedad intelectual de todos los trabajos de grado aprobados y no pueden ser explotados comercialmente sin su autorización.

Nota de aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Ciudad y fecha (día, mes, año): _____

DEDICATORIAS

A mi mamá, Patricia, por su dedicación y apoyo incondicional en todo momento, para hacer de mi una persona de principios, por darme el don de la vida y la oportunidad de ser profesional.

A mis abuelos, Luis Eduardo y Emma. Con esto quiero expresar mi gratitud por siempre, por el legado que han sembrado en mí, por el respeto hacia los demás, perseverancia para continuar, la responsabilidad hasta el final y la convicción y entrega en el trabajo que asumimos en aras de un mejor mañana para quienes giran en nuestro entorno y para si mismos.

A mis compañeros Vanessa y Eliécer, por brindarme la oportunidad de desarrollar este proyecto juntos.

Leonardo.

A mi hermana María Isabel, quien hubiera estado muy orgullosa de mis logros.

A mis padres Esperanza y Eliécer quienes me han dado el regalo más preciado de todos, la educación, y que con esfuerzos, desvelos y muchas dificultades han podido ver a través de mí, su sueño hecho realidad.

A mis hermanos Migue y Andre quienes siempre han procurado dar lo mejor de sí en las ocasiones en los que los he necesitado y cuando no también.

A mis abuelos Benedicto y Helena quienes no están para compartir mis éxitos, pero que siempre estarán en mi corazón. Y a mis abuelitos Miguel y Carmen quienes siempre esperaron lo mejor de mí.

A mis tías Bernarda, Teresa, Lucila, Amparo y en especial a mi madrina Cecilia, por toda la colaboración brindada en los momentos difíciles.

A mis tíos Miche, Mane y May por todo el apoyo incondicional que recibí de ellos, al igual que de mi padrino Gerardo y mis tíos Nelson, Gustavo, Inés, Pedro y Ray.

A mis primos Shirley, Angela, Juanqui, Dianita, Gerardo, Danielito, Sonia y Cristian, Vancho y Nandy; a Lucas, Laura Cristina, Inés Helena y su esposo Wolfgang, con quienes he compartido momentos muy especiales.

A mis amigos Lucho, Simón y Kike quienes a pesar de todo se han mantenido firmes.

A Vane y a Caro por las huellas imborrables que dejaron en mi vida.

A mis compañeros de trabajo, en especial Leo, por su ejemplo, la seriedad, la constancia y convicción en el trabajo, que me permitieron ampliar mi conocimiento.

Por sobre todo, a nuestro Señor, porque sin Él no somos nada.

Eliécer.

A mis padres Rita y Victor por su esmero en mi educación, por todos esos sacrificios que tuvieron que hacer para que yo pudiese salir adelante y tener la oportunidad de ser alguien de valor y utilidad para la sociedad. En mi mente y en mi corazón siempre están presentes.

A mis hermanas Caro y Sory por su apoyo, su cariño, sus preocupaciones, pero sobre todo por su confianza. Siempre me dan fuerzas para continuar porque sé que creen en mí.

A mi abuelita, mamá Carolina y papá Victor porque además de haber forjado el carácter de mis padres influyeron en mi vida para ser hoy quien soy. El recuerdo de ustedes siempre me acompaña... abuelita donde estés espero que puedas ver mis logros.

A mis tíos “Chiqui”, Lilia, el “Mono”, Mary, Fanny, Sante, Sofi, Bevi, Beatriz y Rosa por su apoyo, su cariño y sus atenciones.

A mis queridos primos Mary, Carlos, Joche, Ani y Lourdes con los que sé que he contado siempre y a lo largo de mi vida me han colaborado cada cual en su manera muy particular. En mi corazón ocupan un lugar muy especial y más que mis primos son también mis hermanos.

A esas personas que de alguna manera han tocado mi vida y ayudado en este proceso de evolución, Alberto y Patri, gracias por su disposición y su valiosa colaboración.

A Eli por estar ahí siempre que lo necesité, por todo aquello que me enseñó y que han hecho hoy de mi una mejor persona, por su paciencia y su comprensión para conmigo.

A mi compañero Leo quien más que un compañero es un amigo, por su esmero en sacar este trabajo adelante, por su comprensión y su apoyo ante las dificultades.

Vanessa.

AGRADECIMIENTOS

Los autores del proyecto desean agradecer a las siguientes personas su valiosa colaboración en el desarrollo del mismo:

Ingeniero Oscar Santos, director de este proyecto

Ingeniero Roberto Gómez, jefe de servicios administrativos de la CUTB

Ingeniero Oscar Acuña, decano de la facultad de ingeniería eléctrica y electrónica de la CUTB

Ingenieros Juan Manuel Ríos y Darío Londoño, ABOCOL S.A.

Ingeniero Carlos Horacio García, Mejía Villegas y CIA LTDA - Medellín

Ingeniero Eduardo Acosta, Omnicon Limitada – Santiago de Cali

Ingeniero Luis Fernando Hurtado, Laumayer Colombiana LTDA - Medellín

RESUMEN

TITULO: Diseño Del Sistema De Monitoreo De Iluminación Y Ventilación De La CUTB.

AUTORES: Leonardo Bonilla Aldana, Eliécer G. Licero Gualdrón y Vanessa V. Salas Romero.

OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN: Diseñar un sistema monitoreado que reduzca el consumo por desperdicio de energía y refuerce el sistema de vigilancia de la universidad.

METODOLOGÍA: Se utilizó investigación aplicada.

RESULTADOS: Debido a que la naturaleza de los sensores infrarrojos es pasiva, estos son los más recomendados para la detección de presencia en las áreas de cubrimiento.

Se cumplieron los objetivos mediante la utilización de sensores infrarrojos para la detección de presencia en las áreas de cubrimiento. El uso de controladores lógicos programables o PLCs, proporcionó la estructura física y lógica necesaria

para el manejo de la información pertinente a la ocupación, así como también la activación de luces y ventiladores. La amplia gama de aplicaciones basadas en PLCs han permitido la estandarización en los aspectos concernientes a su instalación, puesta en servicio y supervisión, proporcionando al usuario las herramientas necesarias para personalizar su aplicación sin inconvenientes.

El control de la energización/desenergización de la carga es confiable gracias a la utilización de relés, cuya naturaleza binaria y robusto diseño, proporcionan condiciones favorables para este tipo de trabajo.

Desde el punto de vista informático, la integridad, seguridad y consistencia de la información generada por el sistema, obtenida gracias al uso de manejadores comerciales de bases de datos, se constituyeron en la base para la consecución de la confiabilidad, transparencia y actualización en tiempo real, beneficios obtenidos de la filosofía cliente/servidor utilizada para el desarrollo del *software* de control. Ahora bien, todas estas ventajas, obtenidas gracias a la utilización de un lenguaje de programación orientada a objetos, se complementan con el control de acceso a clientes para la administración adecuada de los derechos que éstos tengan sobre el funcionamiento del sistema.

En general, se realizó el diseño del sistema descrito anteriormente, con la obtención de los resultados esperados, y respaldado en información por los diferentes planos, diagramas, manuales y teoría correspondiente al

funcionamiento del **sistema monitoreado de iluminación y ventilación de la CUTB.**

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	38
1. CONCEPTOS FUNDAMENTALES	40
1.1 PRINCIPIOS DE EDIFICIOS INTELIGENTES	40
1.1.1 Generalidades	40
1.1.2 Definición	40
1.1.3 Objetivos de un edificio inteligente	41
1.1.4 Beneficios de un edificio inteligente	42
1.2 SENSORES	43
1.2.1.1 Ventajas	45
1.2.1.2 Tipos de sensores de <i>ocupación</i>	48
1.2.1.3 Áreas de aplicación	50
1.3 CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES	50
1.3.1 Generalidades	50
1.3.2 Definición	50
1.3.3 Estructura interna	51
1.3.3.1 Bloque de entradas	52
1.3.3.2 Unidad central de proceso	53
1.3.3.3 Bloque de salidas	53
1.3.4 Estructura externa	55

	pág.
1.3.4.1 Estructura compacta	55
1.3.4.2 Estructura modular	56
1.3.5 Conectividad	56
1.3.6 Ventajas de los controladores lógicos programables	59
1.3.7 Campos de aplicación	60
1.3.8 Criterios de selección	60
1.4 INTERCAMBIO DINÁMICO DE DATOS (DDE)	61
1.4.1 Definiciones	61
1.4.2 Estructura	63
1.4.2.1 Proyecto DDE	63
1.4.2.2 Direccionamiento	63
1.4.3 Aplicaciones del DDE	64
1.5 SEGURIDAD EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN	66
1.5.1 Autenticación de usuario mediante contraseña	66
2. SISTEMA DE MONITOREO DE VENTILACIÓN E ILUMINACIÓN	67
2.1 JUSTIFICACIÓN	67
2.2 REQUERIMIENTOS	67
2.3 LÓGICA DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA	69
2.4 DIAGRAMAS DEL SISTEMA	72
2.5 DISEÑO DE <i>HARDWARE</i>	79
2.5.1 Circuito de potencia	86
2.5.1.1 Carga	86

	pág.
2.5.1.2 <i>Actuador</i>	86
2.5.1.3 Protección contra corto-circuito y medio de desconexión	89
2.5.1.4 Fuente	93
2.5.2 Circuito de control	94
2.5.2.1 <i>Captadores</i>	95
2.5.2.2 Controlador	100
2.5.2.3 Protección contra corto-circuito y medio de desconexión	116
2.5.3 Cableado	117
2.5.4 Fuente	119
2.5.5 Prototipo	120
2.5.6 Otros beneficios	123
2.6 DISEÑO DE <i>SOFTWARE</i>	124
2.6.1 Especificaciones del <i>software</i>	125
2.6.1.1 Diagramas de diseño	126
2.6.1.2 Diseño de entradas	138
2.6.1.3 Salidas de datos	145
2.6.1.4 Codificación de datos	154
2.6.1.5 Diseño de archivos	158
2.6.1.6 Diseño de controles	163
2.6.2 Requerimientos y selección del lenguaje de desarrollo	164
2.6.3 Requerimientos de equipos de cómputo	166
2.6.4 Especificación de procedimientos	166

	pág.
3. ESTUDIO DE VIABILIDAD TÉCNICO-ECONÓMICA	168
3.1 PRESUPUESTOS DE INVERSIÓN DE LAS OPCIONES PARA EL CUBRIMIENTO TOTAL DE LA UNIVERSIDAD	169
3.1.1 Recuperación de la inversión	170
3.1.2 Análisis de las opciones	173
3.2 PRESUPUESTOS DE INVERSIÓN DE LAS OPCIONES PARA EL CUBRIMIENTO A ESCALA DE LA INSTITUCIÓN	175
3.2.1 Bloque 1	175
3.2.2 Bloque 2	178
3.2.3 Bloque 3	180
3.2.4 Bloque 4	182
3.2.5 Bloque 5	183
4. CONCLUSIONES	187
RECOMENDACIONES	189
BIBLIOGRAFÍA	192
BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA	193
ANEXOS	194

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Reglas de decisión de <i>hardware</i>	70
Tabla 2. Reglas de decisión de <i>software</i>	71
Tabla 3. <i>Registros</i> estándar de usuario del SLC5/02®	113
Tabla 4. Codificación de eventos	155
Tabla 5. Códigos de visualización	156
Tabla 6. Códigos de control forzado	158
Tabla 7. Estructura registro de clientes	159
Tabla 8. Estructura registro de políticas	160
Tabla 9. Estructura registro de eventos	160
Tabla 10. Estructura registro general de control	161
Tabla 11. Estructura registro de control bloque Malocka	162
Tabla 12. Estructura registro de control	163
Tabla 13. Elementos utilizados para elaboración de presupuestos	169
Tabla 14. Elementos utilizados para elaboración de presupuestos bloque 1	176
Tabla 15. Elementos utilizados para elaboración de presupuestos bloque 2	178
Tabla 16. Elementos utilizados para elaboración de presupuestos bloque 3	180
Tabla 17. Elementos utilizados para elaboración de presupuestos bloque 4	182
Tabla 18. Elementos utilizados para elaboración de presupuestos bloque 5	184

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Esquema de hogar inteligente	43
Figura 2. Iluminación en oficinas sin sensores de <i>ocupación</i>	47
Figura 3. Tipos de sensores	49
Figura 4. Patrones típicos de cubrimiento	49
Figura 5. Estructura interna de un <i>PLC</i>	51
Figura 6. Esquema operacional de un <i>PLC</i>	55
Figura 7. Estructura compacta de un <i>PLC</i>	56
Figura 8. Estructura modular de un <i>PLC</i>	57
Figura 9. <i>Red</i> de controladores lógicos programables	58
Figura 10. Diagrama de primer nivel del sistema	74
Figura 11. Diagrama de segundo nivel del sistema	75
Figura 12. Diagrama de tercer nivel del sistema	76
Figura 13. Diagrama de bloques del sistema eléctrico completo	79
Figura 14. Aula tipo I (salón de mayor capacidad)	81
Figura 15. Aula tipo II (salón de pequeña capacidad)	82
Figura 16. Espacio tipo I (baños generales)	82
Figura 17. Espacio tipo II (archivos, baños personales, etc.)	83
Figura 18. Espacio tipo III (ala de laboratorio, ala de biblioteca, sala de conferencia, etc.)	83

	pág.
Figura 19. Oficina tipo I (oficina de mayor capacidad)	84
Figura 20. Oficina tipo II (oficina pequeña, registro académico, decanatura, etc.)	84
Figura 21. Cortacircuitos totalizadores de ramal	91
Figura 22. Diagrama de bloques del circuito de control	94
Figura 23. Interconexión de bloques de control	95
Figura 24. Patrón en forma de calza	97
Figura 25. Patrón en forma cónica o semicircular	98
Figura 26. Patrón de cubrimiento de sensor de techo	98
Figura 27. Conexión en <i>red</i> de dispositivos de la familia <i>SLC500®</i>	107
Figura 28. Conexión de un <i>Micrologix® 1500</i> en red	109
Figura 29. Relación entre entradas y posiciones de memoria de un <i>PLC</i>	110
Figura 30. Relación entre posiciones de memorias y salidas de un <i>PLC</i>	111
Figura 31. Instrucción <i>MSG</i> para intercambio de datos entre <i>PLCs</i>	111
Figura 32. Diagrama de cuarto nivel del proceso 1.1	126
Figura 33. Diagrama de quinto nivel proceso 1.1.1	127
Figura 34. Diagrama de cuarto nivel proceso 1.2	129
Figura 35. Diagrama de quinto nivel del proceso 1.2.2	131
Figura 36. Diagrama de quinto nivel proceso 1.2.4	133
Figura 37. Diagrama de cuarto nivel proceso 1.3	134
Figura 38. Diagrama de cuarto nivel proceso 1.4	136
Figura 39. Diagrama de cuarto nivel proceso 1.5	137

	pág.
Figura 40. Diagrama modular del <i>software</i>	138
Figura 41. Diálogo de ingreso del cliente al sistema	139
Figura 42. Diálogo de cambio de contraseña	139
Figura 43. Formulario información cliente	140
Figura 44. Formulario perfil del cliente	141
Figura 45. Formulario de restricciones del cliente	142
Figura 46. Diálogo de búsqueda de clientes	143
Figura 47. Formulario de políticas de funcionamiento del sistema	144
Figura 48. Diálogo de movimiento de datos a históricos	144
Figura 49. Distribución física de la institución	144
Figura 50. Diálogo para el control forzado	145
Figura 51. Diálogo de rechazo identificación cliente	146
Figura 52. Diálogo de rechazo contraseña cliente	146
Figura 53. Diálogo de confirmación de entrada al sistema	146
Figura 54. Diálogo notificación falta de derechos para cambio contraseña	147
Figura 55. Diálogo de error cambio de contraseña	147
Figura 56. Diálogo de confirmación operación	147
Figura 57. Diálogo de configuración funciones DDE	148
Figura 58. Diálogo tablero deshabilitado	148
Figura 59. Diálogo áreas forzadas al finalizar aplicación	149
Figura 60. Diálogo de alarma al finalizar la aplicación	149

	pág.
Figura 61. Diálogo de áreas forzadas y alarma al finalizar aplicación	149
Figura 62. Reporte de clientes por nombre	150
Figura 63. Listado de eventos	151
Figura 64. Reporte de eventos	151
Figura 65. Visualización área de monitoreo	152
Figura 66. Nomenclatura de visualización	153
Figura 67. Reporte del estado de áreas	154
Figura 68. Reporte de funcionamiento de forzado	154
Figura 69. Comparativo de opciones según tiempo de recuperación	173
Figura 70. Aislamiento entre puertos y alimentación	200
Figura 71. Dimensiones de la AIC	201
Figura 72. Diagrama de pines <i>relé</i> Lovato TRP6932	203
Figura 73. Base para <i>relé</i> Lovato TRP6932	203

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Ahorro promedio según el EPRI	46
Cuadro 2. Direccionamiento DDE	64
Cuadro 3. Características de las áreas tipo	85
Cuadro 4. Distribución de áreas tipo por bloque	86
Cuadro 5. <i>Actuadores</i> para las áreas tipo	88
Cuadro 6. Actuadores para cada uno de los bloques	89
Cuadro 7. Cortacircuitos para el bloque de aulas A2	93
Cuadro 8. Sensores sugeridos para cada área tipo	100
Cuadro 9. Distribución de puntos de entrada/salida por bloque	105
Cuadro 10. Distribución de módulos para <i>Micrologix® 1500</i>	108
Cuadro 11. Consumo del bloque tipo	117
Cuadro 12. Opciones de inversión para implementación del sistema	168
Cuadro 13. Presupuesto de todas las opciones para toda la Corporación	171
Cuadro 14. Análisis de beneficios de las opciones de inversión	174
Cuadro 15. Presupuesto de las opciones para el bloque 1	177
Cuadro 16. Presupuesto de las opciones para el bloque 2	179
Cuadro 17. Presupuesto de las opciones para el bloque 3	181
Cuadro 18. Presupuesto de las opciones para el bloque 4	183
Cuadro 19. Presupuesto de las opciones para el bloque 5	185

	pág.
Cuadro 20. Distribución de controladores <i>SLC500</i> ® por bloque	197
Cuadro 21. Distribución de controladores <i>Micrologix</i> ® 1500 por bloque	198

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Especificaciones técnicas generales	
194	
Anexo B. Cálculos	207
Anexo C. Diccionario de datos del sistema	215
Anexo D. Diagramas de estructuras de datos	260
Anexo E. Planos y diagramas del sistema	273
Anexo F. Manuales	309

GLOSARIO

ACTUADOR: dispositivo que entrega físicamente energía a la carga (por ejemplo: un motor, iluminación, etc.)

ALGORITMO: secuencia de pasos lógicos cuyo objetivo es dar solución a un problema específico.

AMPERIO: unidad de medida de la corriente eléctrica.

AUTOMATISMO: es la disposición de medios técnicos para efectuar, de manera total o parcial, según un programa determinado, una serie de operaciones continuas y repetitivas, bajo control y supervisión electrónica y con ninguna, o reducida intervención de mano de obra.

AUTOMATIZADO: término utilizado para referirse a un entorno que posee varios *automatismos*.

BARRA: estructura metálica sólida que transporta energía eléctrica.

BASE DE DATOS: conjunto de datos interrelacionados, almacenados de forma integrada y compartida. Se entiende por integrada que la *base de datos* puede considerarse como un todo de varios archivos independientes, donde se elimina o reduce al mínimo la redundancia entre los mismos, es decir, la existencia de dos o más archivos idénticos.

BIT¹: unidad que mide el contenido informativo de cada uno de los símbolos presentes en una información escrita o codificada. Si los símbolos del código informativo se representan mediante una rotación binaria (es decir, un sistema numérico de base dos), el contenido informativo dado por un número binario será igual a un *bit*, y al revés, un *bit* representará 2^1 símbolos; dos *bits*, 2^2 símbolos; tres *bits*, 2^3 símbolos; etc.

BORLAND DATABASE ENGINE®: marca registrada por Inprise Corporation.

BORNE: elemento que se utiliza para unir dos conductores.

¹ CIRCULO DE LECTORES. Gran enciclopedia ilustrada círculo. Valencia : Plaza & Janés, 1987. p. 514.

BREAKER: elemento de protección y corte eléctrico.

BUFFER²: memoria intermedia utilizada para el almacenamiento provisional de datos, con el fin de compensar las diferentes velocidades de transmisión de éstos, o de funcionamiento, así como la falta de sincronía entre distintos dispositivos o elementos de un conjunto o sistema.

BYTE: *palabra* de ocho *bits*.

C++ BUILDER®: marca registrada por Inprise Corporation.

CAPTADOR: nombre genérico de elementos que entregan información a un sistema de control, tales como sensores, pulsadores, finales de carrera, etc.

CARRIL DIN: estructura metálica de forma y tamaño estándar utilizada para el montaje de dispositivos que lo permitan.

CD-ROM: dispositivo de almacenamiento de datos en forma de disco compacto y en el que sólo es posible la lectura de los datos del mismo.

CIRCUITO INTEGRADO³: dispositivo semiconductor que contiene en una sola capa, miles y hasta millones de subcircuitos, de ahí que se le llame integrado.

CLIENTE: nombre que se le da a un proceso que se ejecuta en un mismo *nodo* o en otro diferente y que realiza peticiones de servicio a los *servidores*; dichas peticiones están originadas por la necesidad de acceder los recursos que gestiona el *servidor*.

CÓDIGO HASH: es el resultado de la utilización de una *función resumen*.

COMUNICACIÓN SERIAL: aquella en la que los *bits* de información se transmiten uno detrás de otro en el mismo canal de transmisión.

CONTACTOR: dispositivo electromecánico similar al *relé*, diseñado para manejar altos niveles de potencia.

CONTROLADOR ELECTRÓNICO: es un sistema basado en dispositivos de estado sólido capaz de emitir una señal de control como función de una entrada que recibe, teniendo en cuenta parámetros específicos.

² CIRCULO DE LECTORES. Gran enciclopedia ilustrada círculo. Valencia : Plaza & Janés, 1987. p. 606.

³ MALVINO, Albert Paul. Principios de electrónica. México : McGraw-Hill, 1989. p. 152.

CORRIENTE DE CORTO-CIRCUITO: corriente de muy alta magnitud que se presenta cuando una falla le proporciona a la fuente una oposición muy pequeña al paso de la corriente debido a la aparición de una trayectoria mucho más corta entre ésta y el retorno.

CPU: sigla en inglés (**C**entral **P**rocessing **U**nit) que significa unidad central de procesamiento.

DELPHI®: marca registrada por Inprise Corporation.

DESENCRIPTAR: proceso contrario al de *encriptar*.

DIAGRAMA ESCALERA: representación esquemática multifilar en la cual, en cada renglón se disponen los símbolos de contactos, interruptores, pulsadores, *relés*, *contactores*, que representan una lógica de funcionamiento específica; el diagrama en general se asemeja a una escalera.

DUCK REPORT®: marca registrada de Somkiat Pathumsiriwan.

ENCRIPITAR: consiste en transformar un *texto plano* o claro en otro no comprensible, este proceso se realiza utilizando una clave.

ESTÁNDAR SERIAL RS-232: conjunto de normas y recomendaciones técnicas que regulan la comunicación serial en los sistemas.

ESTÁNDAR SERIAL RS-485: conjunto de normas y recomendaciones técnicas que regulan la comunicación serial en los sistemas.

FILLER: palabra en inglés que significa relleno.

FREEWARE: palabra en inglés que hace referencia a *software* gratuito.

FUNCIÓN RESUMEN: es un *algoritmo* que comprime el mensaje que recibe como entrada generando así otro distinto del original y de menor longitud.

GIGABYTE: unidad de medida de memoria de computador igual a 1024 *megabytes* (2^{30} *bytes*)

HARDWARE: palabra en inglés que hace referencia a la parte física de un sistema.

INFRARROJO⁴: radiación calorífica invisible adosada al rojo, la cual posee una longitud de onda entre 10^{-6} y 10^{-3} metros aproximadamente.

INPUT: vocablo en inglés que significa entrada.

INTERNATIONAL PRACTICE: conjunto de normas técnicas y eléctricas para diferentes propósitos.

INTERFAZ DE RED: dispositivo que puede ser compacto o en forma de tarjeta insertable, que se encarga de adecuar la información proveniente de otros dispositivos conectados a ella, para que pueda transportarse correctamente a través de la *red*.

LED: sigla en inglés (**L**ight **E**missor **D**iode) que significa diodo emisor de luz, el cual es un elemento semiconductor que emite luz visible cuando está en conducción, es decir, cuando circula una corriente eléctrica a través de él.

LLUVIA ÁCIDA⁵: precipitación líquida cargada de diversos ácidos (sulfúrico, nítrico, clorhídrico) y otros componentes (óxidos nitrosos, mercurio, cadmio, óxido de carbono, etc.), originada por la reacción del vapor de agua de la atmósfera con las partículas contaminantes emitidas por las instalaciones industriales y los centros urbanos (centrales térmicas, fábricas, automóviles, etc.).

MEGABYTE: unidad de medida de memoria de computador igual a 1.048.576 *bytes* (2^{20} *bytes*).

MENSAJE RESUMEN: es el resultado de la utilización de una *función resumen*, por ejemplo el *código Hash*.

MICROCONTROLADOR: es un *controlador electrónico* en forma de *circuito integrado*, es decir, posee todos los elementos de un controlador dispuestos en una estructura que en la mayoría de los casos no supera los cinco o seis centímetros.

MICROLOGIX® 1000: marca registrada por Allen-Bradley.

MICROLOGIX® 1500: marca registrada por Allen-Bradley.

MICROSOFT CORPORATION: empresa multinacional dedicada al desarrollo de programas informáticos y de sistemas operativos para computadoras.

⁴ CIRCULO DE LECTORES. Gran enciclopedia ilustrada círculo. Valencia : Plaza & Janés, 1987. p. 2166.

⁵ Ibid, p. 2549.

MICROSOFT EXCEL®: marca registrada por Microsoft Corporation.

MICROSOFT WINDOWS® 95/98/NT: marca registrada por Microsoft Corporation.

NODO: punto de toma en una *red*.

OCUPACIÓN: se refiere al hecho de que en un espacio haya presencia de personas.

OPERADOR LÓGICO: símbolo que representa una operación lógica.

ORDENADOR: sinónimo de computadora.

OUTPUT: palabra en inglés que significa salida.

OVERRIDE: palabra en inglés que significa sobre-mando.

PALABRA⁶: información máxima que puede almacenarse en una sola dirección de la memoria.

PANELVIEW: nombre dado a un tipo de interfaz de usuario fabricada por la casa Allen-Bradley.

PARADOX®: marca registrada por Paradox Corporation.

PENTIUM®: marca registrada por Intel Corporation.

PLC: sigla en inglés (**P**rogrammable **L**ogic **C**ontroller) que significa controlador lógico programable.

PLUG AND PLAY: expresión en inglés que significa conectar y usar, y que hace referencia a aparatos o dispositivos que poseen esta característica.

PROGRAMA INFORMÁTICO: especificación completa y pormenorizada de los pasos que debe realizar una computadora para la ejecución de un trabajo concreto.

RACK: palabra en inglés que hace referencia a un armario donde pueden insertarse varios chasis.

⁶ CIRCULO DE LECTORES. Gran enciclopedia ilustrada círculo. Valencia : Plaza & Janés, 1987. p. 3095

RAM: sigla en inglés (**R**andom **A**ccess **M**emory) que significa memoria de acceso aleatorio.

RED: conjunto de equipos que se encuentran interconectados físicamente.

REGISTRO: circuito electrónico que permite almacenar temporalmente un número determinado de *bits* y que constituye la parte más activa y rápida del equipo físico de la instalación.

RELÉ: dispositivo electromecánico que cierra o abre una serie de contactos cuando se le aplica o retira voltaje, según sea el caso.

RESUMEN: ver *mensaje resumen*.

RSLINX®: marca registrada por Rockwell Software.

RSLOGIX®: marca registrada por Rockwell Software.

SECUNDARIO: palabra alusiva al circuito de salida de un *transformador*.

SERIAL: relativo a *comunicación serial*.

SERVIDOR: es un proceso que se está ejecutando en un *nodo* y que gestiona el acceso a un determinado recurso.

SISTEMAS DE AUTOCOMPROBACIÓN: sistemas que realizan un chequeo automático sobre una base regular de tiempo.

SLC500®: marca registrada por Allen-Bradley.

SLC5/02®: marca registrada por Allen-Bradley.

SMOG⁷: término utilizado para denominar las masas de aire que, además de sus componentes naturales, contienen diversos tipos de partículas contaminantes generadas por distintas actividades del hombre.

SOFTWARE: palabra en inglés que significa *programa informático*.

SQL SERVER®: marca registrada por Microsoft Corporation.

TARJETA DE RED: ver *interfaz de red*.

⁷ CIRCULO DE LECTORES. Gran enciclopedia ilustrada círculo. Valencia : Plaza & Janés, 1987. p. 3739.

TENSIÓN DE LÍNEA: voltaje que existe entre la fase y el neutro.

TEXTO PLANO: es el mensaje original que se desea *encriptar*.

TRANSFORMADOR⁸: máquina eléctrica que se utiliza para elevar o reducir el voltaje según sea el caso.

TRANSISTOR⁹: pequeño elemento electrónico que aprovecha las propiedades semiconductoras del germanio o el silicio, y que se utiliza para ampliar oscilaciones eléctricas y para conmutación.

TRIAC¹⁰: dispositivo semiconductor de alta potencia cuya condición de conducción puede ser controlada por el usuario a través de un tercer terminal conocido comúnmente como compuerta, dependiendo de las especificaciones del dispositivo y el sistema para el cual sean requeridos.

TRIFÁSICO: relativo a los sistemas eléctricos que transportan energía en tres fases diferentes.

ULTRASÓNICO: relativo a *ultrasonido*.

ULTRASONIDO¹¹: vibración acústica cuya frecuencia es demasiado alta como para poder producir sensación sonora en el oído humano.

UPS: sigla en inglés (**U**ninterrupted **P**ower **S**upply) que significa fuente de energía constante.

VALOR HEXADECIMAL: valor numérico de dígitos decimales entre 0 y 15, donde los números del 10 en adelante se representan por letras subsecuentes A, B, C, D, E y F y cada dígito representa a su vez un número binario de cuatro *bits*.

VGA: sigla en inglés (**V**ideo **G**raphic **A**rray) que significa matriz gráfica de video.

VISUAL BASIC®: marca registrada por Microsoft Corporation.

VISUAL C®: marca registrada por Microsoft Corporation.

VISUAL FOXPRO®: marca registrada por Microsoft Corporation.

WINDOWS®: marca registrada por Microsoft Corporation.

⁸ MALVINO, Albert Paul. Principios de electrónica. México : McGraw-Hill, 1989. p. 81-84.

⁹ Ibid, p. 152.

¹⁰ Ibid, p. 538 - 540.

¹¹ CIRCULO DE LECTORES. Gran enciclopedia ilustrada círculo. Valencia : Plaza & Janés, 1987. p. 3980

INTRODUCCIÓN

Al comienzo de un nuevo milenio, la humanidad se ha visto involucrada en una serie de problemas de diferentes órdenes, tales como social, cultural, económico, ecológico, energético, entre otros, que han suscitado una preocupación general por la calidad de vida en este siglo naciente. Numerosos estudios han revelado las condiciones críticas en las que se encuentran los sistemas que hoy nos rigen y una especial atención se ha centrado en el campo energético, en donde el desperdicio en el consumo no sólo afecta la economía del usuario y también del proveedor, si no que tiene un impacto ambiental cuyas consecuencias apenas se están conociendo, impacto del que se hará mención en este trabajo.

La Corporación Universitaria Tecnológica de Bolívar no puede ser ajena a esta realidad puesto que ella es contribuyente a la misma gracias a la falta de conciencia de sus profesores y estudiantes que olvidan apagar ventiladores y luces en el espacio que ocuparon. Es por eso que este trabajo tiene como objetivo principal la implementación de un sistema que sea capaz de reducir el desperdicio de energía en aras de contribuir al desarrollo de la institución, gracias al ahorro económico que el sistema representa, y al bienestar de la comunidad cartagenera en general, aportando un granito de arena a la mejora del medio ambiente. Para tal fin, este trabajo ha sido concebido sobre la base de lo que hoy

se conoce como **edificio inteligente**, tecnología que se vale de la utilización de sensores de *ocupación* para lograr los objetivos antes mencionados en lo que a ahorro energético se refiere, a través de un sistema de control capaz de procesar la información correspondiente de una manera eficaz.

El prototipo del sistema presentado en este trabajo cubrirá inicialmente el segundo piso del bloque de salones A2 de la Corporación, dando así el primer paso hacia la automatización de todo el complejo. Cabe mencionar que los pasos requeridos para tal expansión también vienen incluidos en este informe, junto con el estudio de viabilidad técnico-económica que se encuentra en el anexo G para respaldarlo.

Para una mejor comprensión del lector, el aspecto teórico de los elementos que componen el sistema de control presentado en este trabajo, se expondrá iniciando desde la parte más externa, los sensores, pasando por los controladores y su *red* de comunicación, hasta el corazón del sistema: el computador, su *software* y los alcances del mismo. Una vez empapado en la base teórica, el lector podrá comprender de una mejor forma la integración del **Sistema de Monitoreo de Iluminación y Ventilación de la CUTB**, así como su funcionamiento.

Por último, vale la pena mencionar que todo avance tecnológico implica un avance cultural, reto que la Corporación Universitaria Tecnológica de Bolívar está dispuesta a asumir con la finalidad de no ceder terreno en la gran carrera hacia el futuro.

1. CONCEPTOS FUNDAMENTALES

1.1 PRINCIPIOS DE EDIFICIOS INTELIGENTES

1.1.1 Generalidades. Hoy en día es fácil encontrarnos con el término de edificio inteligente aplicado a aquellos edificios donde, de una u otra manera, se han introducido ciertos *automatismos*. Los edificios que están dotados de las instalaciones que le son propias, como son la climatización, seguridad o ascensores, debidamente gestionadas por un sistema sofisticado con un control integrado y centralizado, no son de por sí inteligentes, sino *automatizados*. La inteligencia de un edificio empieza cuando, una vez *automatizado*, es dotado de sistemas que contienen aplicaciones de alto nivel que gestionan dicha automatización y proporcionan unos servicios avanzados.

1.1.2 Definición. Desde un punto de vista más técnico se define edificio inteligente como aquel que incorpora sistemas de información en todo el edificio, ofreciendo servicios avanzados de la actividad y de telecomunicaciones, con control automatizado, monitorización, gestión y mantenimiento de los distintos subsistemas o servicios del edificio, de forma óptima e integrada, local y remota, diseñados con suficiente flexibilidad como para que sea sencillo y económicamente rentable la implantación de futuros sistemas. El nivel de

inteligencia depende de la calidad y el número de los servicios ofrecidos. Estos servicios podrían ser clasificados en las siguientes áreas: servicios básicos del sistema, soporte a la actividad, telecomunicaciones, interrelaciones con el entorno y servicios complementarios. El cerebro que controla todo el edificio y sus servicios será un *ordenador* dotado de un sofisticado *programa informático*.

1.1.3 Objetivos de un edificio inteligente. Los objetivos primarios que deberían perseguirse en el *software* de control de un edificio inteligente son los siguientes: el manejo del control principal debe poder realizarse por un usuario con unos conocimientos informáticos mínimos, aunque superiores a los de la maquinaria que compone el sistema, de los que deben ser nulos; los detalles de *hardware* deben ocultarse de forma que el usuario no pueda verlos en ningún momento; la toma de decisiones debe ser totalmente automática y si en algún momento se necesita un operador humano, será el *ordenador* el que produzca una nota verbal o escrita aconsejando el procedimiento a seguir; la optimización de los recursos existentes debe estar implícita en el sistema, así como un eventual aprendizaje ante situaciones imprevistas.

Como objetivo asociado se encuentra el **ahorro económico**, ya sea porque se optimizan recursos energéticos o porque se reducen gastos de personal, y la **fiabilidad**, al eliminar el factor humano en ciertos procesos y al poder diseñar *sistemas de autocomprobación* así como de rechazo de informaciones no contrastadas.

1.1.4 Beneficios de un edificio inteligente. Los beneficios que proporciona un edificio inteligente pueden diferenciarse según el punto de vista del usuario o habitante del edificio y el del promotor del mismo. Si el edificio tiene un uso comercial, las pequeñas empresas tienen la oportunidad de acceder a servicios comunes que, por su coste, no podrían implementarlos de forma individual. De hecho, supone una importante ventaja el que puedan acceder a ciertos servicios dentro de una gama muy amplia sólo de forma ocasional. En cualquier caso, el usuario no tiene que preocuparse de aquellos aspectos que se encuentren relacionados con la infraestructura y sólo debe pensar en su negocio o actividad. Pero el promotor es el que obtiene una ventaja inmediata de la oferta de estos servicios: además de vender un producto que resulta imprescindible para algunos clientes y beneficioso para todos, diferencia su edificio de otros muchos, aumentando los beneficios de la inversión realizada. Esta diferenciación, es un buen argumento comercial que hace al edificio muy atractivo para el posible cliente.

El lector puede predecir que el concepto de edificio inteligente abarca una gran cantidad de aspectos que tienen que ver con el desempeño regular de la vida cotidiana, en el espacio que recibe sus beneficios. Un ejemplo claro de un edificio inteligente, en este caso un hogar inteligente, se observa en la figura 1.

Con este capítulo se ha pretendido introducir al lector en el ambiente relacionado con edificios inteligentes, pero cabe anotar que para su comprensión total se requiere de un estudio mucho más profundo. La implementación de este proyecto basada en el concepto de edificio inteligente tocará únicamente los aspectos concernientes a la automatización de iluminación y ventilación, que son variables que dependen exclusivamente de la *ocupación* de áreas específicas, con fines de ahorro energético y vigilancia, aunque la institución presenta desperdicio en muchos más niveles.

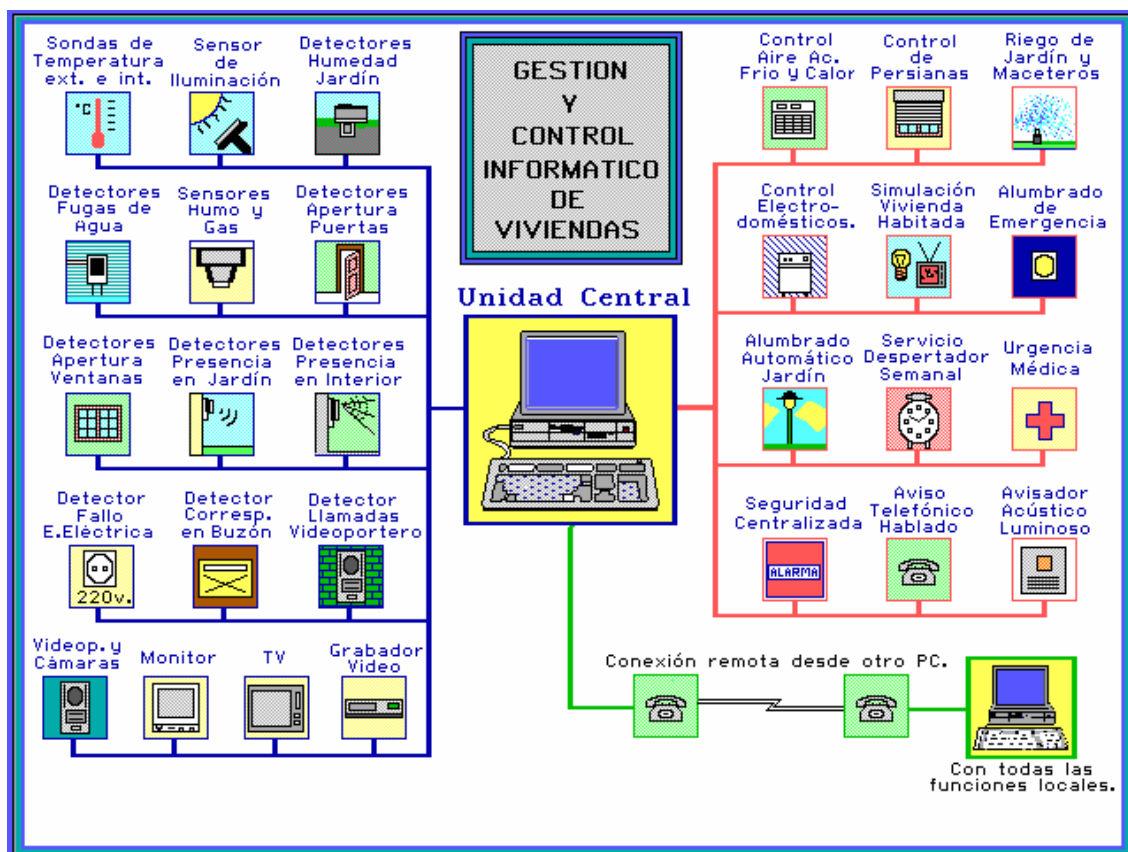


Figura 1. Esquema de hogar inteligente

1.2 SENSORES

1.2.1. Generalidades. La palabra **sensor** está relacionada de algún modo con la idea de la percepción de un determinado entorno. Si bien es cierto que a mayor cantidad de sentidos se obtiene más información del medio, esto no es señal inequívoca de inteligencia. La inteligencia requiere un correcto procesamiento y análisis de la información del entorno de manera que la respuesta consecuente permita una interacción correcta entre el medio y el ente perceptor.

Se subdividen en categorías según la variable final que detectan y según el principio de funcionamiento. En el caso de la detección de personas en espacios específicos, la variable final es *ocupación* y suelen utilizarse varios tipos de sensores según su principio de funcionamiento.

Hoy en día la dificultad de manejar los problemas económicos y ecológicos relacionados con el desperdicio de energía evidencian la necesidad de reducir el consumo de una manera efectiva y poco costosa con el fin de disminuir los gastos generados por un edificio y el posible impacto ambiental que ello acarrea. Típicamente, la iluminación consume entre el 20 y el 30% de la energía requerida por un edificio. No existe manera más simple de reducir el consumo, que apagando las luces en los espacios deshabitados, y la forma más efectiva de monitorear la iluminación en esos espacios consiste en instalar sensores de *ocupación* que apaguen las luces automáticamente.

1.2.1.1 Ventajas. La implementación de sistemas de ahorro energético basados en sensores de *ocupación* ha tenido una excelente aceptación a nivel mundial por la gran cantidad de beneficios que se derivan de la reducción del consumo. De estos beneficios, existen cuatro en especial, que merecen ser tratados un poco más a fondo de manera que sea posible analizar los aspectos relacionados con cada uno de ellos.

- **Ahorro.** Como ya se ha dicho, los sensores de *ocupación* monitorean la presencia humana de forma que pueden encender las luces cuando alguien entra en un área específica y apagarlas poco después de que ella sale. Ahora bien, estudios recientes muestran consistentemente que un edificio moderno podría consumir hasta el 40% del total de la energía en iluminación y aún así, muchos espacios de un edificio solo están ocupados entre un 30 y 60% de las horas laborables y cabe anotar que cuando las luces están encendidas innecesariamente, se desperdicia energía y dinero.

El estudio mencionado, realizado por el **Instituto de Investigación de la Energía Eléctrica – EPRI (Electrical Power Research Institute)**, un instituto sin ánimo de lucro que representa más de 700 utilidades en Estados Unidos, determinó también el ahorro aproximado viable para diferentes tipos de edificios como se muestra en el cuadro 1, donde encontró además que en todos los casos se puede

lograr un ahorro de energía entre el 25 y el 50% cuando se utilizan sensores de *ocupación* para tal fin.

Cuadro 1. Ahorro promedio según el EPRI

Tipo de Espacio	Ahorro Promedio
Oficinas Privadas	25-30%
Salones de Conferencia	35 %
Baños	40 %
Escuelas	25-40 %
Bodegas	60 %
Salones de reunión hoteles	70 %
Cuartos pequeños de almacenaje	70 %
Hospitales	80 %

Otras alternativas de ahorro incluyen la utilización de lámparas y baláستros de mayor vida útil, que además podrían optimizar sistemas de aire acondicionado ya que el calor generado por luces es menor al ser apagadas por sensores de *ocupación*.

Un esquema de la utilización de la iluminación en un complejo de oficinas típico se muestra en la figura 2, aunque puede variar según el caso.

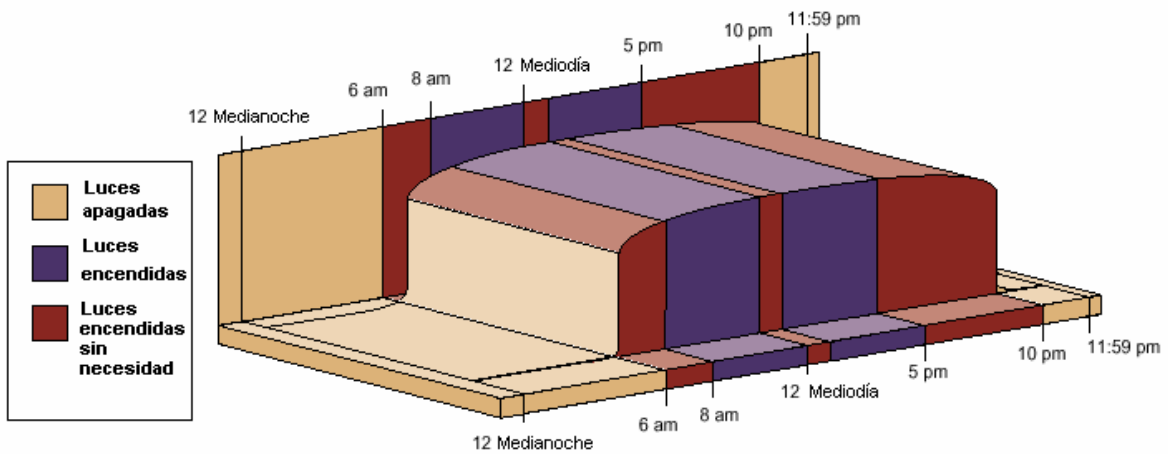


Figura 2. Iluminación en oficinas sin sensores de *ocupación*

- **Versatilidad.** La utilización de sensores de *ocupación* es el método más efectivo para lograr una reducción significativa en el desperdicio de energía en espacios deshabitados cuando se desarrolla un plan que cumpla los siguientes objetivos:

- Localizar las áreas de mayor uso.
- Determinar el mejor esquema de cubrimiento en cada área.
- Seleccionar el tipo de sensor más adecuado así como su correcta localización.

- **Mejora del medio ambiente.** El uso de sensores de *ocupación* ayuda a reducir la cantidad de gases dañinos que son emanados hacia la atmósfera, como los que resultan de la generación eléctrica, y cabe anotar que ésta aporta el 35%

de todo el dióxido de carbono, el 65% de todo el dióxido de azufre y el 36% de todos los óxidos nitrosos presentes en la atmósfera y que son los mayores componentes de la *lluvia ácida* y el *smog*. Por cada kilovatio/hora ahorrado por un sensor de *ocupación* en funcionamiento, es quemado menos combustible fósil en una planta de generación y por consiguiente, menos gases son enviados a la atmósfera, y en Estados Unidos, se ahorran en promedio 726 gramos de dióxido de carbono, 5.3 gramos de dióxido de azufre y 2.8 gramos de óxidos nitrosos.

Es claro cómo la amplia gama de aplicaciones de sistemas de ahorro basados en sensores de *ocupación*, también aporta beneficios a la salud ambiental y la ecología.

1.2.1.2 Tipos de sensores de *ocupación*. Existen dos tipos de sensores de *ocupación* según el principio de funcionamiento. Los sensores *infrarrojos*¹² detectan emisiones de luz infrarroja proveniente del calor que emanan los cuerpos, mientras que los *ultrasónicos* basan su funcionamiento en la emisión de ondas sonoras ultrasónicas.

Las figuras 3 y 4 resumen con claridad los tipos de sensores de *ocupación* y las características de sus campos de visión.

¹² LEVITON. Energy saving lighting controls. 1998, 20 p.

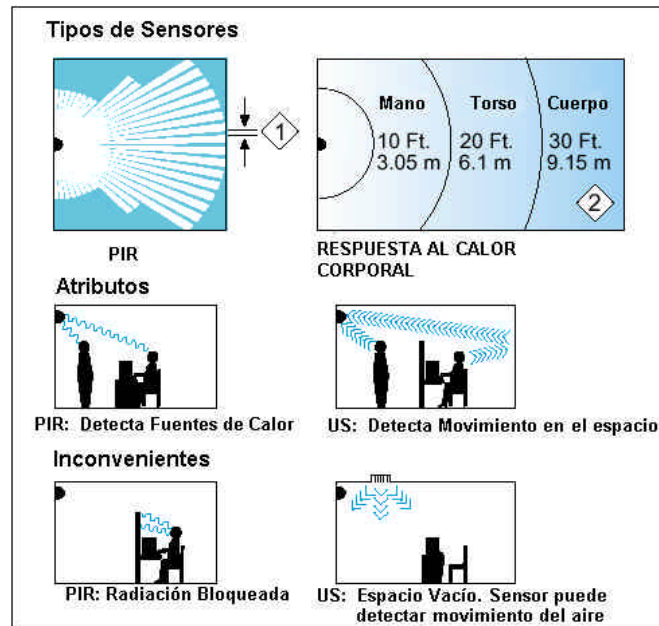


Figura 3. Tipos de sensores

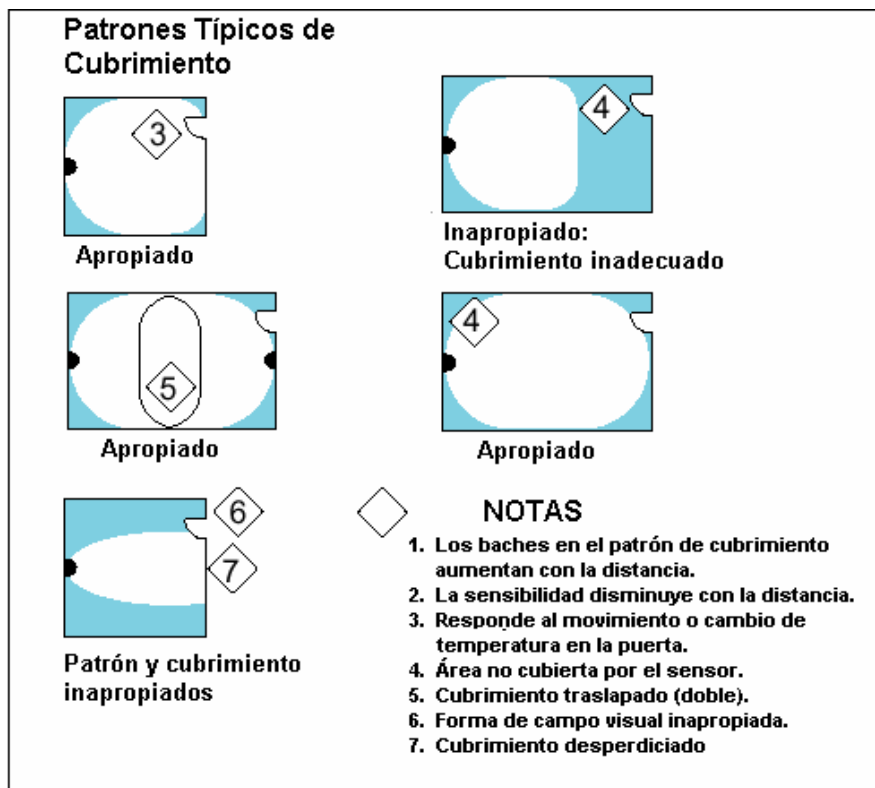


Figura 4. Patrones típicos de cubrimiento

1.2.1.3 Áreas de aplicación. Los sensores de *ocupación* deben ser utilizados donde muy rara vez, o incluso nunca, son apagadas voluntariamente las luces cuando se abandona una oficina o espacio de trabajo. Las áreas más comunes de aplicación son: oficinas cerradas, baños, pasillos, escaleras, armarios, salas de computación, oficinas abiertas, salones de clase, salones de conferencia, salones de fotocopiado, bodegas, cuartos de hotel, etc.

1.3 CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES

1.3.1 Generalidades. Los controladores lógicos programables o *PLCs* por sus siglas en inglés, son considerados hoy en día como el paso siguiente en la evolución de la lógica cableada y su utilización se ha vuelto cada día más común debido a las numerosas ventajas que ofrecen en la implementación de soluciones de ingeniería aplicada. Los aspectos más importantes para el conocimiento de este tipo de tecnología son tratados a continuación.

1.3.2 Definición. Un controlador lógico programable puede definirse como una máquina electrónica capaz de realizar procesos secuenciales en tiempo real, a través de diversos tipos de funciones lógicas, aritméticas, entre otras, definidas previamente en un *software* de control patrón. El usuario potencial requiere de conocimientos básicos en el área eléctrica y/o electrónica, siendo opcional el conocimiento en el área de sistemas.

A nivel funcional y para una mejor comprensión, es conveniente mirar un *PLC* como una caja negra con puertos de entrada y de salida, teniendo en cuenta que existe un ente lógico que relaciona de una manera adecuada las entradas con las salidas. Cabe anotar que esta relación es establecida por el usuario, mediante una programación específica. Esta programación es realizada, la mayoría de las veces, en forma de *diagrama escalera* para mayor comodidad del usuario. El *diagrama escalera* es el que se utiliza para diseñar circuitos de control basados en lógica electromecánica, es decir, de *relés* y *contactores*.

1.3.3 Estructura interna. Un *PLC* se compone esencialmente de tres grandes bloques a saber:

- Bloque de entradas.
- Unidad central de procesamiento (*CPU*).
- Bloque de salidas.

En la figura 5 puede observarse un esquema de la estructura interna de un *PLC*.

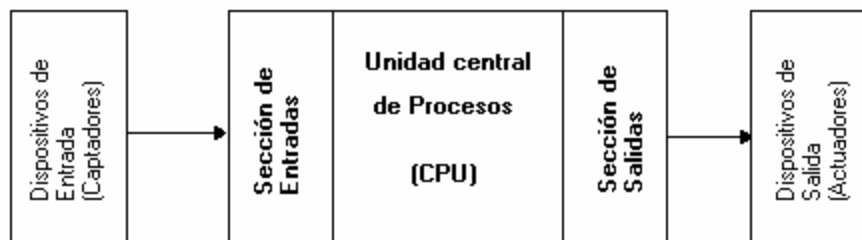


Figura 5. Estructura interna de un *PLC*

1.3.3.1 Bloque de entradas. Adapta y codifica mediante una interfaz adecuada las señales provenientes de la periferia, es decir de los *captadores*, de manera que puedan ser interpretadas por la unidad central de procesos. Además provee un aislamiento eléctrico entre los *captadores* y los circuitos electrónicos internos del *PLC*. Se clasifican según la **tensión** y el **tipo de señal** que reciben. Según la tensión, existen tres tipos de entradas:

- **Libres de tensión.**
- **De corriente continua.**
- **De corriente alterna.**

Según el tipo de señal que reciben, existen dos tipos de entradas:

- **Analógicas.** Cuando la señal acoplada a la entrada es tal que varía en función del tiempo. Se requiere conversión análogo-digital para el correcto tratamiento de la información por parte de la unidad central de procesos. Las señales correspondientes a velocidad, temperatura, presión, nivel, etc., encajan dentro de este grupo.
- **Digitales.** Cuando la señal acoplada a la entrada tiene sólo dos valores posibles. Típicamente se conocen como señales *todo o nada* y corresponden a presencia o ausencia de tensión respectivamente. Son las más utilizadas y son

proporcionadas por elementos de la misma naturaleza tales como finales de carrera, pulsadores, interruptores, etc.

1.3.3.2 Unidad central de proceso. Al igual que en una computadora, la *CPU* de un *PLC* está constituida por dos unidades menores que en general cumplen con dos funciones principales, una función de control, utilizando señales de temporización para la correcta sincronía del sistema, y otra de realización de operaciones aritméticas y lógicas con los datos que son suministrados por la memoria de uso y la memoria que contiene el programa. Estas dos unidades se conocen como **unidad de control** (CU, por **C**ontrol **U**nit) y **unidad aritmético-lógica** (ALU, por **A**rithmetic **L**ogic **U**nit).

1.3.3.3 Bloque de salidas. Realiza la función inversa al bloque de entradas, decodificando y amplificando las señales provenientes de la *CPU* para ejecutar una acción específica sobre los dispositivos de salida o *actuadores*. También posee una interfaz de aislamiento eléctrico, para la protección de los circuitos electrónicos correspondientes a la etapa de salida. Aunque al igual que en las entradas, existen salidas según la tensión (continua, alterna o libre de ésta), en realidad las salidas de un *PLC* por lo general se clasifican según el **dispositivo** que entrega la energía de salida y según el **tipo de señal**. Según el dispositivo que entrega la energía, existen tres tipos de salidas a saber:

- **A relé**, utilizada típicamente para *actuadores* de corriente alterna.

- **A triac**, también utilizada para *actuadores* de corriente alterna.
- **A transistor**, utilizada para *actuadores* de corriente continua.

Según el tipo de señal, las salidas se clasifican en **analógicas** y **digitales**.

Existen otros elementos no menos importantes que le proporcionan operatividad al *PLC* y por ende al sistema basado en él. Son ellos la **unidad de alimentación** que proporciona la tensión de funcionamiento a partir de la *red* (120 o 220VAC) o bien de fuentes de tensión directa, típicamente 24Vcc y la **unidad de programación**, por cuanto se ha mencionado que un *PLC* es funcional a través de un programa específico diseñado por el usuario del sistema, y este es el medio por el cual el programa es transferido, bien puede ser por medio de una computadora, que utiliza a su vez un *software* de programación, o bien por medio de un dispositivo especial llamado **consola de programación**.

Naturalmente el sistema lo completan los periféricos físicamente independientes del *PLC*, es decir que no intervienen en la programación o ejecución del programa como lo son impresoras y/o pantallas y sus respectivas interfaces.

Una relación más detallada entre los elementos arriba descritos se muestra a continuación en la figura 6.

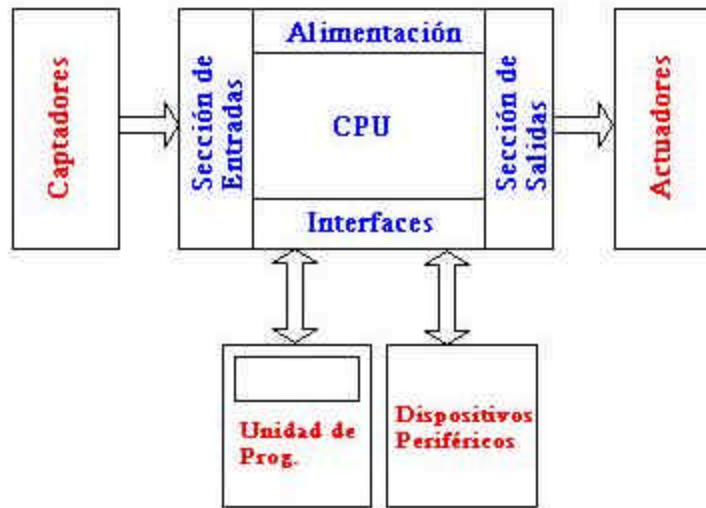


Figura 6. Esquema operacional de un PLC

1.3.4 Estructura externa. Se refiere al aspecto físico exterior del *PLC* según la constitución de sus bloques o elementos. Típicamente existen dos tipos: estructura *compacta* y estructura *modular*.

1.3.4.1 Estructura compacta. Presenta en un solo bloque todos sus elementos internos, es decir, fuente de alimentación, *CPU*, bloque de entradas, bloque de salidas, etc. Un ejemplo de esta estructura se observa en la figura 7. Por lo general, los únicos elementos a la vista son los bloques de entradas/salidas y los *bornes* de alimentación y comunicación. Los demás componentes se localizan dentro del cuerpo como tal.

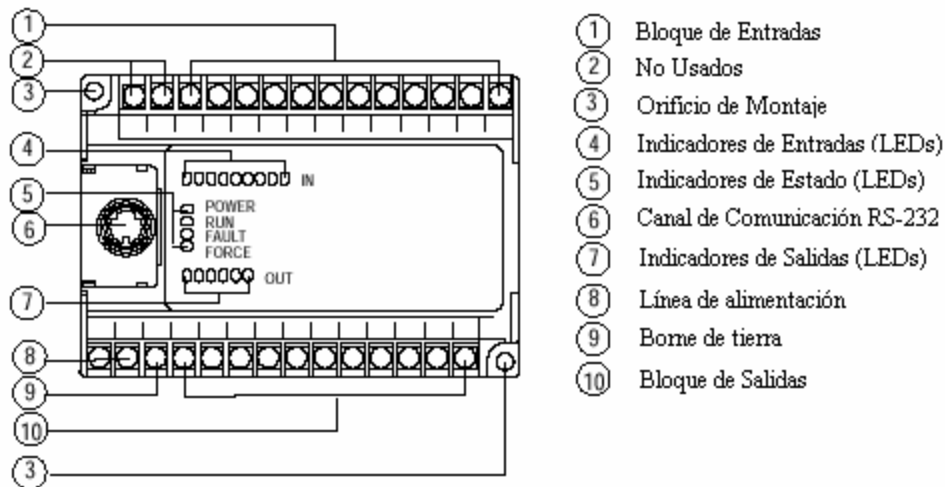


Figura 7. Estructura compacta de un PLC

1.3.4.2 Estructura modular. Como su nombre lo indica, este tipo de PLC está dividido en módulos los cuales cumplen funciones específicas. El montaje de este tipo de PLC, al igual que los compactos, puede hacerse sobre riel o *carril DIN* o placa perforada, y el chasis es insertable en *rack*.

Un ejemplo de un PLC modular, donde sus componentes, a excepción de la fuente, vienen en forma de tarjetas insertables se observa en la figura 8.

1.3.5 Conectividad. Al igual que una computadora, un controlador lógico programable posee la capacidad de interconectarse con otros dispositivos semejantes para el intercambio de información. Dicha interconexión es conocida también como *red*. Para lograr tal propósito, se requiere por lo general de un módulo especial que proporcione la conectividad. Un controlador modular

necesita una tarjeta conocida como *tarjeta de red* o *interfaz de red* para establecer una comunicación con cualquier otro tipo de dispositivo. Cabe anotar que en el otro extremo de la conexión deberá existir una interfaz similar. Un controlador compacto posee por lo general, su propio puerto de comunicaciones, aunque es posible que necesite un dispositivo adicional para lograr la conexión a una *red*. De esta forma es posible interconectar un controlador específico con una impresora, una interfaz de operador tipo pantalla, un controlador de otra referencia, etc.

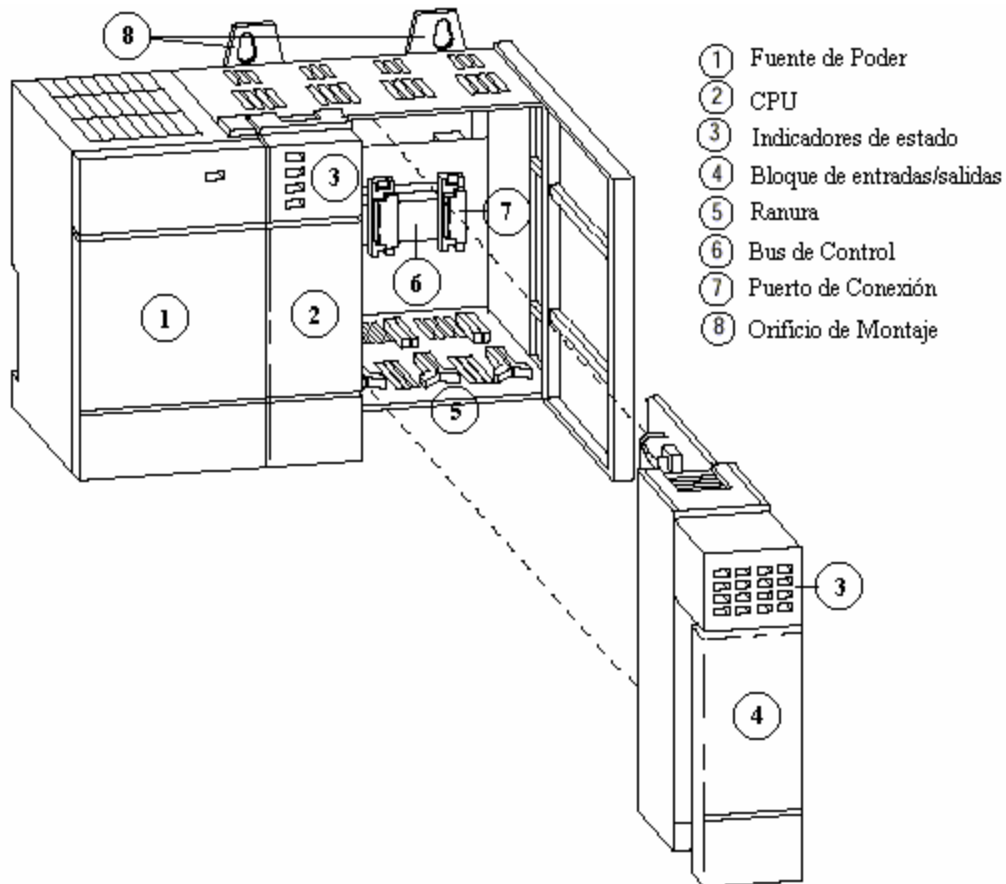


Figura 8. Estructura modular de un PLC

Las *redes* de *PLCs* son utilizadas en su mayoría, para ampliar la cobertura de un determinado sistema, por ejemplo, cuando los bloques de entradas/salidas no son suficientes, así como también para atender necesidades específicas en donde se requiere la utilización de controladores de diferentes características, pantallas de visualización, computadoras de supervisión, etc. Un ejemplo típico de sistemas con *PLCs* dispuestos en *red* se observa en la figura 9.

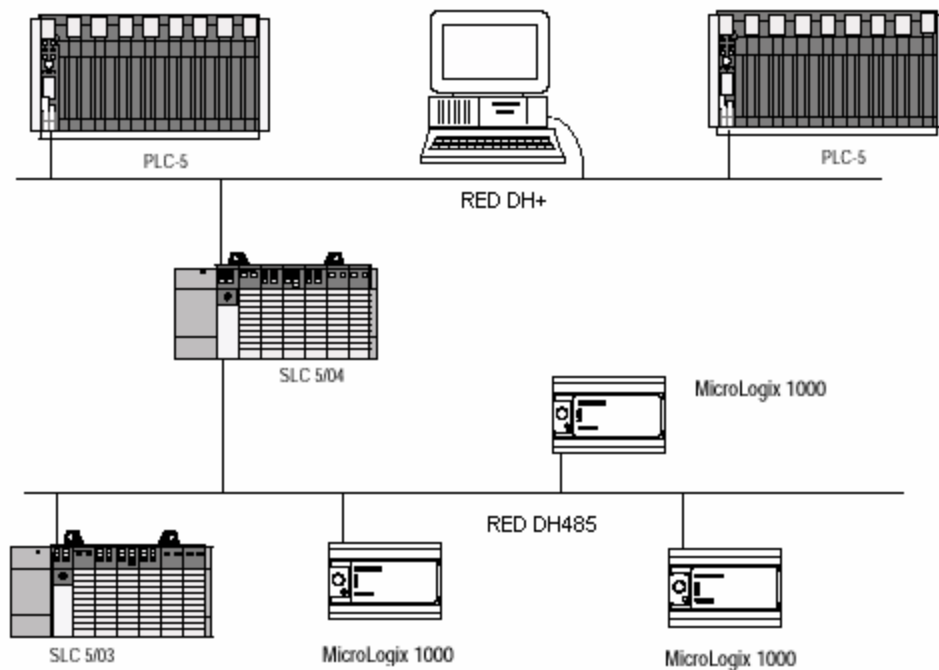


Figura 9. Red de controladores lógicos programables

El diseño de una *red* de controladores no difiere mucho de su equivalente en computadores, es decir, los criterios de selección de materiales, cables, distancias, cuartos de control, etc., son igualmente válidos tanto para los unos, como para los otros. Naturalmente cada dispositivo requiere de ciertas

especificaciones técnicas que deben ser tenidas en cuenta por el diseñador de la *red*.

1.3.6. Ventajas de los controladores lógicos programables. Dentro de los beneficios que se obtienen al implementar sistemas basados en *PLCs* se pueden numerar los siguientes:

- Simplificación del trabajo en términos del tiempo de elaboración del proyecto, debido a que los diagramas del sistema se diseñan directamente sobre el *PLC* y no es necesario el cableado electromecánico.
- Flexibilidad, por cuanto es posible introducir modificaciones sin cambiar el cableado ni añadir aparatos.
- Mínimo espacio de *ocupación*.
- Menor coste de instalación.
- Supervisión más ágil y eficiente del sistema.
- Mayor rapidez de implementación.
- Capacidad de reutilización, es decir, si un proceso quedara fuera de servicio el controlador sigue siendo útil para otro.

Aunque la implementación de un sistema con *PLCs* es desde todo punto de vista ventajosa, la inversión inicial suele ser elevada, por lo que es necesario evaluar la necesidad real de un *PLC* como solución a un problema específico, asegurando

una decisión acertada y de esta manera no convertir la adquisición de un controlador en un problema.

1.3.7 Campos de aplicación. Conociendo todas las características de un controlador lógico programable se puede deducir fácilmente que existen muchos campos en donde su implementación es conveniente. Recordando que un *PLC* se especializa en procesos secuenciales, los ejemplos más comunes de aplicación se enumeran a continuación:

- Maniobra de máquinas en procesos industriales tales como: obtención del plástico, ensamblaje de automóviles, entre otros.
- Manejo de instalaciones tales como: aire acondicionado, calefacción, iluminación, variables de control típicas en edificios inteligentes.
- Señalización y control del estado de procesos y chequeo de programas.

1.3.8 Criterios de selección. Las especificaciones del *PLC* que desea adquirirse dependen de la aplicación, del ambiente con el que va a interactuar, el alcance del proyecto, entre otras cosas. En aplicaciones pequeñas por lo general se utilizan *PLCs* compactos, mientras los modulares son de uso común en aplicaciones donde es requerida una mayor flexibilidad.

Los criterios sobre los cuales se escoge un *PLC* son los siguientes:

- **Tipo de entradas.** Análogas y/o digitales.
- **Tipo de procesador.** Capacidad de memoria, funciones, etc.
- **Tipo de salidas.** Análogas y/o digitales; a *triac*, a *relé*, a *transistor*.
- **Numero de puntos entrada/salida.** Cantidad de entradas y salidas.
- **Tensión de trabajo.** Para el controlador y sus entradas y salidas; a 120VAC, 24DC, etc.
- **Capacidad de conectividad.** Conexión en *red*.
- **Tamaño del chasis.** Número de ranuras de chasis
- **Tipo de fuente.** A 24DC, 120VAC, etc.

Las dos últimas especificaciones sólo aplican a *PLCs* modulares.

1.4 INTERCAMBIO DINÁMICO DE DATOS (DDE)

1.4.1 Definiciones. DDE (*Dynamic Data Exchange*, por su sigla en inglés) es un protocolo de comunicación entre aplicaciones estándar incorporado en los sistemas operativos **Windows®** de **Microsoft** y es compatible con muchas aplicaciones que se ejecutan bajo **Windows® NT**. Sencillamente lo que hace es tomar datos de una aplicación y entregárselos a otra.

El modelo del funcionamiento de DDE es una conversación entre dos personas, las cuales representan diferentes aplicaciones que se ejecutan en **Windows®**, y los datos que se transmiten representan lo que están hablando.

Este protocolo de comunicación hace posible que los programas **Windows®** compatibles con DDE intercambien datos entre ellos. Una aplicación de *cliente* puede intercambiar datos con una aplicación de *servidor* especificando simplemente una **aplicación**, un **tema** y un **ítem**, los cuales se definen de la siguiente manera:

- **Aplicación.** Para obtener datos desde un programa de **Microsoft Windows®** utilizando otro programa cualquiera bajo la misma plataforma, es necesario proporcionar el nombre del programa que el usuario desea que responda a su mensaje. De igual manera cuando se usa un vínculo DDE entre dos programas, se especifica el nombre del programa con el que se desea intercambiar datos. Por ejemplo, si se desea enviar datos a una hoja de cálculo **Microsoft Excel®**, el nombre del programa es **EXCEL** (para el formato Excel versión 5.0).
- **Tema.** Los temas disponibles son determinados por la aplicación. La aplicación que solicita los datos debe seleccionar un tema disponible o no se podrá realizar el intercambio de datos. Para el nombre del tema, el máximo de caracteres es 49.
- **Ítem.** Después de la aplicación y el tema, es necesario proporcionar el ítem específico. El ítem determina la dirección de la tabla de datos a donde escribir o desde donde leer.

Ahora bien, la comunicación siempre es entre dos entidades, típicamente un *servidor* y un *cliente*. Un **servidor DDE** es un programa que tiene acceso a datos y que puede proporcionar datos a otros programas del sistema operativo **Windows®**. Un **cliente DDE** es un programa que puede obtener datos desde un *servidor*.

1.4.2 Estructura. Los elementos que componen la estructura de un vínculo DDE son los siguientes:

1.4.2.1 Proyecto DDE. Un proyecto es un recipiente que contiene todos los temas que componen el intercambio de datos. La cantidad de temas es opción del usuario, pero es recomendado agregar todos los temas necesarios en un proyecto específico. Sin embargo, los recursos de la computadora son optimizados cuando se organizan los temas en diferentes proyectos que tengan objetivos específicos para propósitos distintos. Cabe anotar que sólo se puede utilizar un proyecto a la vez.

1.4.2.2 Direccionamiento. Una solicitud de información a través de DDE posee un formato especial en el que se especifican las definiciones expuestas en los apartes anteriores. Este formato puede variar según la aplicación que proporciona los datos. Sin embargo, la forma más común de un vínculo DDE es como se observa en el cuadro 2.

Cuadro 2. Direccionamiento DDE

[dirección]_<,L##>_<,C##>_<,R##>_	
[]	Los ítems dentro de los paréntesis indican un campo requerido (dirección) que es apropiado para el tipo de procesador especificado en el tema.
<>	Los ítems dentro de los símbolos de mayor que (>) y menor que(<) indican un comando de formato de bloque o bloque de lectura opcional.
L##	Indica la longitud total (tamaño del bloque) o el número de ítems a leer.
C##	Indica el número de columnas para el formato de los datos. Esto es para propósitos de mostrar en pantalla en la aplicación de <i>cliente</i> .
R##	Indica el número de filas para el formato de los datos. Esto es para propósitos de mostrar en pantalla en la aplicación de <i>cliente</i> .
##	Indica un valor numérico que debe colocarse después del especificador opcional.

El tamaño del bloque está limitado por el número de *bytes* que puedan ser transferidos, así como del número de *palabras* dentro de un solo elemento.

1.4.3 Aplicaciones del DDE. El intercambio de información entre aplicaciones que soportan DDE es de vital importancia pues pueden aprovecharse recursos

que posee una aplicación y que le hacen falta a otra, con el objetivo de generar, por ejemplo, reportes estadísticos, barras o tortas gráficas, en fin.

En el caso del manejo de sistemas, muchos programas para manejo de controladores son compatibles con DDE, lo que les permite intercambiar información con otras aplicaciones que le permitan procesar información y deducir tendencias. Pero el caso más especial lo constituyen los lenguajes de programación que soportan DDE, por cuanto un usuario puede escribir una aplicación específica para el control de un sistema en particular, a través de el intercambio de información con otra aplicación que esté relacionada directamente con el controlador. Para citar un ejemplo, los controladores **Allen-Bradley** utilizan un *software* de comunicaciones llamado **RSLinx®** para establecer enlaces con computadoras. Esta aplicación soporta DDE, por lo que un usuario cualquiera puede escribir su propio programa de control con la información que puede obtener del procesador.

Por todo lo anterior, el intercambio dinámico de datos se ha convertido en una solución para aquellos usuarios cuyos procesos no requieren un programa de control sofisticado. El único inconveniente lo representa el costo de los programas de comunicaciones que soportan DDE, aunque ciertamente nunca superan el costo de un programa de control especializado.

1.5 SEGURIDAD EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN

1.5.1 Autenticación de usuario mediante contraseña. El funcionamiento de la autenticación está basado en información secreta (contraseña), la cual solamente es conocida por el usuario. Dicha contraseña le permite a éste identificarse positivamente frente al sistema. Es necesario tener en cuenta que en algunos sistemas cualquier usuario puede acceder a algunos archivos del mismo, por lo que se hace necesario almacenar en el archivo de contraseñas el *resumen* de éstas en vez de las mismas en *texto plano*. De esta manera el trabajo requerido para adivinar una contraseña que se ajuste a un *resumen* específico será considerablemente grande, tanto como para decir que es imposible de lograr.

En este proyecto se utilizará el *algoritmo* MD5 para la protección de las contraseñas de los **clientes** del sistema. Dicho algoritmo fue suministrado por los autores del trabajo de grado titulado **Implementación de herramientas criptográficas de clave pública y funciones Hash para la CUTB**, en donde fue desarrollado.

2. SISTEMA DE MONITOREO DE VENTILACIÓN E ILUMINACIÓN

2.1 JUSTIFICACIÓN

Una de las principales razones para la implementación de un sistema específico se fundamenta en la necesidad de resolver un problema. En este caso, y como se ha planteado en la introducción, el objetivo es reducir el consumo por desperdicio de energía en la Corporación Universitaria Tecnológica de Bolívar, que en algunas ocasiones ha llegado a sobrepasar la cuarta parte del total del consumo, al menos en lo que a salones se refiere. La causa de este problema ha sido identificada en el hecho puntual de dejar encendidas las luces y/o los ventiladores de las aulas, oficinas, etc., por los ocupantes de las mismas, al momento de abandonarlas.

En este capítulo se establecerán los requerimientos necesarios para el diseño de un sistema que pueda cumplir con las necesidades de un área específica y que sea fácilmente expandible para el cubrimiento total.

2.2 REQUERIMIENTOS

Una vez identificado el problema, se busca darle solución de la manera más eficaz enunciando las características más generales que debe tener el sistema en cuestión:

- Detección oportuna de la *ocupación*/desocupación de un área.
- Transporte adecuado de la información correspondiente a la *ocupación* total del área cubierta por el sistema.
- Capacidad de decisión a partir de la información de entrada.
- Registro de eventos.
- Facilidad y seguridad en la operación y mantenimiento.
- Flexibilidad.

Expuestas las características que debe poseer el sistema, es cuestión de definir qué recursos disponibles pueden utilizarse para lograr cumplir las tareas enunciadas anteriormente.

La detección eficaz de personas en espacios puede hacerse de muchas maneras, pero se ha demostrado que los **sensores de ocupación** representan la mejor opción, tal como se expuso previamente en el capítulo uno. El transporte de la información se reduce al cableado adecuado, puesto que los contactos de los sensores, los cuales proveen la información de *ocupación*/desocupación a través de señales de voltaje todo o nada, poseen sus respectivos terminales para tal fin. Ahora bien, todo sistema de control tiene una sección de decisión, la cual se encarga de analizar la información de entrada, procesarla y generar la respuesta más adecuada. Usualmente se le llama **controlador**, y existen muchos tipos: *microcontroladores*, controladores lógicos programables, etc., siendo los *PLCs* los

más utilizados en la industria por su versatilidad y flexibilidad. Otras funciones menos comunes como registro de eventos, reportes estadísticos, etc., son beneficios que se obtienen cuando se introduce una **computadora** a un sistema de control, además de proveer un entorno amable con el operador y opciones adicionales de seguridad y mantenimiento.

A partir de lo anterior, es necesario definir una lógica de funcionamiento deseada, necesaria para el correcto diseño del sistema.

2.3 LÓGICA DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

La lógica de funcionamiento del sistema está dada por las diferentes acciones que deben tomarse a partir de los datos recolectados del entorno del mismo. Como pueden surgir una gran cantidad de combinaciones de acciones es necesario emplear técnicas que permitan organizar dichas acciones y qué conlleva a ellas.

Una forma eficiente de hacer esto es construir tablas de decisión. Una tabla de decisión es una estructura en la que se agrupan las condiciones del sistema y las acciones que pueden tomarse, relacionadas por medio de reglas de decisión. Una regla de decisión se crea a partir de las diferentes combinaciones de condiciones y enumera las acciones que deben tomarse, mas no el orden en que éstas deben ejecutarse.

Teniendo en cuenta que en los requerimientos del sistema se define el uso de un controlador y de una computadora se debe crear una tabla de decisión para cada una de estas partes. La sección conformada por el controlador se distinguirá como *hardware* y sus reglas de decisión se muestran en la tabla 1; la sección manejada por la computadora se identificará como *software* y sus reglas de decisión se muestran en la tabla 2.

Tabla 1. Reglas de decisión de *hardware*

Condiciones	Reglas de decisión
Detecta <i>ocupación</i> o activación	S N S S S S S S N N N N N N
Recibe orden de forzar encendido	- - N S N N S N N S N N S N
Recibe orden de forzar apagado	- - N N S N N S N N S N N S
Recibe orden de activar alarma	- - N N N S S S N N N S S S
Acciones	
Transmitir información al PC	X X
Energizar área	X X X X X X
Desenergizar área	X X X X X X
Activar alarma	X X X X X X
Desactivar alarma	X X X X X X

Para interpretar las reglas de decisión se establecen las condiciones que deben satisfacerse para emprender un conjunto de acciones que deben ejecutarse, por

ejemplo, con base en los datos de la tabla 5 tenemos, si se detecta *ocupación*, y si se recibe la orden de activar la alarma, se deben tomar las acciones de energizar el área y de activar la alarma; ésta es una regla de las 14 que posee dicha tabla.

Tabla 2. Reglas de decisión de *software*

Condiciones	Reglas de decisión				
Recibe datos del <i>PLC</i>	S				
Hora normal	-	S	N	S	N
Cliente ordena forzamiento	-	N	N	S	S
Acciones					
Verificar hora según política	X				
Registrar control estado normal		X			
Registrar control estado anormal			X		
Registrar control estado forzado normal				X	
Registrar control estado forzado anormal					X
Enviar datos al <i>PLC</i> de forzados				X	
Enviar datos al <i>PLC</i> de activar alarma			X		X

La interpretación de las reglas de esta tabla se realiza de la misma forma que en la tabla anterior.

2.4 DIAGRAMAS DEL SISTEMA

Una vez definida la lógica del sistema se procede a enlazar en forma coherente los diferentes componentes que lo conforman.

Para esto se dibujan diagramas de las diferentes etapas del sistema, empezando por la relación de éste con su entorno y continuando su desarrollo de lo general a lo específico, determinando los diferentes procesos necesarios para su funcionamiento y mostrando el flujo de información entre ellos, finalizando con la relación física de los usuarios con el sistema.

En esta etapa del diseño del sistema se implementa el uso de diagramas de flujos de datos mediante la notación Yourdon, desarrollada por **Yourdon Inc.**, compañía de consultoría y desarrollo profesional. Estos diagramas constan de cuatro elementos básicos para la descripción de los elementos del diagrama y la relación entre ellos:

- **Flujo de datos.** Simboliza el movimiento de datos dentro del proceso en determinada dirección, se representa mediante una flecha, desde un origen a un destino en forma de documentos, cartas, llamadas telefónicas, etc.; al flujo de datos se le conoce también como paquete de datos. Los flujos de datos se nombran preferiblemente con adjetivos que identifican el paquete de datos que se maneja a través de estos.

- **Procesos.** Representan las personas, procedimientos o dispositivos que utilizan, transforman o producen datos, se nombran mediante verbos y no representan la fuente física de los datos, solo su tratamiento. La representación de los procesos se grafica mediante una circunferencia con una identificación del proceso en su parte superior y con la acción que efectúa en su parte central.
- **Entidades.** Conocidas también como fuente o destino de datos, representan el origen de los datos que circulan en el sistema, ya sea personas, otros programas u organizaciones que interactúan con el sistema pero se encuentran fuera de su entorno. La representación gráfica de las entidades es un cuadro o un rectángulo identificado con el nombre de la entidad que representa.
- **Almacenes de datos.** Es el lugar donde el sistema guarda los datos o al que hacen referencia los procesos del sistema. El almacén de datos puede representar tanto dispositivos físicos, por ejemplo un archivador, como computacionales. Su representación gráfica se realiza mediante un rectángulo con sus paredes laterales abiertas y como los demás elementos del diagrama se debe nombrar con una identificación que lo diferencie.

La primera representación lógica del sistema debe ser la relación de éste con su entorno, y consta de 5 elementos básicos: un proceso, tres entidades y un almacén de datos, como se observa en la figura 10.

La entrada principal de datos del sistema proviene de los usuarios de las áreas en que éste tiene cubrimiento; se procesan dos tipos de datos, la presencia de

usuarios y la activación de ventiladores y luces. El sistema procesa esta información, la almacena en una *base de datos* y toma decisiones sobre el accionamiento de las cargas eléctricas de las áreas de cubrimiento según el día y la hora, lo que se conoce como **política del sistema**.

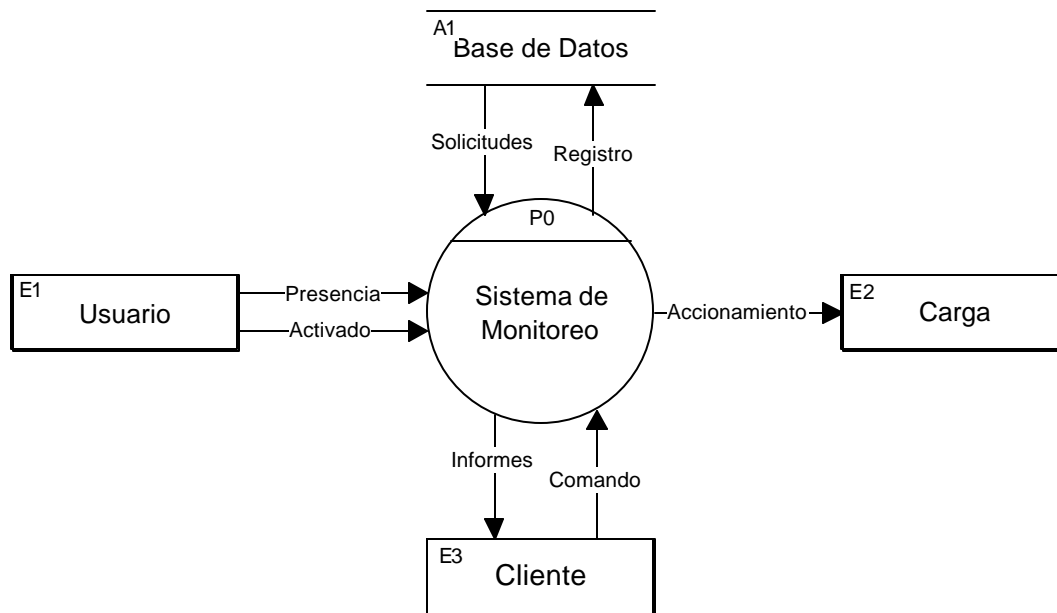


Figura 10. Diagrama de primer nivel del sistema

El diseño contempla la visualización del estado de las áreas de cubrimiento, para lo cual se generan diferentes tipos de reportes basados en la información almacenada en la *base de datos*. A las personas que acceden a esta característica del sistema se les denomina **clientes**¹³.

¹³ Se refiere a las personas que en algún momento ingresan al sistema.

En la figura 11 se presenta un mayor nivel de detalle en el cual se observa la diferencia entre la parte física o *hardware* y lógica o *software* del sistema, lo que representa dos procesos independientes.

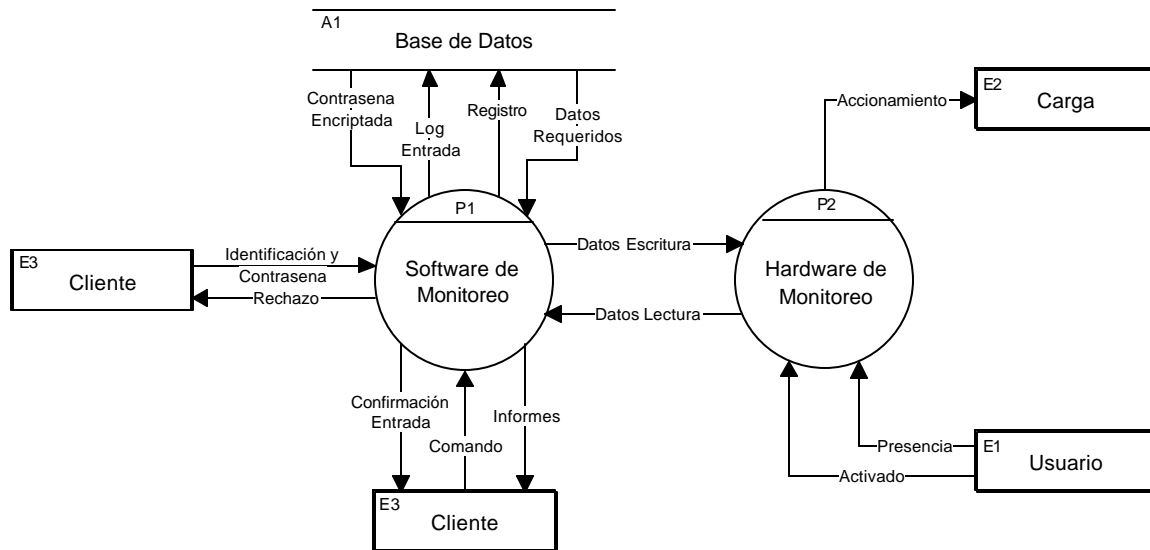


Figura 11. Diagrama de segundo nivel del sistema

La necesidad de acceso de los **clientes** a la información del sistema crea la obligación de efectuar controles, los cuales se desarrollan mediante el uso de identificaciones y contraseñas. Debe existir algún tipo de relación entre la parte física y lógica del diseño, por lo que aparecen flujos de datos desde el *hardware* hacia el *software* y viceversa. Además como herramienta de administración y control del sistema se deben almacenar los eventos generados por los **clientes**.

Subdividiendo el *hardware* y el *software* en los procesos fundamentales que debe manejar cada uno, se forma un nuevo nivel de detalle en bs diagramas, el cual puede observarse en la figura 12.

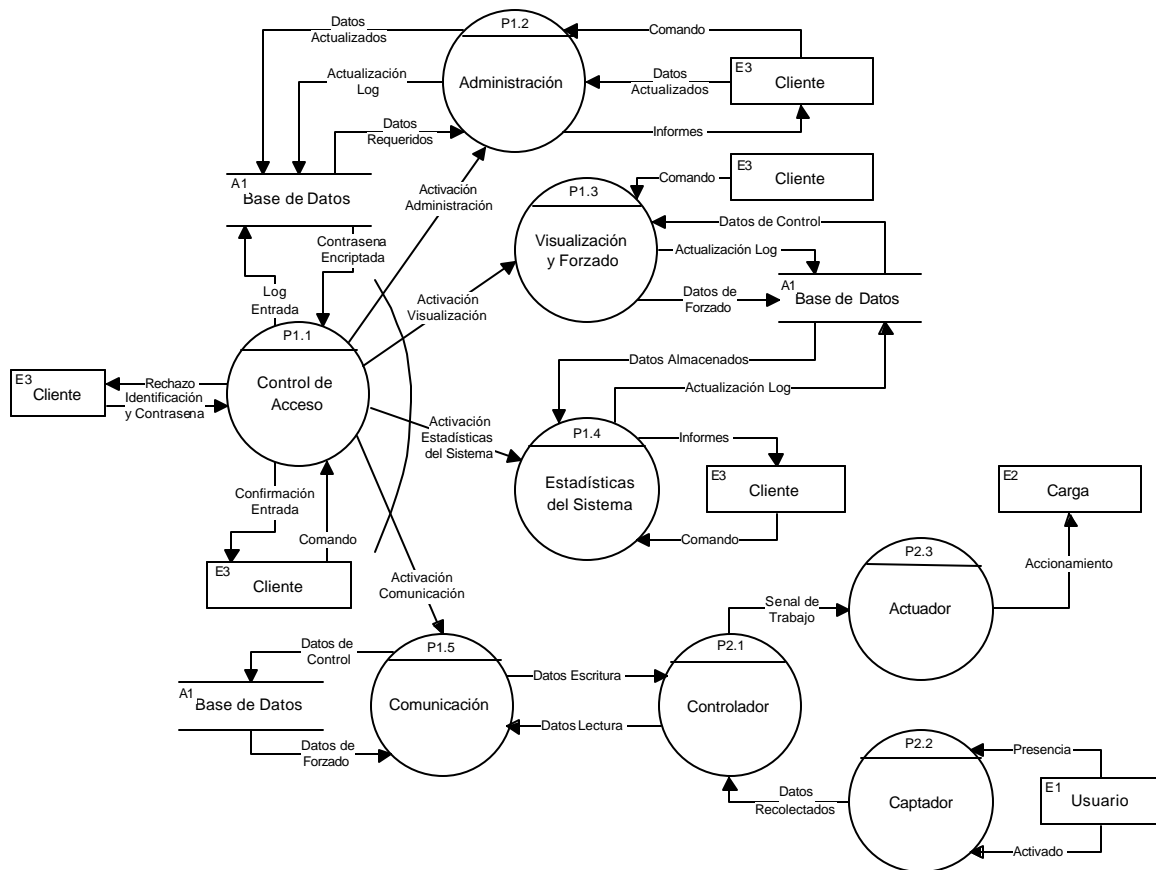


Figura 12. Diagrama de tercer nivel del sistema

Analizando la parte del *software* de monitoreo aparecen cinco procesos básicos.

Para el manejo de la seguridad del sistema se debe desarrollar un proceso de control de acceso, el cual debe administrar la disponibilidad de los diferentes

procesos del sistema de acuerdo a los derechos de cada **cliente**; a este conjunto de derechos se les denomina perfil del **cliente**.

La existencia de **clientes** también crea la necesidad de que exista un proceso donde se maneje toda la información generada por ellos; este es un proceso de administración del sistema y se debe encargarse de la creación, modificación y retiro de los **clientes**, además de manejar las políticas del sistema y los eventos que estos proporcionen según el uso del mismo.

Para el manejo de los datos que captura el *hardware* del sistema se requieren dos procesos, uno que se encargue de la parte visual y otro que sirva como soporte para el análisis estadístico del funcionamiento del sistema, además todo sistema de control automático de recursos debe incluir funciones que permitan cambiar su funcionamiento a criterio del **cliente**. A esto se le conoce como control forzado, sobre-mando u *override*.

La parte visual se maneja con el proceso de **visualización y forzado**. Éste consta de diferentes interfaces gráficas que muestran al **cliente** el estado actual del sistema y que le permiten realizar los cambios necesarios en su funcionamiento.

Todo lo referente a la generación de informes sobre los datos anteriores del sistema se le confiere a un proceso denominado **estadísticas del sistema** y debe

implementar los métodos necesarios para la generación de la mayor cantidad de reportes de funcionamiento posibles.

El último proceso que debe contener el *software* sirve de interfaz con el *hardware*, esto es, un proceso de comunicación, el cual debe implementar los procedimientos de lectura de datos del controlador y de escritura de datos hacia éste.

El *hardware* de monitoreo se puede subdividir en tres procesos: el controlador, el captador y el *actuador*.

El proceso controlador es un coordinador entre los elementos de *hardware* que posea el sistema; debe encargarse de recopilar los datos que se generan a nivel físico y debe implementar todos los elementos de comunicación necesarios para enlazarse con el *software*.

La tarea de detectar la presencia de usuarios o la activación de las cargas controladas por el sistema la debe implementar el proceso captador. Este proceso además debe encargarse de mandar los datos recolectados en cada punto hacia el controlador.

El último proceso del *hardware* de monitoreo debe encargarse de suministrar la energía para el funcionamiento de las cargas según los criterios de las políticas del sistema y se denomina *actuador*.

Los elementos y estructuras de datos de los diagramas del sistema se definen en los anexos C y D.

En el anexo F se encuentran relacionados todos los manuales necesarios para el manejo del sistema.

2.5 DISEÑO DE *HARDWARE*

La solución puntual que se busca es el control de **encendido/apagado** oportuno de la carga, en este caso luces y ventiladores, a fin de lograr el ahorro como objetivo propuesto en este trabajo. Los elementos que componen el *hardware* de todo el sistema se exponen en la figura 13.

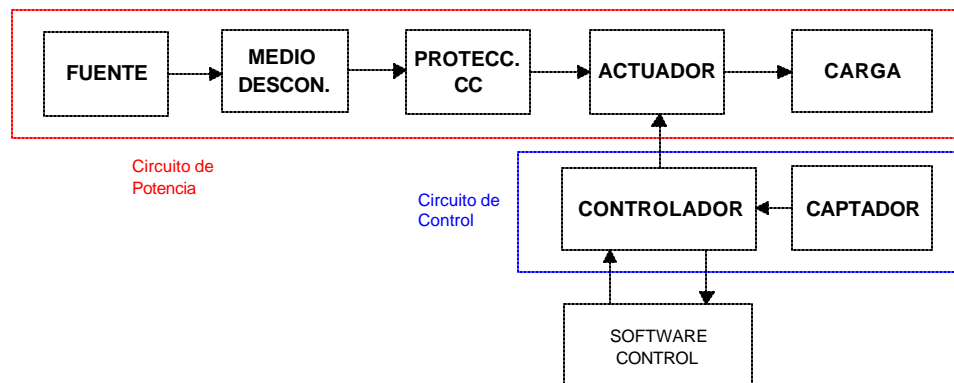


Figura 13. Diagrama de bloques del sistema eléctrico completo

Nótese que los circuitos de control y potencia se encuentran claramente diferenciados. Cabe anotar que el circuito de control posee también sus propios elementos de alimentación, protección, entre otros.

Las características de la carga son las que determinan las especificaciones de los elementos que hacen parte del sistema. Se definirán primero los elementos correspondientes al sistema de potencia, enunciando primero las especificaciones de la carga.

Las especificaciones técnicas de todos los elementos de *hardware* utilizados se encuentran en el anexo A.

El diseño expuesto en los apartes siguientes contempla **todo el complejo de la Corporación Universitaria Tecnológica de Bolívar**, el cual, para efectos de diseño se ha dividido en cinco grandes bloques a saber:

- **Bloque 1:** Edificio de aulas A1, decanaturas y rectoría.
- **Bloque 2:** Edificio de laboratorios E1 y biblioteca E1.
- **Bloque 3:** Edificio de aulas A2, centro de investigaciones, talleres, biblioteca de administración, sala de profesores II, salón de estar de empleados, oficina de servicios generales.
- **Bloque 4:** Edificio de bienestar y deportes.

- **Bloque 5:** Edificio de administración, centro de cómputo, malockanet, librería del estudiante.

Como complemento a esta distribución, cabe anotar que la Corporación presenta un espacio estándar sobre el cual se han construido todas las áreas; un cuadrado de 7m de lado, da origen a un número específico de áreas tipo que se han utilizado para simplificar el diseño. Las características de estas áreas tipo, dentro de las que se destacan aulas, oficinas, baños, etc., se presentan a continuación. Las figuras 14 y 15 muestran las aulas tipo I y II.

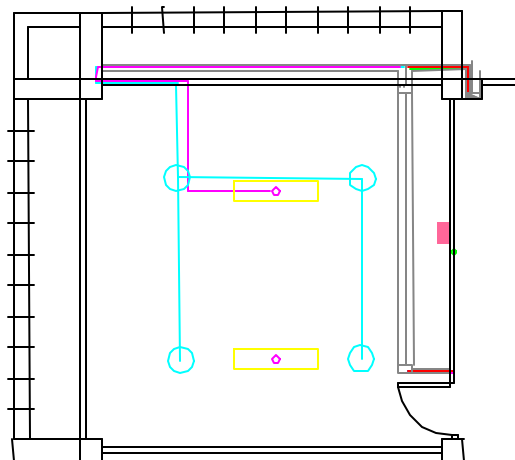


Figura 14. Aula tipo I (salón de mayor capacidad)

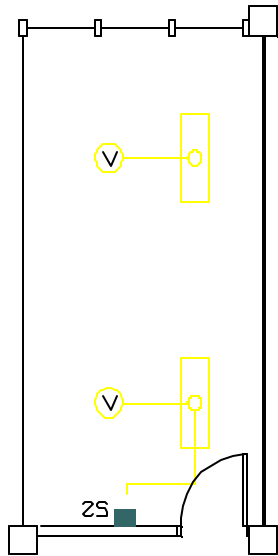


Figura 15. Aula tipo II (salón de pequeña capacidad)

Las figuras 16 y 17 muestran los espacios tipo I y tipo II, respectivamente.

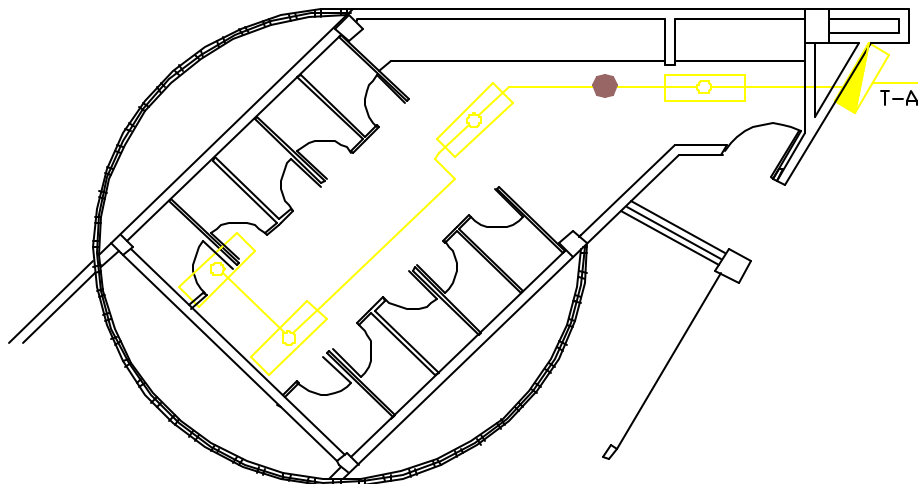


Figura 16. Espacio tipo I (baños generales)

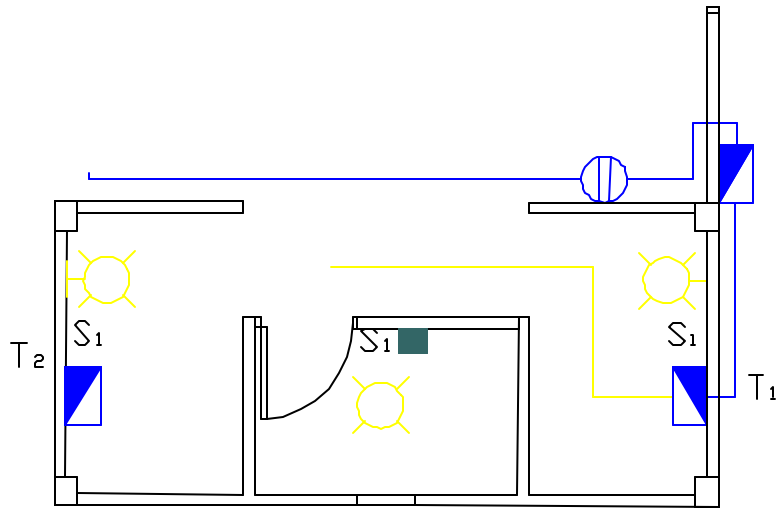


Figura 17. Espacio tipo II (archivos, baños personales, etc.)

La figura 18 muestra el espacio tipo III y la figura 19 muestra la oficina tipo I.

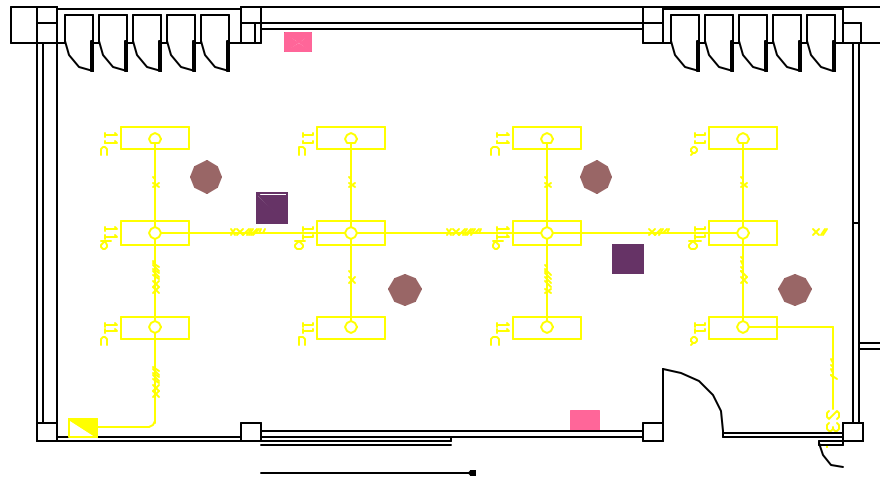


Figura 18. Espacio tipo III (ala de laboratorio, ala de biblioteca, sala de conferencia, etc.)

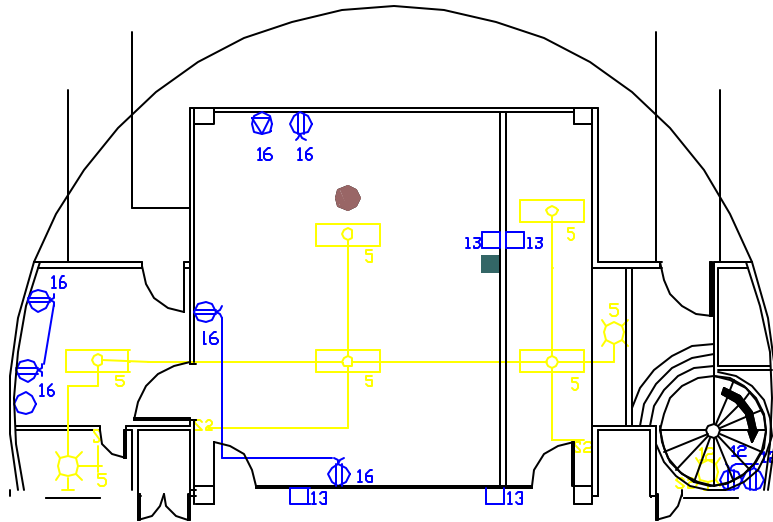


Figura 19. Oficina tipo I (oficina de mayor capacidad)

La figura 20 muestra la oficina tipo II.

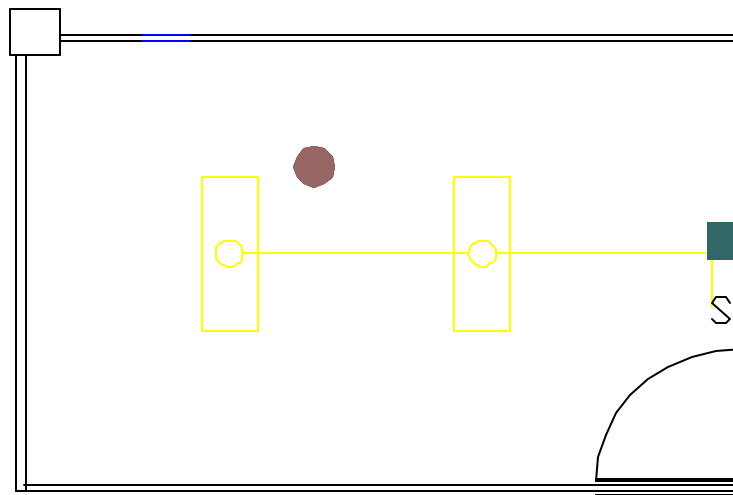


Figura 20. Oficina tipo II (oficina pequeña, registro académico, decanatura, etc.)

Las características de cada una de las áreas tipo se exponen en el cuadro 3.

Cuadro 3. Características de las áreas tipo

Área tipo	Superficie promedio	Ventiladores (típico)	Luces (típico)	Carga ventiladores	Carga luces
Aula tipo I	49m ²	4	6	400VA 1200VA(arr)	600VA
Aula tipo II	24m ²	2	2	200VA 600VA (arr)	200VA
Espacio tipo I	42m ²	-	4	-	400VA
Espacio tipo II	1.5m ²	-	1	-	100VA
Espacio tipo III	74m ²	18	12	1800VA 5400VA(arr)	1200VA
Oficina tipo I	49m ²	-	2	-	200VA
Oficina tipo II	24m ²	2 (máx)	2	200VA 600VA(arr)	200VA
Toda la carga trabaja a 127 voltios de corriente alterna.					

Una vez definidas las áreas tipo, es necesario identificar la distribución de las mismas en cada uno de los bloques en los que se ha dividido el conjunto global de la Corporación. Esta distribución se observa en el cuadro 4.

Con la composición de cada bloque de la Corporación, se puede proceder a la aplicación de los criterios de diseño para los elementos de potencia y de control.

Cuadro 4. Distribución de áreas tipo por bloque

Área Tipo	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Bloque 5
Aula I	25	2	24	-	-
Aula II	4	1	9	-	-
Espacio I	2	-	2	2	-
Espacio II	4	7	-	2	1
Espacio III	4	4	13	2	-
Oficina I	2	0	1	1	3
Oficina II	7	1	7	6	10

2.5.1 Circuito de potencia. Los elementos que lo constituyen son: fuente, medio de desconexión, protección contra *corto-circuito*, *actuador* y carga.

2.5.1.1 Carga. La constituyen los ventiladores y/o las lámparas de un área específica. El cuadro 3, previamente expuesto, menciona las características de la carga y su consumo según el área tipo. Ahora bien, aunque un ventilador o una lámpara consume poco menos que 100VA, se tomará este valor de referencia como factor de seguridad para tener en cuenta la variación de las características de la carga, para efectos de diseño.

2.5.1.2 Actuador. El elemento que entrega físicamente la energía debe tener la capacidad de poder hacerlo en condiciones normales y sin traumatismos para él. Los *relés* y los *contactores* son los dispositivos más ideales en los casos en los

que sólo hay dos tipos de salida, **energizar** o **desenergizar**, puesto que sus fabricantes tienen muy presente las exigencias de esta clase de trabajo y su diseño es por demás seguro y confiable. Este trabajo es realizado físicamente por los contactos de salida de los *relés*, los cuales deben estar diseñados para soportar la corriente eléctrica de uso nominal y deben tener en cuenta las posibles fluctuaciones de la carga. **Se diseñan por el voltaje de trabajo y la corriente que manejan los contactos.** El número de contactos normalmente abiertos, los que se cierran al aplicar tensión al *relé*, puede llegar a ser relevante así como también el número de contactos normalmente cerrados. Típicamente se consiguen *relés* de dos o tres contactos normalmente abiertos.

Para efectos de organización, se ha decidido que un *relé* controle la energía de un área específica, dividiendo los servicios (luz y ventilación) en sendos contactos. Como el fabricante proporciona un solo valor de corriente de trabajo para todos los contactos de un *relé*, se debe tener en cuenta para diseño, el servicio que demande la mayor cantidad de corriente, típicamente los ventiladores. Sin embargo, un ventilador es en realidad un motor eléctrico, el cual tiene la característica de demandar mucho más que su corriente nominal al momento de su arranque y durante un intervalo pequeño de tiempo; un ventilador común demanda de dos a tres veces la corriente nominal al momento de arrancar. Este fenómeno debe ser tenido en cuenta para el criterio de corriente.

El voltaje de trabajo de los *relés* puede ser diferente al de la carga, pero en este caso se utilizará el mismo: 127 voltios de corriente alterna. Cabe anotar que la fuente que proporciona este voltaje es diferente a la que proporciona la tensión en la carga, siguiendo la recomendación de la norma **IP 15.10 – sección 3 de *Internacional Practice*** que sugiere que los voltajes de potencia y control deben ser independientes aunque sean del mismo valor.

Los *relés* que funcionarán como *actuadores* dependerán lógicamente del área tipo. El cuadro 5 muestra los valores de *relés* escogidos para cada área.

Cuadro 5. Actuadores para las áreas tipo

Área tipo	Voltaje (V)	Corriente x Contacto (A)	Número de Polos
Aula tipo I	127	10	2 mínimo
Aula tipo II	127	10	2 mínimo
Espacio tipo I	127	4	2 mínimo
Espacio tipo II	127	4	2 mínimo
Espacio tipo III	127	30	2 mínimo
Oficina tipo I	127	10	2 mínimo
Oficina tipo II	127	10	2 mínimo
Los cálculos de estos valores se encuentran en el anexo B			

Teniendo en cuenta lo anterior, el diseño de actuadores para **cada bloque** se expone en el cuadro 6.

Cuadro 6. Actuadores para cada uno de los bloques

Actuadores	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Bloque 5
Relé de 10 A 2 contactos	38	4	41	7	13
Relé de 4 A 2 contactos	6	7	2	4	1
Relé de 30 A 2 contactos	4	4	13	2	-

Los *actuadores* **no reemplazarán** los interruptores respectivos de cada área, esto con el fin de darle al usuario la capacidad de apagar a voluntad el área si así lo desea.

2.5.1.3 Protección contra *corto-circuito* y medio de desconexión. Aunque en el diagrama de bloques aparecen como elementos diferentes, lo más común es encontrar dispositivos que combinen ambas características, como es el caso de los cortacircuitos o *breakers*. Los cortacircuitos desconectan la energía de la carga automáticamente cuando se sobrepasan sus límites de corriente y también pueden desconectar la carga manualmente si el usuario así lo desea. Se seleccionan a partir de las siguientes especificaciones: **voltaje nominal,**

corriente nominal, capacidad de interrupción y selectividad. La protección contra el *corto-circuito* es tomada en cuenta en la capacidad de interrupción. Como en los anteriores elementos, las características de la carga son las que determinan las especificaciones de los elementos conectados a ella.

Para este caso se ha decidido utilizar un cortacircuito para cada servicio, en correspondencia con la política eléctrica de la universidad, lo que indica que sus especificaciones de corriente deben ser diferentes según el caso. Para los ventiladores es necesario tener en cuenta la misma consideración de corriente hecha para la selección de los *relés*, puesto que la corriente de arranque de un ventilador es alrededor de tres veces su valor nominal y no se puede permitir que el cortacircuito actúe cada vez que se encienda un ventilador. Por lo anterior, si la corriente nominal del servicio de ventilación es 3.2 *amperios*, un cortacircuito de 15 *amperios* trabajará sin problemas. Por otro lado, las luces no consumen tal cantidad de corriente, por lo que se puede utilizar un cortacircuito del mismo valor, ya que no es muy probable una sobrecarga en este tipo de servicio.

La capacidad de interrupción del cortacircuito depende del cálculo de la *corriente de corto-circuito* que puede circular por determinado ramal, haciendo referencia a la cantidad de corriente que podría entregar la fuente primaria, es decir, el *transformador* que alimenta el circuito. Esta capacidad de interrupción es un índice de la cantidad de corriente sobre la que puede actuar el dispositivo sin destruirse, y de la rapidez con que puede hacerlo sin comprometer la seguridad de

la carga. Las especificaciones del *transformador* son requeridas para el cálculo¹⁴ cuando la protección ha de instalarse directamente en el *secundario* del *transformador*, pero en este caso las protecciones se instalarán en ramales que se derivan de otros ramales, los cuales poseen sus propias protecciones. De este modo, la “jerarquía de protecciones” debe respetarse y el valor de la capacidad de interrupción del cortacircuito en cuestión, debe tener en cuenta las protecciones que le anteceden. Cada ramal de donde se toma la energía para los servicios en cuestión posee sus propios **totalizadores** o cortacircuitos como se observa en la figura 21. En el área de desarrollo, estos totalizadores están diseñados para soportar una *corriente de corto-circuito* (superior en muchos casos a 20 veces la corriente nominal) de hasta 10.000 *amperios*, siendo este valor la referencia a tomar para la selección de la capacidad de interrupción del cortacircuito deseado. Típicamente se utiliza el mismo valor o uno ligeramente mayor cuando no es posible conseguir el primero.

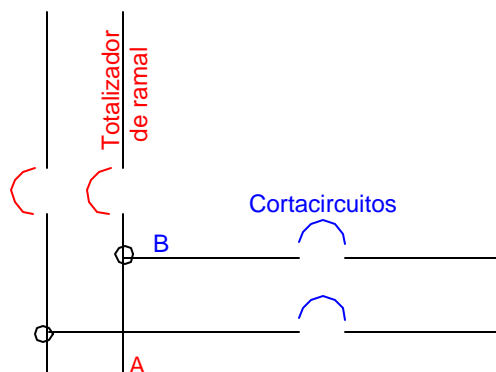


Figura 21. Cortacircuitos totalizadores de ramal

¹⁴ McPARTLAND, Joseph F. Cómo diseñar sistemas eléctricos. México : Diana, 1980. p.129

La última característica de un cortacircuito, la selectividad, hace referencia al ajuste de la respuesta del dispositivo de modo que pueda sacar de servicio el ramal que presenta el problema, antes que lo hagan las protecciones que le anteceden. En el caso de la figura 21, la selectividad debe ajustarse de tal forma que si ocurriera una falla en el ramal B, el cortacircuito que lo protege actúe antes que lo haga el cortacircuito del ramal A y se vean afectados otros ramales que puedan depender de él. Este ajuste bien puede hacerse ajustando el tiempo de respuesta de A para que sea más lento que el de B.

La universidad ya posee en su mayor parte las protecciones necesarias para cada una de las áreas, en cada uno de los pisos, en cada uno de los bloques exceptuando el de **aulas A2**. Para el resto de los casos la implementación se reduce a la inserción del contacto *actuador* entre el cortacircuito y la carga.

El cuadro 7 resume las características de los cortacircuitos necesarios para acondicionar el **bloque de aulas A2** para la implementación del sistema.

Siempre es posible agrupar las áreas por pares, en cuyo caso las especificaciones se duplicarían o triplicarían según el servicio.

Cuadro 7. Cortacircuitos para el bloque de aulas A2.

Área tipo	Número de áreas	Servicio	Cortacircuito		
			Voltaje (V)	Corriente (A)	Capacidad interrupción (KA)
Aula tipo I	23	Luces	127	15	10
		Ventiladores	127	15	10
Aula tipo II	11	Luces	127	15	10
		Ventiladores	127	15	10
Espacio tipo I	4	Luces	127	15	10
Espacio tipo III	1	Luces	127	15	10
		Ventiladores	127	30	10
Oficina tipo I	4	Luces	127	15	10
		Ventiladores	127	15	10
Oficina tipo II	2	Luces	127	15	10
		Ventiladores	127	15	10
Los cálculos de estos valores se encuentran en el anexo B.					

2.5.1.4 Fuente. La energía debe tomarse de una fuente que proporcione la tensión y corriente necesaria para operar la carga. Típicamente la fuente está representada por un tablero cuyo interior contiene las *barras* de tensión de donde se toma la energía. En todas las áreas de la universidad existen tableros *trifásicos*, cuyas *barras* tienen capacidad entre 100 y 225 *amperios* cada una y

poseen una *tensión de línea* de 127 voltios. Los cortacircuitos se acoplan a estas *barras* y de allí toman la energía que entregarán a la carga. El lector puede deducir que las características de las *barras* se ajustan a los requerimientos.

Cabe anotar además que los servicios (luz y ventilación) de cada aula, serán repartidos equitativamente entre las *barras* para evitar la sobrecarga de cualquiera de ellas.

Nuevos tableros se instalarán en el bloque A2 para el acople de los nuevos cortacircuitos.

2.5.2 Circuito de control. La función de este circuito consiste en gobernar la operación del circuito de potencia en correspondencia con las políticas necesarias definidas por los requerimientos del mismo, y en este proyecto los requerimientos están definidos en el apartado 2.2. Un esquema más completo sobre los elementos que conforman un circuito de control se observa en la figura 22.

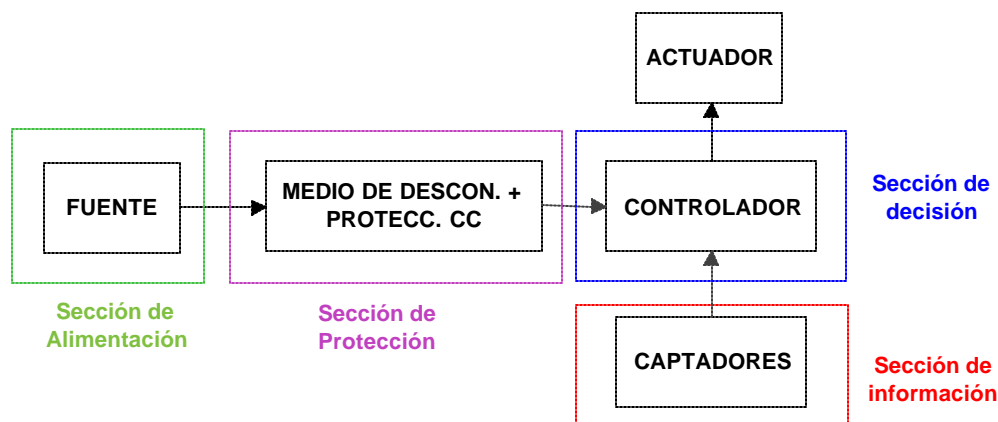


Figura 22. Diagrama de bloques del circuito de control

Este esquema representa el circuito de control de un solo bloque. Agrupando los elementos en un todo, el esquema de control **global**, se observa en la figura 23.

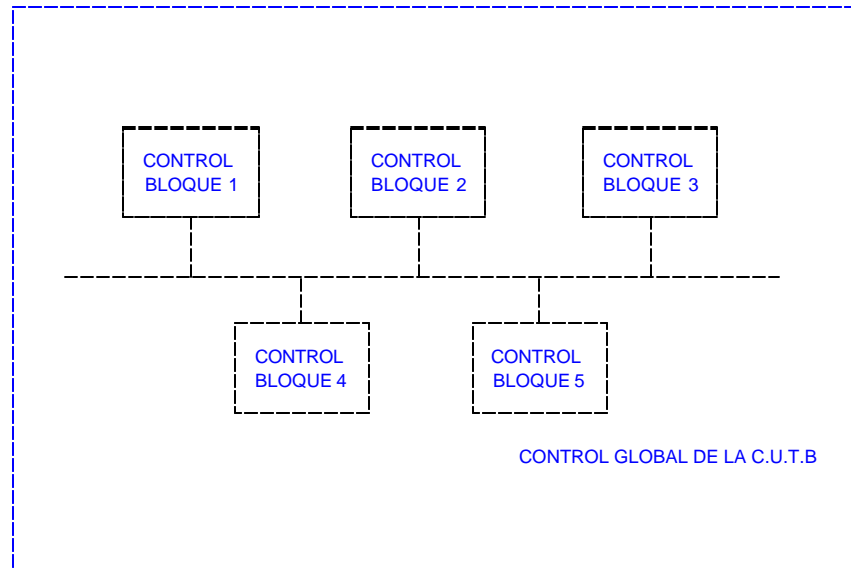


Figura 23. Interconexión de bloques de control para cubrimiento global

Este tipo de arquitectura muestra claramente la flexibilidad del sistema al permitir la adición o retiro de cualquier bloque controlador, y servirá para las políticas de expansión a ser tenidas en cuenta en el diseño del controlador.

2.5.2.1 Captadores. También llamados **sensores**. Estos elementos son los que proporcionan información de relevancia a la sección de decisión. Los criterios de diseño para este tipo de elementos son igualmente válidos para todos los bloques. Haciendo referencia a los requerimientos del apartado 2.2, la información requerida por el controlador es aquella que tiene que ver con la *ocupación* de un área específica, en el caso del área de desarrollo, un aula. Previamente se

mencionó la utilización de **sensores de ocupación** para proveer tal información y como se estudió en el capítulo dos, un sensor se selecciona por el área que se desea cubrir y por el principio de funcionamiento. Otros aspectos, como el voltaje de trabajo y la carga que pueden manejar directamente, complementan el criterio de selección.

Según el principio de funcionamiento, el sensor debe acomodarse a las características del espacio donde se va a instalar. Previamente en el capítulo dos se estudiaron los dos tipos de **sensores de ocupación** más utilizados, cada uno con diferente respuesta a la interacción con el medio. En pocas áreas de la universidad es aplicable un sensor *ultrasónico*; son muy sensibles al ruido ambiental y necesitan trabajar en áreas completamente cerradas, para un funcionamiento óptimo. Además, en las áreas en donde podrían utilizarse, como en un espacio tipo III, el beneficio que producen es muy similar al de un arreglo de sensores *infrarrojos*, y éstos ofrecen un mejor costo, al menos en este caso. Lo anterior indica que el tipo de sensor más adecuado es el *infrarrojo*, con el cual se debe tener cuidado al escoger el lugar de instalación para evitar que el tráfico de personas en un área adyacente genere una señal o activación falsa.

El siguiente paso es definir el área de cubrimiento que depende exclusivamente del tamaño y la forma del área donde se va a instalar el sensor. La forma del patrón de cubrimiento del sensor debe parecerse a la forma del área de aplicación, de manera que se cubra la totalidad del espacio. Si esto no es posible debe

utilizarse otro sensor que complemente los vacíos dejados por el primero, a menos que no se haga necesario el cubrimiento total, centímetro a centímetro, del área en cuestión, y cierta tolerancia sea permitida. El patrón de cubrimiento lo proporciona el fabricante, y el usuario debe escoger el que más se ajuste a su necesidad. Las formas que más se aplican a las áreas tipo de la universidad se exhiben en las figuras 24 y 25, los cuales son patrones de sensores de montaje en pared; la comparación con el área de prueba permitirá establecer cuál de los patrones se ajusta más.

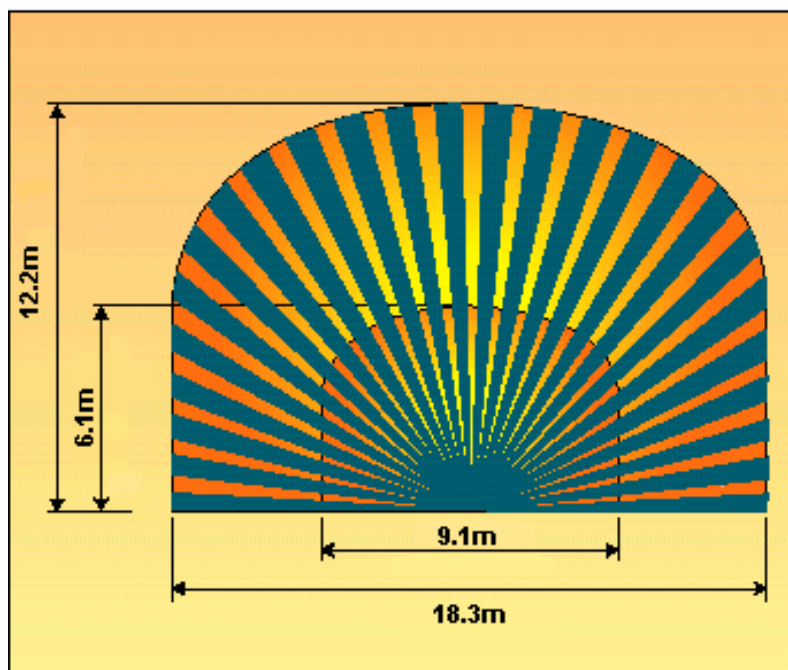


Figura 24. Patrón en forma de calza

Existe otro tipo de sensor *infrarrojo*, para montaje en techo. Su patrón de cubrimiento se muestra en la figura 26.

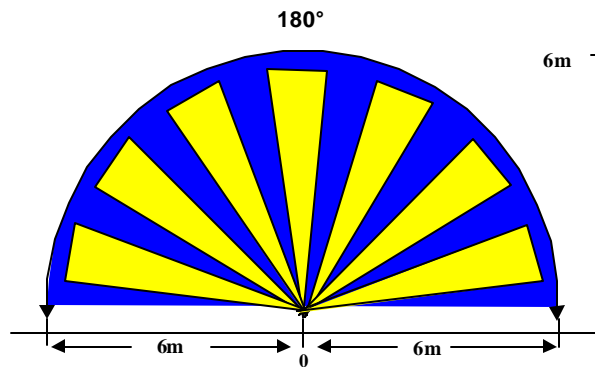


Figura 25. Patrón en forma cónica o semicircular

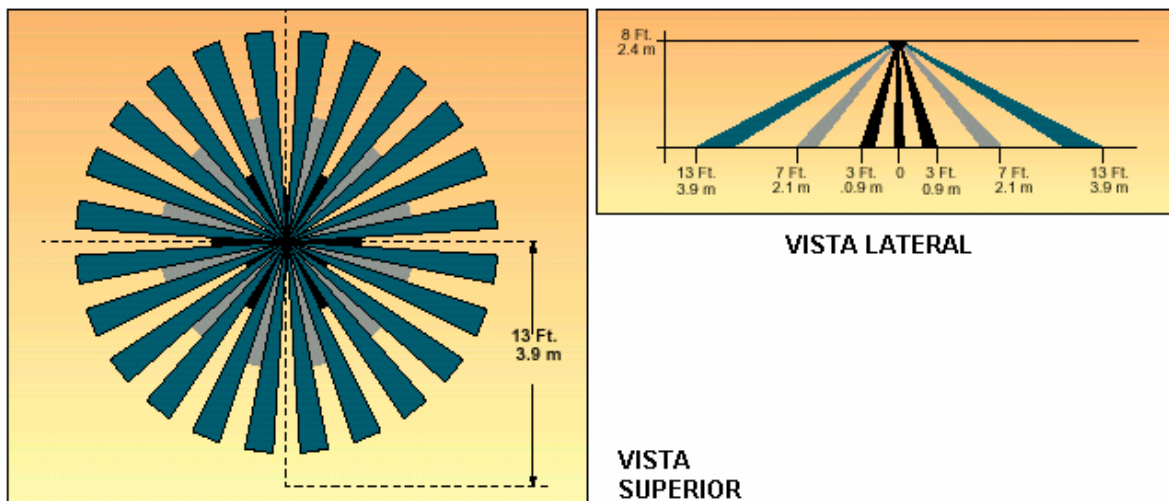


Figura 26. Patrón de cubrimiento de sensor de techo

Para los sensores de pared, la sensibilidad disminuye en el sentido horizontal a medida que el usuario se aleja del sensor; en el caso de un sensor de techo, la sensibilidad disminuye tanto en la distancia horizontal como en la vertical. El comportamiento de los ocupantes es un factor que influye en la escogencia del tipo de sensor. Entre menos movimiento registre la actividad normal de un área,

se requerirá un sensor de mayor sensibilidad y gran área de cubrimiento. Si se trata de una oficina cuyo dueño siempre permanece en el mismo sitio, no es necesario un cubrimiento centímetro a centímetro, ni tampoco gran sensibilidad.

Vale la pena mencionar un aspecto sobre los contactos de salida de los sensores. Estos vienen diseñados por el fabricante para manejar ciertos niveles de potencia en cuanto a carga se refiere. En muchas aplicaciones se suele conectar la carga (luces, más que todo) directamente al sensor, por lo que el usuario debe tener en cuenta para consideraciones de diseño, la potencia que el sensor puede manejar. En este proyecto los contactos de los sensores son conectados a un controlador que consume una potencia muy pequeña.

Cada figura de área tipo presenta un sensor y una ubicación sugeridas (véanse figuras 14,15,16,17,18,19 y 20; páginas de la 80 a la 83). Las áreas que poseen dos tipos diferentes tienen en cuenta las diferentes aplicaciones que puede tener el área específica. Los círculos de color café representan sensores de techo; los rectángulos junto a las paredes representan sensores de pared, rosado para área de cubrimiento amplia (figura 24) y el verde oscuro para área pequeña (figura 25); los cuadrados oscuros en el centro representan sensores *ultrasónicos*, no aplicables en este proyecto. El cuadro 8 resume los sensores sugeridos para cada área tipo.

Cuadro 8. Sensores sugeridos para cada área tipo

Área tipo	Sensor PIR de techo	Sensor PIR de pared	
		Área amplia	Área pequeña
Aula tipo I	-	1	-
	2	-	-
Aula tipo II	-	-	1
	1	-	-
Espacio tipo I	1	-	-
Espacio tipo II	-	-	1
Espacio tipo III	4-6	-	-
	-	2	-
	1	1	-
	-	-	2
Oficina tipo I	1	-	-
	-	-	1
Oficina tipo II	1	-	1

La distribución **global** de los sensores se encuentra detallada en los planos y diagramas del sistema expuestos en el anexo E, disponibles también en el **CD-ROM** entregado junto con el presente trabajo.

2.5.2.2 Controlador. Este elemento del circuito de control se convierte en el corazón del mismo, y el éxito de la filosofía de control del sistema que se diseña

depende en gran parte de la correcta selección del controlador. Un bloque controlador puede construirse con elementos electromecánicos, tales como *relés* y *contactores*, y complementarse con *captadores*, unidos a través de una lógica de cableado específica que permita otorgarle a este bloque la decisión y el mando sobre el circuito de potencia. Sin embargo, un cambio en la filosofía de control ocasionaría la necesidad de reestructurar el cableado, agregar nuevos elementos o quitar algunos, lo que indica claramente que este tipo de solución no ofrece flexibilidad. Por otro lado, esa lógica cableada de control puede hacerse también a través de un *software* que podría escribirse en un *microcontrolador*, pero el lector debe tener en cuenta que este dispositivo es un pequeño *circuito integrado* que trabaja con voltajes directos muy pequeños y para acoplar una carga de corriente alterna es necesario diseñar e implementar una etapa de potencia, sin mencionar la construcción de las respectivas tarjetas, cajas, terminales, etc. Esta solución es un poco más flexible pero sigue siendo algo limitada. La expansión también puede llegar a requerir cambios físicos en el controlador, aunque la lógica es modificable al introducir cambios en el *software* del *microcontrolador*. Ahora bien, un *PLC* es la manera más flexible de proporcionar una solución como la necesaria en este caso y la teoría expuesta en el capítulo uno respalda esta posición. Pueden realizarse cambios en la lógica de control, pueden expandirse los puntos de entrada/salida y pueden controlarse áreas remotas a través de *redes de PLCs*.

Al igual que en los casos anteriores, las características de la carga son las que determinan las especificaciones del *PLC*.

Con anterioridad se mencionó que el objetivo del controlador es **gobernar la energización/desenergización de la carga**. Esta operación tiene sólo dos posibles estados: **todo** o **nada**. Es un accionamiento binario o si se quiere, **digital**. Luego la salida del controlador debe ser de la misma naturaleza por lo que debe utilizarse un **PLC con salidas digitales** y sólo queda por definir si se utilizan salidas a *relé*, *triac*, o *transistor*, estas dos últimas un tanto delicadas y que requieren de protección adicional, sobre todo en las aplicaciones donde se utilizan cargas inductivas como motores, etc., puesto que ellas generan un efecto transitorio tanto al energizar como al desenergizar, el cual podría reducir significativamente la vida útil de los dispositivos de salida del *PLC* o en el peor de los casos, ocasionar su destrucción. Las salidas a *relé* en cambio, a pesar de sufrir también estos efectos, soportan mucho mejor este tipo de uso y su vida útil es mayor. Por tanto, en cuanto a salidas se refiere, las digitales a *relé* son la mejor opción. El voltaje de trabajo ya se había definido previamente y es el mismo para todos los elementos utilizados en el sistema: 125 voltios, corriente alterna.

En el apartado 2.5.2.1 se mencionó que los **sensores** entregaban una señal **todo** o **nada**, es decir, de naturaleza **digital**, lo que claramente sugiere que las **entradas** del *PLC* también deben ser de este tipo. Además de la información de presencia, el controlador también debe recibir las señales de

activación/desactivación de las luces y los ventiladores, igualmente de naturaleza **digital**.

La lógica de control de un *PLC* es introducida a través de *software*, de manera que el procesador pueda relacionar correctamente las entradas con las salidas. El *software* del *PLC* debe escribirse acorde con la lógica de funcionamiento del sistema expuesta en el apartado 6.3, específicamente en la tabla 5. Por tanto, el procesador del *PLC* debe tener la suficiente capacidad para soportar las instrucciones de programa requeridas para la ejecución de todas las tareas descritas anteriormente en la tabla 1. Más adelante se tratarán con más profundidad los aspectos relacionados con el *software* del *PLC*.

En este punto y con el fin de definir el resto de los criterios de selección y de ahondar en otros aspectos más técnicos, es necesario escoger una marca de controladores que ofrezca la mejor alternativa que permita cumplir con los objetivos propuestos, que además ofrezca respaldo y un buen soporte técnico e informativo.

De todas las marcas más conocidas de *PLCs* como **Siemens**, **General Electric**, entre otros, **Allen-Bradley** es la casa que para este caso ofrece mayor versatilidad en cuanto a soluciones de este tipo, además de opciones viables al presupuesto. También ofrece un buen soporte técnico y gran cantidad de documentación para

sus usuarios. Cabe anotar que el término *controlador lógico programable* o *PLC* fue introducido por ellos.

Luego de un estudio cuidadoso de los planos de la estructura civil de la universidad, ésta se ha dividido en cinco grandes **bloques**, cada uno gobernado por un **PLC**, con el objetivo de determinar el número de puntos de entrada/salida requeridos por el controlador. Teniendo en cuenta el alcance del sistema, **un procesador modular es requerido para albergar la cantidad de puntos de un bloque**. El cuadro 9 muestra la cantidad de puntos necesarios por cada bloque para determinar el número de tarjetas que se requieren, teniendo en cuenta que **Allen-Bradley** fabrica tarjetas de entrada y salida de 16 puntos como máximo, para los procesadores **SLC500®** y **Micrologix® 1500**, referencias propuestas en este diseño.

La interrelación entre los bloques debe tener en cuenta el diagrama expuesto en la figura 23 y un *PLC* es ideal para este tipo de arquitectura.

Sobre la conectividad vale la pena mencionar que en este caso se requieren *tarjetas de red*, las cuales servirán para la comunicación con la computadora central y para la conexión de todos los *PLCs* que componen el sistema.

Cuadro 9. Distribución de puntos de entrada/salida por bloque

Bloque	Entradas				Salidas	Tarjetas requeridas (16ptos)
	Señal de presencia	Activación abanicos	Activación Luces	Tarjetas requeridas (16ptos)		
1	64	31	53	10	53	4
2	21	8	11	3	11	1
3	81	50	60	12	60	4
4	19	10	13	3	13	1
5	16	13	16	3	16	1

La primera opción para el sistema controlador pertenece a la familia **SLC500®** de **Allen-Bradley** y es una de tipo modular, y todos sus componentes vienen en forma de tarjetas insertables a excepción de la fuente y de la *tarjeta de red* Cat.No **1747-AIC**.

Para el manejo de la cantidad de información correspondiente a un bloque, se requiere de un procesador con la suficiente capacidad para realizar las tareas necesarias. Esta capacidad se traduce en número de instrucciones aceptadas y memoria de usuario. Bajo este criterio se ha escogido el procesador **SLC 5/02®** para el manejo de cada bloque.

Completan la selección del *PLC* la fuente de poder (a 127VAC) y el chasis que albergará las tarjetas, cuyo tamaño varía entre 7,10 y 13 ranuras según el número de tarjetas que a su vez dependen del bloque que se vaya a controlar, como bien se expuso en el cuadro 9. En los casos en los que se requieren más de 13 ranuras, debe emplearse un chasis adicional, con su respectiva fuente, y debe conectarse con el primario a través de un cable. El procesador **SLC5/02®** solo admite hasta 30 ranuras. Esta información se encuentra más detallada en el anexo F. Las ranuras que sobran son cubiertas por lo que se conoce como **relleno** o *filler*, una portezuela plástica que simula la frentera de una tarjeta pero que en realidad no posee tal, que se inserta en el lugar vacante.

La estructura del *PLC* queda conformada por: chasis, fuente, procesador, tarjetas de entrada, tarjetas de salida, *tarjeta de red*, relleno (si se requiere), chasis y fuente adicional (si se requiere) y cable de interconexión entre chasis (si se requiere). Un aspecto de una estructura del sistema **global** de la corporación, basado en la familia **SLC500®** se muestra en la figura 27.

Los aspectos relacionados con la conexión de periféricos, tarjetas de entrada/salida, etc., al **SLC500®** se encuentran en el **Manual de Instalación y Operación del SLC500®** disponible en el *CD-ROM*, anexo a este proyecto.

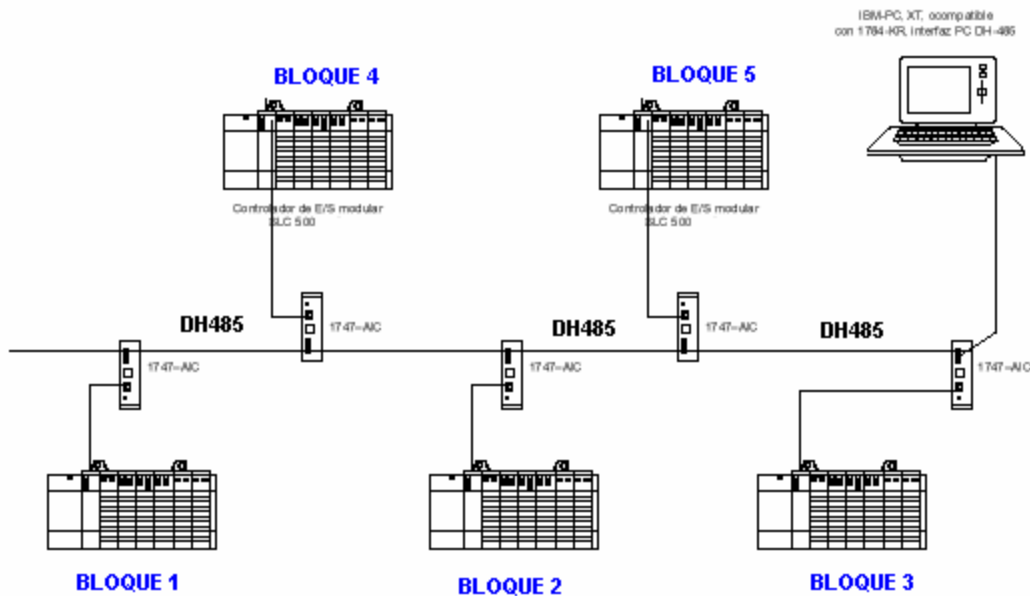


Figura 27. Conexión en red de dispositivos de la familia SLC500®

Una segunda opción para el manejo del sistema la constituye la utilización de controladores **Micrologix® 1500** de estructura compacta, pero con capacidad de expansión a través de módulos especiales para este fin. Estos controladores no requieren de chasis ni fuente y son expandibles hasta ocho módulos de entrada/salida. Su estructura se compone de una unidad de procesamiento y una unidad básica de entradas/salida de 24 puntos repartidos equitativamente. El usuario puede adicionar más memoria si lo desea y la expansión en entradas es de 16 puntos por módulo, pero para la salidas es sólo la mitad.

Teniendo en cuenta estas características es necesario definir la cantidad de módulos adicionales que se requieren para el total cubrimiento de los bloques. En

el cuadro 10 se puede observar la distribución de módulos para **Micrologix® 1500** para el cubrimiento de toda la institución.

Como se observa en el cuadro, existen casos en los que se requiere más de un controlador para realizar el cubrimiento, evidenciando las limitaciones en expansión de este tipo de controlador a diferencia del **SLC500®**, y para la interconexión, el controlador adicional se convierte en otro punto de la *red*.

Cuadro 10. Distribución de módulos para *Micrologix® 1500*

Bloque	Entradas		Salidas	
	Puntos entradas	Número de módulos	Puntos salidas	Número de módulos
1	148	8	53	4
2	40	2	11	-
3	191	11	60	5
4	42	2	13	1
5	45	3	16	1

Para la conectividad, el **Micrologix® 1500** se sirve de una tarjeta externa de *red* llamada **AIC+**, Cat.No. **NET-AIC**, que se encarga de hacer el enlace DH485, lo que indica que es posible interconectar las diferentes tecnologías y hacer combinaciones.

El controlador queda definido por la unidad de procesos, el módulo básico de 120 VAC de entradas/salidas a relé, la *tarjeta de red* con su respectivo cable y los módulos adicionales (cuando se requieran).

El aspecto de un sistema **Micrologix® 1500** se muestra en la figura 28.

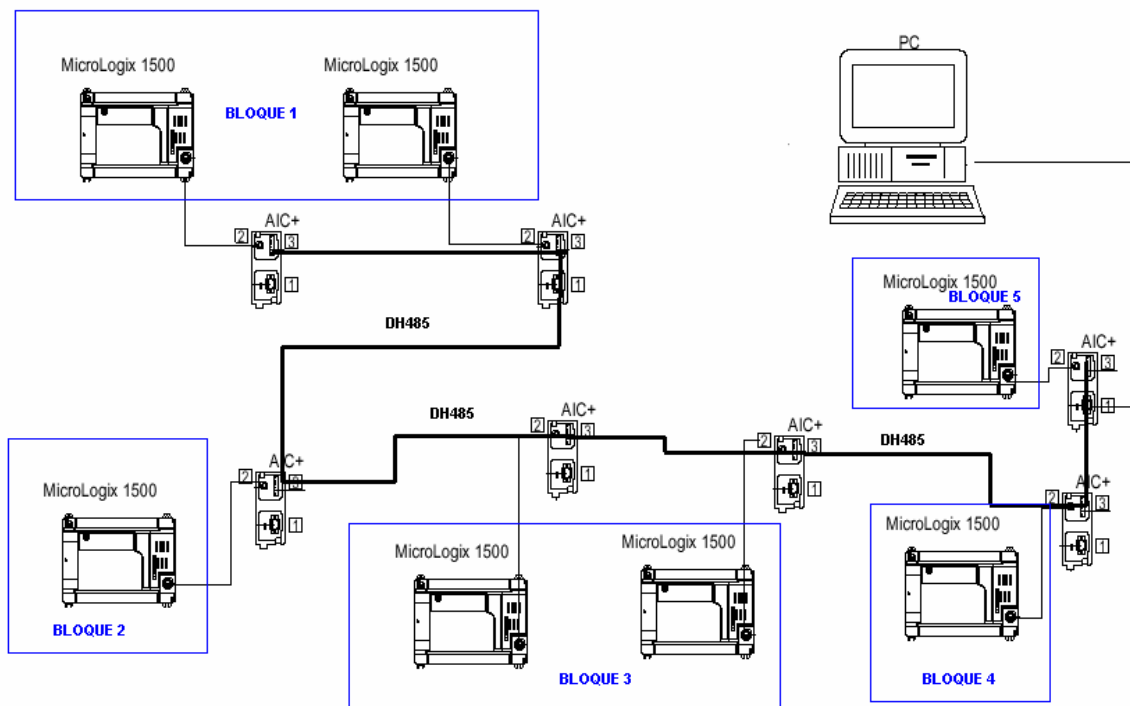


Figura 28. Conexión de un *Micrologix® 1500* en red

Como se mencionó anteriormente, la lógica de funcionamiento del sistema de control es manejada por el *software* del controlador, cualquiera que sea, a través del cual se pueden definir los parámetros de funcionamiento del mismo, así como los *registros* de usuario necesarios para manejar los datos y la información del sistema. Como se mencionó en el capítulo uno, este *software* se escribe en forma

de *diagrama escalera*, el cual se expone en su totalidad en el archivo **Control.pdf**, disponible en el *CD-ROM* entregado junto con este proyecto.

En primera instancia se debe definir la relación de las entradas con las salidas. Si la **energización/desenergización** de un aula (salida) es función de la **presencia/no presencia** (entrada) de personal en dicha aula, se deduce fácilmente que cada sensor (*captador*) está relacionado con el *actuador* del aula que monitorea. En otras palabras, **cada punto de entrada se relaciona directa y exclusivamente con un punto de salida**, a través de una posición de memoria que será utilizada para la transferencia de datos hacia el computador maestro, y esto implica que el *PLC* debe activar una salida cuando se activa su respectiva entrada y desactivarla cuando la entrada esté inactiva. Esta operación representa el comportamiento normal del sistema. La figura 29 muestra como la entrada **I:0/0** del *PLC* es relacionada con la posición de memoria **B3:0/0**, la cual a su vez, activa la salida **O:0/0** como se observa en la figura 30.

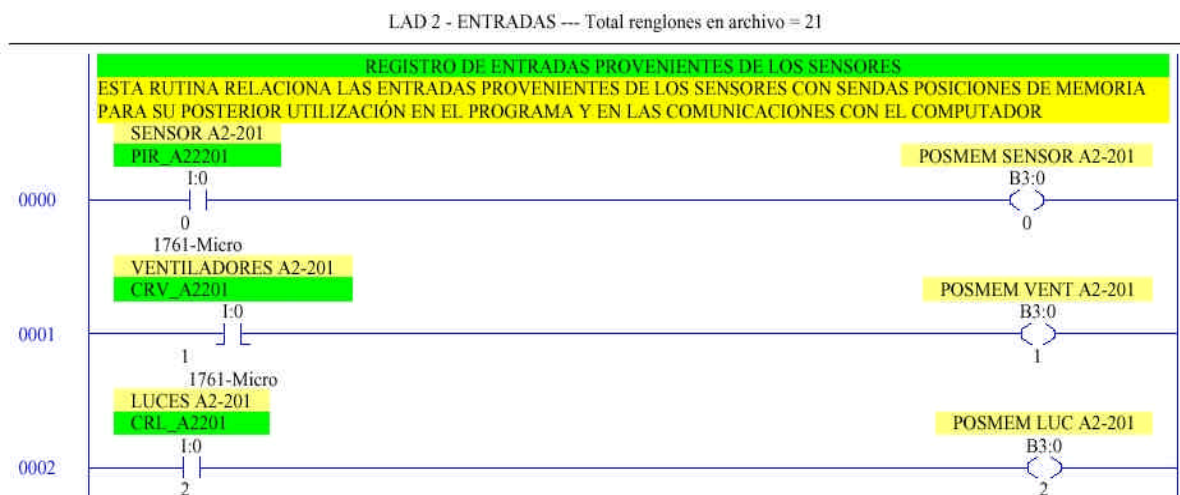


Figura 29. Relación entre entradas y posiciones de memoria en un *PLC*

Otros aspectos de las tareas del sistema como **energizar/desenergizar** a voluntad del usuario y sin respetar el estado de las entradas, acción a la que se denomina “**forzar**”, también se manipulan a través de posiciones de memoria que se escriben en el *PLC* desde el computador maestro y la figura 30 muestra las posiciones **B3:2/1**, colocada en serie con la salida para forzar a la **desenergización**; y **B3:2/0**, colocada en paralelo para forzar la **energización**.

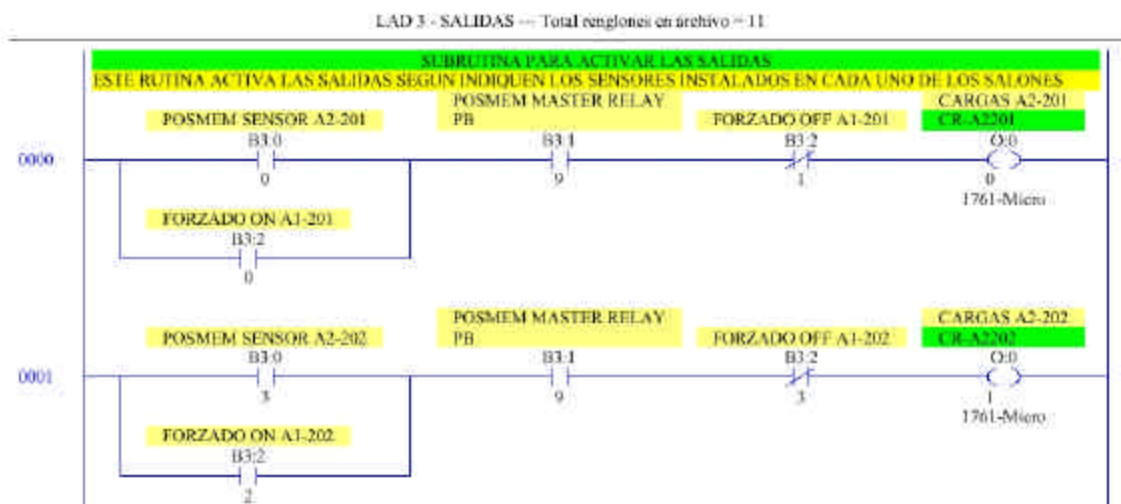


Figura 30. Relación entre posiciones de memoria y salidas de un PLC

La transmisión de los datos, el conocimiento de la **activación/desactivación** de las luces y los ventiladores y la activación de una alarma condicionada por una política externa, requieren de la utilización de los *registros* auxiliares del *PLC*, para el manejo de este tipo de información. Estos registros pueden transmitirse de un controlador a otro a través de una *red de PLCs* como la *red DH485*, propuesta en este diseño, utilizando la instrucción **MSG** como se observa en la figura 31.

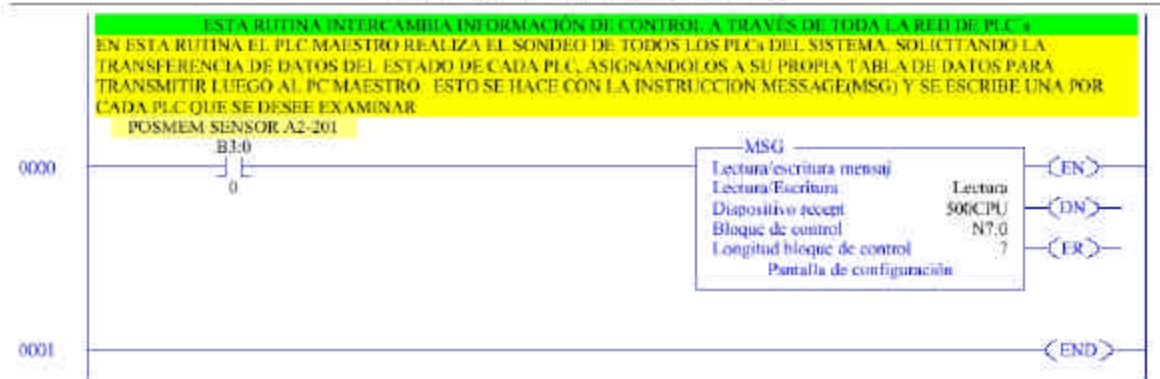


Figura 31. Instrucción MSG para el intercambio de datos entre PLCs

Los *registros* estándar de usuario de las familias **SLC500®** y **Micrologix®** se exponen en la tabla 3.

El *registro B3* es de tipo binario y será utilizado por la aplicación para la transmisión de los estados de la entrada de todos los controladores pertenecientes al sistema. Deberá existir entonces, un *PLC* maestro el cual debe solicitar a los demás la información del estado de sus entradas, almacenadas en el *registro I1* de cada *PLC* y almacenarla en su propio *registro B3*, a través de la instrucción **MSG**. El *registro B3* del *PLC* maestro será entonces, una imagen compuesta de todos los *registros* de entradas **I1** de cada *PLC*. Luego, este *registro* es transmitido del *PLC* maestro hacia la computadora, es decir, solo se lee información de él y será renombrado como **INFORED**.

Tabla 3. Registros estándar de usuario del SLC5/02

Registro	Descripción
O0 – Output	Contiene el estado de los terminales de salida del controlador.
I1 – Input	Contiene el estado de los terminales de entrada del controlador.
S2 – Status	Contiene la información de operación del controlador.
B3 – Bit	Se utiliza para almacenar información de usuario,
T4 – Timer	Contiene los valores para el acumulador del temporizador.
C5 – Counter	Contiene los valores para el acumulador del contador.
R6 – Control	Contiene la longitud, posición del puntero y <i>bits</i> de estado de algunas instrucciones.
N7 - Integer	Se utiliza para almacenar valores numéricos o binarios.

El *registro N7* es de tipo decimal entero y contiene la información de control de transmisión de datos entre los controladores, generada por el uso de la instrucción de transmisión de datos entre *PLCs*, es decir, la instrucción **MSG**. Se le ha renombrado como **NETCONTROL**.

El **SLC5/02®** permite la creación de nuevos *registros* de usuario de la misma naturaleza de los predeterminados. Un nuevo *registro* binario proveerá la información de los datos de forzado y la autorización para activar la alarma. Será un *registro* de escritura y su flujo normal es desde la computadora hacia el controlador. Puede ser renombrado como **FORZADOS**.

Los demás registros tales como contadores, temporizadores, etc., no son empleados en esta aplicación.

Una descripción más detallada sobre el funcionamiento del *software* del *PLC* se muestra en el archivo **Control.pdf**, disponible en el *CD-ROM* entregado junto con este proyecto. Más información sobre los *registros* y la programación del *PLC* se encuentra disponible en el **Manual de instalación y operación del SLC500®**, disponible en el *CD-ROM* entregado junto con este proyecto.

La lectura y escritura en el procesador representan la acción de la transmisión de los datos. Esta transmisión se hace a través del **intercambio dinámico de datos** (DDE), expuesto en el capítulo uno. El lector recordará que el DDE se produce entre dos aplicaciones y no entre dos máquinas y es aquí donde la aplicación interfaz de comunicación **RSLinx®** de **Allen-Bradley** juega un papel muy importante. Esta aplicación se comporta como otra máquina que entiende el protocolo de *red*, cualquiera que sea, que maneje el controlador o los controladores con los cuales se comunica y se convierte en la aplicación *servidor*. El *software* de control del sistema, cuyo diseño se expone en el apartado 2.6, se convierte en la aplicación *cliente*. Cuando este último solicita un dato a **RSLinx®**, éste a su vez lo solicita al controlador produciéndose así la transferencia de datos. En el caso de la escritura, el proceso es similar. Un ejemplo de la estructura de un vínculo DDE entre **RSLinx®** y la aplicación *cliente* se muestra a continuación: **N7:0,20**; donde N7:0 indica que se tomarán los datos del *registro* N7 en la

posición 0 y el 20 indica la longitud del bloque o el número de elementos que desean transferirse. En este caso particular no se requiere información de columnas o de filas.

La forma física de la transferencia de datos es transparente para el usuario aunque es necesario mencionar que la comunicación entre los controladores, incluyendo la computadora, es *serial* y el protocolo utilizado depende de las tarjetas de *red*, las cuales realizan por si mismas lo que se denomina gestión de la *red* (control de tráfico, etc.). En este caso, el protocolo utilizado para el enlace entre la *tarjeta de red AIC*, o **AIC+** según el caso, y los dispositivos conectados a ella (un *PLC* o una computadora) se llama **DF1** y está basado en el *estándar serial RS-232*. Para comunicarse entre ellas, las tarjetas **AIC** y **AIC+** utilizan el **DH485**, basado en el *estándar serial RS-485*. La tarjeta por si sola hace la transformación. A través de la *red* DH485 es posible interconectar hasta 32 *nodos* a lo largo de un kilómetro.

Gracias a la distribución en red de los controladores en el sistema global, el cuarto de control para el sistema general puede instalarse en cualquiera de los bloques, pues sólo basta la conexión de cualquiera de los *PLCs* a la computadora maestra. Se sugiere el área donde se ubicará el tablero de control del bloque uno para la ubicación del cuarto de control, y su instalación es conforme al cuarto de control tipo. Cabe anotar que el *PLC* del bloque 1 debe programarse como el *PLC* maestro.

Por supuesto, se debe adquirir la licencia de la aplicación **RSLinx®** para trabajar con los beneficios del DDE. Ciertamente es una inversión alta, pero nunca comparable con el costo de un *software* de control especializado y personalizado.

De igual forma debe adquirirse la licencia del *software* **RSLogix®**, para la programación de los *PLCs*.

En resumen, el bloque controlador lo conforman el **SLC500®** o **Micrologix®**, la tarjeta **1747-AIC** o la **NET-AIC** (AIC+) y si se quiere, el **RSLinx®**.

La estructura completa de los controladores por bloque, en sus dos alternativas, se muestra en el anexo A. Los detalles de instalación y puesta en servicio del *hardware* del sistema se encuentran en el anexo E, y los manuales de estos controladores se encuentran en el *CD-ROM* entregado junto con este proyecto.

2.5.2.3 Protección contra corto circuito y medio de desconexión. Al igual que en el circuito de potencia, el circuito de control debe poseer sus propios medios de protección y desconexión y en este caso también se incluyen en el mismo bloque. A diferencia del circuito de potencia, el circuito de control no requiere tanta energía para su operación, por lo que las especificaciones de corriente corresponden a valores normalmente bajos. Uno de los elementos más utilizados en este tipo de aplicaciones es el *mini-breaker*. Un *mini-breaker* es un cortacircuito diseñado para operar normalmente con valores de corriente pequeños, entre 0.5 y 10 amperios, y

funciona bajo los mismos principios que un cortacircuito normal. Para seleccionar la protección se debe conocer la demanda de corriente del circuito de control. Para este caso se ha decidido seccionar la alimentación del circuito de control de modo que sea posible independizar la protección del *PLC* de los demás elementos del circuito, puesto que el controlador es el más delicado de todos.

Como el circuito de control es uno por cada bloque, es necesario conocer el consumo de un bloque tipo, utilizando los valores máximos de los elementos que lo componen. Tomando como referencia el bloque 3, el consumo tipo se muestra en el cuadro 11.

Cuadro 10. Consumo del bloque tipo

Elemento	Consumo (<i>amperios</i>)
PLC	1.15
Sensores	3.19
Actuadores	0.78 – 4.68 (máx)
TOTAL	5.12 – 9.02 (máx)
Los cálculos de estos valores se encuentran en el anexo B.	

2.5.3 Cableado. El cableado es uno de los aspectos más importantes en el diseño y la implementación de un proyecto. Distancias, rutas de *acometidas*, etc., son aspectos que deben tenerse en cuenta, y especial atención debe prestarse a

la organización de los cables y alambres de manera que le permitan al usuario el fácil montaje y un mantenimiento eficiente.

El calibre de los cables siempre es función de la corriente que éstos manejan y las normas técnicas han referenciado algunos estándares según la aplicación. Para instalaciones existentes en la universidad, los alambres #12 y #14 son los más utilizados. El calibre de las tuberías o ductos que contienen los cables o alambres depende del número de ellos que deban transportar. Gran parte del área de desarrollo posee una estructura civil singular, en la cual las aulas se separan por ventanas y láminas de triplex dispuestas en una estructura de aluminio que les sirve de marco; no hay muros entre los salones e incluso los interruptores están instalados sobre marcos de aluminio. Esta particularidad sugiere la combinación de alambres (rígidos) y cables (trenzados), según el tramo por el cual deba instalarse un conductor. Por ejemplo, en las estructuras de aluminio, el poco espacio y el manejo de las curvaturas hace preferir el cable sobre el alambre; ahora bien, los alambres son ideales para las acometidas en el suelo y techo, como normalmente se hace en este tipo de trabajo. Cabe anotar además que típicamente se utilizan alambres para el circuito de potencia y cables para el de control.

Una vez en el cuarto de control, los conductores deben disponerse en una forma ordenada, de manera que puedan ser ubicados fácilmente. Estos deben tener además su respectiva identificación correspondiente con los diagramas

esquemáticos. Las regletas de *bornes* son los elementos más utilizados para la distribución eficaz de los cables y las hay comúnmente de dos tipos: fijas y flexibles. Las fijas vienen con un número determinado de puntos, se montan sobre superficie y regularmente no tienen forma de identificación, mientras que en el caso de las flexibles, cada *borne* es independiente del otro, se adquieren por separado de forma que el usuario puede armar la regleta del tamaño que desee y los fabricantes proveen los medios para la identificación y montaje, el cual, en la mayoría de los casos, se hace sobre *carril DIN*. La inversión es mayor, pero los beneficios y la presentación del trabajo la justifican.

Los *bornes* se especifican por el calibre del conductor, pues los fabricantes ya han tenido en cuenta a partir de esa información, las consideraciones de voltaje, corriente y aislamiento necesario para la operación normal de ellas.

Los detalles de cableado e instalación correspondientes con el diseño del *hardware* del sistema de control propuesto en este trabajo se encuentran esbozados en el anexo E.

2.5.4 Fuente. La energía del circuito de control necesita un sistema de respaldo que garantice el funcionamiento permanente del circuito de control. La universidad posee su propio sistema que se vale de una planta eléctrica para proveer los servicios básicos cuando se produce un fallo de energía. Se requiere una maniobra de 10 a 15 minutos aproximadamente, para la puesta en servicio de

la planta. Esto significa que aún en el caso en que el sistema de control estuviese conectado a los circuitos de respaldo, estaría fuera de servicio por ese período de tiempo. Es por eso que debe instalarse una *UPS* que pueda mantener funcionando el sistema durante el tiempo de la maniobra, aunque si el usuario desea más tiempo de respaldo, deberá realizar una mayor inversión puesto que una *UPS* se selecciona por la capacidad (potencia) de manejo y el tiempo de autonomía en el que puede mantener esa carga energizada. Teniendo en cuenta la carga del bloque tipo, una *UPS* de 650VA y 15 minutos de autonomía encaja dentro de las especificaciones.

2.5.5 Prototipo. El prototipo del sistema diseñado en este apartado se instaló en el segundo piso del edificio de aulas A2, el cual se encuentra constituido por seis aulas tipo I y dos aulas tipo II. El *actuador* y las protecciones, son los sugeridos para este tipo de áreas en cada uno de sus respectivos apartados. Se utilizaron los tableros sobrantes de este piso para incluir los cortacircuitos que agrupan las aulas por pares, para un total de ocho cortacircuitos en dos tableros con capacidad para seis cortacircuitos cada uno, 127VAC y 225 *amperios* por *barra*. El sensor de trabajo es de pared y de cubrimiento de área pequeña por razones didácticas y económicas, es decir, no es el recomendado, pero su cubrimiento es aceptable.

De igual forma y por razones económicas, el *PLC* utilizado es el **Micrologix®** **1000** de la casa **Allen-Bradley**, el cual es de tipo compacto, de 20 entradas

digitales a 120VAC y 12 salidas digitales a *relé*, a 120VAC. Contrario a lo que el lector pueda pensar, el **Micrologix®** pertenece a la familia de controladores **SLC500®** lo que significa que todas las variables, procedimientos, instrucciones, *registros*, protocolos, entre otros, son compatibles con el **SLC5/02®** y por supuesto con el **Micrologix® 1500**. De hecho, el programa base del **Micrologix® 1000** puede ser descargado sin inconveniente en ambos, teniendo cuidado de redireccionar las salidas y entradas a las respectivas tarjetas o módulos según el caso.

El cuarto de control tipo se instaló en la decanatura de psicología.

Se anexan las especificaciones técnicas del **Micrologix® 1000** y su *tarjeta de red*.

Todos los controladores mencionados en este proyecto se pueden programar con la aplicación **RSLogix500®** de **Allen-Bradley**, de modo que el programa incluido en el archivo **Control.pdf**, disponible en el *CD-ROM* entregado junto con este proyecto es el modelo para todos ellos.

Gracias a la compatibilidad del **Micrologix® 1000** con el **Micrologix® 1500** y el **SLC5/02®**, la universidad podrá utilizarlo junto con los controladores del sistema general si así lo prefiere, o si no, puede destinarlo para uso didáctico.

- **Montaje.** El montaje se inició el día lunes 17 de abril en horas de la tarde con la inserción en el piso de la decanatura, de la tubería de 2" que llegaría hasta el tablero de control. Se utilizó el tramo completo de tres metros y una curva hacia abajo que desemboca directamente en el armario del bloque de aulas A2 localizado en el primer piso. Durante los días siguientes se instalaron las cajas de paso correspondientes a los sensores de ocupación, y debido a inconsistencias en la información de acometida eléctrica de la universidad, la cual reposa en su totalidad en la memoria de los electricistas, hubo la necesidad de cambiar la localización sugerida y esta es la razón por la cual el plano **AC3-B2.dwg** (acometida y ubicación de sensores del segundo piso) y el plano **PROT.dwg** (prototipo) son diferentes en rutas de acometida eléctrica y en ubicación de sensores. En el primero, la tubería original no disponía realmente de espacio suficiente, como en un principio se estableció, para la inserción de las líneas de control, por lo que el plano muestra una segunda acometida paralela que requiere trabajo civil, a menos que se sigan las recomendaciones que de este asunto se exponen en la sección **RECOMENDACIONES**, del presente proyecto. El plano del prototipo muestra la solución temporal, que utiliza dos tubos gemelos de $\frac{3}{4}$ de pulgada que no tenían ningún uso hasta el momento de iniciar el montaje. La ruta de estos tubos fue la razón de peso para cambiar la ubicación de los sensores de ocupación, de la posición original del diseño, a su ubicación actual. El cableado se inició el día sábado 29 de abril y culminó la segunda semana junio, para un total de 41 días calendario, período en el que sólo hubo 10 jornadas de trabajo, y sólo seis de ellas con apoyo del personal de la universidad. La desinformación

sobre el estado de la acometida eléctrica del segundo piso del bloque de aulas A2, fue el principal obstáculo para el desarrollo de las tareas. Este inconveniente produjo no sólo la necesidad de cambiar de posición los sensores, sino el aumento de la cantidad de alambre necesario en un 50%; la inserción de cinco metros en tubería de 1 ½ pulgada en diferentes tramos; el retraso en el tendido de los cables, pues el tramo de tubería comprendido entre las aulas 203 y 201 es de ½ pulgada y no de ¾ de pulgada como en el resto de los casos, ocasionando la necesidad de dividir las líneas de activación a través de tramos diferentes. La desinformación entre el personal de electricidad y el jefe de servicios generales produjo también traumatismos y retrasos ocasionando en más de una vez, la suspensión de los trabajos y reuniones de tipo aclaratorio. El montaje del tablero de control transcurrió normalmente, al igual que la conexión de los corta-circuitos y la conexión de la tensión de control.

Se culminó el montaje con el sellamiento de las cajas de paso y puesta en servicio del sistema de control sin ningún contratiempo.

2.5.6 Otros beneficios. El sistema de ahorro energético propuesto puede aprovecharse de muchas formas a fin de aumentar las bondades del mismo. Una vez instalados los controladores, cableados los espacios e instalados los sensores, el beneficio del ahorro es la prioridad. Sin embargo, la información de *ocupación* de un área específica significa algo más si se toma como referencia la hora en la que este evento ocurre. Existen horas en las que ya no se puede

hablar de ahorro como tal, pues la condición normal del área tiende a la desenergización, como es el caso de las horas nocturnas. Un evento de *ocupación* en este lapso es totalmente anormal y la respuesta del sistema debe ser diferente. Ahora bien, si se toman como referencia las demás políticas de *ocupación*, horas laborales, etc., que maneja la corporación, el sistema de monitoreo se convierte en un sistema de apoyo a la vigilancia que puede generar alarmas de intrusión. Esta función puede ser gestionada a través del *software* del sistema de control, en el cual pueden editarse estas políticas y de este modo otorgarle al sistema una doble funcionalidad que le reportará a la corporación más beneficios que no son fácilmente medibles en dinero.

2.6 DISEÑO DE SOFTWARE

El diseño de la aplicación encargada de manejar los datos del sistema se debe desarrollar basándose en los diagramas del sistema y en los requerimientos expuestos en el apartado 2.2.

Se deben cumplir las funciones de los cinco procesos del *software* de monitoreo: control de acceso, administración, visualización y forzado, estadísticas del sistema y comunicación, además la aplicación debe poseer características de seguridad de datos y de acceso a los mismos según la filosofía *cliente/servidor*. También debe implementar métodos para el almacenamiento masivo de información.

Debido al *hardware* que controla la parte física del sistema, la aplicación debe manejar el acceso de datos a través de DDE.

2.6.1 Especificaciones del *software*. A partir de los diagramas del sistema se debe complementar la información de los procesos de este. Esta complementación se realiza aumentando el nivel de descripción de cada uno de los procesos de los diagramas del sistema hasta describir todos los subprocesos que la aplicación debe realizar.

Una vez descritos todos los procesos se debe diseñar todo lo referente a los datos que ingresan al sistema y los que éste le debe entregar al usuario. También se deben definir las diferentes codificaciones que puedan recibir los datos en el manejo del sistema y las estructuras y métodos de almacenamiento de la información del mismo.

Con la información de entradas y salidas del sistema y de almacenamientos se deben definir los controles que la aplicación debe realizar para que los datos que se manejan en la aplicación sean confiables y seguros.

Como consecuencia de todo lo anterior se genera la organización modular del *software* y basándose en ésta, se debe elegir un *software* para el desarrollo de la aplicación y se deben determinar los equipos de cómputo mínimos para que la aplicación funcione normalmente.

2.6.1.1 Diagramas de diseño. El proceso de control de acceso debe realizar dos tareas básicas, una es el brindar el acceso al *software*, implementando los métodos que sean necesarios para la seguridad del mismo; también debe administrar la disponibilidad de los demás procesos del sistema según los derechos de cada **cliente**. En la figura 32 se puede observar la relación con más detalle.

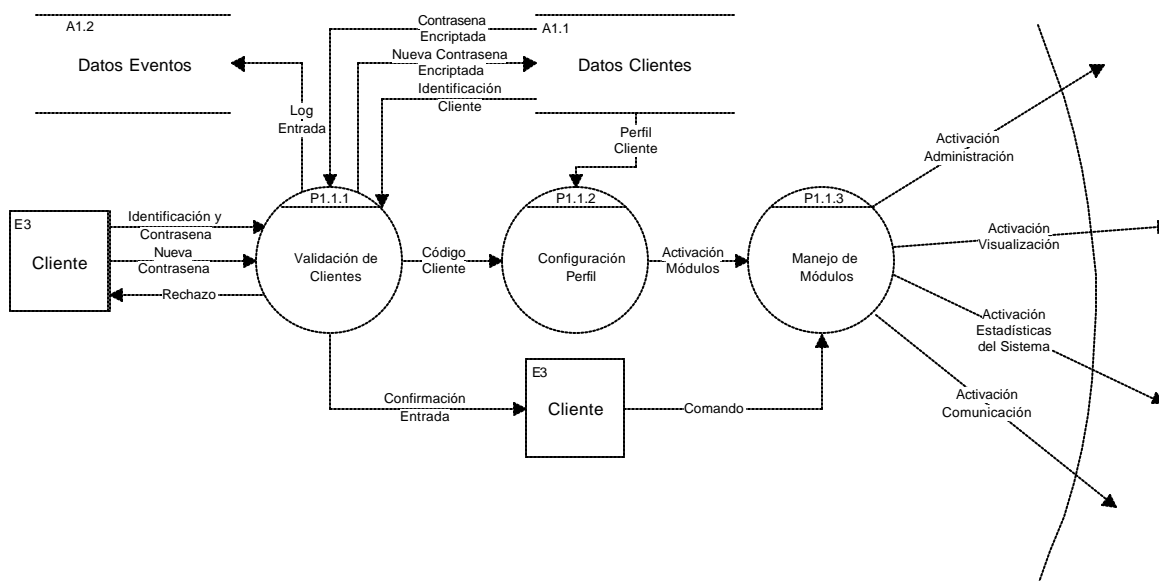


Figura 32. Diagrama de cuarto nivel proceso 1.1

El primer proceso que debe realizar el control de acceso es la validación de los **clientes** que quieran acceder a la aplicación, para eso debe solicitar la identificación de éste y su contraseña; el proceso debe comparar estos datos con los almacenados en **datos clientes** y si coinciden debe registrar la entrada del **cliente** en **datos eventos** y notificar a éste su ingreso. En caso de que el **cliente**

suministre una identificación inválida o una contraseña que no le corresponde, el proceso debe notificar al **cliente** de lo sucedido y registrar esto en **datos eventos**.

En el instante en que ingresa el **cliente**, el proceso debe obtener el perfil del mismo y activar los procesos a los que tenga derecho el usuario en la aplicación. Una vez configurado el acceso, el proceso debe brindar los métodos de acceso a los demás componentes del sistema.

Ya que el sistema debe manejar métodos de seguridad en el acceso, el subproceso de validación de **clientes** debe ser más específico, dando origen a un nuevo diagrama el cual se puede apreciar en la figura 33.

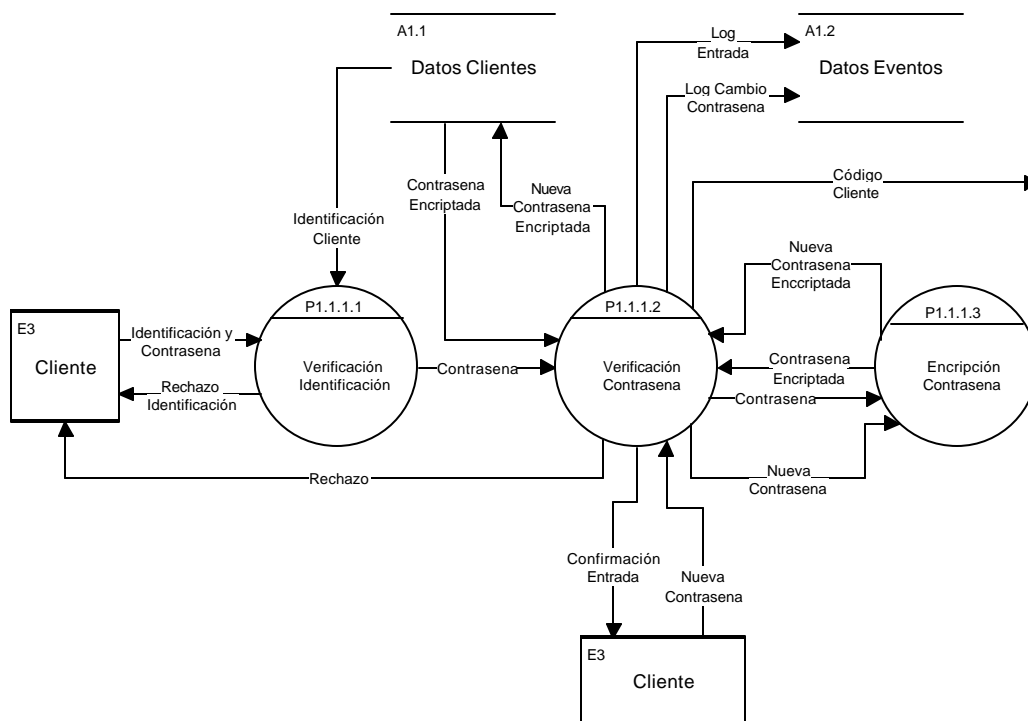


Figura 33. Diagrama de quinto nivel proceso 1.1.1

El proceso de verificación de **clientes** se debe realizar en dos pasos. Primero la verificación de la **identificación**; para esto se busca en **datos clientes** una identificación que coincida con la suministrada por el **cliente** y si no existe ninguna, se debe rechazar la entrada notificando al **cliente** que el usuario no es válido. Si la identificación es válida, el proceso debe enviar la contraseña suministrada por éste a un segundo proceso de verificación de contraseñas.

El proceso de verificación de contraseña debe tomar el dato suministrado por el **cliente** y *encriptarlo* mediante el *algoritmo* MD5; una vez *encriptado*, debe buscar la contraseña *encriptada* que posee almacenada la identificación del **cliente**, y si coincide debe notificar a éste de su ingreso al sistema y almacenar la fecha, hora y **cliente** en **datos eventos**. Si la contraseña suministrada por el **cliente** no coincide con la almacenada en los datos de éste, se debe rechazar el ingreso y registrar lo sucedido en **datos eventos**.

El proceso de verificación de contraseña debe implementar los métodos necesarios para el cambio de contraseña del **cliente**. Para esto debe verificar primero si el **cliente** posee este derecho, y debe recibir de éste la nueva contraseña, *encriptarla* y almacenarla actualizando la información del **cliente** en **datos clientes**, registrando este evento en **datos eventos**.

Al concluir con la validación de la contraseña, este proceso debe ejecutar la configuración de perfiles y continuar con el control de acceso.

La administración del *software* implica el manejo de los **clientes**, el manejo de las políticas de funcionamiento, el mantenimiento de bs almacenes de datos y el manejo de los eventos que se generan durante el funcionamiento de la aplicación. La organización de este proceso se puede observar en la figura 34.

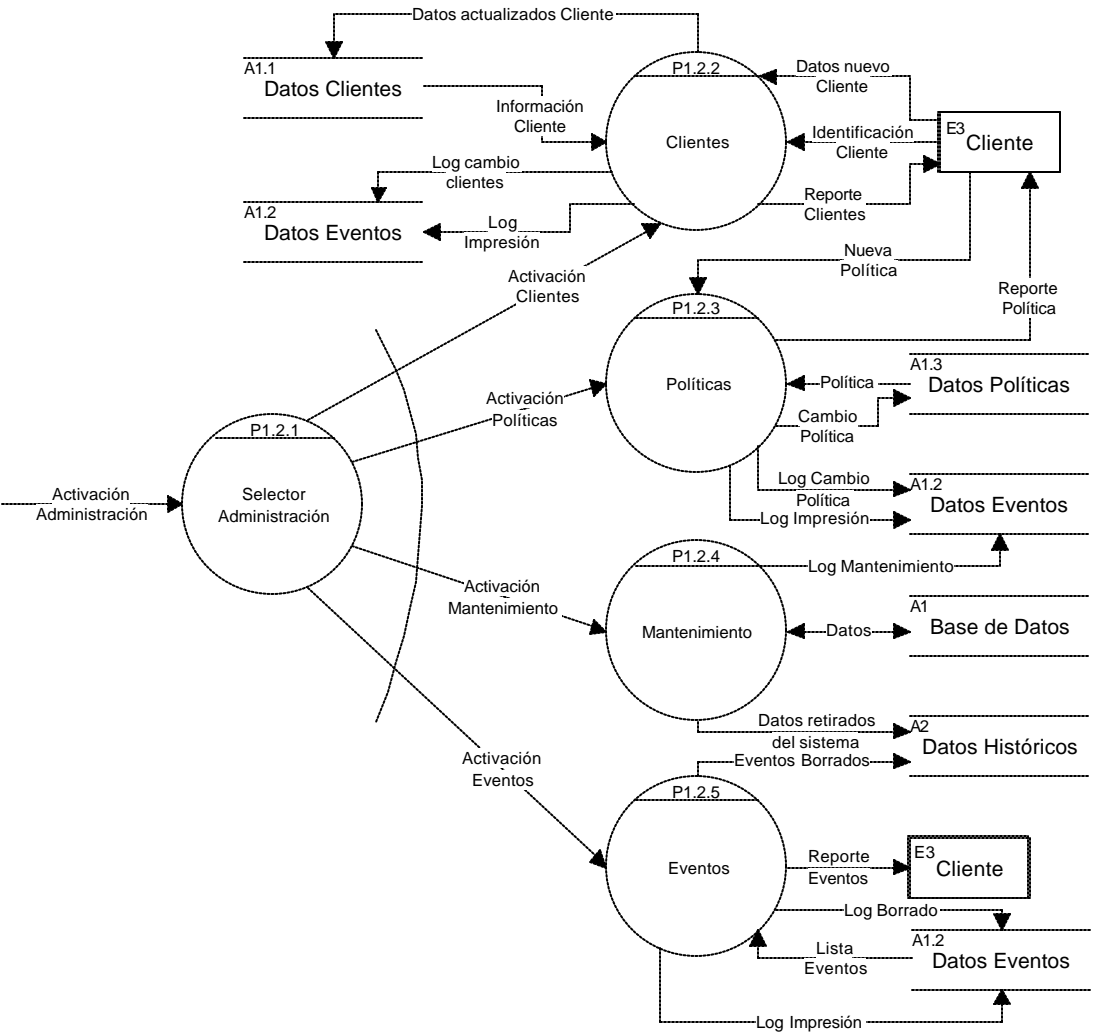


Figura 34. Diagrama de cuarto nivel proceso 1.2

El proceso de **manejo de clientes** debe implementar los métodos para agregar nuevos **clientes**, modificar la información de cada uno de éstos o retirar **clientes** de la aplicación; además debe generar reportes sobre los **clientes** del sistema.

El proceso de **políticas** maneja el criterio de clasificación del estado de funcionamiento de las áreas de cubrimiento del sistema de acuerdo al día y la hora en el momento de recibir datos del controlador. Existen dos opciones: **horas de acceso normal**, en las cuales la *ocupación* de las áreas es permitida y **horas de acceso no permitido**, en las cuales la *ocupación* se debe reportar como un acceso no válido en las áreas de cubrimiento. Ya que el sistema trabaja sobre tres áreas diferentes (aulas, laboratorios o talleres y oficinas) la aplicación debe implementar una política para cada una además de un método para generar el reporte de las políticas del sistema.

Debido a que el área de cubrimiento del sistema es extensa (más de 150 áreas se van a monitorear) es de esperarse que la cantidad de datos capturados por el sistema sea voluminosa. Esto genera la necesidad de implementar métodos de mantenimiento para asegurar la continuidad de la aplicación y su vida útil.

Todos los eventos generados durante el funcionamiento del *software* se pueden utilizar para verificar el comportamiento de la aplicación en el tiempo y decidir cambios en políticas de funcionamiento o en los perfiles de los usuarios. Debido a la cantidad de eventos que se pueden generar durante la vida útil del sistema, el

proceso encargado de manejarlos debe implementar algún procedimiento para descargar el almacén de **datos eventos**.

Los subprocesos que son pertinentes a la administración de **clientes** se pueden observar en la figura 35.

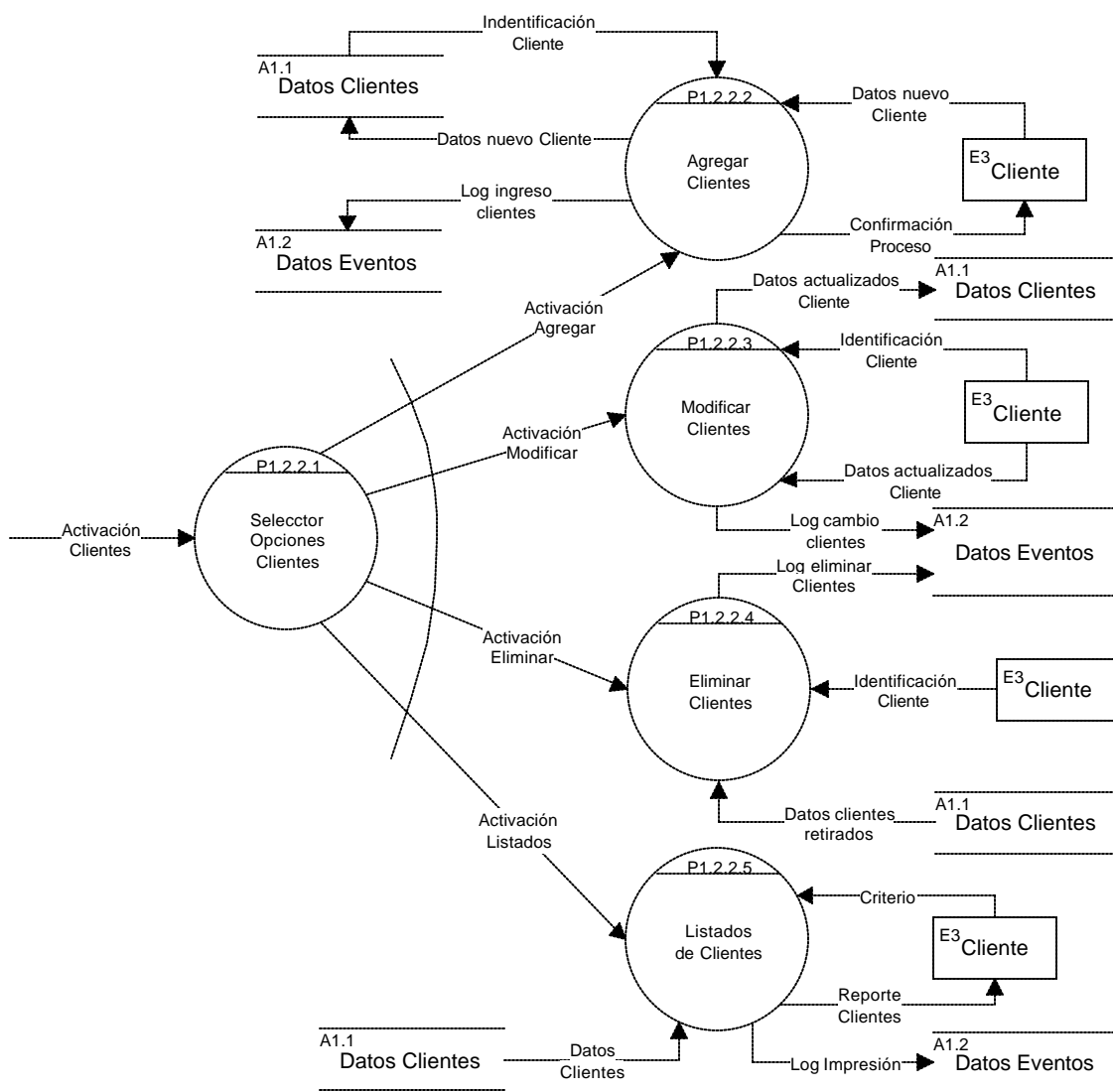


Figura 35. Diagrama de quinto nivel proceso 1.2.2

El primero debe manejar el ingreso de los **clientes** nuevos al sistema. Este debe tomar los datos suministrados por el **cliente** y comparar la identificación y el código; si alguno de los dos se repite en los datos de los **clientes** actuales, el sistema rechaza los datos del nuevo **cliente**; en caso contrario el sistema debe comprobar que los datos estén completos y almacenarlos en **datos clientes**.

Un segundo proceso se encarga de la modificación de la información de los **clientes** existentes, en cuanto a los derechos que éstos posea en el sistema. Lo único que no debe permitir cambiar es el código o la identificación del **cliente**; primero debe implementar un método de localización del **cliente** a modificar y luego debe presentar los datos para su modificación.

El **retiro de clientes** del sistema debe implementar un método de búsqueda del **cliente** a retirar y una vez localizado, debe pedir la confirmación del retiro del sistema del mismo y retirar los datos de **datos clientes**.

Por último, la **administración de clientes** debe incluir un subproceso para listar los **clientes** existentes en el sistema.

Debe quedar registro de la ejecución de todos los procesos anteriores en el almacén de **eventos del sistema**.

El manejo de datos implica procesos de mantenimiento para asegurar la consistencia de éstos y el buen funcionamiento de la aplicación. Estos procesos se observan en la figura 36.

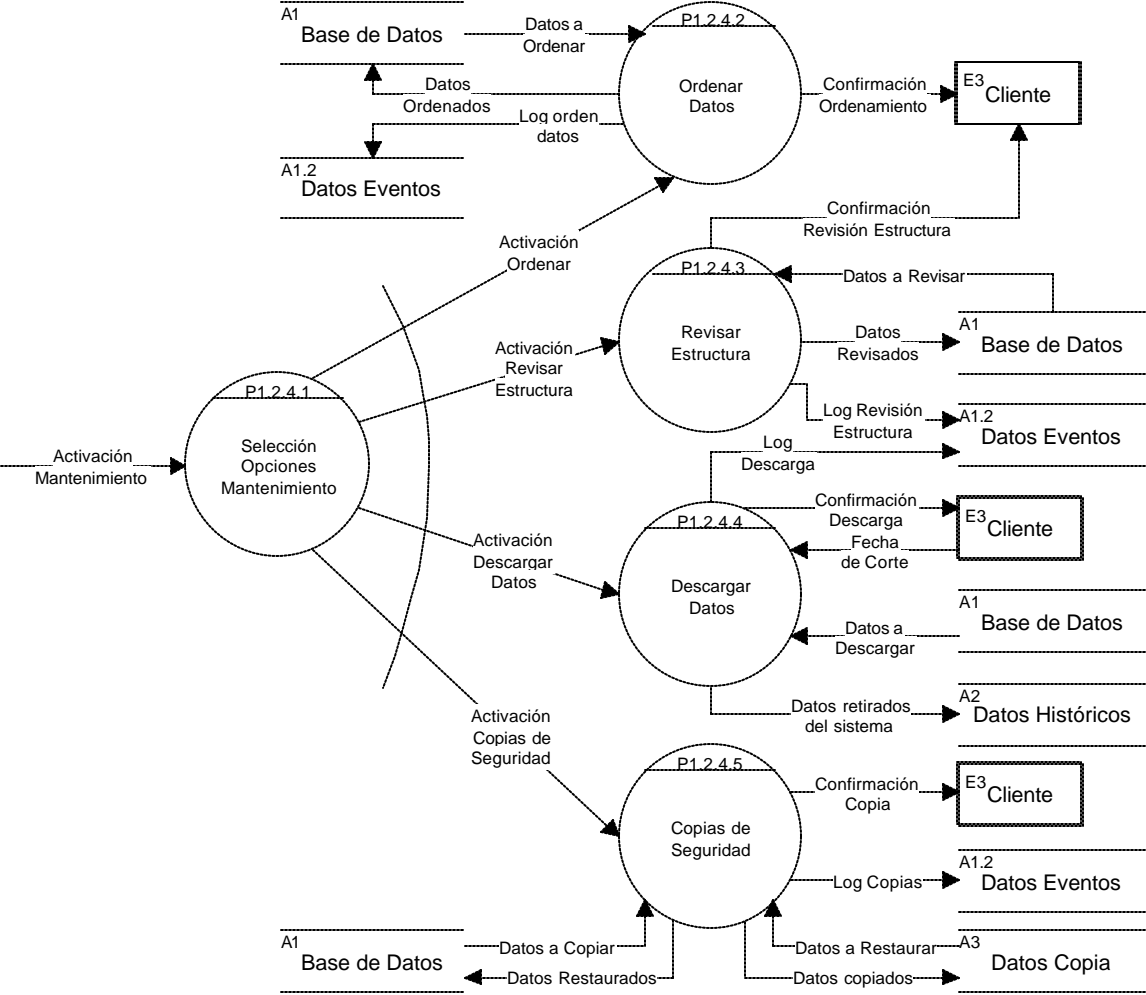


Figura 36. Diagrama de quinto nivel proceso 1.2.4

Como medida de seguridad y para prevenir riesgos de continuidad de funcionamiento del sistema se debe implementar un proceso que realice copias de

seguridad de la *base de datos* del sistema y que al mismo tiempo permita recuperar información de copias de respaldo anteriores.

El proceso de visualización de la información y el manejo del sobre-mando del sistema lo debe realizar un procedimiento específico. Como se puede observar en la figura 37 este proceso se divide en dos subprocesos.

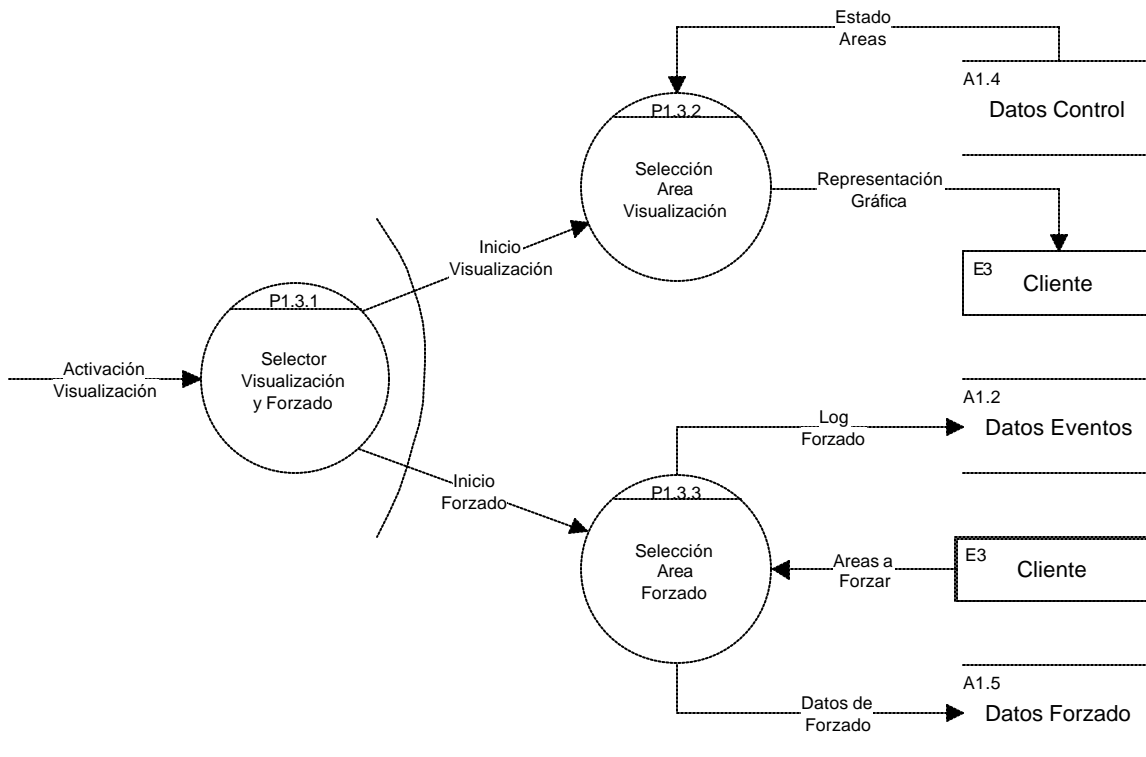


Figura 37. Diagrama de cuarto nivel proceso 1.3

La primera rutina de mantenimiento se encarga de mantener el orden de los datos dentro de los almacenes mediante la implementación de índices de datos por ejemplo, y debe tener la capacidad de reconstruirlos en caso de que éstos se

deteriores. El segundo subproceso que debe manejar el mantenimiento del sistema es la revisión de la estructura física de los almacenes de datos.

Con el funcionamiento diario del sistema se acumula una gran cantidad de datos, los cuales con el paso del tiempo pierden validez u ocupan espacio innecesario en el sistema. Se hace necesario el implementar un método de descarga de los almacenes de datos, el cual debe mover los datos de mayor antigüedad de la *base de datos* del sistema y pasarlos a otra *base de datos* en donde se mantenga la historia del mismo. Con esto se garantiza que la aplicación sea sostenible en períodos de tiempo extensos y que se mantenga su buen funcionamiento.

El subproceso de visualización debe interpretar los datos de control del sistema de acuerdo al área a mostrar. El **cliente** debe poder elegir entre los siguientes tipos de áreas: general, que muestra toda la institución; bloque, para visualizar un bloque específico y piso, que a partir de un bloque en particular muestra la información del estado de cada una de las áreas de esa planta.

El subproceso de forzado debe seleccionar el área a forzar y almacenar estos datos en el almacén **datos forzado**, para que sean enviados por la aplicación al controlador.

El proceso para el manejo de las estadísticas del sistema debe generar reportes para el **cliente** de acuerdo a los siguientes criterios: primero el tipo de reporte, ya

sea de *ocupación* o de *activación*; después debe seleccionar el área de cubrimiento sobre la cual se quiere hacer el reporte y luego definir la fecha inicial y final del mismo. Con estos parámetros se debe generar un reporte al **cliente** con opción de que su salida sea impresa o en forma visual. Este proceso se puede apreciar en la figura 38.

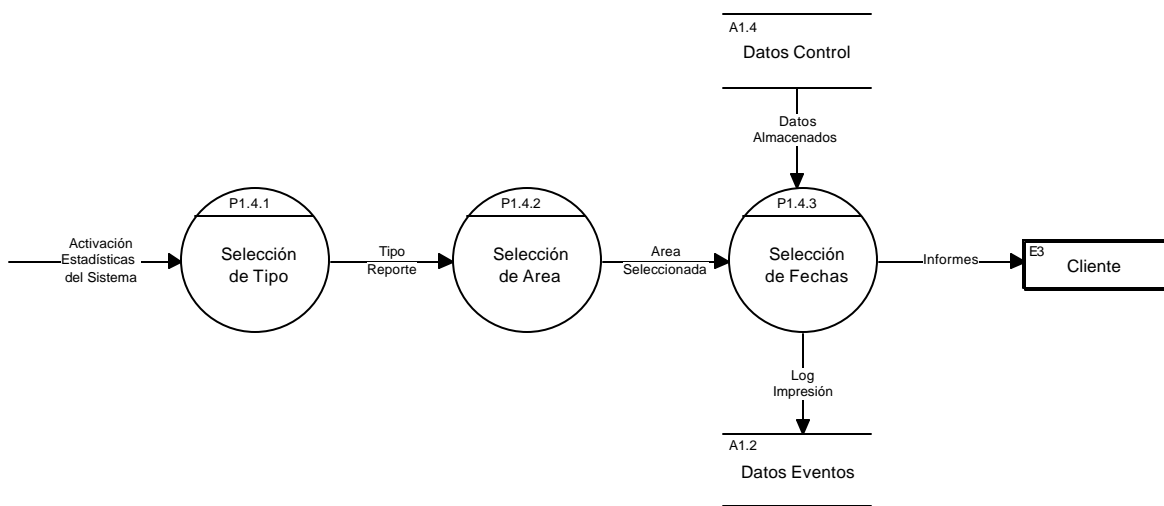


Figura 38. Diagrama de cuarto nivel proceso 1.4

El proceso de comunicación se encarga de todas las rutinas de transmisión de información entre el *hardware* y el *software*. La comunicación entre los módulos se efectúa mediante enlaces tipo DDE y la estructura del proceso se observa en la figura 39.

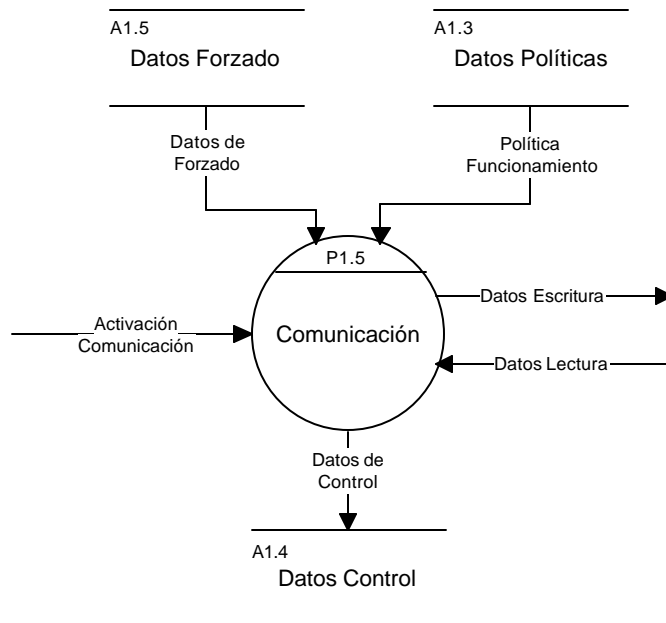


Figura 39. Diagrama de cuarto nivel proceso 1.5

Cuando el proceso recibe información del controlador, compara ésta con la política de funcionamiento del sistema y luego clasifica las áreas de cubrimiento según su tipo y almacena el estado de cada una en **datos control**.

Cuando en el proceso de forzado se realiza algún cambio en el funcionamiento del sistema, éste es almacenado en **datos forzado**; el proceso de comunicación debe detectar este cambio, interpretar los datos de forzado y enviarlos al controlador a través del enlace DDE.

Los elementos y estructuras de datos de los diagramas se definen en los anexos C y D.

Como resultado de los diagramas del software se define la distribución modular que se observa en la figura 40, la cual debe albergar todos los procesos del sistema.

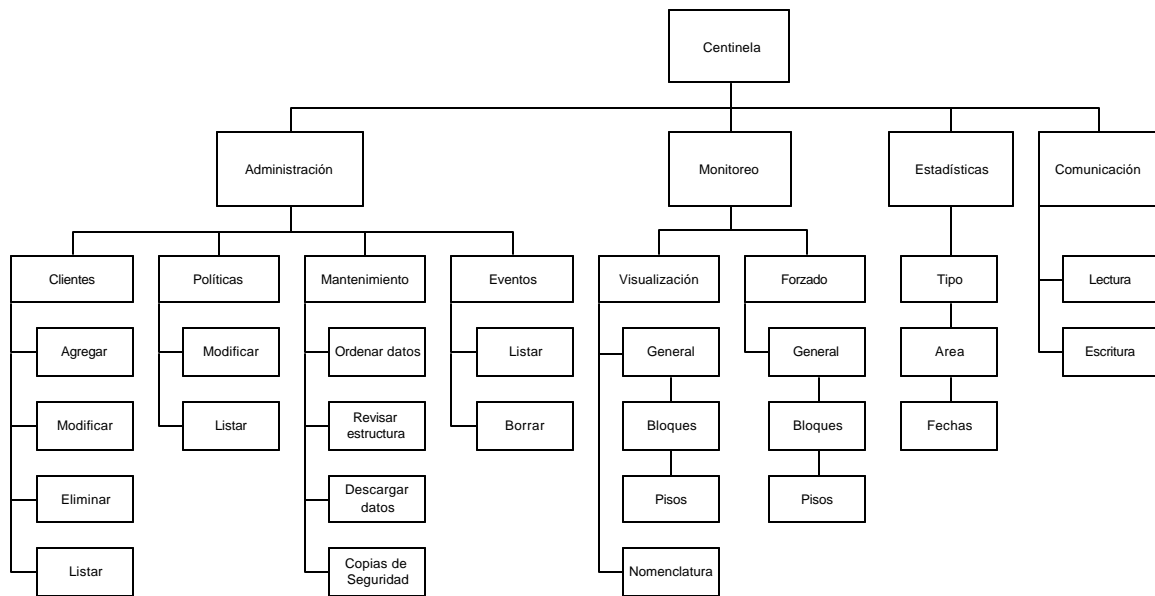


Figura 40. Diagrama modular del software

2.6.1.2 Diseño de entradas. Las entradas y salidas del sistema son el método mediante el cual el **cliente** interactuará con el mismo; en el diseño de este tipo de elementos se debe tener en cuenta que la distribución de las entradas al sistema, ya sean formularios, diálogos o gráficos deben ser lo más claros y concisos posibles para que el **cliente** final pueda aprovechar todas las características ofrecidas por la aplicación.

El primer ingreso de datos al sistema es la identificación y la contraseña del **cliente**. Esta entrada debe hacerse en forma de diálogo, utilizando dos campos para la captura de datos y debe salir centrado en la pantalla. Los datos que se suministran en este diálogo son del tipo alfanumérico y la contraseña no puede ser visualizada por el **cliente** cuando éste la escriba para conservar la privacidad del sistema. En la figura 41 se muestra el diseño de esta interfaz de entrada.



Figura 41. Diálogo de ingreso del cliente al sistema

Para el cambio de la contraseña del **cliente** se genera un diálogo similar al anterior, como se aprecia en la figura 42.

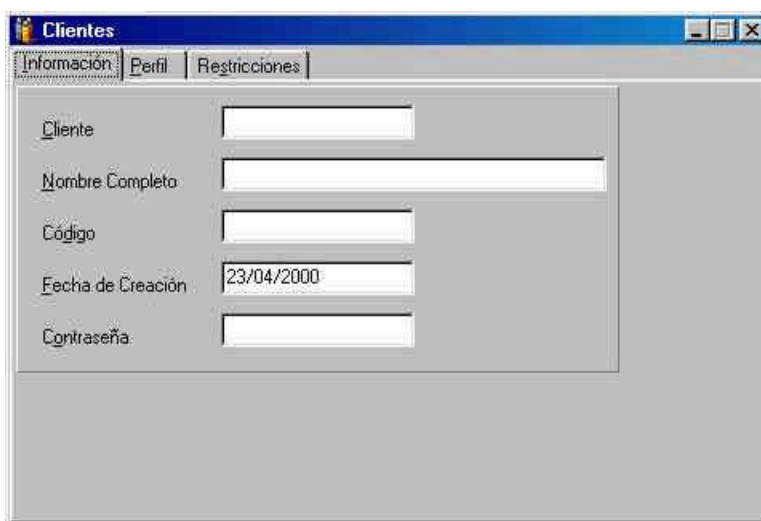


Figura 42. Diálogo de cambio de contraseña

La entrada de la nueva contraseña y la confirmación deben ser alfanuméricas y no pueden ser visibles al **cliente** en el momento de su ingreso.

Se utiliza una interfaz para el ingreso o modificación de los datos de los **clientes** del *software*. La información típica de un **cliente** se puede clasificar en tres clases diferentes: información personal, la cual está conformada por el nombre, identificación, código, fecha de ingreso y contraseña; el perfil del **cliente**, conformado por el conjunto de procesos a los cuales tiene derecho el **cliente** para su ejecución y las restricciones, las cuales definen las horas en que el **cliente** puede ingresar al sistema, si puede cambiar su contraseña, y la fecha en que expira su derecho de ingreso al *software*.

La interfaz de información del **cliente** se observa en la figura 43. Cuando el **cliente** ingresa por primera vez el sistema asigna la fecha de ingreso, los demás datos son del tipo alfanumérico y deben ser ingresados por el administrador del sistema, el *software* valida que tanto el **cliente** como el código no se repitan en el sistema.



The image shows a screenshot of a software application window titled "Clientes". The window has a blue title bar and three tabs: "Información", "Perfil", and "Restricciones". The "Información" tab is selected. The form contains the following fields:

Cliente	<input type="text"/>
Nombre Completo	<input type="text"/>
Código	<input type="text"/>
Fecha de Creación	<input type="text" value="23/04/2000"/>
Contraseña	<input type="text"/>

Figura 43. Formulario información cliente

La interfaz del perfil del **cliente** muestra una lista ordenada por funciones lógicas de los procesos del *software* clasificados por los módulos de la aplicación; es del tipo de selección. La figura 44 muestra la estructura de esta interfaz.



Figura 44. Formulario perfil del cliente

La tercera parte del formulario de ingreso de los **clientes** al *software* contiene la información de restricciones de seguridad del **cliente** en el sistema, definiendo las horas de acceso, la fecha de caducidad del ingreso del **cliente** al sistema y que se valida comparando que sea mayor a la fecha de ingreso, los caracteres mínimos de la contraseña del **cliente** y si este posee derechos para cambiar la contraseña. En la figura 45 se aprecia esta interfaz.

The screenshot shows a window titled 'Cientes' with three tabs: 'Información', 'Perfil', and 'Restricciones'. The 'Restricciones' tab is active, displaying a grid for 'Horas de Acceso' (Access Hours) from 0 to 24 in 3-hour increments. The grid rows represent days of the week: Lunes, Martes, Miércoles, Jueves, Viernes, Sábado, and Domingo. Checkmarks are present in the grid cells for hours 6, 9, 12, 15, 18, and 21 on all days. Below the grid, there is a 'Cuenta' section with a dropdown menu, a 'Tamaño Mínimo Contraseña' field with a value of 5, a 'Caducidad de Cuenta' field with a date of 23/04/2001, and a checked checkbox labeled 'Puede Cambiar Contraseña'.

Figura 45. Formulario de restricciones del cliente

Para retirar a un **cliente** del sistema o modificar la información de éste, se implementa una interfaz de búsqueda. Existen tres criterios para la búsqueda: el código, el nombre o la identificación del **cliente**; los tres son alfanuméricos. La interfaz de búsqueda se observa en la figura 46.

The screenshot shows a dialog box titled 'Buscar Clientes'. It contains a table with the following data:

Cliente	Código	Nombre
Admin	0	Administrador del Sistema
Invitado	1	Invitado

Below the table, there are three search input fields labeled 'Buscar Cliente', 'Buscar Código', and 'Buscar Nombre'. At the bottom of the dialog, there are three buttons: 'Modificar', 'Eliminar', and 'Cancelar'.

Figura 46. Diálogo de búsqueda de clientes

La siguiente interfaz de entrada de datos al sistema maneja las políticas de funcionamiento, consta de un horario semanal y define las horas en las que el área de cobertura del sistema reporta la presencia como un ingreso no autorizado. Se maneja un horario por cada clase de área de cubrimiento, aulas, talleres y oficinas. En la figura 47 se observa el modelo de esta interfaz.

	0	3	6	9	12	15	18	21	24
Lunes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Martes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Miércoles	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jueves	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Viernes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sábado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Domingo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figura 47. Formulario de políticas de funcionamiento del sistema

La interfaz para el ingreso de la fecha de corte de la información de control para pasarla al almacén de datos históricos se observa en la figura 48, validando que la fecha ingresada para el movimiento de datos debe ser menor o igual a la fecha actual de funcionamiento del sistema.

La captura de la información por parte de la aplicación para forzar el funcionamiento de las áreas de cubrimiento, requiere de una entrada para cada tipo de área. La institución está conformada por ocho bloques y cada uno se

subdivide en pisos y estos a su vez se seccionan en áreas. En la figura 49 se puede observar la distribución física de la universidad.



Figura 48. Diálogo de movimiento de datos a históricos

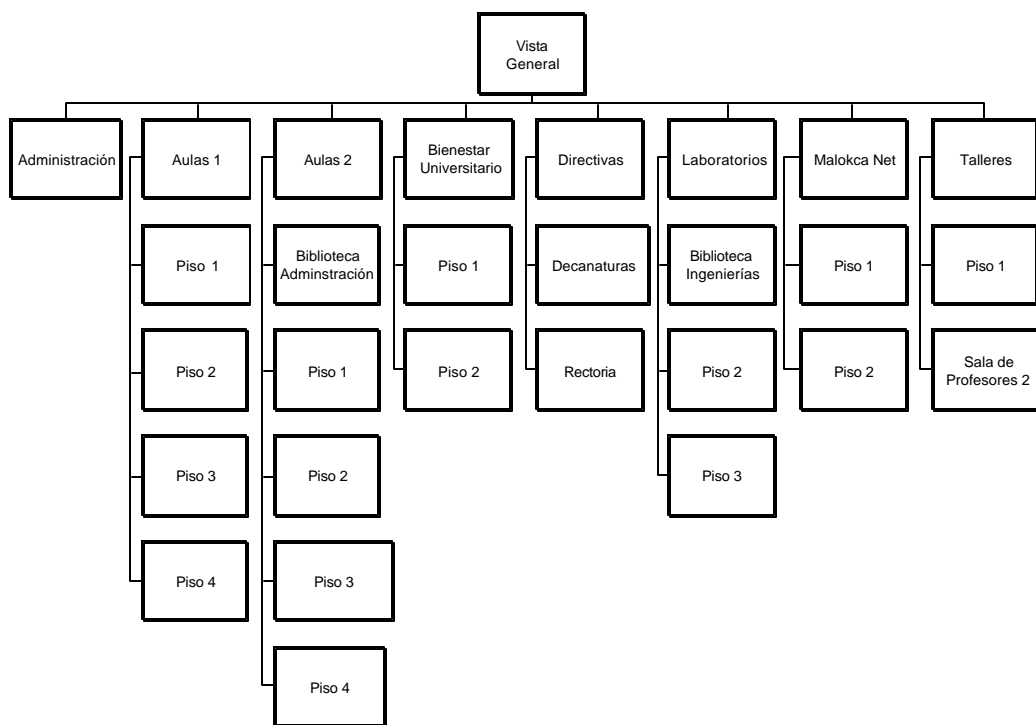


Figura 49. Distribución física de la institución

En el diálogo para el control forzado se presentan las opciones por cada una de las áreas, permitiendo al **cliente** en forma visual modificar el funcionamiento del

sistema. En la figura 50 se observa el modelo de este diálogo para el área general de la universidad. Esta interfaz es análoga para cada uno de los pisos de los bloques cubiertos por el sistema.

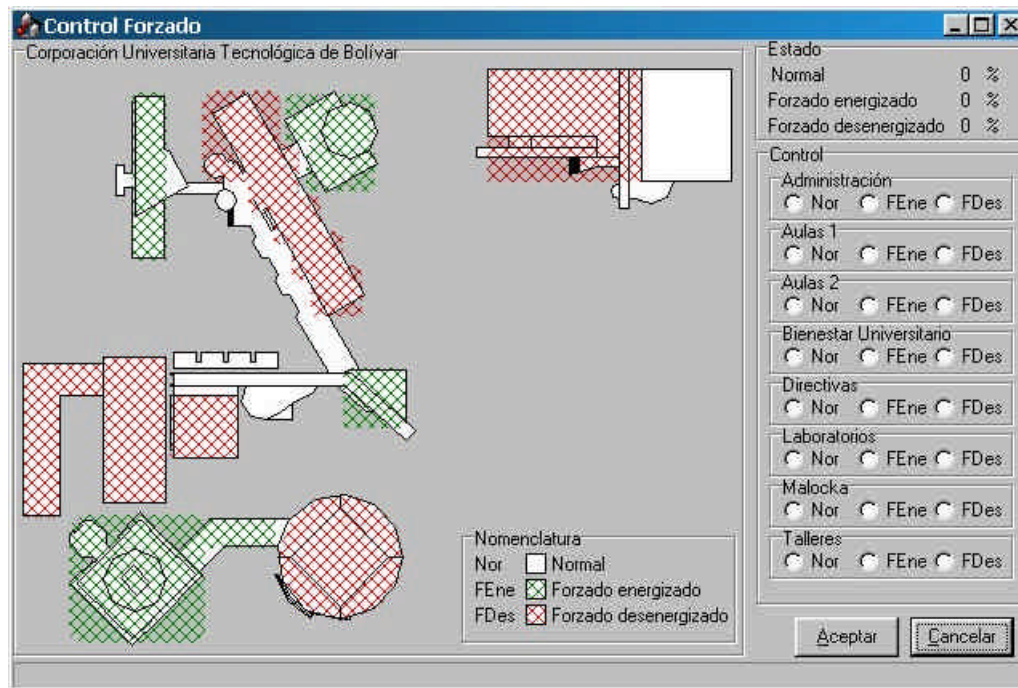


Figura 50. Diálogo para el control forzado

2.6.1.3 Salidas de datos. Las interfaces de salida de la aplicación se dividen en dos tipos: las salidas visuales, o por pantalla generalmente en forma de diálogos y las salidas impresas, conformadas por los reportes emitidos a través de impresoras.

Las primeras salidas de datos están conformadas por las notificaciones del proceso de validación del ingreso de los **clientes**, estas informan los errores de

identificación o contraseña y de su ingreso al sistema. Como el proceso de validación implementa la función de cambio de contraseñas se generan dos salidas: la primera, si el **cliente** no posee los derechos necesarios y otra, si se equivoca en el proceso de cambio de contraseña. Estos diálogos se observan en las figuras 51 a la 55.

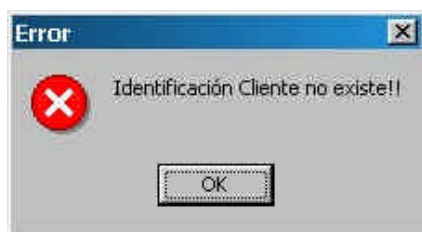


Figura 51. Diálogo de rechazo identificación cliente



Figura 52. Diálogo de rechazo contraseña cliente



Figura 53. Diálogo de confirmación de entrada al sistema

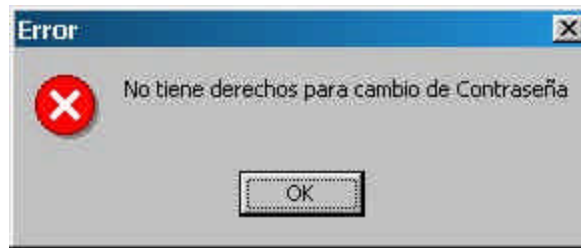


Figura 54. Diálogo notificación falta de derechos para cambio de contraseña



Figura 55. Diálogo de error cambio de contraseña

Además por cada operación realizada de manera exitosa se genera una notificación de confirmación de la misma. Este diálogo puede observarse en la figura 56.



Figura 56. Diálogo de confirmación operación

El inicio y el fin de una sesión de trabajo en el programa requiere de una pequeña rutina de configuración de funciones DDE para los **clientes** con este derecho. Durante la ejecución de estas rutinas aparece un diálogo como el de la figura 57.

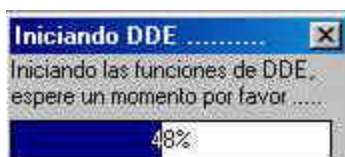


Figura 57. Diálogo de configuración de funciones DDE

Cabe mencionar que al cierre de la sesión aparecerá un diálogo similar al anterior, con la diferencia que éste indicará el cierre de las funciones DDE.

Al inicio de la aplicación, el programa revisa si se ha presionado el pulsador de habilitación, y muestra un diálogo de advertencia si la carga se encuentra deshabilitada. Ese diálogo se observa en la figura 58.

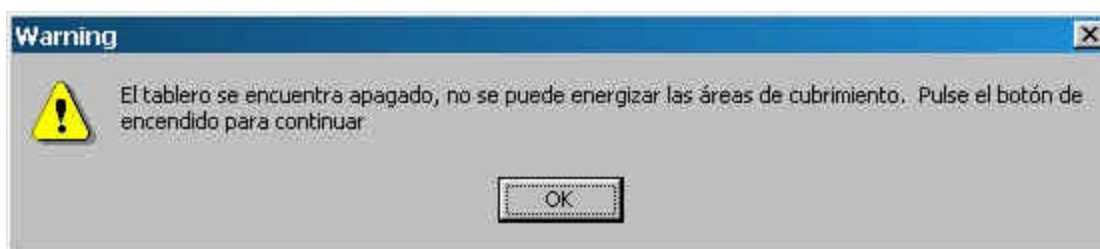


Figura 58. Diálogo de tablero deshabilitado

Al finalizar la aplicación, el programa revisa ciertas condiciones críticas que puedan existir en el estado actual de la carga; condiciones tales como áreas

forzadas, alarma encendida y la combinación de ellas. Los diálogos correspondientes a estas condiciones se observan en las figuras 59, 60 y 61.

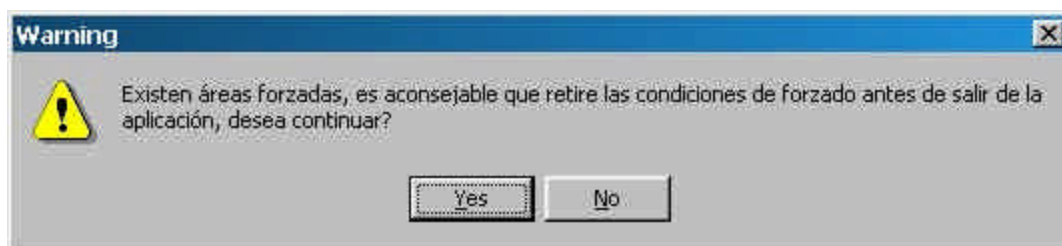


Figura 59. Diálogo de áreas forzadas al finalizar la aplicación

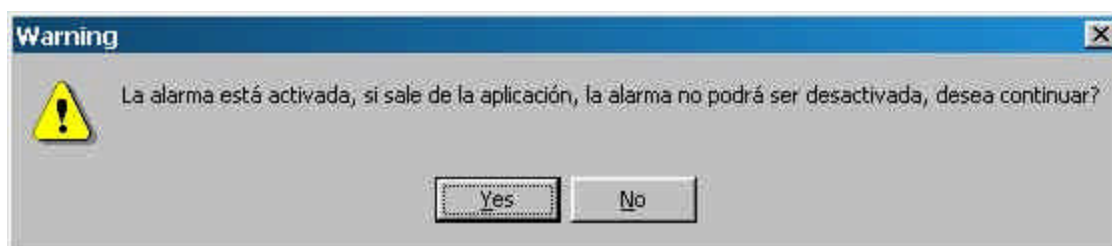


Figura 60. Diálogo de alarma al finalizar la aplicación

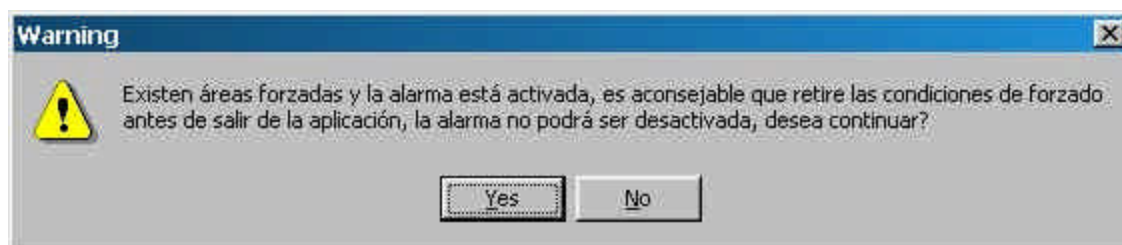
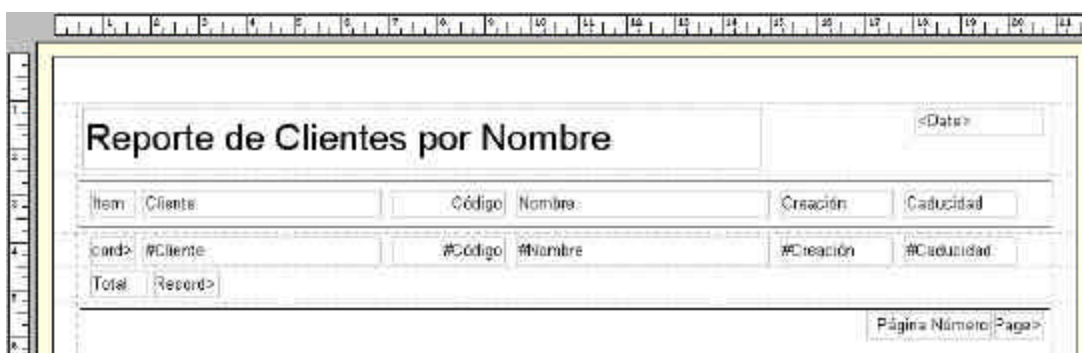


Figura 61. Diálogo de áreas forzadas y alarma al finalizar la aplicación

Para facilitar la administración de los **clientes** se manejan reportes ordenados por nombre, identificación, código, fecha de creación o fecha de caducidad. El formato seguido para estos reportes consiste en una cabecera con el nombre del

reporte, la fecha de elaboración del mismo y el listado de los **clientes**, contabilizando al final la cantidad de **clientes** en el sistema; se incluyen sólo los datos básicos, identificación, código, nombre, fecha de creación y fecha de caducidad en formato de columnas separadas uniformemente. La distribución del reporte se observa en la figura 62.



The image shows a screenshot of a report titled "Reporte de Clientes por Nombre". The report is displayed in a window with a ruler at the top and a vertical ruler on the left. The report content is as follows:

Item	Clientes	Código	Nombre	Creación	Caducidad
cond>	#Cliente	#Código	#Nombre	#Creación	#Caducidad
Total	Record>				

At the bottom right of the report area, there is a page number field: "Página Número: Page>".

Figura 62. Reporte de clientes por nombre

Todos los reportes impresos del sistema se trabajan en papel tamaño carta, por ser el más común en el mercado.

La información de los eventos del sistema generan dos tipos de salidas: una visual y una impresa; la salida visual organiza los datos en una tabla organizada por fecha y hora, mientras que el formato impreso organiza los datos en columnas e incluye la fecha de impresión. La distribución de la pantalla de eventos se observa en la figura 63 y el reporte impreso en la figura 64.

Fecha	Hora	Código	Descripción	Cliente
24/04/2000	03:01:01 p.m	N	Salida del cliente del sistema	999999999
24/04/2000	03:01:51 p.m	1	Entrada al sistema	999999999
24/04/2000	03:01:55 p.m	J	Visualización de las instalaciones	999999999
24/04/2000	03:02:50 p.m	J	Visualización de las instalaciones	999999999
24/04/2000	03:05:50 p.m	N	Salida del cliente del sistema	999999999
24/04/2000	08:20:43 p.m	1	Entrada al sistema	999999999
24/04/2000	08:21:06 p.m	K	Inicio de control forzado	999999999
24/04/2000	08:40:54 p.m	J	Visualización de las instalaciones	999999999
24/04/2000	09:59:07 p.m	H	Impresión del registro de eventos	999999999
24/04/2000	10:00:26 p.m	N	Salida del cliente del sistema	999999999
25/04/2000	11:19:55 a.m	1	Entrada al sistema	999999999

Buttons: Imprimir, Borrar, Salir

Figura 63. Listado de eventos

Item	Fecha	Hora	Código	Descripción	Nombre Cliente
#Código	#Fecha	#Hora	#Código	#Descripción	#Nombre
Total	Records				

Page: Página Número Page

Figura 64. Reporte de eventos

La visualización del estado de las áreas de cubrimiento se realiza mediante una interfaz visual, en la cual se muestra una gráfica del área a observar y los diferentes dispositivos que conforman el sistema de monitoreo, los cuales cambian de color según el estado en que se encuentre en ese momento el área en observación.

La figura 65 muestra una interfaz de visualización. Esta pantalla es el modelo para la visualización de toda la institución, al igual que en el manejo forzado del sistema. Estas interfaces manejan el área de cubrimiento desde el plano general de la institución hasta los pisos de cada uno de los bloques, según la estructura observada anteriormente en la figura 49.

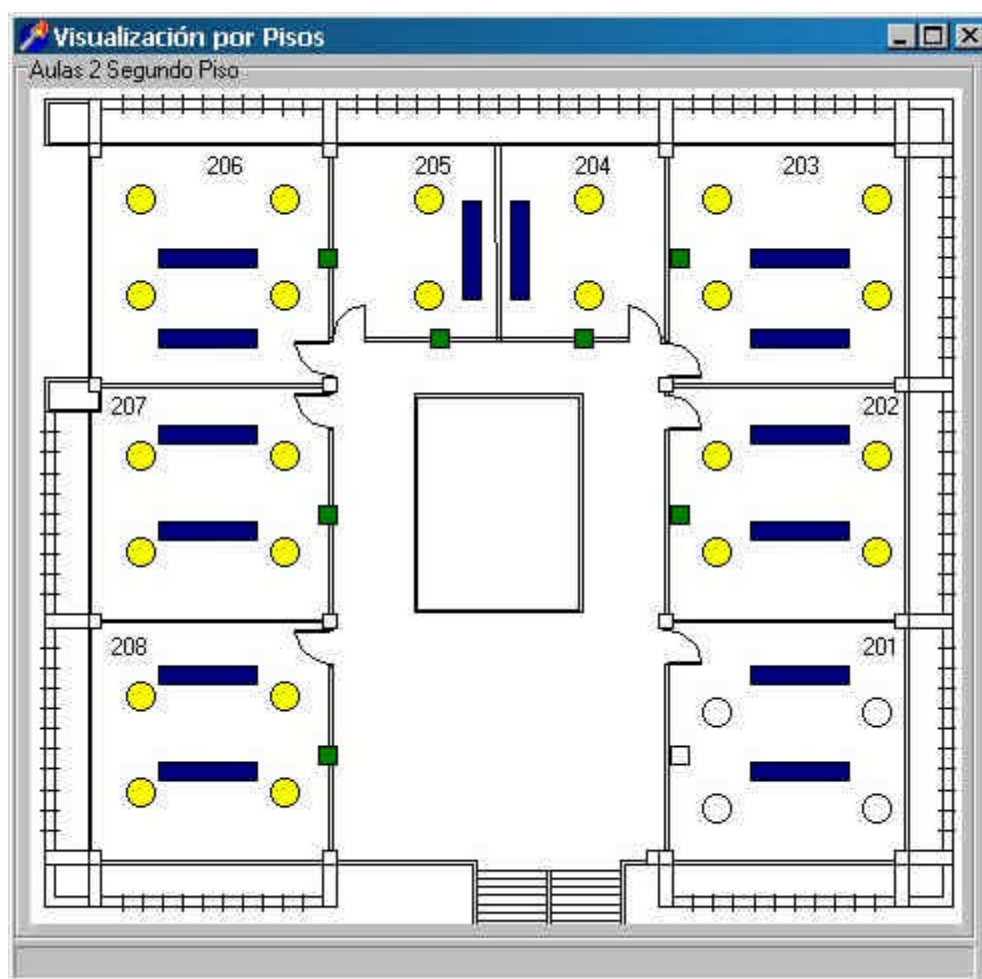


Figura 65. Visualización área de monitoreo.

Para la comprensión de la interfaz anterior se diseña otra salida de datos que muestra la nomenclatura de los elementos que se visualizan, clasificando los elementos y los diferentes colores que toman de acuerdo al estado del área. La figura 66 muestra la salida generada por la nomenclatura.



Figura 66. Nomenclatura de visualización

Los reportes de funcionamiento del sistema generan interfaces de salida impresas. La distribución física de estas comprende un encabezado que incluye el título del reporte, la fecha de impresión seguido de la fecha y hora de los datos visualizados y la lista de las áreas a reportar organizados por columnas. La distribución de este reporte se presenta en la figura 67.

Item	Fecha	Hora	A201	A202	A203	A204	A205	A206	A207	A208
Record>	#Fecha	#Hora	#A2	#A2	#A2	#A2	#A2	#A2	#A2	#A2
Total	Record>									

Página Número

Figura 67. Reporte del estado de áreas

Análogo al reporte del estado de las áreas de cubrimiento, está el reporte del funcionamiento forzado del sistema, el cual incluye los mismos campos y posee la misma distribución física como se observa en la figura 68.

Item	Fecha	Hora	A201	A202	A203	A204	A205	A206	A207	A208
Record>	#Fecha	#Hora	#A20	#A20	#A20	#A20	#A20	#A20	#A20	#A20
Total	Record>									

Página Número

Figura 68. Reporte de funcionamiento forzado

2.6.1.4 Codificación de datos. Existen en el sistema tres tipos de datos que necesitan ser codificados: los eventos de funcionamiento del sistema, el estado de funcionamiento de las áreas de cubrimiento y los estados de control forzado.

Los eventos de funcionamiento del sistema se codifican como se muestra en la tabla 4.

Tabla 4. Codificación de eventos

Evento	Código
Entrada al sistema	1
Cambio de contraseña	2
Contraseña incorrecta	3
Intento de acceso en hora no autorizada	4
Intento de acceso cliente bloqueado	5
Intento de acceso cliente suspendido	6
Adición de cliente nuevo al sistema	7
Modificación datos del cliente	8
Eliminación cliente del sistema	9
Modificación de políticas	A
Impresión de políticas	B
Reconstrucción de índices de tablas	C
Empaquetado de tablas	D
Movimiento de datos a históricos	E
Copia de seguridad	F
Restauración copia de seguridad	G
Impresión registro de eventos	H
Borrado registro de eventos	I

Visualización de las instalaciones	J
Inicio de control forzado	K
Finalización control forzado	L
Impresión estadísticas de funcionamiento	M
Salida del cliente del sistema	N
Activación DDE	O
Fin de funciones DDE	P
Error lectura / escritura DDE	Q
Impresión listado de clientes	R

La codificación del estado de las áreas de cubrimiento representa las diferentes combinaciones de estados que presentan los elementos del sistema, y existen 24 combinaciones posibles que definen 24 códigos. La tabla 5 relaciona estas combinaciones con su respectivo código.

Tabla 5. Códigos de visualización

Sensor	Interruptor	Ventiladores	Luces	Código
Desocupado	Desenergizado	Desactivados	Desactivadas	DDD
Desocupado	Forzado Desenergizado	Desactivados	Desactivadas	DXD
Desocupado	Forzado Energizado	Desactivados	Desactivadas	DPD
Desocupado	Forzado Energizado	Activados	Desactivadas	DPV

Desocupado	Forzado Energizado	Desactivados	Activadas	DPL
Desocupado	Forzado Energizado	Activados	Activadas	DPT
Ocupado	Energizado	Desactivados	Desactivadas	OED
Ocupado	Energizado	Activados	Desactivadas	OEV
Ocupado	Energizado	Desactivados	Activadas	OEL
Ocupado	Energizado	Activados	Activadas	OET
Ocupado	Forzado Desenergizado	Desactivados	Desactivadas	OXD
Ocupado	Forzado Energizado	Desactivados	Desactivadas	OPD
Ocupado	Forzado Energizado	Activados	Desactivadas	OPV
Ocupado	Forzado Energizado	Desactivados	Activadas	OPL
Ocupado	Forzado Energizado	Activados	Activadas	OPT
Intrusión	Energizado	Desactivados	Desactivadas	IED
Intrusión	Energizado	Activados	Desactivadas	IEV
Intrusión	Energizado	Desactivados	Activadas	IEL
Intrusión	Energizado	Activados	Activadas	IET
Intrusión	Forzado Desenergizado	Desactivados	Desactivadas	IXD
Intrusión	Forzado Energizado	Desactivados	Desactivadas	IPD
Intrusión	Forzado Energizado	Activados	Desactivadas	IPV
Intrusión	Forzado Energizado	Desactivados	Activadas	IPL
Intrusión	Forzado Energizado	Activados	Activadas	IPT

El funcionamiento en modo de forzado genera tres códigos diferentes como se observa en la tabla 6.

2.6.1.5 Diseño de archivos. Se necesita almacenar cinco tipos diferentes de información: **clientes**, políticas, eventos, estado de monitoreo y estado de forzado.

Tabla 6. Códigos de control forzado

Tipo de forzado	Código
Sin forzar	N
Forzado Energizado	E
Forzado Desenergizado	D

El archivo para almacenar la información de los **clientes** debe contener los siguientes datos: identificación, contraseña, nombre, código, fecha de creación, perfil, horas de acceso, el tamaño mínimo para la contraseña, si posee derecho para su cambio y la fecha en que su cuenta caduca. El perfil esta conformado por la lista de los menús a los cuales tiene acceso el **cliente**, en total 16. Las horas de acceso se dividen en el día de la semana y la lista de las horas, para un total de 168 datos. La tabla 7 presenta la estructura del archivo, este debe organizarse mediante un índice controlado por la identificación del **cliente**.

Tabla 7. Estructura registro de clientes

Elemento	Tipo	Longitud
Identificación	Alfanumérico	20 caracteres
Contraseña	Alfanumérico	20 caracteres
Nombre	Alfanumérico	40 caracteres
Código	Numérico	10 caracteres
Fecha de Creación	Fecha	10 caracteres
Perfil	Numérico	16 caracteres
Horas de Acceso	Numérico	168 caracteres
Contraseña Mínima	Numérico	2 caracteres
Cambia Contraseña	Lógico	1 caracter
Fecha de Caducidad	Fecha	10 caracteres

Las políticas de funcionamiento del sistema se almacenan según el tipo área y la condición de ocupación de cada hora por cada día. La estructura de este archivo debe organizarse mediante la utilización de índices por el tipo de área (aulas, oficinas y talleres) y se observa en la tabla 8.

Los eventos del sistema se deben almacenar en un archivo con los siguientes campos: fecha, hora, código del evento, descripción del evento y el **cliente** que genera éste. El archivo se debe organizar mediante un índice doble, conformado

por la combinación de la fecha y la hora del evento. En la tabla 9 se establece la configuración básica de cada registro de la tabla.

Tabla 8. Estructura registro de políticas

Elemento	Tipo	Longitud
Area	Alfanumérico	1 carácter
Lunes	Alfanumérico	24 caracteres
Martes	Alfanumérico	24 caracteres
Miércoles	Alfanumérico	24 caracteres
Jueves	Alfanumérico	24 caracteres
Viernes	Alfanumérico	24 caracteres
Sábado	Alfanumérico	24 caracteres
Domingo	Alfanumérico	24 caracteres

Tabla 9. Estructura registro de eventos

Elemento	Tipo	Longitud
Fecha Evento	Fecha	10 caracteres
Hora Evento	Hora	8 caracteres
Código Evento	Alfanumérico	2 caracteres
Descripción	Alfanumérico	20 caracteres
Código Cliente	Numérico	10 caracteres

La información de los datos de control hace referencia al estado de cada una de las áreas de cubrimiento del sistema y a la fecha y hora en que fue capturado el dato. Como el área de cubrimiento del sistema es extensa se hace necesario crear un archivo por cada uno de los bloques de la institución y un archivo de control que almacene el resumen general. Cada registro del archivo de control contiene la fecha, hora y un resumen por cada uno de los bloques del sistema como se referencia en la tabla 10.

Tabla 10. Estructura registro general de control

Elemento	Tipo	Longitud
Fecha	Fecha	10 caracteres
Hora	Hora	8 caracteres
Administración	Alfanumérico	3 caracteres
Aulas 1	Alfanumérico	3 caracteres
Aulas 2	Alfanumérico	3 caracteres
Bienestar	Alfanumérico	3 caracteres
Directivas	Alfanumérico	3 caracteres
Laboratorios	Alfanumérico	3 caracteres
Malocka	Alfanumérico	3 caracteres
Talleres	Alfanumérico	3 caracteres

Para cada uno de los bloques se maneja una estructura donde se deben reflejar todas las áreas y todos los pisos del bloque acompañados con la fecha y hora de almacenamiento de los datos. Estas tablas, al igual que la anterior, se deben organizar mediante un índice doble conformado por la fecha y la hora. Un ejemplo de esta estructura de registros se observa en la tabla 11 y hace referencia al bloque Malocka donde opera el *nodo* de internet de la Institución.

Tabla 11. Estructura registro de control bloque Malocka

Elemento	Tipo	Longitud
Fecha	Fecha	10 caracteres
Hora	Hora	8 caracteres
Piso1 101	Alfanumérico	3 caracteres
Piso1 102	Alfanumérico	3 caracteres
Piso1 103	Alfanumérico	3 caracteres
Piso2 201	Alfanumérico	3 caracteres

Los datos referentes al trabajo forzado de las diferentes áreas de cubrimiento se almacenan en estructuras idénticas a las dos anteriores y organizadas mediante índice de fecha y hora.

Para controlar la información sobre el estado de funcionamiento de la aplicación se genera un registro de control que hace referencia a la fecha y la hora de las

últimas modificaciones en el funcionamiento o el mantenimiento del *software*, como la fecha de la última copia de seguridad, la fecha y la hora de la última captura de datos, etc. La estructura de este archivo se muestra en la tabla 12.

Tabla 12. Estructura registro de control

Elemento	Tipo	Longitud
Fecha Lectura	Fecha	10 caracteres
Hora Lectura	Hora	8 caracteres
Fecha Escritura	Fecha	10 caracteres
Hora Escritura	Hora	8 caracteres
Fecha Históricos	Fecha	10 caracteres
Fecha Copia	Fecha	10 caracteres
Fecha Reorganización	Fecha	10 caracteres
Fecha Estructuración	Fecha	10 caracteres

2.6.1.6 Diseño de controles. La aplicación contempla varios tipos de controles: controles de ingreso de datos, los cuales se encargan de validar la consistencia de los datos ingresados por el **cliente** en las diferentes entradas al sistema; controles de funcionamiento, que se encargan de comprobar si la aplicación está ejecutándose correctamente.

Los controles de ingreso de datos verifican fechas, códigos y datos alfanuméricos, este tipo de control se implementa mediante la verificación carácter a carácter de los datos ingresados según sea necesario.

Los controles de funcionamiento se utilizan en la transmisión de datos, verificando que exista comunicación entre el *software* y el *hardware* a través de DDE y en el ingreso de los **clientes** al sistema, validando las restricciones de éstos tanto en el acceso a los procesos del sistema como en la hora de ingreso del mismo.

Todos los controles generan mensajes de notificación al **cliente** y generan eventos que evidencian su funcionamiento en el registro de eventos del sistema.

2.6.2 Requerimientos y selección del lenguaje de desarrollo. El entorno de desarrollo de la aplicación exige que el lenguaje a utilizar maneje bases de datos, entorno visual y comunicación de procesos a través de DDE. Estas características son cubiertas por los lenguajes de cuarta generación, también conocidos como lenguajes visuales.

Otras características que influyen en la selección del lenguaje de desarrollo son el mantenimiento de la aplicación y las herramientas de seguridad y desarrollo que puedan implementar.

Existen en el mercado varias soluciones posibles en cuanto a lenguajes de cuarto nivel se refiere, como es el caso de **Visual Basic®**, **Visual Foxpro®**, **Visual C®**, **SQL Server®**, **Paradox®**, **Delphi®**, **C++ Builder®**, entre otros.

Se opta por el uso de **Borland Delphi®** versión 4 por las siguientes razones: el entorno ofrece un manejador de bases de datos compatible con **Paradox®**, **Borland Database Engine**, el cual administra la seguridad y consistencia de las tablas, además de ofrecer servicios de *encriptación* de éstas mediante contraseñas y el acceso compartido a través de redes; **Delphi®** 4 implementa la programación orientada a objetos para el desarrollo de aplicaciones, característica que hace que las aplicaciones de *software* creadas en él sean fáciles de mantener, por ejemplo, si se necesita modificar el método de comunicación con el *hardware*, basta con cambiar sólo el objeto de comunicación, lo que ahorra tiempo de desarrollo y facilita el mantenimiento de las aplicaciones.

Existen en el mercado una gran variedad de herramientas de diseño compatibles con **Delphi®** con orientación en seguridad, acceso a datos, creación de reportes, generadores de pantallas, etc.

Para la creación de los reportes se trabaja con un generador llamado **Duck Report®**, herramienta que posee licenciamiento libre o *freeware* y está diseñada para trabajar con el manejador de bases de datos de **Delphi®**; además ofrece diferentes tipos de alternativas para la generación de reportes, implementación de

listados, formularios o etiquetas que pueden ser llamados desde cualquier objeto del lenguaje.

Otro criterio para la selección de **Delphi®** como lenguaje de desarrollo es el licenciamiento. La Universidad posee este paquete, por lo cual, cualquier aplicación desarrollada para el uso de la Institución será cubierta por la licencia del mismo, garantizando la legalidad de la aplicación.

2.6.3 Requerimientos de equipos de cómputo. Las aplicaciones de bases de datos creadas con **Delphi®** según las especificaciones del fabricante, requieren de una computadora tipo PC con procesador **Pentium®** con velocidad de 166Mhz o superior, un adaptador de video tipo **VGA** que opere a mínimo 256 colores, 32 *megabytes* de memoria *RAM* y un disco duro con al menos un *gigabyte* de espacio disponible. Para el manejo distribuido de la información se requiere que el equipo posea *tarjeta de red*.

Las aplicaciones elaboradas en **Delphi®** requieren del sistema operativo **Microsoft Windows®** 95/98/NT.

2.6.4 Especificación de procedimientos. Existen diferentes procedimientos que se implementan para la instalación, mantenimiento y modificación del *software*.

El *software* esta diseñado para trabajar en una unidad de disco de red, específicamente la unidad H. Si se requiere instalar la aplicación para trabajar en modo monousuario se debe agregar en los archivos de arranque de la máquina los comandos del sistema operativo necesarios para generar un disco espejo de la unidad donde se instale el programa.

Después de la instalación del *software* el administrador del sistema debe crear los **clientes** y definir las políticas del sistema, antes de empezar la captura de datos del controlador.

Se debe realizar copia de seguridad en cualquier medio de almacenamiento diferente al disco duro donde se instaló la aplicación, para garantizar que se pueda recuperar la funcionalidad del sistema en cualquier problema. Los datos principales de la aplicación se almacenan en el directorio **H:\Centinela\Datos**.

En el caso en que se haga necesario modificar el *software* se debe seguir el diseño original de la aplicación. El módulo encargado de actualizar la información de control y de forzado es el módulo de DDE y si se requiere crear nuevas tablas para cubrir nuevas áreas se debe ingresar un registro adicional en la tabla general de control y de forzado. El sistema maneja acceso a tablas controlado por contraseña y es necesario que se defina esta propiedad en las nuevas tablas.

3. ESTUDIO DE VIABILIDAD TÉCNICO-ECONÓMICA

El concepto original del sistema se puede presentar en cuatro opciones para su implementación ya sea en toda la institución o de manera escalizada. En el cuadro 12 se observan las opciones propuestas, los controladores que usan y que sistema de monitoreo proponen.

Cuadro 12. Opciones de inversión para implementación del sistema

	Opción 1	Opción 2	Opción 3	Opción 4
Controlador usado	SLC5/02®	SLC5/02®	Micrologix® 1500	Micrologix® 1500
Sistema propuesto monitorea	Activación y <i>ocupación</i>	<i>Ocupación</i>	Activación y <i>ocupación</i>	<i>Ocupación</i>

Se puede notar que las opciones proponen dos sistemas diferentes: uno que monitorea tanto activación como *ocupación* y otro que únicamente monitorea *ocupación*. Es importante hacer esta diferenciación porque para lograr el principal propósito de este proyecto, el ahorro energético, basta con monitorear únicamente la *ocupación*.

3.1 PRESUPUESTOS DE INVERSIÓN DE LAS OPCIONES PARA EL CUBRIMIENTO TOTAL DE LA INSTITUCIÓN

En la tabla 13 se especifican tanto los elementos utilizados para la elaboración de los presupuestos de cada una de las opciones, como el número total de los mismos necesarios para la implementación del sistema en todos los bloques existentes actualmente en la Institución.

Tabla 13. Elementos utilizados para la elaboración de los presupuestos

Elementos necesarios	Opción 1	Opción 2	Opción 3	Opción 4
Actuadores	211 u	211 u	211 u	211 u
Protecciones	23 u	23 u	23 u	23 u
Tableros	3 u	3 u	3 u	3 u
Sensores	201 u	201 u	201 u	201 u
PLCs	5 u	5 u	7 u	5 u
Protecciones control	10 u	10 u	10 u	10 u
Cableado	35000 m	26100 m	35000 m	26100 m
Ductería	328 u	160 u	328 u	160 u
Bornes	1343 u	813 u	1343 u	813 u
Armarios	5 u	5 u	5 u	5 u
PC	1 u	1 u	1 u	1 u
Licencias	2 u	2 u	2 u	2 u
Relés activación	276 u	0	276 u	0

Obra civil	1	1	1	1
UPS	1 u	1 u	1 u	1 u
Ingeniería	1	1	1	1

En el cuadro 13 se muestran como quedan los presupuestos. Vale la pena anotar que la TRM del dólar utilizada para realizar los cálculos de valor en pesos de los *PLCs* en todas las opciones fue de **\$ 2000**.

3.1.1 Recuperación de la inversión. Los datos referentes al consumo de energía en la institución en el período correspondiente a los meses de abril de 1999 y marzo del 2000 fueron proporcionados por el jefe de servicios administrativos, ingeniero Roberto Gómez. Estos datos se promediaron y arrojaron el siguiente valor: **\$ 5.445.963,50**.

Según estudios realizados por el **EPRI** se sabe que aproximadamente el 40% del consumo energético de un edificio está representado en luces y que el ahorro aproximado gracias a la utilización de sensores de ocupación está entre el 25 y el 50% en cuanto a luces se refiere. Tomando en cuenta entonces que el 40% del consumo en la institución está representado en luces y que además el uso de sensores de ocupación para el control de éstas generaría un ahorro del 40% si se incluyen los ventiladores, por porcentaje combinado se tendría un ahorro aproximado del **16%**.

Cuadro 13. Presupuestos de todas las opciones para toda la Corporación

ELEMENTOS	OPCIÓN 1	OPCIÓN 2	OPCIÓN 3	OPCIÓN 4
Actuadores	\$ 2.048.976	\$ 2.048.976	\$ 2.048.976	\$ 2.048.976
Protecciones	\$ 308.000	\$ 308.000	\$ 308.000	\$ 308.000
Tableros	\$ 392.000	\$ 392.000	\$ 392.000	\$ 392.000
Sensores	\$ 21.045.660	\$ 21.045.660	\$ 21.045.660	\$ 21.045.660
PLCs	\$ 45.626.000	\$ 33.266.000	\$ 29.000.000	\$ 22.580.000
Protecciones control	\$ 76.000	\$ 76.000	\$ 76.000	\$ 76.000
Cableado	\$ 7.000.000	\$ 5.160.000	\$ 7.000.000	\$ 5.160.000
Ducteria	\$ 5.012.520	\$ 2.644.050	\$ 5.012.520	\$ 2.644.050
Bornes	\$ 440.000	\$ 330.000	\$ 440.000	\$ 330.000
Armarios	\$ 1.250.000	\$ 1.250.000	\$ 1.250.000	\$ 1.250.000
PC	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000
Licencias	\$ 6.220.000	\$ 6.220.000	\$ 6.220.000	\$ 6.220.000
Relés activación	\$ 3.548.880	\$ 0	\$ 3.548.880	\$ 0
Obra civil	\$ 5.802.504	\$ 5.802.504	\$ 5.802.504	\$ 5.802.504
UPS	\$ 2.700.000	\$ 2.700.000	\$ 2.700.000	\$ 2.700.000
Ingeniería	\$ 10.000.000	\$ 10.000.000	\$ 10.000.000	\$ 10.000.000
Subtotal	\$ 112.670.540	\$ 92.443.190	\$ 96.044.540	\$ 81.757.190
Imprevistos	\$ 11.267.054	\$ 9.244.319	\$ 9.604.454	\$ 8.175.719
Total	\$ 123.937.594	\$ 101.687.509	\$ 105.648.994	\$ 89.932.909

Teniendo en cuenta el valor del consumo mensual promedio y el porcentaje aproximado de ahorro se obtiene que el ahorro promedio mensual generado por el sistema es de **\$ 871.354,16**.

Con el valor estimado del ahorro mensual y una tasa de oportunidad del 1,2% se calcula el tiempo en el cual se recupera la inversión para cada una de las opciones, teniendo en cuenta las ganancias generadas por la cantidad ahorrada si se invirtiera en un CDT, por citar un ejemplo. El número de períodos obtenido en cada uno de los casos utilizando la fórmula de futuro dada una anualidad¹³, donde el futuro es el valor que se desea recuperar y la anualidad es el ahorro mensual, es como sigue:

- Opción 1: 7 años.
- Opción 2: 6 años, 2 meses.
- Opción 3: 6 años, 4 meses.
- Opción 4: 5 años, 8 meses.

En la figura 69 se muestra un cuadro comparativo de las opciones según la recuperación de la inversión.

¹³ TARQUIN, Anthony J. Ingeniería económica. México : McGraw-Hill, 1992. p. 29.

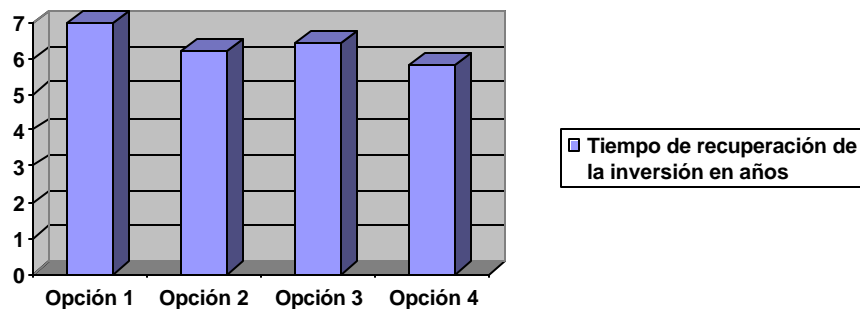


Figura 69. Comparativo de opciones según tiempo de recuperación

3.1.2 Análisis de las opciones. En el cuadro 14 se observan las características que poseen cada una de las opciones de inversión propuestas para la implementación del sistema.

Cuando sólo se realiza monitoreo de *ocupación*, la inversión en ductería y en cableado es mucho menor puesto que se eliminan dos señales por aula, y esto es lo que permite que la recuperación sea más rápida.

Beneficios como el apoyo al sistema de vigilancia que actualmente posee la universidad y la información estadística que puede entregar el sistema, son de difícil valoración económica. Debido a la existencia de sensores que monitorean la *ocupación* de áreas específicas en la Corporación, estas señales son utilizadas por el sistema para disparar alarmas de intrusión cuando se detecta presencia en horas no permitidas. Por consiguiente, este sistema le genera a la Universidad beneficios en cuanto a ahorro de energía y protección de bienes, beneficio que no está incluido en el ingreso mensual por ahorro y que al ser tenido en cuenta,

reduce considerablemente el tiempo de recuperación en todos los casos, pues este beneficio se obtiene con cualquiera de las opciones expuestas. No obstante, no todas las opciones generan el mismo volumen de información estadística, pero la mínima generada por cualquiera de ellos se convierte en una herramienta invaluable para fines variados como la optimización en la asignación de horarios de aulas según la utilización real que tuvieron durante un periodo de tiempo específico, por citar un ejemplo. Valorar económicamente estas ventajas no es tan sencillo.

Cuadro 14. Análisis de beneficios de las opciones de inversión

	Opción 1	Opción 2	Opción 3	Opción 4
Ahorro energético	✓	✓	✓	✓
Apoyo a vigilancia	✓	✓	✓	✓
Información real de luces y ventiladores	✓	x	✓	x
Permite cambios en cubrimiento y filosofía del sistema	✓	✓	x	x
Valor de la inversión	\$123'937.594	\$101'687.509	\$105'648.994	\$89'932.909
Tiempo de recuperación de la inversión	7 años	6 años, 2 meses	6 años, 4 meses	5 años, 8 meses

Todas las opciones generan ahorro y todas sirven como apoyo a la vigilancia. La determinación final sobre la opción más adecuada, depende de los beneficios adicionales informativos, expansión y flexibilidad que se derivan de la supervisión de la activación y de la potencia del controlador escogido. La expansión a la que se hace mención en este apartado hace referencia a la inclusión de nuevas áreas dentro de un mismo bloque y no a la inclusión de nuevos bloques, puesto que esto se soluciona añadiendo un controlador a la red de *PLCs*.

Por lo anterior, si la Corporación no planea redistribuir o añadir nuevas áreas en un mismo bloque, la opción más conveniente sugerida es la número tres, la cual incluye todos los beneficios posibles del sistema. Otras tendencias estarán soportadas por cualquiera de las opciones restantes que más se ajusten a los planes de la Corporación.

Cabe anotar que la vida útil de los componentes es de aproximadamente diez años, lo que le permite a la Corporación un período entre tres y cinco años de ganancias según la opción, antes de realizar una nueva inversión a gran escala.

3.2 PRESUPUESTOS DE INVERSIÓN DE LAS OPCIONES PARA EL CUBRIMIENTO A ESCALA DE LA INSTITUCIÓN

3.2.1 Bloque 1. En la tabla 14 se muestran el número de elementos necesarios para la implementación en dicho bloque.

Tabla 14. Elementos utilizados en la elaboración de presupuestos bloque 1

Elementos necesarios	Opción 1	Opción 2	Opción 3	Opción 4
Actuadores	53 u	53 u	53 u	53 u
Protecciones	0	0	0	0
Tableros	0	0	0	0
Sensores	64 u	64 u	64 u	64 u
PLCs	1 u	1 u	2 u	1 u
Protecciones control	2 u	2 u	2 u	2 u
Cableado	10000 m	7650 m	10000 m	7650 m
Ductería	94 u	47 u	94 u	47 u
Bornes	444 u	276 u	444 u	276 u
Armarios	1 u	1 u	1 u	1 u
PC	1 u	1 u	1 u	1 u
Licencias	2 u	2 u	2 u	2 u
Relés activación	84 u	0	84 u	0
Obra civil	1	1	1	1
UPS	1 u	1 u	1 u	1 u
Ingeniería	1	1	1	1

En el cuadro 15 se muestran como quedan los presupuestos.

Cuadro 15. Presupuestos de las opciones para el bloque 1

ELEMENTOS	OPCIÓN 1	OPCIÓN 2	OPCIÓN 3	OPCIÓN 4
Actuadores	\$ 514.672	\$ 514.672	\$ 514.672	\$ 514.672
Protecciones	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Tableros	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Sensores	\$ 6.701.106	\$ 6.701.106	\$ 6.701.106	\$ 6.701.106
PLCs	\$ 9.125.200	\$ 6.653.200	\$ 11.600.000	\$ 4.516.000
Protecciones control	\$ 15.200	\$ 15.200	\$ 15.200	\$ 15.200
Cableado	\$ 2.000.000	\$ 1.512.414	\$ 2.000.000	\$ 1.512.414
Ducteria	\$ 1.436.515	\$ 776.690	\$ 1.436.515	\$ 776.690
Bornes	\$ 145.465	\$ 112.030	\$ 145.465	\$ 112.030
Armarios	\$ 250.000	\$ 250.000	\$ 250.000	\$ 250.000
PC	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000
Licencias	\$ 6.220.000	\$ 6.220.000	\$ 6.220.000	\$ 6.220.000
Relés activación	\$ 1.080.094	\$ 0	\$ 1.080.094	\$ 0
Obra civil	\$ 1.160.500	\$ 1.160.500	\$ 1.160.500	\$ 1.160.500
UPS	\$ 2.700.000	\$ 2.700.000	\$ 2.700.000	\$ 2.700.000
Ingeniería	\$ 10.000.000	\$ 10.000.000	\$ 10.000.000	\$ 10.000.000
Subtotal	\$ 42.548.752	\$ 37.815.812	\$ 45.023.552	\$ 35.678.612
Imprevistos	\$ 4.254.875	\$ 3.781.581	\$ 4.502.355	\$ 3.567.861
Total	\$ 46.803.627	\$ 41.597.393	\$ 49.525.907	\$ 39.246.473

3.2.2 Bloque 2. En la tabla 15 se muestran el número de elementos necesarios para la implementación en dicho bloque.

Tabla 15. Elementos utilizados en la elaboración de presupuestos bloque 2

Elementos necesarios	Opción 1	Opción 2	Opción 3	Opción 4
Actuadores	11 u	11 u	11 u	11 u
Protecciones	0	0	0	0
Tableros	0	0	0	0
Sensores	21 u	21 u	21 u	21 u
PLCs	1 u	1 u	1 u	1 u
Protecciones control	2 u	2 u	2 u	2 u
Cableado	5000 m	3500 m	5000 m	3500 m
Ductería	47 u	22 u	47 u	22 u
Bornes	103 u	65 u	103 u	65 u
Armarios	1 u	1 u	1 u	1 u
PC	1 u	1 u	1 u	1 u
Licencias	2 u	2 u	2 u	2 u
Relés activación	19 u	0	19 u	0
Obra civil	1	1	1	1
UPS	1 u	1 u	1 u	1 u
Ingeniería	1	1	1	1

En el cuadro se muestran como quedan los presupuestos.

Cuadro 16. Presupuesto de las opciones para el bloque 2

ELEMENTOS	OPCIÓN 1	OPCIÓN 2	OPCIÓN 3	OPCIÓN 4
Actuadores	\$ 106.819	\$ 106.819	\$ 106.819	\$ 106.819
Protecciones	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Tableros	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Sensores	\$ 2.198.800	\$ 2.198.800	\$ 2.198.800	\$ 2.198.800
PLCs	\$ 9.125.200	\$ 6.653.200	\$ 5.800.000	\$ 4.516.000
Protecciones control	\$ 15.200	\$ 15.200	\$ 15.200	\$ 15.200
Cableado	\$ 1.000.000	\$ 691.954	\$ 1.000.000	\$ 691.954
Ducteria	\$ 718.257	\$ 363.557	\$ 718.257	\$ 363.557
Bornes	\$ 33.745	\$ 26.384	\$ 33.745	\$ 26.384
Armarios	\$ 250.000	\$ 250.000	\$ 250.000	\$ 250.000
PC	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000
Licencias	\$ 6.220.000	\$ 6.220.000	\$ 6.220.000	\$ 6.220.000
Relés activación	\$ 244.307	\$ 0	\$ 244.307	\$ 0
Obra civil	\$ 1.160.500	\$ 1.160.500	\$ 1.160.500	\$ 1.160.500
UPS	\$ 2.700.000	\$ 2.700.000	\$ 2.700.000	\$ 2.700.000
Ingeniería	\$ 10.000.000	\$ 10.000.000	\$ 10.000.000	\$ 10.000.000
Subtotal	\$ 34.972.828	\$ 31.586.414	\$ 31.647.628	\$ 29.449.214
Imprevistos	\$ 3.497.283	\$ 3.158.641	\$ 3.164.763	\$ 2.944.921
Total	\$ 38.470.111	\$ 34.745.055	\$ 34.812.391	\$ 32.394.135

3.2.3 Bloque 3. En la tabla 16 se muestran el número de elementos necesarios para la implementación en dicho bloque.

Tabla 16. Elementos utilizados en la elaboración de presupuestos bloque 3

Elementos necesarios	Opción 1	Opción 2	Opción 3	Opción 4
Actuadores	60 u	60 u	60 u	60 u
Protecciones	23 u	23 u	23 u	23 u
Tableros	3 u	3 u	3 u	3 u
Sensores	81 u	81 u	81 u	81 u
PLCs	1 u	1 u	2 u	1 u
Protecciones control	2 u	2 u	2 u	2 u
Cableado	10000 m	7650 m	10000 m	7650 m
Ductería	94 u	47 u	94 u	47 u
Bornes	541 u	321 u	541 u	321 u
Armarios	1 u	1 u	1 u	1 u
PC	1 u	1 u	1 u	1 u
Licencias	2 u	2 u	2 u	2 u
Relés activación	110 u	0	110 u	0
Obra civil	1	1	1	1
UPS	1 u	1 u	1 u	1 u
Ingeniería	1	1	1	1

En el cuadro 17 se muestran como quedan los presupuestos.

Cuadro 17. Presupuestos de las opciones para el bloque 3

ELEMENTOS	OPCIÓN 1	OPCIÓN 2	OPCIÓN 3	OPCIÓN 4
Actuadores	\$ 582.647	\$ 582.647	\$ 582.647	\$ 582.647
Protecciones	\$ 308.000	\$ 308.000	\$ 308.000	\$ 308.000
Tableros	\$ 392.000	\$ 392.000	\$ 392.000	\$ 392.000
Sensores	\$ 8.481.087	\$ 8.481.087	\$ 8.481.087	\$ 8.481.087
PLCs	\$ 9.125.200	\$ 6.653.200	\$ 11.600.000	\$ 4.516.000
Protecciones control	\$ 15.200	\$ 15.200	\$ 15.200	\$ 15.200
Cableado	\$ 2.000.000	\$ 1.512.414	\$ 2.000.000	\$ 1.512.414
Ducteria	\$ 1.436.515	\$ 776.690	\$ 1.436.515	\$ 776.690
Bornes	\$ 177.245	\$ 130.295	\$ 177.245	\$ 130.295
Armarios	\$ 250.000	\$ 250.000	\$ 250.000	\$ 250.000
PC	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000
Licencias	\$ 6.220.000	\$ 6.220.000	\$ 6.220.000	\$ 6.220.000
Relés activación	\$ 1.414.409	\$ 0	\$ 1.414.409	\$ 0
Obra civil	\$ 1.160.500	\$ 1.160.500	\$ 1.160.500	\$ 1.160.500
UPS	\$ 2.700.000	\$ 2.700.000	\$ 2.700.000	\$ 2.700.000
Ingeniería	\$ 10.000.000	\$ 10.000.000	\$ 10.000.000	\$ 10.000.000
Subtotal	\$ 45.462.803	\$ 40.382.033	\$ 47.937.603	\$ 38.244.833
Imprevistos	\$ 4.546.280	\$ 4.038.203	\$ 4.793.760	\$ 3.824.483
Total	\$ 50.009.083	\$ 44.420.236	\$ 52.731.363	\$ 42.069.316

3.2.4 Bloque 4. En la tabla 17 se muestran el número de elementos necesarios para la implementación en dicho bloque.

Tabla 17. Elementos utilizados en la elaboración de presupuestos bloque 4

Elementos necesarios	Opción 1	Opción 2	Opción 3	Opción 4
Actuadores	13 u	13 u	13 u	13 u
Protecciones	0	0	0	0
Tableros	0	0	0	0
Sensores	19 u	19 u	19 u	19 u
PLCs	1 u	1 u	1 u	1 u
Protecciones control	2 u	2 u	2 u	2 u
Cableado	5000 m	3800 m	5000 m	3800 m
Ductería	46 u	21 u	46 u	21 u
Bornes	117 u	71 u	117 u	71 u
Armarios	1 u	1 u	1 u	1 u
PC	1 u	1 u	1 u	1 u
Licencias	2 u	2 u	2 u	2 u
Relés activación	23 u	0	23 u	0
Obra civil	1	1	1	1
UPS	1 u	1 u	1 u	1 u
Ingeniería	1	1	1	1

En el cuadro 18 se muestran como quedan los presupuestos.

Cuadro 18. Presupuestos de las opciones para el bloque 4

ELEMENTOS	OPCIÓN 1	OPCIÓN 2	OPCIÓN 3	OPCIÓN 4
Actuadores	\$ 126.240	\$ 126.240	\$ 126.240	\$ 126.240
Protecciones	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Tableros	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Sensores	\$ 1.989.391	\$ 1.989.391	\$ 1.989.391	\$ 1.989.391
PLCs	\$ 9.125.200	\$ 6.653.200	\$ 5.800.000	\$ 4.516.000
Protecciones control	\$ 15.200	\$ 15.200	\$ 15.200	\$ 15.200
Cableado	\$ 1.000.000	\$ 751.264	\$ 1.000.000	\$ 751.264
Ducteria	\$ 702.975	\$ 347.032	\$ 702.975	\$ 347.032
Bornes	\$ 38.332	\$ 28.819	\$ 38.332	\$ 28.819
Armarios	\$ 250.000	\$ 250.000	\$ 250.000	\$ 250.000
PC	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000
Licencias	\$ 6.220.000	\$ 6.220.000	\$ 6.220.000	\$ 6.220.000
Relés activación	\$ 295.740	\$ 0	\$ 295.740	\$ 0
Obra civil	\$ 1.160.500	\$ 1.160.500	\$ 1.160.500	\$ 1.160.500
UPS	\$ 2.700.000	\$ 2.700.000	\$ 2.700.000	\$ 2.700.000
Ingeniería	\$ 10.000.000	\$ 10.000.000	\$ 10.000.000	\$ 10.000.000
Subtotal	\$ 34.823.578	\$ 31.441.646	\$ 31.498.378	\$ 29.304.446
Imprevistos	\$ 3.482.358	\$ 3.144.165	\$ 3.149.838	\$ 2.930.445
Total	\$ 38.305.936	\$ 34.585.811	\$ 34.648.216	\$ 32.234.891

3.2.5 Bloque 5. En la tabla 18 se muestran el número de elementos necesarios para la implementación en dicho bloque.

Tabla 18. Elementos utilizados para la elaboración de los presupuestos

Elementos necesarios	Opción 1	Opción 2	Opción 3	Opción 4
Actuadores	16 u	16 u	16 u	16 u
Protecciones	0	0	0	0
Tableros	0	0	0	0
Sensores	16 u	16 u	16 u	16 u
PLCs	1 u	1 u	1 u	1 u
Protecciones control	2 u	2 u	2 u	2 u
Cableado	5000 m	3500 m	5000 m	3500 m
Ductería	47 u	23 u	47 u	23 u
Bornes	138 u	80 u	138 u	80 u
Armarios	1 u	1 u	1 u	1 u
PC	1 u	1 u	1 u	1 u
Licencias	2 u	2 u	2 u	2 u
Relés activación	29 u	0	29 u	0
Obra civil	1	1	1	1
UPS	1 u	1 u	1 u	1 u
Ingeniería	1	1	1	1

En el cuadro 19 se muestran como quedan los presupuestos.

Cuadro 19. Presupuestos de las opciones para el bloque 5

ELEMENTOS	OPCIÓN 1	OPCIÓN 2	OPCIÓN 3	OPCIÓN 4
Actuadores	\$ 155.373	\$ 155.373	\$ 155.373	\$ 155.373
Protecciones	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Tableros	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Sensores	\$ 1.675.276	\$ 1.675.276	\$ 1.675.276	\$ 1.675.276
PLCs	\$ 9.125.200	\$ 6.653.200	\$ 5.800.000	\$ 4.516.000
Protecciones control	\$ 15.200	\$ 15.200	\$ 15.200	\$ 15.200
Cableado	\$ 1.000.000	\$ 691.954	\$ 1.000.000	\$ 691.954
Ducteria	\$ 718.257	\$ 363.557	\$ 718.257	\$ 363.557
Bornes	\$ 45.212	\$ 32.472	\$ 45.212	\$ 32.472
Armarios	\$ 250.000	\$ 250.000	\$ 250.000	\$ 250.000
PC	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000
Licencias	\$ 6.220.000	\$ 6.220.000	\$ 6.220.000	\$ 6.220.000
Relés activación	\$ 1.080.094	\$ 0	\$ 1.080.094	\$ 0
Obra civil	\$ 1.160.500	\$ 1.160.500	\$ 1.160.500	\$ 1.160.500
UPS	\$ 2.700.000	\$ 2.700.000	\$ 2.700.000	\$ 2.700.000
Ingeniería	\$ 10.000.000	\$ 10.000.000	\$ 10.000.000	\$ 10.000.000
Subtotal	\$ 35.345.112	\$ 31.117.532	\$ 32.019.912	\$ 28.980.332
Imprevistos	\$ 3.534.511	\$ 3.111.753	\$ 3.201.991	\$ 2.898.033
Total	\$ 38.879.623	\$ 34.229.285	\$ 35.221.903	\$ 31.878.365

El tiempo de la recuperación de la inversión en el sistema para la implementación por bloques es igual al mostrado en el apartado 3.1.1 ya que la relación entre el valor de la inversión y la cantidad ahorrada es directamente proporcional, es decir, a mayor dinero invertido, mayor es la cantidad ahorrada, sin olvidar que el tiempo de recuperación es prácticamente el mismo.

4. CONCLUSIONES

- ✓ El mejor método para la detección de presencia en las áreas de cubrimiento del sistema es la utilización de sensores infrarrojos, debido a que su naturaleza pasiva los hace menos propensos a falsas activaciones.

- ✓ La utilización de controladores lógicos programables simplifica el diseño de sistemas de comunicación de datos para el transporte de la información. La estandarización de procesos concernientes a la utilización de la misma, como son montaje, instalación, comunicaciones, etc., le proporcionan al usuario la facilidad de adaptar su diseño a la forma de funcionamiento de un *PLC*.

- ✓ El uso de los *relés* se constituye en la mejor forma de manejar potencia, sobre todo cuando el comportamiento de la carga es de tipo binario, es decir, de energización/desenergización. Sus contactos libres de potencial permiten el manejo de varias cargas al tiempo y de diferentes características; su flexibilidad permite la adición de nuevos servicios según el número de contactos disponibles y sin que la capacidad sea un inconveniente mayor.

- ✓ El uso de manejadores comerciales de bases de datos, como **Paradox®**, es el método más eficiente para proveer consistencia, integridad y seguridad en el

tratamiento de los diferentes tipo de información que se generan del funcionamiento de un sistema de monitoreo y brinda los métodos de comparación necesarios para la ejecución de políticas y toma de decisiones.

- ✓ La filosofía cliente/servidor bajo la cual fue desarrollado el *software* del sistema, garantiza la correcta administración del acceso a la información disponible para todos los usuarios, brindando confiabilidad, transparencia y actualización en tiempo real, gracias a la implementación de prioridades, líneas de espera, colas y otros métodos, de manera que la información almacenada por el programa es consistente con los datos provenientes del entorno.

- ✓ El uso de una herramienta de programación orientada a objetos tal como ***Borland Delphi®*** facilita el control de acceso a los diferentes procesos implementados por el *software*, ya que la independencia proporcionada por el manejo de objetos permite la creación y/o destrucción de los mismos en correspondencia con una lista de derechos de **clientes**, administrada por la aplicación.

- ✓ Se diseñó un sistema de monitoreo de ventilación e iluminación de toda la CUTB económica y técnicamente viable, como se muestra en el anexo G, en correspondencia con los objetivos planteados en el anteproyecto, obteniéndose los resultados expresados en estas conclusiones.

- ✓ La implementación arrojó los resultados esperados, retirando la energía tiempo después de la desocupación de las áreas y manteniéndola durante el desarrollo normal de las clases. El computador maestro gestiona con éxito la doble función del sistema, identificando eficientemente una ocupación normal de una no autorizada o intrusión, generando los reportes y estadísticas pertinentes, proporcionando además, el control total de la carga de manera local y remota a los **clientes** con los derechos respectivos.

- ✓ Dado que el diseño ha sido concebido de tal forma que de respetarse los procesos de instalación y puesta en servicio, como bien lo expresa el **PROTOCOLO DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA** referenciado en el anexo F, las tareas se reducen a **conectar y usar** para cualquier escenario, incluyendo la expansión.

RECOMENDACIONES

- ✍ La Corporación debe organizar un equipo para el estudio y reestructuración de las acometidas eléctricas actuales. El hecho puntual de que no exista comunicación directa entre el suelo y el techo de un área, produce la saturación de la ductería por cuanto un conductor debe recorrer la distancia requerida hasta el interruptor respectivo, regresar por el mismo camino para luego subir hacia el techo; esto tanto para las luces, como para los ventiladores y en cada una de las áreas de un piso. El no seguir esta recomendación aumenta los costos de los trabajos requeridos para la expansión puesto que obliga a la Corporación a realizar necesariamente un trabajo civil para el tendido de nuevas acometidas en todos los pisos de todos los bloques y es claro que resulta más barato conectar el piso con el techo que tender una acometida nueva. La reorganización liberaría el espacio de los ductos aproximadamente en un 50%.
- ✍ Se recomienda la adquisición de una **UPS** como la descrita en el diseño de *hardware* para contemplar los eventuales fallos de energía. De igual forma, se recomienda restringir el acceso a los armarios de control teniendo cuidado de asignar la función de arrancar de nuevo el sistema, a través del pulsador de

arranque, a personal que pueda efectuar esta tarea en cualquier momento que sea necesario.

- ✍ Se sugiere educar a los estudiantes, profesores y empleados sobre la cultura que se debe adquirir cuando se produce un adelanto tecnológico. Se debe enfatizar en el cuidado que se debe tener con los elementos del sistema, en especial con los sensores, de manera que todos puedan obtener y disfrutar de los beneficios.
- ✍ Se recomienda completar el sellamiento de la parte posterior de las cajas eléctricas que albergan los sensores, para evitar filtraciones de aguas lluvias que puedan generar el fallo o deterioro de los mismo; así como también para evitar la exposición directa de los sensores a la luz del sol, circunstancia que afecta la sensibilidad de los mismos y genera falsas activaciones.
- ✍ Se sugiere la adquisición de supresores de pico insertables en riel, para mejorar la protección del sistema de control.

BIBLIOGRAFÍA

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Normas técnicas ICONTEC. Bogotá: ICONTEC., 1999. 100 p. : il. (NTC 1486).

LEVITON. Energy saving lighting controls. 1998, 20 p.

LUCENA LÓPEZ, Manuel José. Criptografía y seguridad en computadores. 2 ed. Jaén : El autor, 1999. 167 p.

ROCKWELL AUTOMATION, Allen-Bradley. AIC+ advanced interface converter user manual. Publicación 1761-6.4. Abril 1998, 40 p.

----- MicroLogix™ 1000 programmable controllers user manual. Publicación 1761-6.3. Julio 1998, 422 p.

----- MicroLogix™ 1500 programmable controllers user manual. Publicación 1764-6.1. Febrero 1999, 515 p.

----- SLC500™ hardware de estilo modular : manual de instalación y operación. Publicación 1747-6.2ES. Julio 1994, 205 p.

SENN, James A. Análisis y diseño de sistemas de información. 2 ed. México : McGraw-Hill, 1998. 942 p.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

<http://www.ab.com>

<http://www.nowin.es/informat/1997/edifinte.htm>

<http://www.leviton.com>

<http://www.nova.es/~mromero/domotica/domotica.htm>

Anexo A. Especificaciones técnicas generales

➤ **Sensores.**

En primera instancia se enuncian las características del sensor utilizado en el prototipo, el cual también está sugerido en el diseño, seguido de la información concerniente a los demás sensores propuestos.

Sensor prototipo – Área pequeña

Marca:	Leviton.
Referencia:	6800-W.
Tipo:	<i>Infrarrojo</i> pasivo de montaje en pared.
Alimentación:	120 VAC, 60 Hz.
Salida:	Inductiva 500 VA – 120 VAC. Motor: 1/6 HP – 120 VAC.
Temperatura de operación:	0 – 50 °C.
Patrón de cubrimiento:	Ver Catálogo de sensores , disponible en el <i>CD-ROM</i> entregado junto con este proyecto.

Sensor de área amplia.

Marca:	Leviton.
--------	----------

Referencia:	16775-W.
Tipo:	<i>Infrarrojo</i> pasivo de montaje en pared.
Alimentación:	120 VAC, 60 Hz.
Salida:	Fluorescente 1200 VA – 120 VAC. Incandescente 800 W – 120 VAC. Motor: 1/4 HP – 120 VAC.
Temperatura de operación:	0 – 50 °C.
Patrón de cubrimiento:	Ver Catálogo de sensores , disponible en el <i>CD-ROM</i> entregado junto con este proyecto.

Sensor de montaje en techo.

Marca:	Leviton.
Referencia:	16786-W.
Tipo:	<i>Infrarrojo</i> pasivo de montaje en pared.
Alimentación:	120 VAC, 60 Hz.
Salida:	Fluorescente 1000 VA – 120 VAC. Incandescente 1000 W – 120 VAC.
Temperatura de operación:	0 – 50 °C.
Patrón de cubrimiento:	Ver Catálogo de sensores , disponible en el <i>CD-ROM</i> entregado junto con este proyecto.

Para más detalles referirse al **Catálogo de sensores**, disponible en el *CD-ROM* entregado junto con este proyecto.

➤ **Controladores Lógicos Programables.**

En primera instancia se enuncian las características del controlador entregado en el prototipo, seguido de la primera opción de diseño basada en los controladores **SLC500®** y la segunda opción basada en los **Micrologix® 1500**.

Prototipo – Micrologix® 1000

Marca:	Allen-Bradley.
Referencia:	1761-L32AWA.
Nombre:	Micrologix® 1000.
Alimentación:	120 VAC, 60 Hz.
Estructura:	Compacta.
Entradas:	20 puntos digitales a 120VAC.
Salidas:	12 puntos digitales a <i>relé</i> a 120VAC.

Para más detalles referirse al **Manual de usuario Micrologix® 1000**, disponible en el *CD-ROM* entregado junto con este proyecto.

El cuadro 10 muestra la distribución de los elementos necesarios para el cubrimiento de toda la corporación utilizando el sistema controlador **SLC500®**, de

estructura modular, fuente de 120VAC, entradas digitales a 120VAC, salidas digitales a *relé* a 120VAC y procesador de 4K de instrucciones de usuario.

Cuadro 20. Distribución de controladores SLC500® por bloque

SLC500®					
ELEMENTO	BLOQUE 1	BLOQUE 2	BLOQUE 3	BLOQUE 4	BLOQUE 5
Chasis 1746-A##	1 (10) 1 (7)	1 (7)	1 (13) 1 (7)	1 (7)	1 (7)
Fuente 1746-P2	2	1	2	1	1
Procesador 1747-L524	1	1	1	1	1
Tarjetas Ent 1746-IA16	10	3	12	3	3
Tarjetas Sal 1746-OA16	16	1	4	1	1
Cable Inter. 1746-C9	1	-	1	-	-
<i>Filler</i> 1746-N2	2	2	3	2	2

Las especificaciones técnicas de cada uno de los elementos presentados en el cuadro anterior se encuentran en el **Manual de instalación y operación del**

SLC500®, capítulo 1, disponible en el *CD-ROM* entregado junto con este proyecto.

El cuadro 21 muestra la distribución de los elementos necesarios para el cubrimiento de toda la corporación utilizando el sistema controlador **Micrologix® 1500**, de estructura compacta expandible, alimentación de 120VAC, entradas digitales a 120VAC, salidas digitales a *relé* a 120VAC y procesador de 4K de instrucciones de usuario.

Cuadro 21. Distribución de controladores *Micrologix® 1500* por bloque

<i>Micrologix® 1500</i>					
ELEMENTO	BLOQUE 1	BLOQUE 2	BLOQUE 3	BLOQUE 4	BLOQUE 5
Procesador 1764-LSP	2	1	2	1	1
Unidad base 1764-24AWA	2	1	2	1	1
Módulo Ent 1769-IA16	8	2	11	2	3
Módulo Sal 1769-OA8	4	-	5	1	1
Tapa 1769-ECR	1	1	1	1	1

Las especificaciones técnicas de cada uno de los elementos presentados en el cuadro anterior se encuentran en el **Manual de usuario del *Micrologix® 1500***, disponible en el *CD-ROM* entregado junto con este proyecto.

➤ ***Tarjetas de red***

Marca:	Allen-Bradley.
Referencia:	1761-NET-AIC.
Nombre:	AIC+.
Alimentación:	24VDC (proporcionados por el <i>Micrologix® 1000</i>).
Drenaje de corriente:	0 – 120 mA. 200 mA – corriente máxima de inrush.
Temperatura ambiente de operación:	0 – 60 °C.
Especificaciones de <i>red</i> :	Numero máximo de <i>nodos</i> = 32 por <i>red</i> multipunto. Longitud máxima = 1.2 km por <i>red</i> multipunto.
Aislamiento:	Ver figura 70.

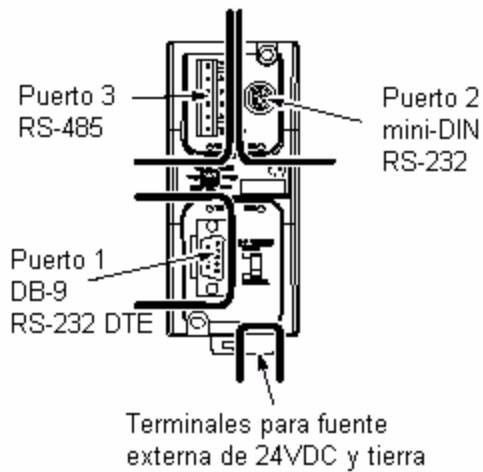


Figura 70. Aislamiento entre puertos y alimentación

Para más detalles referirse al **Manual de usuario 1761-NET-AIC**, disponible en el *CD-ROM* entregado junto con este proyecto.

Marca:	Allen-Bradley.
Referencia:	1747-AIC.
Nombre:	AIC.
Alimentación:	24 VDC (proporcionados por el controlador).
Drenaje de corriente:	190 mA.
Temperatura ambiente de operación:	0 – 60 °C.
Especificaciones de <i>red</i> :	Numero máximo de <i>nodos</i> = 32 por <i>red</i> multipunto. Longitud máxima = 1.2 km por <i>red</i> multipunto.

Dimensiones:

Ver figura 71.

Para más detalles referirse al **Manual de operación del SLC500®**, disponible en el *CD-ROM* entregado junto con este proyecto.

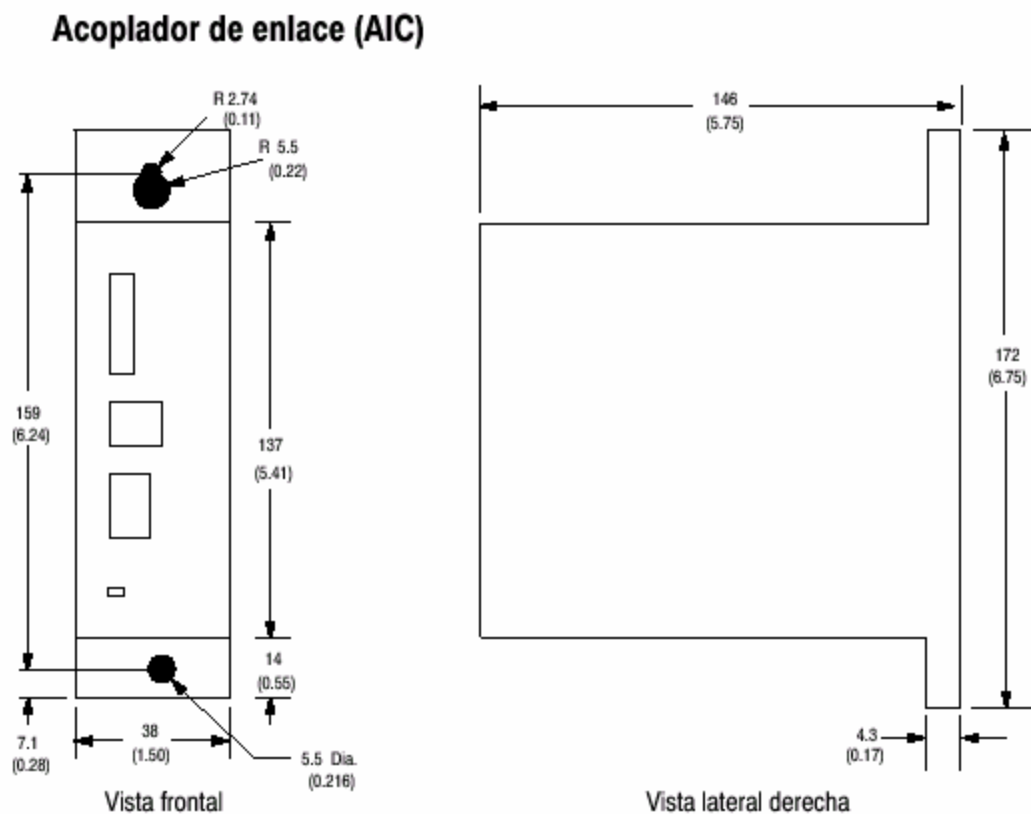


Figura 71. Dimensiones de la AIC

➤ **Bornes de conexión.**

Marca: Lovato.

Referencia: CB240.

Nombre: CBD.4

Sección transversal:	4 mm ² .
Capacidad de conexión:	Flexible: 0.5 – 4 mm ² Rígido : 0.5 – 6 mm ²
Calibre conductor:	14.
Longitud de tramo de sujeción	14 mm.
Torque:	50 N-cm.
Corriente nominal:	32 A.
Voltaje nominal	800 V.
Voltaje de prueba	3000 V.

➤ **Relés.**

Marca:	Lovato.
Referencia:	TRP6932.
Alimentación bobina:	110 VAC.
Corriente de inrush:	78 mA máx.
Corriente de sostenimiento:	13 mA.
Número de pines:	10.
Número de contactos:	3 polos (3 N.O y 3 N.C conmutados).
Corriente de contactos:	11 A máx.
Voltaje de contactos:	250 V.
Carga:	2000 VA.
Diagrama de pines	Ver figura 72.

Base:

Ref.: TLK 1469 – 11 pines. Ver figura

73.

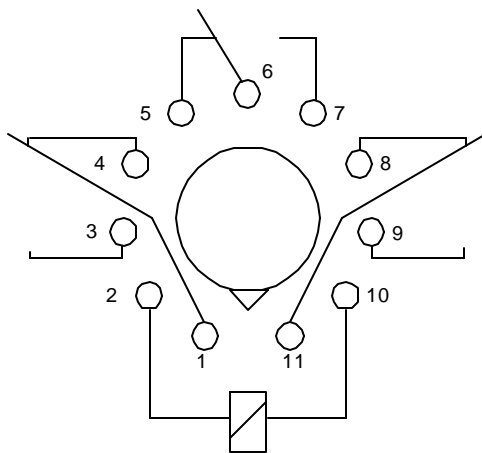


Figura 72. Diagrama de pines *relé* Lovato TRP6932

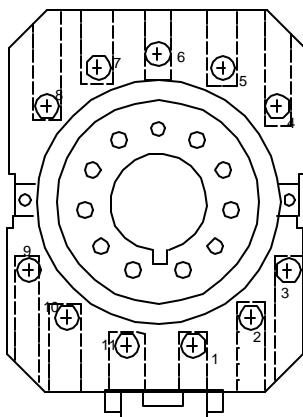


Figura 73. Base para *relé* Lovato TRP6932

➤ **Alambre.**

Calibre:

14.

Diámetro conductor:	1,628 mm.
Espesor aislamiento:	0,76 mm.
Diámetro exterior:	3,15 mm.
Masa:	26,4 kg/km.
Resistencia CC a 20 °C:	8,28 Ohm/km.
Número máximo de conductores:	Ducto de 1½ in: 25. Ducto de 2 in: 30.
Capacidad de corriente:	20 A.

➤ **Cable.**

Calibre:	14.
Diámetro conductor:	1,85 mm.
Espesor aislamiento:	0,76 mm.
Diámetro exterior:	3,37 mm.
Masa:	28,1 kg/km.
Resistencia CC a 20 °C:	8,46 Ohm/km.
Número máximo de conductores:	Ducto de 1½ in: 25. Ducto de 2 in: 30.
Capacidad de corriente:	20 A.
Temperatura máxima del conductor:	Al aire: 25 °C. En ducto: 20 °C.

➤ **Pulsadores.**

Marca:	Siemens.
--------	----------

Tipo:	Pulsador doble.
Voltaje:	250 V máx.
Corriente:	15 A máx.
Vida útil mecánica:	0,2 x 10 ⁵ maniobras.
Frecuencia máxima de maniobras:	6000 maniobras por hora.
Fuerza de operación:	5 N máx.
Temperatura operación:	Abierto: -25 °C – 60 °C. Encerrado: -25 °C – 40 °C.
Resistencia al impacto:	Típicamente 30 G.

➤ **Pilotos.**

Marca:	Telemecanique.
Tipo:	Low profile.
Voltaje:	127 V.
Temperatura:	Abierto: -25 °C – 60 °C. Encerrado: -25 °C – 40 °C.

➤ **Canaletas.**

Dimensiones:	2 x 2 in.
Longitud:	3 m.

➤ **Cajas de paso.**

Marca:	Pavco.
--------	--------

Dimensiones: 2 x 4 x 2 in.

Marca: Pavco.

Dimensiones: 4 x 4 x 2 in.

Marca: No disponible.

Dimensiones: 6 x 6 x 2 in.

➤ **Gabinete.**

Marca: GKS – NEMA 1.

Dimensiones: 0,6 m x 0,5 m x 0,2 m.

➤ **Breakers.**

Marca: General electric.

Voltaje: 127 VAC.

Corriente: 20 y 30 A.

Capacidad de interrupción: 10 kA.

➤ **Mini-breakers.**

Marca: Merlin-Gerin.

Voltaje: 127 VAC.

Corriente: 5 A.

Capacidad: 10 kA.

Anexo B. Cálculos

Los cálculos de los elementos del circuito de potencia están organizados por áreas tipo para una mejor comprensión. Vale la pena recordar que en cuanto a cortacircuitos y tableros se refiere, solo el bloque de aulas A2 requiere la instalación de nuevos elementos. En el resto de los casos, solo se necesita insertar el contacto *actuador* entre la fuente y la carga. Previamente en el capítulo seis se describieron las características de las aulas tipo.

- **Aula tipo I**

Voltaje de trabajo: 127 VAC

Carga: $4 \times 100\text{VA} = 400\text{VA} = S_V \Rightarrow$ Ventiladores

$6 \times 100\text{VA} = 600\text{VA} = S_L \Rightarrow$ Luces

$$I_{cv} = \frac{S_V}{V} = \frac{400\text{VA}}{127\text{V}} = 3.15\text{A} \Rightarrow \text{corriente de trabajo de ventiladores}$$

$$I_{\text{arranque}} \cong 3I_{cv} = I_{\text{max}} = 9.4\text{A} \Rightarrow \text{corriente máxima de ventiladores}$$

$$I_l = \frac{S_L}{V} = \frac{600\text{VA}}{127\text{V}} = 4.72\text{A} \Rightarrow \text{corriente de trabajo luces}$$

Actuador: Se toma como referencia el servicio que demanda mayor corriente:

$$I_{\text{contacto}} > 9.4\text{A} \Rightarrow I_{\text{contacto}} = 10\text{A}$$

$$V_{\text{núcleo}} = 110 - 127\text{VAC}$$

Cortacircuito: Se calcula uno por servicio teniendo en cuenta la corriente:

$$I_{NV} > 9.4A \Rightarrow I_{NV} = 15A$$

$$I_{NL} > 4.72A \Rightarrow I_{NL} = 5A$$

Agrupando las áreas por pares, siguiendo la política de la corporación, se obtienen los siguientes valores:

$$I_{NV} > 18.8A \Rightarrow I_{NV} = 20A$$

$$I_{NL} > 9.4A \Rightarrow I_{NL} = 15A$$

La capacidad de interrupción se escoge igual a la de los ramales que anteceden el tablero de cada piso; esto es 10kA. El voltaje de trabajo es 127VAC.

- **Aula tipo II**

Voltaje de trabajo: 127 VAC

Carga: $2 \times 100VA = 200VA = S_V \Rightarrow$ Ventiladores

$2 \times 100VA = 200VA = S_L \Rightarrow$ Luces

$$I_{cv} = \frac{S_V}{V} = \frac{200VA}{127V} = 1.57A \Rightarrow \text{corriente de trabajo de ventiladores}$$

$I_{arranque} \cong 3I_{cv} = I_{max} = 4.72A \Rightarrow$ corriente máxima de ventiladores

$$I_l = \frac{S_L}{V} = \frac{200VA}{127V} = 1.57A \Rightarrow \text{corriente de trabajo luces}$$

Actuador: Se toma como referencia el servicio que demanda mayor corriente:

$$I_{contacto} > 4.72A \Rightarrow I_{contacto} = 10A$$

$$V_{nucleo} = 110 - 127VAC$$

Cortacircuito: Se calcula uno por servicio teniendo en cuenta la corriente:

$$I_{NV} > 4.72A \Rightarrow I_{NV} = 5A$$

$$I_{NL} > 1.57A \Rightarrow I_{NL} = 5A$$

Agrupando las áreas por pares, siguiendo la política de la corporación, se obtienen los siguientes valores:

$$I_{NV} > 9.4A \Rightarrow I_{NV} = 15A$$

$$I_{NL} > 3.17A \Rightarrow I_{NL} = 15A$$

La capacidad de interrupción se escoge igual a la de los ramales que anteceden el tablero de cada piso; esto es 10kA. El voltaje de trabajo es 127VAC.

Los espacios tipo I y tipo II, ya poseen sus cortacircuitos, y debido a la carga que manejan las especificaciones de sus *actuadores* son compatibles con las de las aulas tipo I.

- **Espacio tipo III**

Voltaje de trabajo: 127 VAC

Carga: $18 \times 100VA = 1800VA = S_V \Rightarrow$ Ventiladores

$12 \times 100VA = 1200VA = S_L \Rightarrow$ Luces

$$I_{cv} = \frac{S_V}{V} = \frac{1800VA}{127V} = 14.17A \Rightarrow \text{corriente de trabajo de ventiladores}$$

$$I_{arranque} \cong 3I_{cv} = I_{max} = 42.52A \Rightarrow \text{corriente máxima de ventiladores}$$

$$I_l = \frac{S_L}{V} = \frac{200VA}{127V} = 9.44A \Rightarrow \text{corriente de trabajo luces}$$

Actuador: Se toma como referencia el servicio que demanda mayor corriente:

$$I_{\text{contacto}} > 42.5A \Rightarrow I_{\text{contacto}} = 50A$$

$$V_{\text{núcleo}} = 110 - 127VAC$$

Cortacircuito: Se calcula uno por servicio teniendo en cuenta la corriente:

$$I_{NV} > 42.5A \Rightarrow I_{NV} = 50A$$

$$I_{NL} > 9.4A \Rightarrow I_{NL} = 15A$$

Estas áreas no se agrupan.

La capacidad de interrupción se escoge igual a la de los ramales que anteceden el tablero de cada piso; esto es 10kA. El voltaje de trabajo es 127VAC.

- **Oficina tipo I**

Voltaje de trabajo: 127 VAC

Carga: $2 \times 100VA = 200VA = S_L \Rightarrow \text{Luces}$

$$I_l = \frac{S_L}{V} = \frac{200VA}{127V} = 1.57A \Rightarrow \text{corriente de trabajo luces}$$

Actuador: $I_{\text{contacto}} > 1.57A \Rightarrow I_{\text{contacto}} > 2A$

$$V_{\text{núcleo}} = 110 - 127VAC$$

Cortacircuito: $I_{NL} > 1.57A \Rightarrow I_{NL} = 5A$

La capacidad de interrupción se escoge igual a la de los ramales que anteceden el tablero de cada piso; esto es 10kA. El voltaje de trabajo es 127VAC.

- **Oficina tipo II**

Voltaje de trabajo: 127 VAC

Carga: $2 \times 100\text{VA} = 200\text{VA} = S_V \Rightarrow$ Ventiladores

$2 \times 100\text{VA} = 200\text{VA} = S_L \Rightarrow$ Luces

$$I_{cv} = \frac{S_V}{V} = \frac{200\text{VA}}{127\text{V}} = 1.57\text{A} \Rightarrow \text{corriente de trabajo de ventiladores}$$

$$I_{\text{arranque}} \cong 3I_{cv} = I_{\text{max}} = 4.72\text{A} \Rightarrow \text{corriente máxima de ventiladores}$$

$$I_l = \frac{S_L}{V} = \frac{200\text{VA}}{127\text{V}} = 1.57\text{A} \Rightarrow \text{corriente de trabajo luces}$$

Actuador: Se toma como referencia el servicio que demanda mayor corriente:

$$I_{\text{contacto}} > 4.72\text{A} \Rightarrow I_{\text{contacto}} = 10\text{A}$$

$$V_{\text{núcleo}} = 110 - 127\text{VAC}$$

Cortacircuito: Se calcula uno por servicio teniendo en cuenta la corriente:

$$I_{NV} > 4.72\text{A} \Rightarrow I_{NV} = 5\text{A}$$

$$I_{NL} > 1.57\text{A} \Rightarrow I_{NL} = 5\text{A}$$

Agrupando las áreas en grupos de tres, siguiendo la política de la corporación, se obtienen los siguientes valores:

$$I_{NV} > 14.16\text{A} \Rightarrow I_{NV} = 15\text{A}$$

$$I_{NL} > 4.71\text{A} \Rightarrow I_{NL} = 5\text{A}$$

La capacidad de interrupción se escoge igual a la de los ramales que anteceden el tablero de cada piso; esto es 10kA. El voltaje de trabajo es 127VAC.

Consideraciones. Los espacios tipo I y II son agrupados con las aulas tipo I o II debido a la carga tan pequeña que manejan. Además, algunos cortacircuitos se han normalizado a 15 A, puesto que su valor comercial es menor que los cortacircuitos para corrientes menores y la aplicación en cuestión lo permite. El cálculo del consumo del circuito de control se ha hecho sobre el bloque que más consume, en este caso el bloque 3 con la primera opción (SLC500®).

- **Cálculo del consumo del PLC.**

- **SLC500®¹⁵**

CPU (1747-L524):	1.75W
T. Entrada (1746-IA16):	$191 \times 0.27 + 12 \times 0.425 = 56.67W$
T. de red (1747-AIC):	2W
Fuente Chasis 1 (1746-P2):	15W
T. Salida (1746-OA16):	$60 \times 0.462 + 4 \times 1.85 = 35.12W$
Fuente Chasis 2 (1746-P2):	15.5W
TOTAL:	126.04W
Consumo (A):	1.24 A (aprox.)

¹⁵ ROCKWELL AUTOMATION, Allen-Bradley. Cálculo de la disipación de calor del sistema controlador SLC500. Publicación 1747-6.2ES. Julio 1994, p. F1- F6.

➤ *Relés Lovato*

Número de <i>relés</i> :	60
Corriente inrush (máx):	78mA
Corriente sostenimiento:	13mA
Consumo máximo:	$60 \times 78 \times 10^{-3} \text{ A} = 4.68 \text{ A}$
Consumo nominal:	$60 \times 13 \times 10^{-3} \text{ A} = 0.78 \text{ A}$

➤ *Sensores Leviton*

Número de sensores:	81
Corriente promedio:	39.4mA
Consumo promedio:	$81 \times 39.4 \times 10^{-3} \text{ A} = 3.19 \text{ A}$

Independizando el consumo del *PLC* de los demás elementos se obtiene un consumo de 1.24 *amperios* y otro de 7.68 *amperios*, para dos cortacircuitos tipo *mini-breaker* de 2 y 10 *amperios* respectivamente.

El armario que contenga el computador tipo *servidor* del sistema, deberá incluir otro *mini-breaker* para proteger este tipo de carga que oscila de 2.5 y 3 *amperios* típicamente.

La protección para el neutro es opcional.

Sobre los sensores cabe anotar que el área patrón de cubrimiento del sensor de pared escogido debe exceder al menos en un 20% el área que se desea cubrir para compensar la pérdida de la sensibilidad con la distancia. El cuadro 6 expuesto en el capítulo 6 muestra los sensores sugeridos teniendo en cuenta esta información.

Anexo C. Diccionarios de datos del sistema

➤ **Procesos.**

Identificación:	P0.
Nombre:	Sistema de monitoreo.
Descripción:	Rutinas necesarias para el control y monitoreo de luces y ventilación.
Entradas:	Presencia, comando, solicitudes, activado.
Salidas:	Accionamiento, informes, registro.
Resumen de la lógica:	Recolección de datos provenientes de los <i>captadores</i> , almacenamiento en la <i>base de datos</i> y accionamiento de los <i>actuadores</i> según las políticas del sistema.
Identificación:	P1.
Nombre:	<i>Software</i> de monitoreo.
Descripción:	De acuerdo con el perfil del cliente permite la interfaz entre éste y los datos obtenidos por el <i>hardware</i> del sistema.
Entradas:	Identificación y contraseña, datos lectura, contraseña <i>encriptada</i> , comando, datos requeridos.

Salidas: Rechazo, log entrada, registro, confirmación entrada, datos escritura, informes.

Resumen de la lógica: Lectura de datos provenientes de la periferia, validación y confirmación de **clientes**, ejecución de comandos e impresión de informes.

Identificación: P1.1

Nombre: Control de acceso.

Descripción: Entrada al sistema de los **clientes** y recepción de comandos.

Entradas: Identificación y contraseña, comando, contraseña *encriptada*.

Salidas: Rechazo, confirmación entrada, log entrada, activación administración, activación comunicación, activación visualización, activación estadísticas del sistema.

Resumen de la lógica: Validación del ingreso de **clientes**, activación de subprocesos y recepción de comandos.

Identificación: P1.1.1

Nombre: Validación de **clientes**.

Descripción: Control del ingreso de los **clientes** al sistema.

Entradas: Identificación y contraseña, nueva contraseña, contraseña *encriptada*, identificación **cliente**.

Salidas: Rechazo, confirmación entrada, código **cliente**, nueva contraseña *encriptada*, log entrada.

Resumen de la lógica: Comparación de la identificación y la contraseña ingresada por el **cliente** con la almacenada en A1.1, si coinciden permite el ingreso, notifica al **cliente** el ingreso y almacena éste en A1.2

Identificación: P1.1.1.1

Nombre: Verificación identificación.

Descripción: Comprueba la validez de la identificación ingresada por el **cliente**.

Entradas: Identificación y contraseña, identificación **cliente**.

Salidas: Rechazo identificación, contraseña.

Resumen de la lógica: Compara la identificación ingresada por el **cliente** con la almacenada en A1.1, si es igual pasa la contraseña al proceso P1.1.1.2, de lo contrario notifica al **cliente** el rechazo de la contraseña; a los 3 intentos fallidos de ingreso finaliza la aplicación.

Identificación: P1.1.1.2

Nombre: Verificación contraseña.

Descripción: Valida la contraseña ingresada por el **cliente**.

Entradas: Contraseña, contraseña *encriptada*, nueva contraseña, nueva contraseña *encriptada*.

Salidas: Rechazo, confirmación entrada, nueva contraseña *encriptada*, log entrada, log cambio contraseña, código **cliente**.

Resumen de la lógica: Pasa la contraseña suministrada por el **cliente** al proceso P1.1.1.3, lo retornado por éste lo compara con la almacenada en A1.2, si coinciden permite el ingreso de una nueva contraseña, la cual envía al proceso P1.1.1.3 para encriptarla y la almacena en A1.2, o permite el ingreso a la aplicación, de no ser correcta la contraseña la rechaza, almacenando un *registro* de esto en A1.1. A los 3 intentos fallidos del **cliente** finaliza la aplicación.

Identificación: P1.1.1.3

Nombre: *Encriptación* contraseña.

Descripción: Codificación de contraseñas.

Entradas: Contraseña, nueva contraseña.

Salidas: Contraseña *encriptada*, nueva contraseña *encriptada*.

Resumen de la lógica: Aplica el algoritmo MD5 para *encriptar* los datos provenientes del proceso P1.1.1.2 y los retorna a éste.

Identificación: P1.1.2

Nombre: Configuración perfil.

Descripción: Configura el acceso a los procesos de la aplicación según los derechos definidos para cada **cliente**.

Entradas: Código **cliente**, perfil **cliente**.

Salidas: Activación módulos.

Resumen de la lógica: Recibe de A1.2 el listado de los derechos para el código del **cliente** suministrado por P1.1.1 y habilita los procesos que le correspondan a éste.

Identificación: P1.1.3

Nombre: Manejo módulos.

Descripción: Ejecuta los procesos según los comandos del **cliente**.

Entradas: Activación módulos, comando.

Salidas: Activación administración, activación visualización, activación estadísticas del sistema, activación comunicación.

Resumen de la lógica: Recibe las peticiones de los procesos a ejecutar del **cliente** y si posee derechos suficientes los activa.

Identificación: P1.2

Nombre: Administración.

Descripción: Manejo de **clientes**, parámetros del *software* y reporte de eventos.

Entradas: Comando, datos actualizados, datos requeridos, activación administración.

Salidas: Datos actualizados, informes, actualización log.

Resumen de la lógica: Administración de **clientes**, políticas de funcionamiento y del *registro* de eventos.

Identificación: P1.2.1

Nombre: Administración.

Descripción: Controla en acceso a los procesos de administración de la aplicación.

Entradas: Activación administración.

Salidas: Activación **clientes**, activación políticas, activación mantenimiento, activación eventos.

Resumen de la lógica: Ejecuta los diferentes procesos de administración según la necesidad y los derechos del **cliente**.

Identificación: P1.2.2

Nombre: **Cientes**.

Descripción: Manejo de todos los procesos de administración de **clientes** del sistema.

Entradas: Activación **clientes**, identificación **cliente**, datos nuevo **cliente**, información **cliente**.

Salidas: Datos actualizados **cliente**, reporte **clientes**, log cambio **clientes**, log impresión.

Resumen de la lógica: Agrega, modifica o elimina datos de **clientes** según las peticiones del administrador del sistema, lista el estado de los **clientes** de éste.

Identificación: P1.2.2.1

Nombre: Selector opciones **clientes**.

Descripción: Administra la ejecución de los subprocesos para el manejo de **clientes** en el sistema.

Entradas: Activación **clientes**.

Salidas: Activación agregar, activación modificar, activación eliminar, activación listados.

Resumen de la lógica: Ejecuta los diferentes procesos de administración a petición del **cliente**.

Identificación: P1.2.2.2

Nombre: Agregar **clientes**.

Descripción: Agrega la información de los nuevos **clientes** del sistema.

Entradas: Activación agregar, identificación **cliente**, datos nuevo **cliente**.

Salidas: Confirmación proceso, log ingreso **clientes**, datos nuevo **cliente**.

Resumen de la lógica: Recibe los datos del nuevo **cliente**, comprueba que no se repita la identificación de este en A1.1, si no se repite almacena estos, de lo contrario rechaza los datos, generando un registro almacenado en A1.2

Identificación: P1.2.2.3

Nombre: Modificar **clientes**.

Descripción: Actualiza los datos de los **clientes** del sistema.

Entradas: Activación modificar, identificación **cliente**, datos actualizados **cliente**.

Salidas: Datos actualizados **cliente**, log cambio **clientes**.

Resumen de la lógica: Recibe la identificación del **cliente** a modificar, si existe en A1.1 recibe los datos actualizados del **cliente** y los almacena en A1.1 registrando el suceso en A1.2

Identificación: P1.2.2.4

Nombre: Eliminar **clientes**.

Descripción: Retiro de los **clientes** de la aplicación.

Entradas: Activación eliminar, identificación **cliente**, datos **clientes** retirados.

Salidas: Log eliminar **clientes**.

Resumen de la lógica: Busca la identificación del **cliente** en las almacenadas en A1.1, si encuentra alguna elimina los datos de este de A1.1 y guarda un registro de lo sucedido en A1.2

Identificación: P1.2.2.5

Nombre: Listados de **clientes**.

Descripción: Emisión de reportes de los **clientes** del sistema.

Entradas: Criterio, datos **clientes**, activación listados.

Salidas: Reporte **clientes**, log impresión.

Resumen de la lógica: Organiza los datos de los **clientes** del sistema según el criterio seleccionado y los entrega al **cliente** en forma de reporte impreso.

Identificación: P1.2.3

Nombre: Políticas.

Descripción: Configuración de las políticas de monitoreo del sistema.

Entradas: Activación políticas, nueva política, política.

Salidas: Reporte política, cambio política, log cambio política, log impresión.

Resumen de la lógica: Muestra la política de funcionamiento al **cliente**, si este cambia algún dato lo almacena en A1.3, registrando el evento en A1.2. También genera la impresión de las políticas de funcionamiento almacenando el evento de impresión en A1.2

Identificación: P1.2.4

Nombre: Mantenimiento.

Descripción: Procedimientos para mantener el buen funcionamiento de la aplicación.

Entradas: Activación mantenimiento, datos.

Salidas: Datos, log mantenimiento, datos retirados del sistema.

Resumen de la lógica: Revisión del estado de los almacenes de datos, eliminación de los datos con determinada antigüedad y procedimientos de seguridad de los datos.

Identificación: P1.2.4.1

Nombre: Selección opciones de mantenimiento.

Descripción: Administrador de los procesos de mantenimiento de la aplicación.

Entradas: Activación mantenimiento.

Salidas: Activación ordenar, activación revisar estructura, activación descargar datos, activación copias de seguridad.

Resumen de la lógica: Ejecuta los diferentes procesos de mantenimiento según ordenes del **cliente**.

Identificación: P1.2.4.2

Nombre: Ordenar datos.

Descripción: Verifica la organización de los almacenes de datos.

Entradas: Activación ordenar, datos a ordenar.

Salidas: Datos ordenados, confirmación ordenamiento, log orden datos.

Resumen de la lógica: Lee el contenido de cada uno de los almacenes de datos y los ordena según el criterio de cada almacén, registrando el evento en A1.2

Identificación: P1.2.4.3

Nombre: Revisar estructura.

Descripción: Comprueba la consistencia de los datos de los almacenes.

Entradas: Activación revisar estructura, datos a revisar.

Salidas: Confirmación revisión estructura, datos revisados, log revisión estructura.

Resumen de la lógica: Revisa la estructura de los almacenes de datos, elimina datos innecesarios y verifica que los datos se encuentren completos.

Identificación: P1.2.4.4

Nombre: Descargar datos.

Descripción: Elimina los datos anteriores del sistema.

Entradas: Activación descargar datos, fecha de corte, datos a descargar.

Salidas: Datos retirados del sistema, confirmación descarga, log descarga.

Resumen de la lógica: Mueve los datos con fecha anterior a la suministrada por el **cliente** de A1 a A2, generando un registro en A1.2

Identificación: P1.2.4.5

Nombre: Copias de seguridad.

Descripción: Elabora copias de respaldo de los almacenes de datos del sistema.

Entradas: Activación copias de seguridad, datos a copiar, datos a restaurar.

Salidas: Confirmación copia, log copias, datos copiados, datos restaurados.

Resumen de la lógica: Elabora un duplicado de los datos de A1 en A3, y en caso de que el **cliente** lo requiera puede copiar los datos de A3 en A1, almacenando un registro del proceso en A1.2

Identificación: P1.2.5

Nombre: Eventos.

Descripción: Manejo de los eventos generados en el sistema.

Entradas: Activación eventos, lista eventos.

Salidas: Reporte eventos, eventos borrados, log borrado, log impresión.

Resumen de la lógica: Muestra el contenido del almacén A1.2, lo imprime por petición del **cliente** y lo borra, moviendo los datos a A2

Identificación: P1.3

Nombre: Visualización y forzado.

Descripción: Interfaz visual de las áreas de cubrimiento del sistema y cambios de funcionamiento.

Entradas: Comando, activación de visualización, datos de control.

Salidas: Datos de forzado, actualización log.

Resumen de la lógica: Toma el último dato recibido del sistema y lo presenta en forma visual, toma las opciones de forzado del **cliente** y las envía al *hardware* de control.

Identificación: P1.3.1

Nombre: Selector visualización y forzado.

Descripción: Administración del acceso a los procesos de visualización y forzado.

Entradas: Activación visualización.

Salidas: Inicio visualización, inicio forzado.

Resumen de la lógica: Ejecuta la visualización o el forzado según lo ordene el **cliente**.

Identificación: P1.3.2

Nombre: Selección área visualización.

Descripción: Muestra el estado de las áreas de cubrimiento.

Entradas: Inicio visualización, estado áreas.

Salidas: Representación gráfica.

Resumen de la lógica: En dependencia del área seleccionada por el **cliente** toma los últimos datos almacenados en A1.4 y los muestra en pantalla, en forma gráfica.

Identificación: P1.3.3

Nombre: Selección área forzado.

Descripción: Captura los estados para forzar áreas.

Entradas: Inicio forzado, área a forzar.

Salidas:	Datos de forzado, log de forzado.
Resumen de la lógica:	El cliente suministra el área y estado a forzar, el proceso lo registra en A1.5 para que el proceso P1.5 lo transmita al controlador.
Identificación:	P1.4
Nombre:	Estadísticas del sistema.
Descripción:	Lectura de datos del sistema y presentación en forma impresa.
Entradas:	Activación estadísticas del sistema, datos almacenados, comando.
Salidas:	Actualización log, informes.
Resumen de la lógica:	Toma datos de A1 y los organiza según criterio del cliente , mostrando estos tanto por pantalla como en medio impreso.
Identificación:	P1.4.1
Nombre:	Selección del tipo.
Descripción:	Determina el tipo de reporte a generar.
Entradas:	Activación estadísticas del sistema.
Salidas:	Tipo reporte.

Resumen de la lógica: Pregunta al usuario que tipo de reporte desea y selecciona el almacén de datos para generar el reporte entre A1.4 y A1.5

Identificación: P1.4.2

Nombre: Selección del área.

Descripción: Determina las áreas de cubrimiento del reporte.

Entradas: Tipo reporte.

Salidas: Área seleccionada.

Resumen de la lógica: Se presenta al **cliente** las posibles áreas para la generación del reporte y éste selecciona la que necesite consultar.

Identificación: P1.4.3

Nombre: Selección de fechas.

Descripción: Determina la fecha inicial y final para el reporte.

Entradas: Área seleccionada, datos almacenados.

Salidas: Informes, log impresión.

Resumen de la lógica: Solicita al **cliente** el rango de fechas para generar el reporte, toma los datos de A1.4 y A1.5 y registra el evento en A1.2

Identificación: P1.5

Nombre: Comunicación.
Descripción: Enlace entre el *software* y el *hardware*.
Entradas: Activación comunicación, datos de forzado, datos lectura.
Salidas: Datos escritura, datos de control.
Resumen de la lógica: Lee datos desde el controlador y los almacena, en caso de recibir datos de forzados los envía al controlador.

Identificación: P2.
Nombre: *Hardware* de monitoreo.
Descripción: Manejo físico de la carga dependiendo de los usuarios.
Entradas: Presencia, activado, datos escritura.
Salidas: Accionamiento, datos lectura.
Resumen de la lógica: Recolección de datos de la periferia y transporte de los mismos para su tratamiento.

Identificación: P2.1
Nombre: Controlador.
Descripción: Control físico de carga según la presencia de usuarios.
Entradas: Datos recolectados, datos escritura.
Salidas: Señal de trabajo, datos lectura.

Resumen de la lógica: Dependiendo de la recolección de datos envía señal de activación dependiendo también de la transferencia recibida, envía su estado actual al proceso P1.5

Identificación: P2.2

Nombre: *Captador.*

Descripción: Captura de datos de presencia de usuarios y envío de estos al controlador.

Entradas: Presencia, activado.

Salidas: Datos recolectados.

Resumen de la lógica: Al detectar la presencia del usuario envía una señal de aviso al controlador.

Identificación: P2.3

Nombre: *Actuador.*

Descripción: Manejo de la carga.

Entradas: Señal de trabajo.

Salidas: Accionamiento.

Resumen de la lógica: Al recibir la señal de trabajo el proceso acciona el contacto eléctrico de carga según corresponda a abierto o cerrado.

➤ **Entidades.**

Identificación: E1.
Nombre: Usuario.
Descripción: Personas que utilizan las áreas cubiertas por el sistema.

Identificación: E2.
Nombre: Carga.
Descripción: Componentes finales controladas por el sistema, ventiladores y luces.

Identificación: E3.
Nombre: **Cliente.**
Descripción: Personas que operan el sistema.

➤ **Almacenes de datos.**

Identificación: A1.
Nombre: *Base de datos.*
Descripción: Datos obtenidos de los captadores y los eventos de funcionamiento del sistema.
Flujo de entrada: Registro, datos, datos ordenados, datos revisados, datos restaurados.
Flujo de salidas: Solicitudes, datos, datos a ordenar, datos a revisar, datos a descargar, datos a copiar.

Volumen:	8840 <i>registros</i> por día, variación del 15%.
Acceso:	En línea.
Identificación:	A1.1
Nombre:	Datos clientes .
Descripción:	Datos de los clientes del sistema.
Flujo de entrada:	Nueva contraseña <i>encriptada</i> , datos actualizados cliente , datos nuevo cliente .
Flujo de salidas:	Contraseña <i>encriptada</i> , identificación cliente , información cliente , datos clientes retirados, datos clientes .
Volumen:	10 <i>registros</i> por día variación 15%.
Acceso:	En línea.
Identificación:	A1.2
Nombre:	Datos eventos.
Descripción:	Eventos de funcionamiento del sistema.
Flujo de entrada:	Log entrada, log cambio contraseña, log cambio clientes , log impresión, log cambio política, log borrado, log mantenimiento, log ingreso clientes , log eliminar clientes , log orden datos, log revisión estructura, log descarga, log copias, log forzado.
Flujo de salidas:	Lista eventos.

Volumen: 500 *registros* por día, variación 10%.

Acceso: En línea.

Identificación: A1.3

Nombre: Datos políticas.

Descripción: Condiciones de ocupación áreas según día y hora.

Flujo de entrada: Cambio política.

Flujo de salidas: Política, política funcionamiento

Volumen: 1 *registro* diario, variación 5%.

Acceso: En línea.

Identificación: A1.4

Nombre: Datos control.

Descripción: Estado de las áreas de cubrimiento del sistema según fecha y hora.

Flujo de entrada: Datos de control.

Flujo de salidas: Datos almacenados, estado áreas.

Volumen: 5000 *registros* diarios, variación 20%.

Acceso: En línea.

Identificación: A1.5

Nombre: Datos forzado.

Descripción: Estado de funcionamiento forzado áreas de cubrimiento.

Flujo de entrada: Datos de forzado.

Flujo de salidas: Datos de forzado.

Volumen: 10 *registros* diarios. Variación 10%.

Acceso: En línea.

Identificación: A2

Nombre: Datos históricos.

Descripción: Copia idéntica de la estructura de A1, con todos los almacenes A1.1 al A1.5

Flujo de entrada: Datos retirados del sistema, eventos borrados.

Flujo de salidas:

Volumen: 20000 *registros* una vez por mes, variación 10%

Acceso: En lote.

Identificación: A3.

Nombre: Datos copia.

Descripción: Copia datos y estructura A1 y los subalmacenes A1.1 al A1.4

Flujo de entrada: Datos copiados.

Flujo de salidas: Datos a restaurar.

Volumen: 10000 *registros* diarios, variación 10%.

Acceso: En lote.

➤ **Flujos de datos.**

Nombre: Activado.

Descripción: Detalles de la activación de las cargas controladas por el sistema una vez energizadas.

Dirección flujo: E1 a P0, P2, P2.2

Estructura de datos: Control carga.

Nombre: Presencia.

Descripción: Detalles de la ocupación de las áreas de cobertura del sistema.

Dirección flujo: E1 a P0, P2, P2.2

Estructura de datos: Control presencia.

Nombre: Accionamiento.

Descripción: Detalles de las áreas que el sistema debe activar o desactivar.

Dirección flujo: P0, P2, P2.3 a E2

Estructura de datos: Control accionamiento.

Nombre: Comando.

Descripción: Ordenes que el cliente requiere que el sistema realice.

Dirección flujo:	E3 a P0, P1, P1.1, P1.1.3, P1.2, P1.3, P1.4
Estructura de datos:	Activación proceso
Nombre:	Informes.
Descripción:	Información suministrada por el sistema al cliente .
Dirección flujo:	P0, P1, P1.2, P1.4, P1.4.3 a E3
Estructura de datos:	Cientes , políticas, eventos, control, forzado.
Nombre:	Registro.
Descripción:	Eventos y datos generados por el sistema.
Dirección flujo:	P0, P1 a A1
Estructura de datos:	Cientes , políticas, eventos, control, forzado.
Nombre:	Solicitudes.
Descripción:	Información almacenada previamente, que es requerida por el sistema para su funcionamiento.
Dirección del flujo:	A1 a P0.
Estructura de datos:	Cientes , políticas, eventos, control, forzado.
Nombre:	Identificación y contraseña.
Descripción:	Identificación del cliente en el sistema.
Dirección flujo:	E3 a P1, P1.1, P1.1.1, P1.1.1.1
Estructura de datos:	Cadena cliente

Nombre: Rechazo.
Descripción: Aviso de intento fallido de entrada.
Dirección flujo: P1, P1.1, P1.1.1, P1.1.1.2 a E3.
Estructura de datos: Notificación.

Nombre: Contraseña encriptada.
Descripción: Contraseña del **cliente** *encriptada*.
Dirección flujo: A1 a P1, P1.1; A1.1 a P1.1.1, P1.1.1.2; P1.1.1.3 a P1.1.1.2
Estructura de datos: Cadena **cliente**.

Nombre: Log entrada.
Descripción: Registro de la entrada del **cliente** al sistema.
Dirección flujo: P1, P1.1 a A1; P1.1.1, P1.1.1.2 a A1.2
Estructura de datos: Evento.

Nombre: Confirmación entrada.
Descripción: Aviso al **cliente** de la entrada al sistema.
Dirección flujo: P1, P1.1, P1.1.1, P1.1.1.2 a E3
Estructura de datos: Notificación.

Nombre: Datos Escritura.

Descripción: Datos transferidos desde el *software* hacia el *hardware* de monitoreo.

Dirección flujo: P1 a P2; P1.5 a P2.1

Estructura de datos: Control forzado.

Nombre: Datos Lectura.

Descripción: Datos transferidos desde el *hardware* hacia el *software* de monitoreo.

Dirección flujo: P2 a P1; P2.1 a P1.5

Estructura de datos: Control normal.

Nombre: Datos requeridos.

Descripción: Información almacenada previamente, que es requerida por el sistema para su funcionamiento.

Dirección del flujo: A1 a P1, P1.2

Estructura de datos: **Cientes**, políticas, eventos, control, forzado.

Nombre: Activación administración.

Descripción: Llamada al proceso de administración para iniciarlo.

Dirección flujo: P1.1 a P1.2; P1.1.3 a P1.2.1

Estructura de datos: Activación proceso.

Nombre: Activación visualización.

Descripción: Llamada al proceso de visualización y forzado para iniciarlo.

Dirección flujo: P1.1 a P1.3; P1.1.3 a P1.3.1

Estructura de datos: Activación proceso.

Nombre: Activación estadísticas del sistema.

Descripción: Llamada al proceso de estadísticas del sistema para iniciarlo.

Dirección flujo: P1.1 a P1.4; P1.1.3 a P1.4.1

Estructura de datos: Activación proceso.

Nombre: Activación comunicación.

Descripción: Llamado al proceso de comunicación para iniciarlo.

Dirección flujo: P1.1, P1.1.3 a P1.5

Estructura de datos: Activación proceso.

Nombre: Datos actualizados.

Descripción: Información de **clientes**, políticas a almacenar.

Dirección flujo: P1.2 a A1; E3 a P1.2

Estructura de datos: **Clientes**, políticas.

Nombre: Datos de control.

Descripción: Información de la ocupación y funcionamiento de las áreas.

Dirección flujo: P1.5 a A1, A1.4; A1 a P1.3

Estructura de datos: Control.

Nombre: Datos de forzados.

Descripción: Información de activación manual del sistema.

Dirección flujo: P1.3 a A1; A1 a P1.5; P1.3.3 a A1.5; A1.5 a P1.5

Estructura de datos: Forzado.

Nombre: Actualización log.

Descripción: Eventos del *software* a almacenar.

Dirección flujo: P1.2, P1.3, P1.4 a A1.

Estructura de datos: Eventos.

Nombre: Datos almacenados.

Descripción: Datos para reportes estadísticos de ocupación del sistema.

Dirección flujo: A1 a P1.4; A1.4 a P1.4.3

Estructura de datos: Control, forzado.

Nombre: Datos recolectados.

Descripción: Datos de los *captadores*.

Dirección flujo:	P2.2 a P2.1
Estructura de datos:	Control carga, control presencia.
Nombre:	Señal de trabajo.
Descripción:	Datos de activación para <i>actuadores</i> .
Dirección flujo:	P2.1 a P2.3
Estructura de datos:	Control accionamiento.
Nombre:	Nueva contraseña.
Descripción:	Contraseña cambiada por el cliente .
Dirección flujo:	E3 a P1.1.1, P1.1.1.2; P1.1.1.2 a P1.1.1.3
Estructura de datos:	Cadena cliente .
Nombre:	Nueva contraseña <i>encriptada</i> .
Descripción:	Contraseña cambiada por el cliente <i>encriptada</i> .
Dirección flujo:	P1.1.1, P1.1.1.2 a A1.1; P1.1.1.3 a P1.1.1.2
Estructura de datos:	Cadena cliente .
Nombre:	Identificación cliente .
Descripción:	Identificación cliente almacenada en el sistema.
Dirección flujo:	A1.1 a P1.1.1, P1.1.1.1, P1.2.2.2; E3 a P1.2.2, P1.2.2.3, P1.2.2.4
Estructura de datos:	Cadena cliente .

Nombre: Código **cliente**.
Descripción: Código del **cliente** en el sistema.
Dirección flujo: P1.1.1, P1.1.1.2 a P1.1.2
Estructura de datos: Código.

Nombre: Perfil **cliente**.
Descripción: Lista de derechos de acceso a procesos del sistema.
Dirección flujo: A1.1 a P1.1.2
Estructura de datos: Perfil.

Nombre: Activación módulos.
Descripción: Inicia las funciones de control de acceso.
Dirección flujo: P1.1.2 a P1.1.3
Estructura de datos: Activación proceso.

Nombre: Rechazo identificación.
Descripción: Aviso al **cliente** de intento de ingreso con una identificación que no existe.
Dirección flujo: P1.1.1.1 a E3
Estructura de datos: Notificación.

Nombre: Contraseña.

Descripción: Contraseña suministrada por el **cliente** en el ingreso a la aplicación.

Dirección flujo: P1.1.1.1 a P1.1.1.2; P1.1.1.2 a P1.1.1.3

Estructura de datos: Cadena **cliente**.

Nombre: Log cambio contraseña.

Descripción: Evento de cambio de contraseña.

Dirección flujo: P1.1.1.2 a A1.2

Estructura de datos: Evento.

Nombre: Activación **clientes**.

Descripción: Llamado al proceso de **clientes** para iniciarlo.

Dirección flujo: P1.2.1 a P1.2.2, P1.2.2.1

Estructura de datos: Activación proceso.

Nombre: Activación políticas.

Descripción: Llamado al proceso de políticas para iniciarlo.

Dirección flujo: P1.2.1 a P1.2.3

Estructura de datos: Activación proceso.

Nombre: Activación mantenimiento.

Descripción: Llamado al proceso de mantenimiento para iniciarlo.

Dirección flujo: P1.2.1 a P1.2.4, P1.2.4.1

Estructura de datos: Activación proceso.

Nombre: Activación eventos.

Descripción: Llamado al proceso de eventos para iniciarlo.

Dirección flujo: P1.2.1 a P1.2.5

Estructura de datos: Activación proceso.

Nombre: Activación agregar.

Descripción: Llamado al proceso de agregar **clientes** para iniciarlo.

Dirección flujo: P1.2.2.1 a P1.2.2.2

Estructura de datos: Activación proceso.

Nombre: Activación modificar.

Descripción: Llamado al proceso de modificar **clientes** para iniciarlo.

Dirección flujo: P1.2.2.1 a P1.2.2.3

Estructura de datos: Activación proceso.

Nombre: Activación eliminar.

Descripción: Llamado al proceso de eliminar **clientes** para iniciarlo.

Dirección flujo: P1.2.2.1 a 1.2.2.4

Estructura de datos: Activación proceso.

Nombre: Activación listados.

Descripción: Llamado al proceso de listados de **clientes** para iniciarlo.

Dirección flujo: P1.2.2.1 a P1.2.2.5

Estructura de datos: Activación proceso.

Nombre: Activación ordenar.

Descripción: Llamado al proceso de ordenar datos para iniciarlo.

Dirección flujo: P1.2.4.1 a P1.2.4.2

Estructura de datos: Activación proceso.

Nombre: Activación revisar estructura.

Descripción: Llamado al proceso de revisar estructura para iniciarlo.

Dirección flujo: P1.2.4.1 a P1.2.4.3

Estructura de datos: Activación proceso.

Nombre: Activación descargar datos.

Descripción: Llamado al proceso de descargar datos para iniciarlo.

Dirección flujo: P1.2.4.1 a P1.2.4.4

Estructura de datos: Activación proceso.

Nombre: Activación copias de seguridad.

Descripción: Llamado al proceso de copias de seguridad para iniciarlo.

Dirección flujo: P1.2.4.1 a P1.2.4.5

Estructura de datos: Activación proceso.

Nombre: Inicio visualización.

Descripción: Llamado al proceso de selección área visualización para ejecutarlo.

Dirección flujo: P1.3.1 a P1.3.2

Estructura de datos: Activación proceso.

Nombre: Inicio forzado.

Descripción: Llamado al proceso de selección área forzado para ejecutarlo.

Dirección flujo: P1.3.1 a P1.3.3

Estructura de datos: Activación proceso.

Nombre: Datos actualizados **cliente**.

Descripción: Datos de **clientes** para almacenar en A1.1

Dirección flujo: P1.2.2, P1.2.2.3 a A1.1; E3 a P1.2.2.3

Estructura de datos: **Cientes**.

Nombre: Información **cliente**.

Descripción: Datos almacenados del **cliente** en A1.1

Dirección flujo: A1.1 a P1.2.2

Estructura de datos: **Clientes.**

Nombre: Datos nuevo **cliente.**

Descripción: Datos de **clientes** para almacenarlos A1.1

Dirección flujo: E3 a P1.2.2, P1.2.2.2; P1.2.2.2 a A1.1

Estructura de datos: **Clientes.**

Nombre: Reporte **clientes.**

Descripción: Listado de los **clientes** del sistema.

Dirección flujo: P1.2.2, P1.2.2.5 a E3

Estructura de datos: **Clientes.**

Nombre: Log impresión.

Descripción: Evento de impresión de listados del sistema.

Dirección flujo: P1.2.2, P1.2.3, P1.2.5, P1.2.2.5, P1.4.3 a A1.1

Estructura de datos: Eventos.

Nombre: Log cambio **clientes.**

Descripción: Evento de modificación datos de **clientes.**

Dirección flujo: P1.2.2, P1.2.2.3 a A1.2

Estructura de datos: Eventos.

Nombre: Nueva política.

Descripción: Política de funcionamiento para modificar la existente en el sistema.

Dirección flujo: E3 a P1.2.3

Estructura de datos: Políticas.

Nombre: Reporte política.

Descripción: Listado de las diferentes políticas de monitoreo del sistema.

Dirección flujo: P1.2.3 a E3

Estructura de datos: Políticas.

Nombre: Política.

Descripción: Política de monitoreo del sistema.

Dirección flujo: A1.3 a P1.2.3

Estructura de datos: Políticas.

Nombre: Cambio política.

Descripción: Política modificada por el **cliente** para actualizar A1.3

Dirección flujo: P1.2.3 a A1.3

Estructura de datos: Políticas.

Nombre: Log cambio política.

Descripción: Evento de cambio en las políticas de funcionamiento del sistema.

Dirección flujo: P1.2.3 a A1.3

Estructura de datos: Eventos.

Nombre: Log mantenimiento.

Descripción: Registro de ejecución de los procesos de mantenimiento.

Dirección flujo: P1.2.4 a A1.2

Estructura de datos: Eventos.

Nombre: Datos.

Descripción: Transferencia de información desde A1 para mantenimiento.

Dirección flujo: A1 a P1.2.4; P1.2.4 a A1

Estructura de datos: **Cientes**, políticas, eventos, control, forzado.

Nombre: Datos retirados del sistema.

Descripción: Información eliminada de A1 por mantenimiento.

Dirección flujo: P1.2.4, P1.2.4.4 a A2

Estructura de datos: **Cientes**, políticas, eventos, control, forzado.

Nombre: Eventos borrados.

Descripción: Eventos retirados de A1.2

Dirección flujo: P1.2.5 a A2

Estructura de datos: Eventos.

Nombre: Reporte eventos.

Descripción: Listado de eventos organizados por fecha.

Dirección flujo: P1.2.5 a E3

Estructura de datos: Eventos.

Nombre: Log borrado.

Descripción: Registro del proceso de borrado de eventos.

Dirección flujo: P1.2.5 a A1.2

Estructura de datos: Eventos.

Nombre: Lista eventos.

Descripción: Eventos necesarios para la elaboración de reportes.

Dirección flujo: A1.2 a P1.2.5

Estructura de datos: Eventos.

Nombre: Log ingreso **clientes**.

Descripción: Registro del ingreso de nuevos **clientes** al sistema en
A1.2

Dirección flujo: P1.2.2.2 a A1.2

Estructura de datos: Eventos.

Nombre: Confirmación proceso.

Descripción: Aviso al **cliente** de la correcta inclusión de **clientes** en la aplicación.

Dirección flujo: P1.2.2.2 a E3

Estructura de datos: Notificación.

Nombre: Log eliminar **clientes**.

Descripción: Registro en A1.2 del retiro de **clientes** del sistema.

Dirección flujo: P1.2.2.4 a A1.2

Estructura de datos: Eventos.

Nombre: Datos **clientes** retirados.

Descripción: Información de los **clientes** a retirar del sistema.

Dirección flujo: A1.1 a P1.2.4

Estructura de datos: **Cientes**.

Nombre: Criterio.

Descripción: Selección del tipo de reporte de **clientes**.

Dirección flujo: E3 a P1.2.5

Estructura de datos: Selector.

Nombre: Datos **clientes**.
Descripción: Información para elaboración de reportes de **clientes**.
Dirección flujo: A1.1 a P1.2.2.5
Estructura de datos: **Cientes**.

Nombre: Datos a ordenar.
Descripción: Información de A1 para reorganizar.
Dirección flujo: A1 a P1.2.4.2
Estructura de datos: **Cientes**, políticas, eventos, control, forzado.

Nombre: Datos ordenados.
Descripción: Información organizada.
Dirección flujo: P1.2.4.2 a A1
Estructura de datos: **Cientes**, políticas, eventos, control, forzado.

Nombre: Datos a revisar.
Descripción: Información de A1 para revisar.
Dirección flujo: A1 a P1.2.4.3
Estructura de datos: **Cientes**, políticas, eventos, control, forzado.

Nombre: Datos revisados.
Descripción: Datos con estructura revisada.
Dirección flujo: P1.2.4.3 a A1

Estructura de datos: **Clientes**, políticas, eventos, control, forzado.

Nombre: Datos a descargar.

Descripción: Información con fecha anterior o igual a la fecha de corte.

Dirección flujo: A1 a P1.2.4.4

Estructura de datos: **Clientes**, políticas, eventos, control, forzado.

Nombre: Datos a copiar.

Descripción: Información A1 a copiar.

Dirección flujo: A1 a P1.2.4.5

Estructura de datos: **Clientes**, políticas, eventos, control, forzado.

Nombre: Datos copiados.

Descripción: Copia de los datos de A1

Dirección flujo: P1.2.4.5 a A3

Estructura de datos: **Clientes**, políticas, eventos, control, forzado.

Nombre: Datos a restaurar.

Descripción: Datos a recuperar en el sistema.

Dirección flujo: A3 a P1.2.4.5

Estructura de datos: **Clientes**, políticas, eventos, control, forzado.

Nombre: Datos restaurados.
Descripción: Datos recuperados de A3 para A1.
Dirección flujo: P1.2.4.5 a A1
Estructura de datos: **Cientes**, políticas, eventos, control, forzado.

Nombre: Log orden datos.
Descripción: Registro del ordenamiento de datos en A1.2
Dirección flujo: P1.2.4.2 a A1.2
Estructura de datos: Eventos.

Nombre: Log revisión estructura.
Descripción: Registro de la revisión de estructura en A1.2
Dirección flujo: P1.2.4.3 a A1.2
Estructura de datos: Eventos.

Nombre: Log descarga.
Descripción: Registro de la descarga de datos en A1.2
Dirección flujo: P1.2.4.3 a A1.2
Estructura de datos: Eventos.

Nombre: Log copias.
Descripción: Registro de la copia o restauración de datos en A1.2
Dirección flujo: P1.2.4.5 a A1.2

Estructura de datos: Eventos.

Nombre: Fecha de corte.

Descripción: Fecha hasta la cual debe hacerse la descarga de datos.

Dirección flujo: E3 a P1.2.4.4

Estructura de datos: Fecha.

Nombre: Confirmación ordenamiento.

Descripción: Notificación del resultado de ordenamiento de datos.

Dirección flujo: P1.2.4.2 a E3

Estructura de datos: Notificación.

Nombre: Confirmación revisión estructura.

Descripción: Notificación del resultado proceso de verificación estructura.

Dirección flujo: P1.2.4.3 a E3

Estructura de datos: Notificación.

Nombre: Confirmación descarga.

Descripción: Aviso con el resultado del proceso de descarga.

Dirección flujo: P1.2.4.4 a E3

Estructura de datos: Notificación.

Nombre: Confirmación copia.
Descripción: Notificación proceso de copia.
Dirección flujo: P1.2.4.5 a E3
Estructura de datos: Notificación.

Nombre: Estado áreas.
Descripción: Información del estado actual de las áreas de cubrimiento.
Dirección flujo: A1.4 a P1.3.2
Estructura de datos: Control.

Nombre: Representación gráfica.
Descripción: Gráfica del área a visualizar.
Dirección flujo: P1.3.2 a E3
Estructura de datos: Gráfico.

Nombre: Log forzado.
Descripción: Registro de los procesos de forzado en A1.2
Dirección flujo: P1.3.3 a A1.2
Estructura de datos: Evento.

Nombre: Áreas a forzar.
Descripción: Lista de áreas para forzar y su estado.

Dirección flujo: E3 a P1.3.3

Estructura de datos: Forzado.

Nombre: Tipo reporte.

Descripción: Opción del reporte a generar.

Dirección flujo: P1.4.1 a P1.4.2

Estructura de datos: Tipo.

Nombre: Área seleccionada.

Descripción: Áreas para la generación de reportes.

Dirección flujo: P1.4.2 a P1.4.3

Estructura de datos: Área.

Nombre: Política funcionamiento.

Descripción: Política de monitoreo según el día y la hora.

Dirección flujo: A1.3 a P1.5

Estructura de datos: Política.

Anexo D. Diagramas de estructuras de datos

➤ Estructuras de datos

Nombre: Control carga.

Llave: Área.

Campos: Área, ventiladores, luces.

Nombre: Control presencia.

Llave: Área.

Campos: Área, *ocupación*.

Nombre: Control accionamiento.

Llave: Área.

Campos: Área, accionamiento.

Nombre: Control forzado.

Llave: Área.

Campos: Área, forzado.

Nombre: Control normal.

Llave: Área.

Campos: Área, estado.

Nombre: **Cientes.**

Llave: Identificación.

Campos: Identificación, contraseña, código, nombre, perfil, creación, caducidad, horario, caducidad, permiso cambio contraseña.

Nombre: Políticas.

Llave: Tipo área.

Campos: Tipo área, día, hora, estado.

Nombre: Eventos.

Llave: Fecha + hora.

Campos: Fecha, hora, código evento, descripción, **cliente.**

Nombre: Control.

Llave: Fecha + hora.

Campos: Fecha, hora, área, *ocupación*, activación.

Nombre: Forzado.

Llave: Fecha + hora.

Campos: Fecha, hora, área, forzado.

Nombre: Cadena **cliente**.
Llave:
Campos: Identificación, contraseña

Nombre: Código.
Llave: Código.
Campos: Código.

Nombre: Perfil.
Llave: Perfil.
Campos: Perfil.

Nombre: Selector.
Llave: Opción.
Campos: Selector, opción.

Nombre: Tipo.
Llave: Tipo.
Campos: Tipo, opción.

Nombre: Fecha.
Llave: Día + mes + año.
Campos: Día, mes, año.

Nombre: Área.
Llave: Bloque.
Campos: Bloque, piso, espacio.

Nombre: Gráfico.
Llave: Bloque + piso + espacio.
Campos: Bloque, piso, espacio, estado.

Nombre: Notificación.
Llave: Notificación.
Campos: Notificación, mensaje.

➤ **Elementos Dato**

Nombre: Accionamiento
Descripción: Orden de encendido o apagado de actuadores
Tipo: Binario
Longitud: 1
Rango: {0,1}

Nombre: Activación
Descripción: Estado de la carga de monitoreo
Tipo: Alfanumérico

Longitud: 1

Rango: {D,V,L,T}

Nombre: Año

Descripción: Dato representativo al valor del año

Tipo: Fecha

Longitud: 4 caracteres

Rango: {1930,...,2029}

Nombre: Área

Descripción: Identificación de un área cualquiera de cubrimiento

Tipo: Alfanumérico

Longitud: 4 caracteres

Rango: {A,O,T}+{101,....,999}

Nombre: Bloque

Descripción: Identificación de un edificio

Tipo: Alfanumérico

Longitud: Variable

Rango: de 1 a 256 caracteres

Nombre: Caducidad

Descripción: Fecha máxima de ingreso de los clientes al sistema

Tipo: Fecha
Longitud: 10 caracteres dd/mm/aaaa
Rango: {01/01/1930,.....,31/12/2029}

Nombre: Cliente
Descripción: Código de identificación del cliente en el sistema
Tipo: Numérico
Longitud: 10 caracteres
Rango: {0,....,99999999}

Nombre: Código
Descripción: Código de identificación del cliente en el sistema
Tipo: Numérico
Longitud: 10 caracteres
Rango: {0,....,99999999}

Nombre: Código Evento
Descripción: Identificación del tipo de evento a registrar
Tipo: Caracter
Longitud: 1
Rango: {A,....,Z,0,....,9}

Nombre: Contraseña

Descripción: Contraseña del cliente, tanto encriptada como plana

Tipo: Alfanumérico

Longitud: 20 caracteres

Rango: Todos los caracteres ASCII

Nombre: Creación

Descripción: Fecha de ingreso del cliente al sistema

Tipo: Fecha

Longitud: 10 caracteres

Rango: {01/01/1930,...,31/12/2029}

Nombre: Descripción

Descripción: Identificación alfanumérica del evento

Tipo: Alfanumérico

Longitud: 40 caracteres

Rango:

Nombre: Día

Descripción: Día de la semana

Tipo: Numérico

Longitud: un caracter

Rango: {0,...,6}

Nombre: Espacio
Descripción: Representación de la Mínima área de cubrimiento
Tipo: Alfanumérico
Longitud: 4 caracteres
Rango: {A,O,T}+{101,....,999}

Nombre: Estado
Descripción: Estado en el que se encuentra determinada área
Tipo: Alfabético
Longitud: 3 caracteres
Rango: {D,O,I}+{D,E,P,X}+{D,V,L,T}

Nombre: Fecha
Descripción: Fecha de ocurrencia de evento o captura de datos
Tipo: Fecha
Longitud: 10 caracteres
Rango: {01/01/1930,....,31/12/2029}

Nombre: Forzado
Descripción: Estado a forzar de las áreas de cubrimiento
Tipo: Caracter
Longitud: 1 caracter
Rango: {N,E,D}

Nombre: Hora

Descripción: Hora del día

Tipo: Numérico

Longitud: 2 caracteres

Rango: {0,...,23}

Nombre: Horario

Descripción: Lista de los derechos de acceso por horas en la semana, en combinación de ceros y unos

Tipo: Cadena

Longitud: 168

Rango: $\{n^{68} / n=\{0,1\}\}$

Nombre: Identificación

Descripción: Cadena que identifica al cliente en el ingreso del software

Tipo: Alfanumérico

Longitud: de 5 a 20 caracteres

Rango: todos los caracteres ASCII

Nombre: Luces

Descripción: Información de activación de elementos de iluminación

Tipo: Binario

Longitud: 1 caracter

Rango: {0,1}

Nombre: Mensaje

Descripción: Texto explicativo de la notificación a presentar

Tipo: Alfanumérico

Longitud: Máximo 256 caracteres

Rango: {A,...,Z,0,...,9}

Nombre: Mes

Descripción: Representación numérica del mes

Tipo: Numérico

Longitud: 2 caracteres

Rango: {1,...,12}

Nombre: Nombre

Descripción: Nombre completo del cliente

Tipo: Alfabético

Longitud: 40 caracteres

Rango: {A,...,Z, ,a,...,z}

Nombre: Notificación

Descripción: Código de identificación de los mensajes enviados al usuario en pantalla

Tipo: Llamada del sistema

Longitud: no aplicable

Rango: no aplicable

Nombre: Ocupación

Descripción: Estado de ocupación de un área

Tipo: Binario

Longitud: 1 caracter

Rango: {0,1}

Nombre: Opción

Descripción: Opción de menú seleccionada por el cliente

Tipo: Llamada del sistema

Longitud: no aplicable

Rango: no aplicable

Nombre: Perfil

Descripción: Lista de derechos de acceso en el software para cada cliente

Tipo: Binario

Longitud: 16 caracteres

Rango: {0000000000000000,...,1111111111111111}

Nombre: Permiso Contraseña

Descripción: Identificación del cliente para saber si posee o no permiso para el cambio de contraseñas

Tipo: Lógico

Longitud: 1 caracter

Rango: {Verdadero, Falso}

Nombre: Piso

Descripción: Identificación del piso de determinado bloque

Tipo: Numérico

Longitud: 1 caracter

Rango: {1,...,5}

Nombre: Selector

Descripción: Opción de menú seleccionada por el cliente

Tipo: Llamada del sistema

Longitud: no aplicable

Rango: no aplicable

Nombre: Tipo

Descripción: Tipo de reporte estadístico a listar

Tipo: Caracter

Longitud: 1 caracter

Rango: {A,H}

Nombre: Tipo Área

Descripción: Tipo de área de cubrimiento

Tipo: Caracter

Longitud: 1 caracter

Rango: {A, O, T}

Nombre: Ventiladores

Descripción: Información de activación de equipo de ventilación








Tipo: Binario

Longitud: 1 caracter

Rango: {0, 1}











Anexo E. Planos y diagramas del sistema

A continuación se encuentra una relación de todos los planos entregados con el proyecto, diseñados en AUTOCAD R14:

-  Plano de convenciones: CON-000.
-  Planos del prototipo: PROT-000.
-  Plano de la distribución física de cada uno de los elementos en la central de control: desde INS-001 hasta INS-006.
-  Planos de la ubicación de los sensores y de rutas de acometidas: desde AC-000 hasta AC-016.
-  Diagramas verticales: desde VER-000 hasta VER-005.
-  Plano general de la acometida entre bloques: GEN-000.
-  Planos del sistema eléctrico de alimentación: desde ESQ-000 hasta ESQ-002.

Anexo F. Manuales

Los manuales, catálogos y otros documentos relacionados a continuación se encuentran en el *CD-ROM* entregado junto con este proyecto:

-  Manual del software de control Centinela.pdf
-  Manual de instalación y operación del *SLC500®*.pdf
-  Manual de usuario del *MicroLogix® 1500*.pdf
-  Manual de usuario del *MicroLogix® 1000*.pdf
-  Manual de usuario AIC+.pdf
-  Manual Cat. No. 6800.pdf
-  Catálogo de sensores.pdf
-  Manual del RSLinx.pdf
-  Protocolo de funcionamiento del sistema.pdf
-  Control.pdf

