



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**  
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE TELECOMUNICACIONES  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS



---

**PROPUESTA PARA INTEGRAR EL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO DEL  
EDIFICIO DE ADMINISTRACIÓN II, AL SISTEMA DE MONITOREO DEL CENTRO DE  
CONTROL DEL CENTIC**

**EDGAR FABIÁN PINTO LEGUIZAMÓN**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS  
ESCUELA INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE  
TELECOMUNICACIONES  
BUCARAMANGA**

**2011**



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**  
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE TELECOMUNICACIONES  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS



---

**PROPUESTA PARA INTEGRAR EL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO DEL  
EDIFICIO DE ADMINISTRACIÓN II, AL SISTEMA DE MONITOREO DEL CENTRO DE  
CONTROL DEL CENTIC**

**EDGAR FABIÁN PINTO LEGUIZAMÓN**

**Trabajo de grado presentado como requisito  
Para optar por el título de ingeniero electrónico**

**Director del proyecto  
Msc. JOSÉ ALEJANDRO AMAYA PALACIO**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS  
ESCUELA INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE  
TELECOMUNICACIONES  
BUCARAMANGA**

**2011**

---

## AGRADECIMIENTOS

Primero que todo quiero darle gracias a Dios, a su maravilloso hijo Jesucristo y a su madre santísima, la virgen María. Por haberme dado lo más preciado que poseo en la vida, mi FAMILIA. Ya que sin su apoyo no hubiese logrado lo que ahora estoy logrando.

En especial a mi PAPA y a mi MAMA que siempre se han preocupado por que sea una mejor persona.

Dedico este título también a mi esposa Claudia que siempre ha estado ahí para apoyarme y a la personita que ilumino mi vida, mi hija MARIANA, para la cual espero ser un buen ejemplo a seguir.

---

## TABLA DE CONTENIDO

	pág.
<b>INTRODUCCION</b> .....	15
<b>1. ASPECTOS GENERALES</b> .....	17
1.1 <b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	17
1.2 <b>JUSTIFICACION</b> .....	17
1.3 <b>OBJETIVO GENERAL</b> .....	18
1.3.1 <b>Objetivos Específicos</b> .....	18
<b>2. REFERENCIA TEORICA</b> .....	20
<b>2.1 SISTEMAS REFRIGERANTES</b> .....	20
2.1.1 Principios básicos.....	20
2.1.1.1 Estos procesos deben realizarse.....	20
2.1.1.2 Requisitos fundamentales.....	21
2.1.2 Clasificación.....	21
2.1.2.1 Todo aire.....	21
2.1.2.2 Sistema Todo Agua.....	22
2.1.2.3 Sistema Aire-Agua.....	23
2.1.2.4 Sistema Todo Refrigerante.....	24
<b>2.2 SISTEMAS DE A/A MULTI-V</b> .....	25
2.2.1 Principio básico.....	25
2.2.2 Características.....	26
<b>2.3 SISTEMA REFRIGERANTE (VRV)</b> .....	27
2.3.1 Características.....	28
<b>2.4 PROTOCOLO BACNET</b> .....	30
2.4.1 Introducción al protocolo BACNet.....	30

---

<b>3. ETAPA DE DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....</b>	<b>33</b>
<b>3.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL EXISTENTE EN EL EDIFICIO DE ADMINISTRACIÓN II.....</b>	<b>33</b>
3.1.1 Control individual remoto.....	35
3.1.2 Control central sencillo (CCS).....	36
3.1.3 Tarjeta de interfaz PI485.....	37
3.1.4 BNU-BACNet, (Ref: PQNFB17B0 LG).....	38
3.1.4.1 Otras funciones.....	39
3.1.4.2 Características Técnicas del BNU.....	40
<b>3.2 DESCRIPCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE RED EN LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.....</b>	<b>40</b>
<b>3.3 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL EXISTENTE EN EL CENTIC.....</b>	<b>43</b>
3.3.1 Descripción de la Plataforma.....	44
3.3.2 Software aplicativo ADS.....	46
<b>4. ETAPA DE ELABORACIÓN.....</b>	<b>48</b>
<b>4.1 FACTIBILIDAD Y CONVENIENCIA DE LA PROPUESTA.....</b>	<b>48</b>
4.1.1 Análisis operativo.....	48
4.1.2 Análisis técnico.....	49
4.1.2.1 Línea telefónica.....	49
4.1.2.2 Cable coaxial.....	50
4.1.2.3 Red LAN.....	50
4.1.3 Análisis financiero.....	51
<b>4.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.....</b>	<b>52</b>
4.2.1 Componentes del diseño propuesto.....	53
4.2.1.1 BNU-BAC Gateway (Unidad de Red para Edificios – BACNet).....	53

4.2.1.2 SWITCH 3COM4500.....	54
4.2.1.2.1 Características Técnicas.....	55
4.2.1.3 SWITCH CORE BD 8806.....	58
4.2.1.3.1 Características Técnicas.....	59
4.2.1.4 Servidor de datos (ADS).....	60
4.2.2 Recursos de red.....	61
4.2.3 Interfaz grafica.....	63
<b>4.3 PROPUESTA FINANCIERA.....</b>	<b>68</b>
4.3.1 Oferta.....	68
4.3.1.1 Contenido de la oferta.....	68
4.3.1.2 Metodología propuesta.....	68
4.3.1.3 Análisis financiero de la oferta.....	69
<b>5. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>71</b>
<b>6. CONCLUSIONES.....</b>	<b>72</b>
<b>BILBIOGRAFIA.....</b>	<b>74</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>75</b>

---

## LISTADO DE FIGURAS

	<b>pág.</b>
Figura 1. Sistema Todo Aire.....	22
Figura 2. Sistema Todo Agua.....	23
Figura 3. Sistema Aire- Agua.....	23
Figura 4. Sistema Todo Refrigerante.....	24
Figura 5. Ejempló de instalación Sistema Multi- V.....	26
Figura 6. Sistema Refrigerante VRV.....	28
Figura 7. Características sistema Inverter vs Tradicional.....	29
Figura 8. Arquitectura del protocolo BACNet y su equivalente OSI.....	31
Figura 9. Arquitectura sistema de A/A del edificio de administración II.....	34
Figura 10. Control Individual Remoto.....	36
Figura 11. Control Central Sencillo.....	37
Figura 12. Tarjeta de interfaz PI485.....	38
Figura 13. BNU-BACNet (Ref: PQNFB17B0 LG).....	38
Figura 14. Diagrama de configuración de la red datos de la UIS.....	42
Figura 15. Diagrama de la vía de transmisión para la integración.....	43
Figura 16. Red de integración del Sistema Metasys.....	44
Figura 17. Unidad de Red para Edificios – BACNet.....	53
Figura 18. SWITCH 3COM4500.....	54
Figura 19. SWITCH CORE BD 8806.....	58
Figura 20. Servidor ADS- METASYS.....	61
Figura 21. Diagrama de la conexión de red a implementar.....	62
Figura 22. Presentación de la interfaz grafica.....	64
Figura 23. Esquema general de la interfaz de usuario.....	65
Figura 24. Elementos comunes en gráficos.....	66
Figura 25. Gráficos unidades manejadoras.....	67

---

Figura 26. Ejemplo de manejo de los sistemas.....	67
Figura 27. Arquitectura de un Sistema SCADA.....	94
Figura 28. Ejemplo de una red LONWORKS.....	96

---

## LISTADO DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Características Técnicas del BNU-BACNet.....	39
Cuadro 2. Características del Sistema Metasys.....	45
Cuadro 3. Características Técnicas del ADS.....	46
Cuadro 4. Características funcionales del Switch 3com4500.....	55
Cuadro 5. Características Técnicas del Switch 3com4500.....	57
Cuadro 6. Características del Switch Core BD 8806.....	59
Cuadro 7. Oferta financiera.....	69
Cuadro 8. Capas del modelo OSI.....	97



---

## LISTADO DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Diseño de propuestas.....	76
Anexo B. Introducción al funcionamiento de los sistemas de control.....	86
Anexo C. Protocolo LonWorks.....	95

## **RESUMEN**

---

### **TITULO**

PROPUESTA PARA INTEGRAR EL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO DEL EDIFICIO DE ADMINISTRACIÓN II, AL SISTEMA DE MONITOREO DEL CENTRO DE CONTROL DEL CENTIC\*

### **AUTOR**

EDGAR FABIÁN PINTO LEGUIZAMÓN\*

### **PALABRAS CLAVES**

SISTEMAS MULTI-V, INVERTER, BACNET, ADS, METASYS.

### **CONTENIDO:**

El presente informe contiene toda la fundamentación teórica del estudio de factibilidad realizado, para la implementación de la integración del sistema de aire acondicionado del edificio de administración II con la plataforma de control y monitoreo Metasys en el centro de control del edificio CENTIC. Con apoyo de la división de mantenimiento de la UIS y la empresa Proyectos y Servicios Ltda.

La elaboración de esta propuesta consta de tres partes, la primera parte consta de una descripción de los fundamentos teóricos en los cuales está basado este proyecto, se describió el principio básico de los sistemas de aire acondicionado Multi-v, el principio básico de los nuevos sistemas inverter, sus características y las ventajas que trae su implementación, se habló de los protocolos presentes en la integración, en especial del protocolo para administración de edificios BMS, y el protocolo BACNet el cual es el utilizado por la plataforma de control que se encuentra en el CENTIC.

La segunda parte presenta una descripción de la infraestructura existente en el campus universitario, tanto de los dispositivos como de la red LAN, realizando una descripción de sus características y sus especificaciones técnicas. También se refiere a la plataforma de control Metasys sus características de funcionamiento y su interfaz grafica. Logrando así establecer los criterios que se tendrán en cuenta para la aplicación en el diseño del sistema.

Finalmente en la tercera parte se realiza el estudio de factibilidad, con el cual se sustentara la aplicación de la integración. El cual se basa en el estudio de la parte técnica, la parte operativa y la parte financiera, la cual va acompañada con la propuesta financiera presentada por Proyectos y Servicios Ltda.

---

\* PROYECTO DE GRADO

\* FACULTAD: Físico Mecánicas. ESCUELA: Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones. DIRECTOR: Msc José Alejandro Amaya Palacio

## **ABSTRACT**

---

### **TITLE**

PROPOSAL TO INTEGRATE THE AIR CONDITIONING SYSTEM ADMINISTRATION BUILDING II, THE MONITORING SYSTEM CONTROL CENTER CENTIC.\*

### **AUTHOR**

EDGAR FABIAN PINTO LEGUIZAMÓN\*

### **KEY WORDS**

SYSTEM MULTI-V, SYSTEM INVERTER, BACNET, METASYS, PROPOSAL.

### **CONTENTS:**

This report contains all the theoretical foundation of the feasibility study for the implementation of the integration of air conditioning system of the administration building II with and monitoring platform in the center Metasys building management CENTIC. With the support of the maintenance division of UIS and the company Projects and Services Ltda.

The development of this proposal consists of three parts, the first part is a description of the theoretical foundations on which this project is based, described the basic principle of air conditioning system Multi-v, the basic principle of the new inverter system, their characteristics and the advantages it brings its implementation, will talk about the protocols present in integration. Especially the protocol for BMS building management and the BACNet protocol which is used by the control platform that is in CENTIC.

The second part presents an overview of the existing infrastructure on campus, both of the devices on your LAN, by a description of their characteristics and technical specifications. It also refers to the platform Metasys control their operating characteristics and its graphical interface. Achieving and establishing the criteria to be taken into account when implementing the system design.

Finally, the third part of the feasibility study done, which is supported with the implementation of integration. This is based on the study of the technical side, the operational and financial side, which is accompanied with the financial proposal submitted by Projects and Services Ltda.

---

\* PROJECT GRADE

^ FACULTY: physical mechanics. SCHOOL: Electrical engineering, Electronics and telecommunications. DIRECTOR: Msc José Alejandro Amaya Palacio.

---

## INTRODUCCION

Los sistemas de aire acondicionado, han llegado a ser una necesidad para la vida moderna, como es el caso de viviendas, oficinas, establecimientos comerciales o industriales, laboratorios, escuelas, hospitales, salas de espectáculos, restaurantes, etc. En efecto, los beneficios de la climatización en busca de confort y la salud, la conveniencia para la eficiencia del personal, como imagen de un negocio para el bienestar de sus clientes y como una necesidad para el mejoramiento de los procesos de fabricación en la industria. De esa forma, ya no se piensa en un proyecto constructivo sin contemplar el empleo de algún sistema de acondicionamiento climático.

Los sistemas de climatización apuestan por la eficiencia energética. Crece la utilización de los sistemas de Volumen de Refrigeración Variable (VRV), aquel que entrega la cantidad adecuada para cada necesidad de temperatura sin que el circuito se encuentre operando permanentemente. Para lograr todo esto también es necesario un buen sistema de control, por tanto la industria de la refrigeración nos presenta la nueva tecnología para el monitoreo de las variables, que logran dicha eficiencia energética y así mismo alcanzan el máximo de rendimiento en su operación.

Por eso el desarrollo del trabajo permite, primero hacer referencia a los sistemas refrigerantes sus conceptos básicos, orientándonos en los nuevos sistemas de Aire Acondicionado Mult.- V, en donde se presentan sus características y modo de funcionamiento básico, especialmente el sistema inversor en el cual está basada esta tecnología. Del mismo modo se describirá la plataforma de control que está siendo utilizada en la sala de control del Centro de Ciencia y Tecnología de la UIS (CENTIC), con la cual se integrara el sistema de aire acondicionado de edificio de administración II.

Una vez se han revisado los conceptos teóricos, se procederá a realizar un análisis de cada uno de los dispositivos involucrados en la implementación de la propuesta para la integración, que se localizan dentro del sistema de aire acondicionado A/A del edificio de administración II. De la misma manera se realizara una descripción de la infraestructura de red de la universidad, de tal manera se podrá saber si la red cuenta con todas las características técnicas para el desarrollo del trabajo. También se analizará las características y funciones de la plataforma utilizada en el centro de control del CENTIC, para así poder definir si es o no compatible con los demás dispositivos involucrados en el proceso de integración.

En la última parte del desarrollo del libro nos concentraremos en el análisis de factibilidad y conveniencia, en la parte de operatividad, técnica y financiera ya que para nuestro proyecto es necesario, ya que se podrán tener en cuenta factores relevantes en la ejecución de la integración. También se hará una descripción del proceso de integración y una explicación de las características de funcionamiento y especificaciones técnicas de cada uno de los dispositivos que finalmente intervendrán en el desarrollo del trabajo. Se presentara un ejemplo de la interfaz grafica, para tener una idea de cómo será la presentación final de nuestra integración. Para finalizar se presentara la propuesta financiera ofrecida por la empresa proyectos y servicios LTDA, que será la que se tendrá en cuenta a la hora de conseguir los recursos y poder así llevar a cabo la propuesta.

---

## 1. ASPECTOS GENERALES

### 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Establecida la idea por parte de la división de mantenimiento de la universidad de aprovechar la sala de control del CENTIC e ir agrupando uno a uno los diferentes sistemas que se han instalado dentro de los edificios, se realizara la siguiente propuesta de ingeniería, la cual estará basada en el mejoramiento del sistema de control para el manejo del aire acondicionado (A/A) instalado en el edificio de Administración II, de esta forma se puede contar con mejores estadísticas para evaluar eficiencia energética, consumo, economía etc.

La tecnología de nueva generación a la cual pertenece dicho sistema de A/A está siendo subutilizada y no se está aprovechando las bondades que nos ofrece para su manejo, dado que el actual módulo que cumple dicha función no permite interactuar de una manera práctica y limita el trabajo ya que para realizar el monitoreo, evaluación y mantenimiento de los diferentes dispositivos se tiene que hacer de manera manual en el sitio de instalación, afectando el tiempo de respuesta y por ende demora en la solución de posibles inconvenientes. Por eso el desarrollo de esta propuesta está enfocada en encontrar alternativas para mejorar la calidad, los conocimientos y saber cómo aprovechar los avances tecnológicos que ofrece el mercado en su afán de entregarle al usuario una mayor beneficio.

### 1.2 JUSTIFICACION


La nueva tecnología incorporada a los sistemas refrigerantes hace que coincidan diferentes áreas de la ingeniería en el desarrollo de este trabajo de grado, siendo bases de conocimiento y herramientas para su elaboración. Los adelantos más significativos están relacionados con los sistemas de control. En el área de redes


se analizarán los protocolos relacionados con la comunicación de los dispositivos, como lo son el BACNET y el RS 485. La instrumentación electrónica se trabajara con el manejo de los diferentes dispositivos para el monitoreo y control de variables, la propuesta se desarrollara aplicando los conocimientos adquiridos en la evaluación de proyectos. Todo esto nos permite justificar la realización de este proyecto demostrando las cualidades y características necesarias para ser presentado como trabajo de grado, también aportara un documento con el cual se podrá respaldar su implementación.


### **1.3 OBJETIVO GENERAL**

Elaborar una propuesta para integrar el sistema de aire acondicionado del edificio de Administración II, con el sistema de monitoreo del centro de control ubicado en el CENTIC, identificando un controlador central apropiado que nos permita por medio de la red hacer seguimiento, control y realizar un análisis del funcionamiento de las distintos dispositivos instalados.


#### **1.3.1 Objetivos Específicos.**

 Identificar un dispositivo de control central que nos permita acceder a la red, por medio de la evaluación del existente o uno nuevo con el cual se pueda tener más autonomía de selección en el manejo del sistema de aire acondicionado del edificio de Administración II, desde el centro de control del edificio del CENTIC.

 Evaluar el dispositivo propuesto por medio del análisis de compatibilidad con la infraestructura tanto física como de de red existente.

 Hacer el estudio de conveniencia y factibilidad para la adquisición e implementación del nuevo dispositivo para el sistema de control central.

---

 Documentar la propuesta para la integración del sistema se A/A del edificio de Administración II al centro de control del CENTIC.





---

## 2. REFERENCIA TEORICA

### 2.1 SISTEMAS REFRIGERANTES




**2.1.1 Principios básicos.** El sistema de refrigeración se define como un sistema cerrado, en el cuál el proceso de absorción y liberación de calor se realiza por medio de un refrigerante que fluye en un ciclo de compresión de vapor. Para realizar el trabajo de compresión que realiza el sistema de refrigeración, requiere del consumo de la energía y lo más común es hallar que el compresor está accionado por un motor eléctrico. Los conjuntos de refrigeración que son accionados por motores de combustión interna, son menos frecuentes que los movidos por electricidad. Lo mismo ocurre con los conjuntos de refrigeración accionados por generadores de absorción que emplean quemadores de combustibles, o colectores solares.

Se puede establecer que la misión del aire acondicionado es la realización de determinadas funciones destinadas a proporcionar durante todo el año, el confort térmico y la calidad del aire interior para la vida de las personas o el mejoramiento de los diferentes procesos industriales. Como mínimo, las instalaciones deben efectuar los siguientes procesos básicos:









-  Control de temperatura y humedad
-  Ventilación y calidad del aire interior
-  Filtrado
-  Circulación.

#### 2.1.1.1 Estos procesos deben realizarse.

-  Automáticamente

- 
-  Sin ruidos molestos
  -  Con el menor consumo en energético
  -  Sin producir contaminación al medio ambiente

**2.1.1.2 Requisitos fundamentales.** Para lograr esos propósitos los sistemas de aire acondicionado, deben cumplir los siguientes requisitos fundamentales:

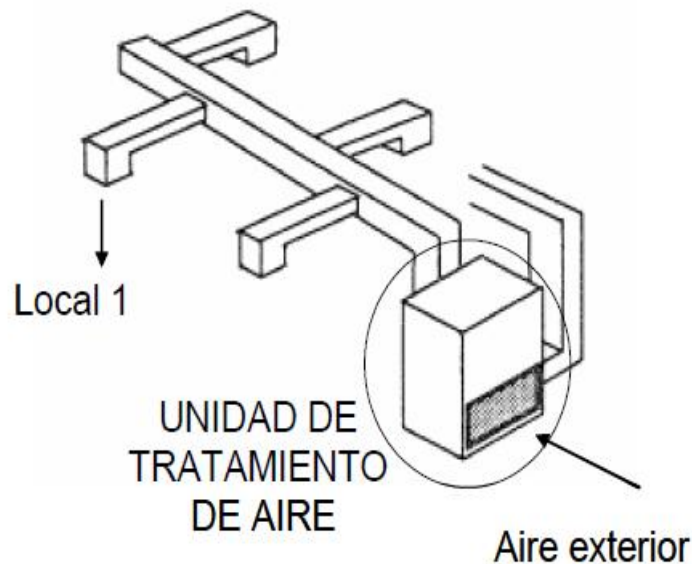
-  Proveer una adecuada climatización para satisfacer las necesidades de confort de las personas, con una aceptable calidad del aire interior.
-  Estar diseñados de la manera más simple y económica, con el mínimo consumo energético
-  Brindar una alta confiabilidad de operación y funcionamiento.
-  Emplear materiales y equipos de alta calidad y tecnología probada, de larga vida útil, que cuenten con servicio y una segura provisión de repuestos en plaza.
-  Contar con espacios adecuados para acceso, desmonte de elementos y reparaciones, a fin de simplificar las tareas de mantenimiento.
-  Disponer con lugares y elementos necesarios para el montaje en el caso de futuras ampliaciones, de modo que puedan realizarse con la mínima obra civil.
-  Tener sistemas de supervisión y operación eficientes, mediante elementos de control automáticos.
-  No afectar el medio ambiente ni generar contaminación o ruidos molestos ya sea en el exterior como en los locales acondicionados.

**2.1.2 Clasificación.** Existen diferentes clasificaciones. En este ítem se presenta una clasificación en función del fluido encargado de compensar la carga térmica en el recinto climatizado. Así, se puede diferenciar los sistemas como:

**2.1.2.1 Todo aire.** El aire es utilizado para compensar las cargas térmicas en el recinto climatizado, en el cual no tiene lugar ningún tratamiento posterior. Tienen

capacidad para controlar la renovación del aire y la humedad del ambiente. Un sistema puramente todo aire sería el basado en una UTA (Unidad de Tratamiento de Aire), figura 1, aunque también se llama así a los sistemas dotados de climatizadores que acondicionan el aire de una zona y que posteriormente se distribuye en los locales.

**Figura 1. Sistema Todo Aire**

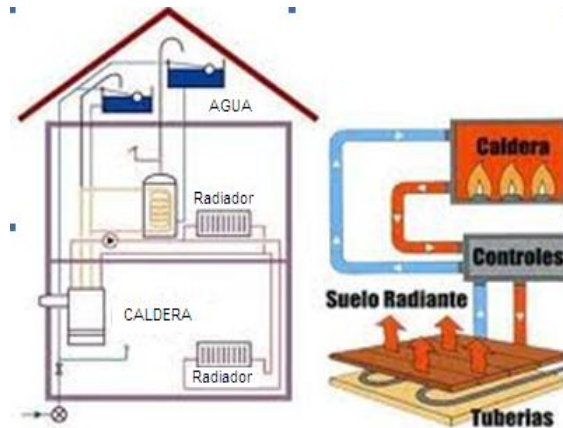


Fuente: Autor

**2.1.2.2 Sistema Todo Agua.** Son aquellos en que el agua es el agente que se ocupa de compensar las cargas térmicas del recinto acondicionado (aunque también puede tener aire exterior para la renovación). Aquí podemos encontrar las instalaciones de calefacción con radiadores o con suelo radiante, y las instalaciones de aire acondicionado con fan-coils<sup>1</sup>. El esquema básico de una instalación todo agua se presenta en la figura 2.

<sup>1</sup> El **Fan-Coil** es un sistema de acondicionamiento y climatización de tipo mixto. Suple a los sistemas centralizados que requieren de grandes superficies para instalar sus equipos.

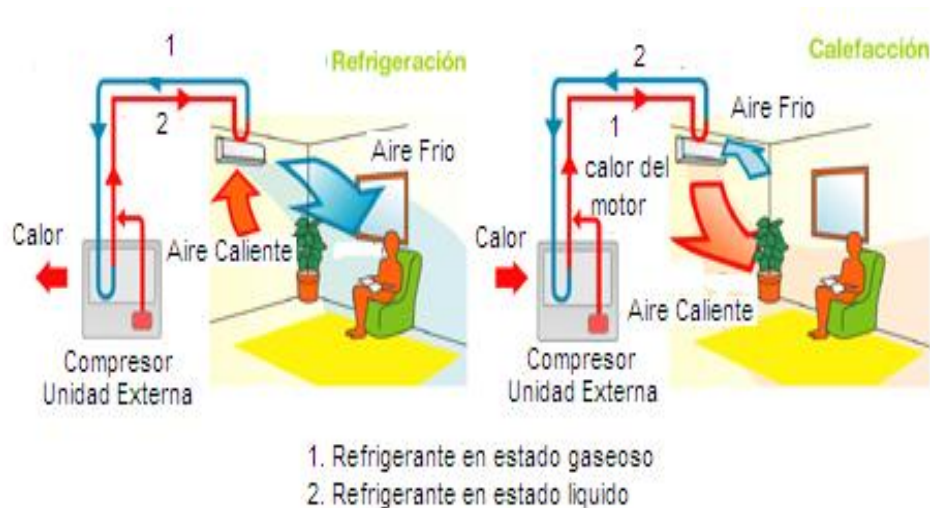
**Figura 2. Sistema Todo Agua**



Fuente:< esiatecamachalco.foroactivo.com >

**2.1.2.3 Sistema Aire-Agua.** Se trata de sistemas donde llega tanto agua como aire para compensar las cargas del local. Un ejemplo de este tipo de instalaciones son los sistemas de inducción, figura 3.

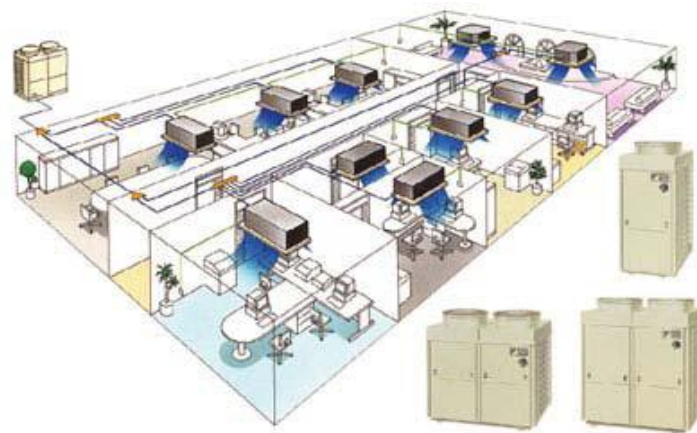
**Figura 3. Sistema Aire- Agua**



Fuente: < soliclíma.com >



**2.1.2.4 Sistema Todo Refrigerante.** Se trata de instalaciones donde el fluido que se encarga de compensar las cargas térmicas del local es el refrigerante. Dentro de estos sistemas se pueden incluir los pequeños equipos autónomos (Split y Multi-split)<sup>2</sup>, figura 4.

**Figura 4. Sistema todo refrigerante**



Fuente:< <http://www.directindustry.es/tab/vrv.html> >



También se pueden clasificar en función de si se trata de un sistema unitario o un sistema centralizado:

-  Un sistema unitario utiliza un equipo donde todos los elementos son montados por el fabricante y se venden de una pieza.
-  Un sistema centralizado es aquel donde los componentes se encuentran separados y son instalados y montados por el instalador.

---

<sup>2</sup> Este sistema suele utilizarse en pequeños comercios, viviendas o despachos. Estos equipos poseen una unidad evaporadora al interior y otra condensadora que se sitúa al exterior, las mismas se conectan por tuberías que contienen fluido térmico.

Otra clasificación que podemos encontrar es por la zona a que climatiza, distinguiendo así sistemas de una única zona y sistemas multizona:

-  Sistemas de una única zona son aquellos que climatizan sólo una zona del local.
-  Sistemas multizona son aquellos que pueden acondicionar de forma satisfactoria un número de diferentes zonas.

Hasta este momento se ha presentado las diferentes clases de sistemas aire acondicionado, a continuación se presentara el sistema de A/A Multi-v objeto de estudio del presente trabajo.

## **2.2 SISTEMAS DE A/A MULTI-V**

**2.2.1 Principio básico.** Es un sistema compuesto por una unidad condensadora (exterior)<sup>3</sup>, con un compresor inverter de frecuencia variable y otro de velocidad constante, conectados en serie a varias unidades internas, que permite la temperatura independiente en cada ambiente, logrando una reducción en el consumo energético, este sistema es ideal para hoteles, colegios, edificios y centros comerciales.

El sistema puede generar grandes ahorros de energía, ya que en caso de que la carga de enfriamiento sea baja, un compresor está trabajando y el otro permanece inactivo, y cuando la carga se incrementa, ambos trabajan juntos para la carga deseada. Se usan dos compresores de velocidad constante con gran eficiencia, el consumo de energía se puede reducir hasta 35%. Mientras el Multi V, también permite una reducción de consumo energético, y entre las peculiaridades es que no necesita una sala mecánica, ni sistemas de bombeo de agua.

---

<sup>3</sup> Unidad exterior en la que se encuentra generalmente el compresor, el ventilador y la batería de condensación.

**Figura 5. Ejemplo de instalación sistema Multy-V**



Fuente: <<http://www.reacsa.com.mx/productos-aire-acondicionado-lg-com-multiv.asp>>

### 2.2.2 Características.

- ❏ Está compuesto por una unidad condensadora, de la cual sale solamente un par de tuberías de cobre que se ramifica en serie para cada una de las unidades interiores.
- ❏ Ideal para grandes edificios de oficinas y comercios, con muchos niveles, ya que puede soportar 220 mts. de tubería y hasta 50 mts. en vertical.
- ❏ Estos sistemas no requiere sala de máquinas y el espacio ocupado es menor pues el diseño modular de las unidades exteriores permite su implantación adosadas unas a otras, reduciendo la ocupación del techo.
- ❏ Los tiempos de montaje son mínimos y además, se puede realizar en forma modular en etapas, lo que permite flexibilizar las inversiones y ajustar la

ejecución de las obras civiles, permitiendo ocupar espacios o zonas antes de finalizar la instalación completa del edificio.

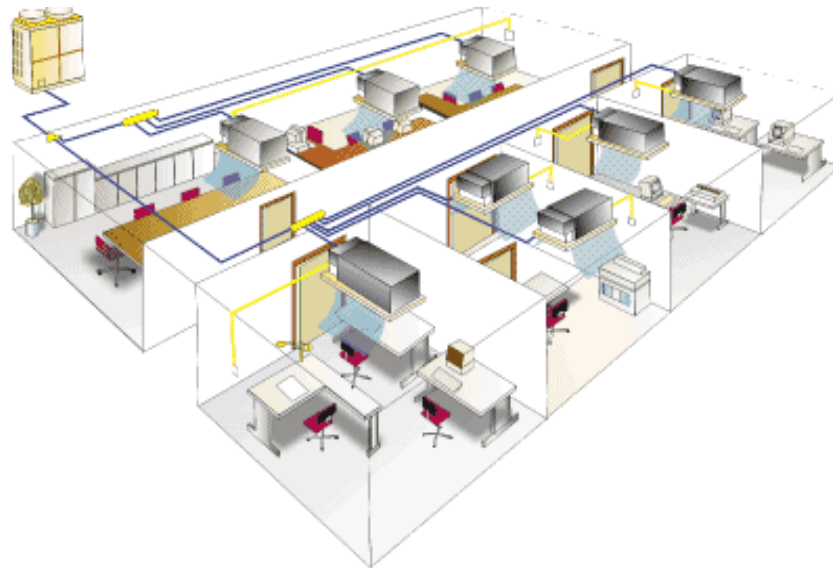
- Adicionalmente se tiene la opción de manejar las unidades internas con un control remoto inalámbrico, un PC Control o por Internet.

### **2.3 SISTEMA REFRIGERANTE (VRV)**

Los sistemas VRV (*volumen de refrigerante variable*) constituyen una alternativa a las diversas posibilidades de configuración de sistemas de aire acondicionado tipo *todo refrigerante* que requiere un edificio, siendo capaz de proporcionar calefacción y refrigeración al mismo tiempo o eventualmente por separado. Esos sistemas son de expansión directa utilizando el mismo refrigerante como fluido transportador de la energía térmica, con lo que se eliminan los intercambios de calor entre los distintos medios como puede ser el desplazamiento de aire o agua como fluido termodinámico, eliminando bombas o ventiladores. Constituye un conjunto múltiple que permite la conexión frigorífica de una unidad exterior a varias interiores, logrando vincular hasta 16 unidades interiores con una sola unidad condensadora.

Los sistemas VRV pueden proporcionar, frío solo o frío, calor y ventilación en forma simultánea mediante la bomba de calor, en un sistema de climatización descentralizado compuesto por zonas individuales. En efecto, en una sala de reunión de una oficina puede requerirse refrigeración pero en una zona perimetral, puede necesitarse calefacción. Por medio del control remoto en cada zona o local, el usuario puede escoger las condiciones ambientales para lograr constantemente un entorno confortable, seleccionando la temperatura que le agrade.

**Figura 6. Sistema Refrigerante VRV**



Fuente:< <http://www.aire-.com/aireacondicionadomadrid/empresas/mini-vrv.htm> >

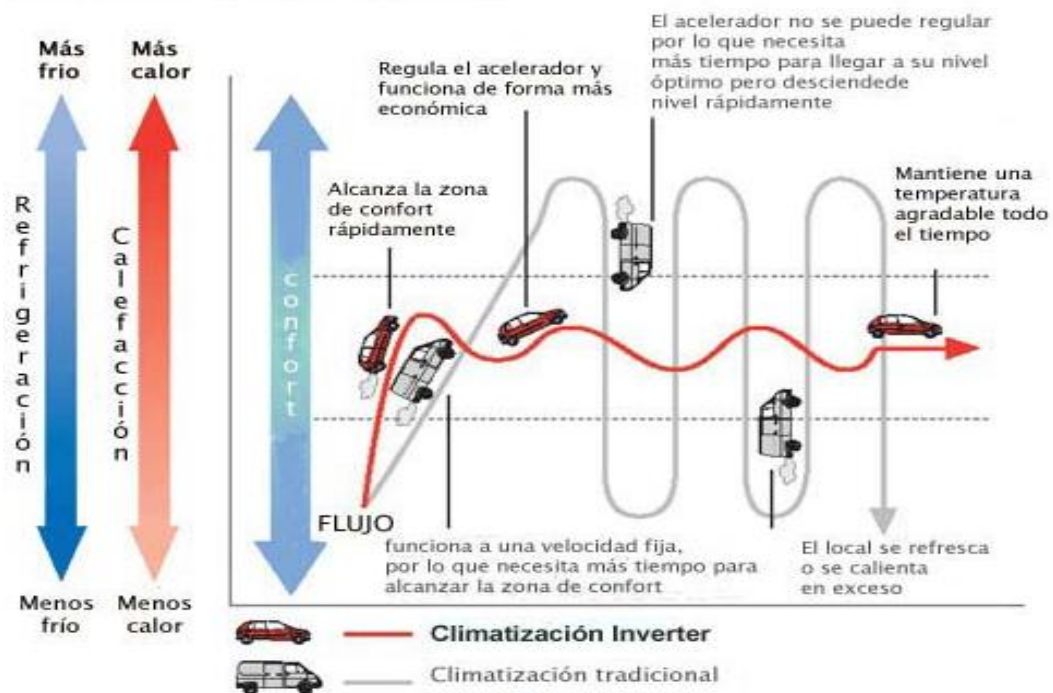
Además, puede regular la deflexión de las unidades interiores para un mejor barrido del aire del local, pudiendo ajustar el flujo en función de la ubicación real de las personas en el local. Por otra parte, mediante ese control remoto en cada zona o local se puede establecer el tipo de funcionamiento, ya sea refrigeración, des-humectación, calefacción, ventilación, etc., la programación horaria, así como la función de auto diagnóstico y prueba de funcionamiento.

**2.3.1 Características.** Los sistemas todos refrigerante VRV cuentan entre otras con la ventaja respecto a otros sistemas de aire acondicionado que no requiere sala de máquinas y el espacio ocupado es menor pues el diseño modular de las unidades exteriores permite su implantación adosada unas a otras, reduciendo la ocupación del techo. Se eliminan los conductos, rejillas y aislaciones, salvo los pequeños tramos de conductos que pueden requerirse en caso de utilizar unidades terminales para ubicar dentro de cielorrasos para alimentar dos o tres ambientes o para prever la entrada de aire exterior, otras características que hace más importante este sistema son:

- ❏ Múltiples combinaciones
- ❏ Necesita menos carga refrigerante
- ❏ Función recogida de refrigerante
- ❏ Bajo nivel sonoro
- ❏ Carga automática de refrigerante
- ❏ Control preciso de la temperatura
- ❏ Arranque secuencial
- ❏ Mantenimiento sencillo
- ❏ Gran ahorro de energía.

En la figura 7 se puede observar un diagrama comparativo entre los sistemas tradicionales de A/A y el nuevo sistema Inverter, donde se muestran las ventajas que tiene aplicar esta nueva tecnología en climatización.

**Figura 7. Características sistema Inverter vs Tradicional**






Fuente: < <http://mail4.ansal.com.ar/Documentacion/pdfs/smpsimf.pdf> >

---







## 2.4 PROTOCOLO BACNET

BACNet Protocolo compatible con los controladores del sistema Metasys de campo y sensores de red se comunican utilizando el protocolo BACNet estándar, basado en el Instituto Nacional Americano de Estándares (ANSI) / Sociedad Americana de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado (ASHRAE) 135-2004. Protocolo BACNet es un estándar ANSI, ASHRAE, y de la Organización Internacional de Normalización (ISO) para los controles de la construcción.

**2.4.1 Introducción al protocolo BACNet.** BACNet, abreviación de " Red de Control de Automatización de Edificios ", El protocolo define un modelo de sistema de automatización predial, que describe la interacción entre dispositivos y el sistema. El protocolo define:

-  Datos y comandos estructurados en un modelo orientado a objeto;
-  Servicios que describen el acceso a los datos;
-  Una arquitectura de red flexible.

El protocolo BACNet define seis tipos de redes de comunicación para transporte de mensajes BACNet, el tipo de red define la capa física y de enlace. Los seis tipos de redes son:

-  BACNet ARCnet;
-  BACnet Ethernet;
-  BACnet Lontalk;
-  BACnet MS/TP;
-  BACnet Point-to-Point;
-  BACnet IP;

**Figura 8. Arquitectura del protocolo BACNet y su equivalente OSI.**






BACNET				EQUIVALENTE OSI
APLICACION BACNET				APLICACIÓN
RED BACNET				RED
ISO8802-2 (IEE8802.3)	MS/TP	PTP	LONTALK	ENLACE
ISO8802-2 (IEE8802.3)	ARCNET	EIA-485		EIA-232

Fuente: < <http://isa.uniovi.es/~sirgo/doctorado/UD7.pdf> >

Un equipo BACNet posee una colección de informaciones definida como objetos y propiedades. Un objeto BACNet representa una información física o virtual del equipo, como una entrada o salida digital o analógica, variables de control y parámetros. La norma BACNet define 25 tipos de objetos. Cada objeto es identificado por una propiedad llamada Identificador de Objeto que codifica la instancia y el tipo del objeto en un número binario de 32 bits.







Una propiedad BACNet representa características o informaciones de un objeto BACNet. Es a través de las propiedades que los otros elementos pueden acceder a las informaciones del equipo. El acceso a la propiedad puede ser definido como solamente lectura o escrita/lectura.

La especificación BACNet define servicios que son agrupados en cinco categorías:

-  Acceso a objetos;
-  Gestión del equipo;
-  Alarmas y eventos;
-  Transferencia de archivos;
-  Terminal virtual.

---

Conforme el conjunto de servicios ofrecidos en el equipo se puede clasificar los dispositivos BACNet en seis diferentes perfiles:

-  BACNet Estación de trabajo del operador (B-OWS);
-  BACNet controlador deconstrucción (B-BC);
-  BACNet controlador de aplicaciones avanzadas (B-AAC);
-  BACNet controlador de aplicación específica (B-ASC);
-  BACNet Actuador inteligente (B-AS);
-  BACNet Sensor inteligente (B-SS);

### **3. ETAPA DE DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

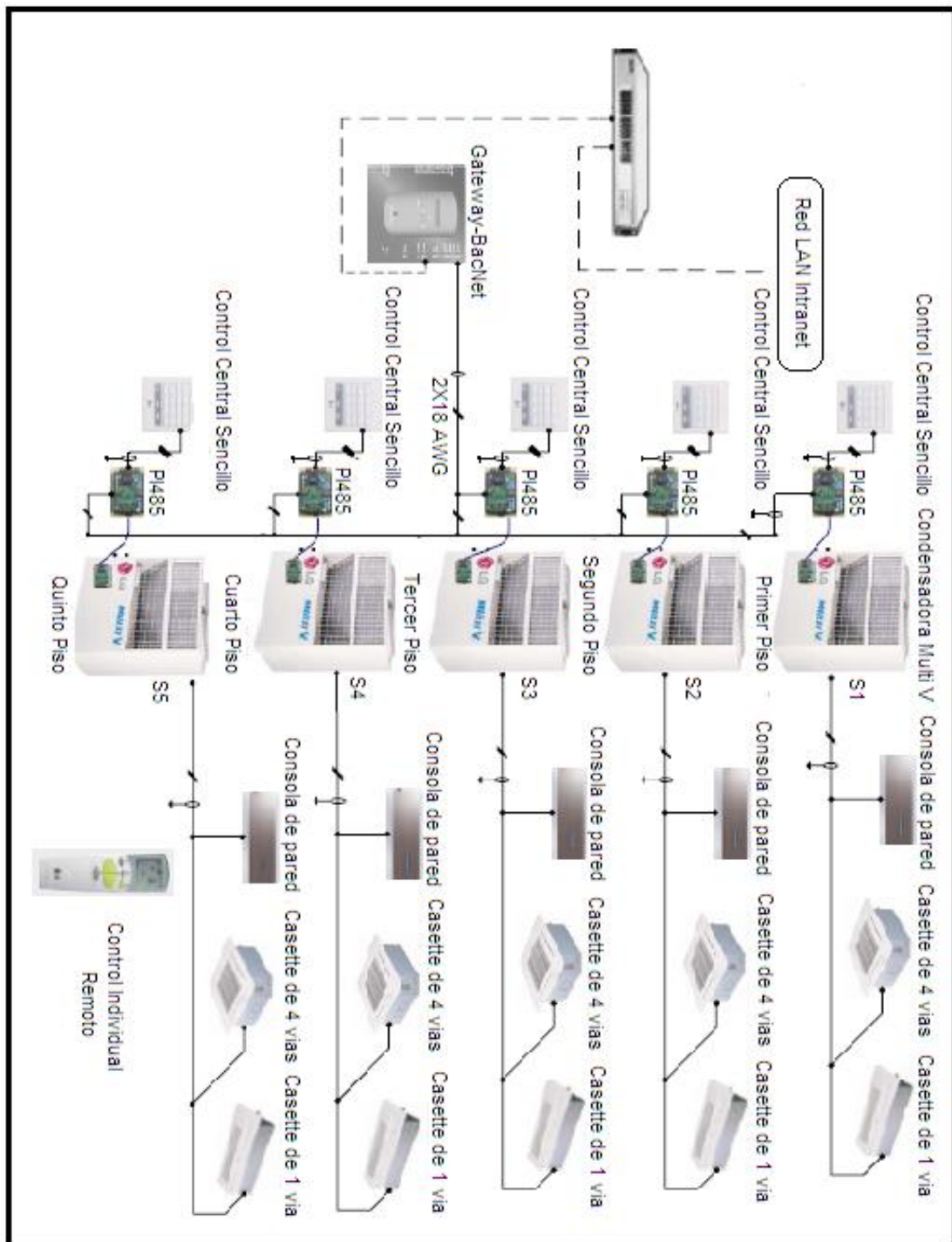
Una vez se han revisado los conceptos sobre los sistemas de A/A instalados y los conceptos sobre el sistema existente en la sala de control del CENTIC, a continuación se inicia el trabajo, con el propósito de abordar el desarrollo de los objetivos propuestos, es necesario realizar una descripción del problema a solucionar, teniendo en cuenta que no se busca implementar la integración sino definir una propuesta con todas las particularidades de la misma, tal trabajo está relacionado con la recolección de datos sobre la infraestructura existente que a continuación desarrollaremos.

En la etapa de análisis lo que se quiere es identificar cada uno de los pasos a seguir para que la propuesta de integración tenga todas las características conforme a lo planteado, y cumpla con los requerimientos necesarios para su aplicación.

#### **3.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL EXISTENTE EN EL EDIFICIO DE ADMINISTRACIÓN II**





A continuación se realiza una descripción del sistema de (A/A) implementado en el edificio de administración II de la universidad Industrial de Santander en el que finalmente se optó por instalar un sistema de caudal variable de refrigerante, dadas sus grandes ventajas a la hora de instalar, de ahorrar energía y de tener un control centralizado de cada una de las unidades instaladas, y cuyo diagrama vemos en la figura 9.

Figura 9: Arquitectura sistema de A/A del edificio de administración II



Fuente: Disponible Proyectos y Servicios, Sistema de A/A Administración II

Como se puede observar en la figura 9 el sistema de A/A que se implementó en este edificio consta de cuatro dispositivos de control encargados de facilitar el manejo de los componentes del sistema y obtener de ellos un perfecto desempeño, a continuación se hará la descripción y análisis de las funciones y características de cada uno de los dispositivos:

-  Control individual remoto
-  Control central sencillo por piso
-  PI485
-  BNU (Dispositivo de Control Central)

**3.1.1 Control individual remoto.** Es el dispositivo de control que está en relación directa con las unidades instaladas, como su nombre lo dice es una unidad remota con la cual se pueden activar las funciones de operación directamente desde la habitación donde se encuentra instalado. Según el modelo de la unidad será el modelo de control remoto, para nosotros el que nos importa tiene como referencia *PQWRHDF0* de LG, entre sus funciones de operación tenemos las siguientes:

1. Se usa para iniciar o detener la función de purificación de plasma.
2. ajuste de temperatura ambiente. Se utiliza para configurar la temperatura del espacio.
3. velocidad del ventilador interior. selecciona la velocidad del ventilador en cuatro pasos: bajo, medio, alto y caos.
4. arrancar o detener la velocidad de calefacción/frío.
5. Realiza limpieza inteligente
6. Redirige el flujo de aire horizontal.
7. Tiene la opción de temporizador.
8. Comprueba la temperatura ambiente



**Figura 10. Control individual remoto**



Fuente: Disponible LG Manual de usuario modelo PQWRCDF0

**3.1.2 Control central sencillo (CCS).** Esta unidad de control con referencia de fabrica PQCSB101S0 de LG, ubicada al final de cada uno de los sistemas instalados en los niveles del edificio de administración II, se encuentra conectada directamente con la tarjeta de interfaz de control PI485 la cual se ubica a su vez en las unidades condensadoras fuera del edificio.

Con este dispositivo de control se podrá manejar hasta 16 unidades, pero también tiene la facultad de trabajar con otras en paralelo y así aumentar el número de dispositivos a controlar, las funciones del CCS para el manejo de las unidades son:

-  Control del estado de encendido –apagado secuencial de las unidades individualmente.
-  Nos permite identificar en qué modo de operación se encuentra la unidad, tal como enfriamiento, deshumidificación, ventilación, calefacción o fallo en la unidad por medio del color en el que se encuentre el LED definido para este fin.

También nos permite identificar el estado de cada una de las unidades por medio del color en el que se encuentre el LED definido para este fin.

A continuación en la figura 11 se muestra el dispositivo de Control Central Sencillo de LG.

**Figura 11. Control central sencillo**



Fuente: Disponible LG Manual de usuario modelo PQCSB101S0

**3.1.3 Tarjeta de interfaz PI485.** Los controladores centralizados no se puede conectar directamente al sistema de aire acondicionado, se requiere una interfaz PCB (Placa de circuito impreso), y esta se conoce como la interfaz PI485 siendo su referencia PMNFP14A0 de LG, la cual es la encargada de realizar toda la comunicación para el proceso de control entre el CCS y cada una de las unidades instaladas, convirtiendo el protocolo del aire acondicionado cerrado de LG en el protocolo 485 para el controlador central, siendo esta su función principal. Otra función de esta interfaz es la de permitir visualizar cuatro diferentes estados de comunicación por medio de una combinación de encendido y apagado de LED's.

Figura 12. Tarjeta de interfaz PI485



Fuente: Disponible LG Manual de usuario modelo PHNFP14A0

**3.1.4 BNU-BACNet, (Ref: PQNFB17B0 LG).** Esta es una Unidad de servicios para edificios con protocolo BACNet, es una interface entre Sistema de Administración de Edificios (BMS) y el protocolo de aire acondicionado de LG, el cual es independiente de BMS pero trabaja bajo su estándar, siendo esta su principal función. En la figura 12 se podrá ver el dispositivo del cual se definirán otras funciones, que lo hacen óptimo a la hora de obtener los resultados que se necesitan para el desarrollo de nuestra integración.

Figura 13. BNU-BACNet (Ref: PQNFB17B0 LG).



Fuente: Manual LG BACNet Gateway

### 3.1.4.1 Otras funciones.

☞ A través de una función de control web dentro de BACNet, se puede acceder al aire acondicionado y a otros aparatos externos a través de internet.

☞ Puede controlar 256 evaporadoras (aire acondicionado o ventiladores) y conectado en paralelo con otros dispositivos similares pueden ampliar su cobertura, dejando que el sistema administrador los pueda reconocer individualmente.

☞ También puede integrar a la comunicación aparatos externos tales como alarma contra incendios, detectores de movimiento que pueden ser conectados a las entradas disponibles para tal fin y sus funciones pueden ser interconectadas con la operación del A/A.

**3.1.4.2 Características Técnicas del BNU.** A continuación en el siguiente cuadro, se describirá cada una de las partes que conforman el dispositivo de control y las características técnicas que posee para su funcionamiento.

**Cuadro 1. Características Técnicas del BNU-BACNet**

UNIDAD	CARACTERÍSTICAS
<b>Cpu</b>	PXA256-400MHz Xscale
<b>Ram</b>	128MB (32 x 4) SDRAM
<b>Rom</b>	512 KB Flash NOR - Arranca imagen de 128 MB (64 x 2) NAND Flash - imagen del programa, base de datos, etc.
<b>Puerto de Comunicación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Puerto RS485:</i> PI485 4EA puerto de comunicación (que conecta el aparato de aire acondicionado y el ventilador), RS485 2EA puerto para conectar la unidad exterior (reservado).</li> <li>• <i>Puerto de comunicaciones RS-232:</i> Puerto 1EA para actualizar el programa</li> <li>• <i>Puerto LAN:</i> 1EA para la conexión a Internet (Ethernet 10Base-T Ethernet).</li> </ul>

UNIDAD	CARACTERÍSTICAS
<b>Consola RS-232:</b>	para la actualización del programa en desarrollo
<b>Puerto de Entrada Externo</b>	20EA (pulso contables, DC 12V) extendido a la externa
<b>Puerto de Salida Externo</b>	Salida digital x 4EA (salida de relé, 5V) - DO2-4: Reservado.
<b>Led:</b>	20EA (muestra el estado de comunicación RS485 / muestra el estado de comunicación Ethernet /muestra el estado de comunicación RS232 /muestra el estado de operación)
<b>Lcd</b>	Muestra 16 x 2 Caracteres, la dirección IP de configuración de red y también permite mirar el medio y su información.
Fuente: < <a href="http://lgserice.com">http://lgserice.com</a> >	

Cuadro 1. (Continuación)

Una vez realizado el análisis de sus funciones como de sus características se puede concluir que el dispositivo BNU-BACNet de Ref: PQNFB17B0 de LG es adecuado para implementar la integración del sistema de A/A y el sistema de control del CENTIC, ya que cumple con los requerimientos tanto técnicos como de compatibilidad con los protocolos utilizados y de capacidad de interconexión que necesitamos para el proceso de integración. Por tal motivo este será el recomendado para incluir en la presentación de la propuesta.

### **3.2 DESCRIPCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE RED EN LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

La Universidad Industrial de Santander cuenta con una red LAN de datos denominada *Canarias* a la cual acceden más de 3000 usuarios entre computadores personales, portátiles, servidores, impresoras y equipos propios de red como los son Switches, Routers, y Hubs.

Físicamente la red está constituida por un centro de cableado principal, enlaces de fibra óptica entre cada una de sus sedes (Campus universitario, Salud, Guatiguara, y la sede Bucarica), las sedes de Barranca, Socorro, Barbosa y Málaga se conectan mediante enlaces contratados con otras empresas.

La estructura de red de la Uis es la de una estrella extendida configurada con Switch central BLACK DIAMOND 6808<sup>4</sup> de chasis multi-protocolo y multi-capa con una capacidad de procesamiento de 384Gbps. Para lograr el normal funcionamiento de la red se tiene un dispositivo emergente el cual es otro Switch CAJUN P880T DE AVAYA<sup>5</sup>, el cual también cumple la labor de distribución de paquetes de datos a través de los diferentes edificios en lo que se encuentra distribuida la red.

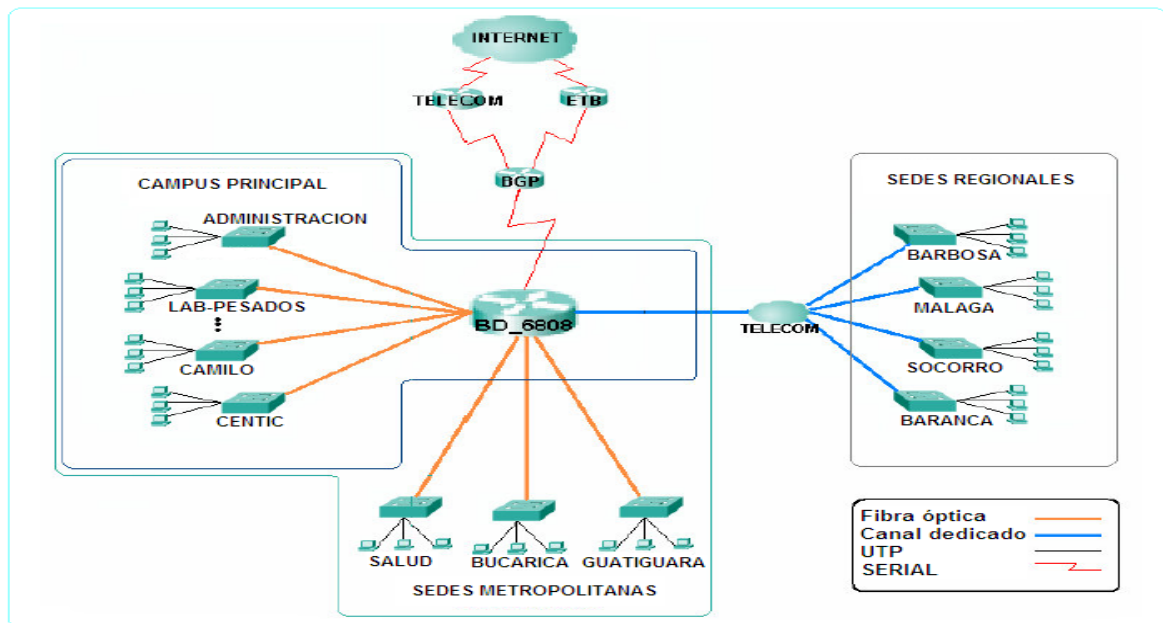
El centro de cableado principal está ubicado en las dependencias de la planta telefónica de la universidad que corresponde geográficamente al centro del campus universitario aproximadamente lo que nos garantiza la optimización de las distancias de tendido de fibra óptica a cada uno de los centros de cableado de los edificios.

---

<sup>4</sup> Switch BD6808, ofrece un chasis de conmutación Ethernet de clase mundial. proporciona una velocidad de cable de Capa 2 y Capa 3 de conmutación para un rendimiento constante, independientemente de los patrones de tráfico o de carga de la red

<sup>5</sup> Switch CAJUN P880T DE AVAYA Módulo Supervisor es responsable de aprender la dirección, gestión de la caché de direcciones, y la gestión del árbol de expansión, protocolos de enrutamiento y gestión de la tabla de rutas.

Figura 14. Diagrama de configuración de la red datos de la UIS



Fuente: Autor

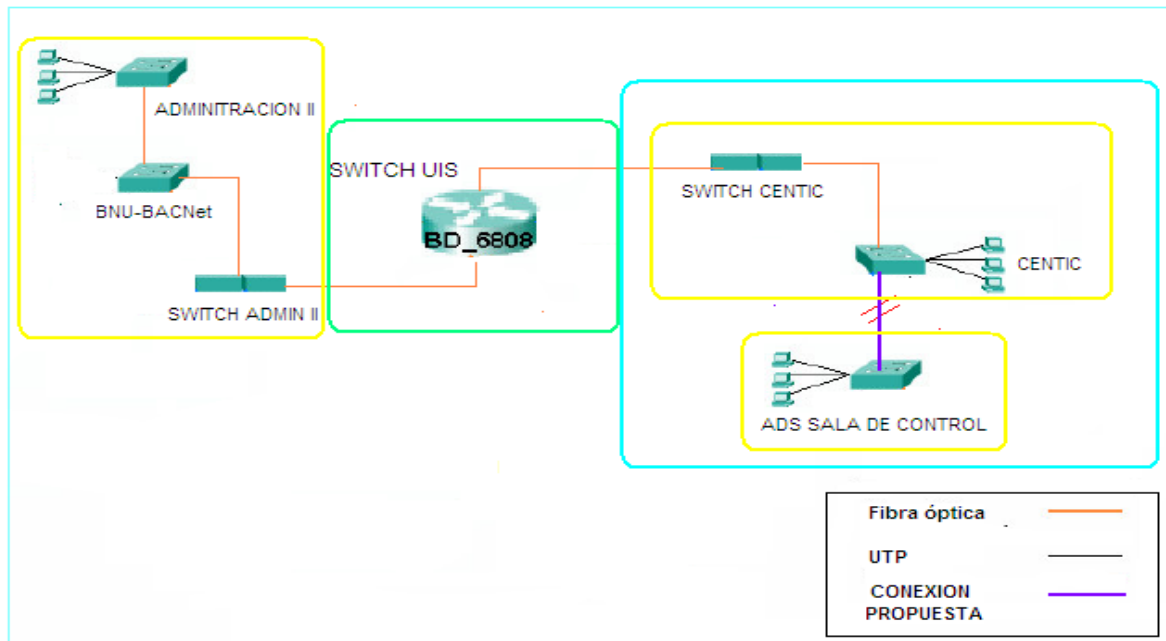
Todos los edificios de la universidad y de sus sedes cuentan con estos centros de cableado para la interconexión con el principal, cada uno de estos cuenta con un Switch (3Com ® Switch 4500G)<sup>6</sup> central cuya conexión se realiza a través de fibra óptica Fast-Ethernet o Giga bit-Ethernet para la conexión de concentradores de red, servidores y estaciones de trabajo que se encuentran en cada uno de los edificios.

Una vez hecha la descripción de la red de datos de la universidad, se puede indicar que la manera más sencilla de realizar la comunicación entre los dos sistemas, es aprovechando la estructura física existente ya que no sería óptimo realizar una conexión física directa, debido a los inconvenientes que se presentarían tanto por la parte física y de implementación de la conexión como por la parte de costos que esta acarrearía, de igual manera sería un despilfarro de

<sup>6</sup> Es un Switch 10/100/1000 Ethernet que proporciona una conectividad de LAN segura y flexible y avanzados de voz optimizado las características tales como VLAN automática de voz y servicios QoS (Enrutamientos selectivos clasificación y control de tránsito)

recursos para algo ya existente como lo es la conexión entre edificio de administración II y el Switch central de la Universidad y de igual manera entre este y el edificio del CENTIC. Como lo podemos ver en la figura 14.

**Figura 15. Diagrama de la vía de transmisión para la integración**



Fuente: Autor

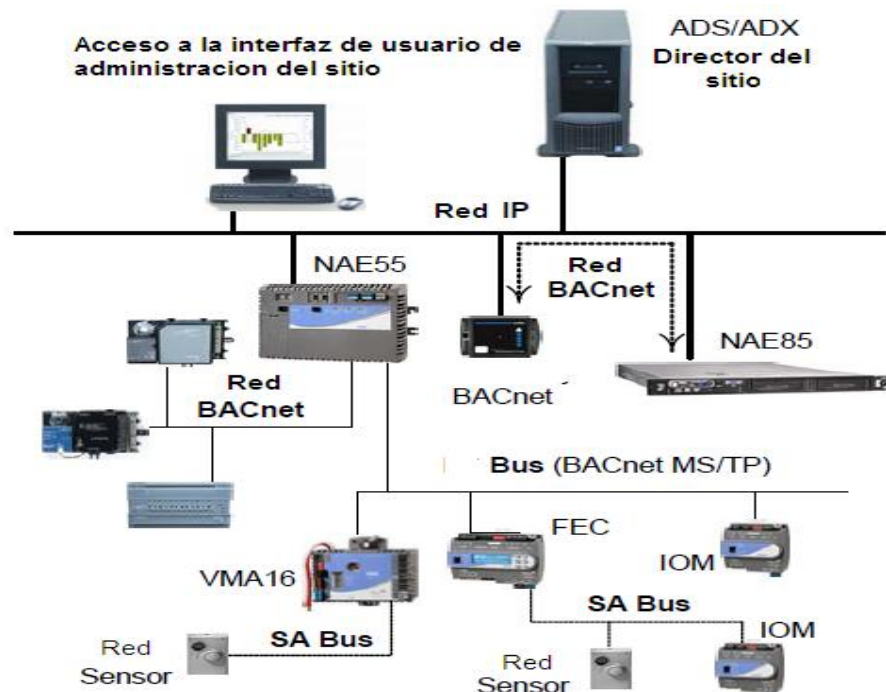
### 3.3 DESCRIPCION DEL SISTEMA DE CONTROL EXISTENTE EN EL CENTIC

Para describir el sistema de la sala de control que tiene el CENTIC, se debe tener claro que es una red LAN independiente a la red de la universidad, utilizada para el monitoreo de los diferentes dispositivos instalados en el edificio tales como el sistema A/A, cámaras de seguridad, sistemas contra incendios y otros. Por lo tanto al final se harán unas observaciones y recomendaciones sobre la sub-utilización del hardware y software que se encuentra instalado.

**3.3.1 Descripción de la Plataforma.** La plataforma Metasys utilizada por el sistema de control del CENTIC se puede observar en el diagrama que ilustra una

configuración aproximada a la que se encontrara en el cuarto de control. Así mismo el diagrama nos muestra de la misma manera el protocolo BACNet, que utiliza la plataforma para su comunicación. Por tal motivo bajo este protocolo se desarrollaría la integración.

**Figura 16. Red de integración del sistema Metasys**



Fuente: <http://www.johnsoncontrols.com/publish/us/en/products/.../metasys.html>

Para tener una mayor comprensión de las ventajas que nos aporta la aplicación de un sistema como el Metasys, en el monitoreo de dispositivos. Se presenta el siguiente cuadro 2 con las características, que demostrara que este sistema es el óptimo para alcanzar los objetivos específicos de la propuesta de integración.

**Cuadro 2: Características del Sistema Metasys**

<b>Características</b>	
<b>Sistema Totalmente Escalable</b>	Proporciona una arquitectura de red flexible sobre la que podrá construir o ampliar un sistema de automatización para su edificio, campus o empresa.
<b>Web Basada en Tareas</b>	Permite el acceso a la pantalla de usuario y da capacidad de control desde cualquier lugar dentro de sus instalaciones en la intranet, o en todo el mundo a través de la Internet.
<b>Protocolos Estándar</b>	El uso estándar de las tecnologías de información (TI) en red, que permite la comunicación segura a través de sus redes.
<b>Metasys n1 y sistema de integración n2</b>	Protege la inversión existente y proporciona la migración y la integración del sistema a la red.
<b>Sistema integral de gestión de la información y las capacidades de informes.</b>	Extraer y transformar los datos brutos del sistema en los resúmenes basados en tablas. Informes personalizados que permite a los usuarios medir, analizar y mejorar el control de sus sitios.
<b>Alarma y Gestión de Eventos</b>	Proporciona una efectiva comunicación de alarmas y eventos de alarma basada en navegador Web, consolas, localizadores, teléfonos celulares y el correo electrónico, junto con la grabación a un servidor seguro en Internet.
<b>Eficaces y personalizables Herramientas de gestión de la Energía</b>	Administrar y reducir las facturas de consumo de energía y servicios públicos mediante la programación personalizada, inicio óptimo, limitando la demanda, balanceo de carga, la automatización eficiente de la planta enfriadora, y programas personalizados.
<b>Metasys n1 y sistema de integración n2</b>	Protege la inversión existente y proporciona la migración y la integración del sistema a la red.
<b>Integración de protocolos compatibles</b>	Integra dispositivos BACNet, con el nivel de dispositivos LONWORKS en la arquitectura Metasys.
<b>Integración de la empresa</b>	Permite a los sistemas de la empresa acceder a los datos operativos e históricos para el análisis y la planificación.
<b>Comunicación Inalámbrica</b>	Permite un control accesible y pone en marcha un cambio de frecuencia en múltiples niveles del sistema
Fuente: < <a href="http://cgproducts.johnsoncontrols.com/MET_PDF/1201526.pdf">http://cgproducts.johnsoncontrols.com/MET_PDF/1201526.pdf</a> >	











**3.3.2 Software Aplicativo ADS.** Siendo principalmente el operador o mejor llamado el director del sitio el ADS permite desde una interfaz de usuario muy amigable, mediante diagramas elaborados de cada sistema o de todo el sistema al mismo tiempo, monitorear cada uno de los dispositivos instalados. De igual manera el ADS tiene unas características esenciales, que lo convierten en un aplicativo muy confiable y compatible con un buen número de estándares y protocolos que hay en el mercado. A continuación el cuadro 3 ampliara estas características.

**Cuadro 3: Características técnicas del ADS**

<b>Características</b>	
<b>Compatibilidad con los estándares y tecnologías de internet</b>	Puede ser instalado en la infraestructura existente dentro del edificio o de la empresa y es compatible con servidores de seguridad estándar de la industria.
<b>Asegura el acceso de usuarios</b>	Autentica a los usuarios y da privilegios, autoriza el acceso para proteger la integridad del sistema.
<b>Sistema de navegación flexible y gráficos dinámicos del usuario</b>	Permitir la personalización de la presentación del sistema para diferentes usuarios para mejorar la información el acceso y facilitar el funcionamiento del sistema.
<b>Alarma y gestión de eventos</b>	Mensajes de Rutas de eventos para la construcción de los operadores para el diagnóstico y la respuesta rápida de la avería. Crea una pista de auditoría para su posterior análisis detallado
<b>Tendencia a largo plazo de almacenamiento de datos</b>	Permite el análisis de la construcción de desempeño de los sistemas para identificar oportunidades de mejoras en la eficiencia y el desarrollo de estrategias de predicción.
<b>Opcional sistema de información y fundamentos de la energía</b>	Ofrece una interfaz de usuario de inicio de sesión por separado y para el funcionamiento y visualización de informes de la configuración del sistema, el rendimiento, el uso de energía, demanda y costo.
Fuente: < <a href="http://cgproducts.johnsoncontrols.com/MET_PDF/1201525.pdf">http://cgproducts.johnsoncontrols.com/MET_PDF/1201525.pdf</a> >	

---

El (ADS) también:

-  Soporta múltiples idiomas, internacionales simultáneos en las interfaces de usuario
-  Permite un mayor número de usuarios simultáneos.
-  Mayor almacenamiento de funciones de memoria, como usuario Gráficos
-  Aplica Normas y Tecnologías de Internet
-  Navegador Web estándar de interfaz de usuario
-  Asegura el acceso de usuarios
-  Sistema de navegación flexible y gráficos dinámicos del usuario
-  Alarma y Gestión de Eventos
-  Tendencia a largo plazo de almacenamiento de datos
-  Almacenamiento opcional de datos históricos en un equipo independiente.

Para finalizar este capítulo se puede señalar que el análisis de las características que se acaban de describir de cada uno de los componentes que están involucrados en la integración del sistema de A/A con el centro de control del CENTIC, proporcionan los argumentos requeridos para que a continuación se empiece a elaborar la propuesta definitiva, siendo esta el objetivo principal de este trabajo de grado.




---

## 4. ETAPA DE ELABORACION

Realizada la recopilación de datos, la descripción y el análisis de los sistemas involucrados en el proceso de integración del sistemas de control del A/A del edificio de administración II y la sala de control del CENTIC. Se procederá a elaborar la propuesta como tal, la cual está fundamentada en el análisis de factibilidad y conveniencia que se realizó al proyecto, la descripción del proceso y la propuesta financiera para su ejecución.

### 4.1 FACTIBILIDAD Y CONVENIENCIA DE LA PROPUESTA

La elaboración de este análisis permitirá respaldar la viabilidad para el desarrollo del proyecto, por tanto se hará una descripción de los factores relevantes del análisis que son:

-  análisis operativo
-  análisis técnico
-  análisis financiero

Con ayuda de la información recopilada anteriormente se podrá definir si es viable o no la implementación del proyecto.

**4.1.1 Análisis operativo.** Este análisis realiza una identificación de la importancia de integrar el sistema de A/A del edificio de administración II con la sala de control del CENTIC en relación a su operatividad, la capacidad administrativa existente para ejecutar el proyecto y la identificación de los ajustes que se requieren para poder ser aplicado a los demás sistemas existentes en el campus universitario.

Las nuevas responsabilidades que asumirá la parte operativa del CENTIC, con la implementación de la integración, están relacionadas al manejo de la red y el monitoreo del nuevo sistema, las cuales deberán ser solucionadas de tal manera que no generen inconvenientes a las operaciones actuales que realiza la sala de control del CENTIC.

En este momento una de las áreas críticas que afrontaría la implementación sería la limitación de personal con el que se contaría al momento de ejecutarla, lo cual establece la necesidad de incorporar al grupo de monitoreo de la sala, personal capacitado que garantice un manejo adecuado de cada uno de los sistemas.

Con relación a la parte administrativa de la red LAN de la Universidad, se trató el tema con la división de servicios de información para la adjudicación de los puertos en los Switches que estarán involucrados, para la creación de la LAN virtual dinámica (VLAN), la cual será la mejor manera de garantizar la comunicación y la seguridad que se requiere para la integración.

Para completar la implementación en su parte operativa, el grupo administrativo encargado de hacer seguimiento a su evolución, establecerá las decisiones concluyentes de la conveniencia o no conveniencia de aplicar el proyecto a los demás sistemas instalados en cada uno de los edificios del campus universitario, elaborando a su vez una estrategia complementaria que respalde la parte organizacional.

**4.1.2 Análisis técnico.** Para el estudio técnico se tuvo en cuenta las opciones presentes para la transmisión de la señal que se encontraron en la universidad, las cuales fueron comparadas para definir la manera en la cual se realizará la conexión entre el edificio de Administración II y la sala de control del CENTIC. Las opciones que se analizaron para esta conexión fueron:

**4.1.2.1 Línea telefónica.** Se refiere a la red telefónica instalada que quedó sin uso, una vez entró en funcionamiento la tecnología V<sub>o</sub>IP en la universidad.

Realizar la conexión por este medio físico existente nos generaría entre otras cosas, la implementación de dispositivos necesarios en una red telefónica para ser acoplada a una red LAN, tales como, los módems ADSL los cuales modulan las señales enviadas desde la red local para que puedan transmitirse por la línea ADSL y desmodula las señales recibidas por ésta para que los equipos de la LAN puedan interpretarlos. También se necesitarían conexiones RJ-45 necesarias para conectar los dispositivos, todo esto generaría un aumento en los gastos y en el tiempo de trabajo, para su puesta en funcionamiento. También se podrían presentar deficiencias en la calidad de la transmisión de datos, dada la antigüedad y el posible deterioro de la red, lo cual lograría influir en la veracidad de la información que se genera.

**4.1.2.2 Cable coaxial.** Esta opción se refiere a la red instalada en la universidad para la transmisión del canal de TV Institucional en el campus universitario, la cual está subutilizada.

La utilización de esta red de cable coaxial nos implicaría un aumento en los costos, por las mismas razones que en el anterior caso, la adquisición de módems y conectores para acoplar a la red local, de tal manera su utilización tendría los mismos inconvenientes y no podríamos garantizar la calidad en la información recolectada.

**4.1.2.3 Red LAN.** Dada la actualización a la que fue sometida la red LAN de la universidad, esta cuenta ahora con una red en fibra óptica la cual enlaza cada uno de los Switches 3com4500 existentes en los edificios que conforman el campus universitario con el SWITCH CORE BD 8806 central, existente actualmente.

Por tal motivo utilizar la actual red LAN de la universidad industrial de Santander para la realización del proyecto de integración, permite precisar que los costos para su implementación y el tiempo en el cual se va a ejecutar, serán mucho menores a los propuestos por las anteriores opciones, ya que no necesitaríamos adquirir ningún dispositivo complementario para la implementación del proyecto en su parte técnica. La utilización de la fibra óptica y la actualización de los Switches dentro de la red LAN de la universidad que se llevó a cabo hace poco, generan confianza a la hora de pensar en la seguridad de los datos generados por los dispositivos al ser transmitidos.

Una vez se tuvo en cuenta los pros y los contras de cada una de las opciones y se escucharon recomendaciones de cada una de las dependencias que tienen a cargo estos sistemas y teniendo en cuenta los requerimientos necesarios para la implementación de la integración, la calidad de transmisión que se requiere, la infraestructura que se requiere y lo que a futuro se pretende realizar, se seleccionó la red LAN de la universidad, dada la infraestructura que se tiene montada.

Otro factor importante que se tuvo en cuenta fue el bajo nivel de tráfico que produce la transmisión de los datos desde el dispositivo de control del A/A del edificio de administración II, lo cual no originaría ningún inconveniente de saturación de la red LAN, también la utilización de la tecnología existente en la sala de control del CENTIC, la cual se ajusta perfectamente a la infraestructura existente y requerida.

**4.1.3 Análisis financiero.** En el estudio financiero se determinó la conveniencia o no conveniencia de la ejecución financiera del proyecto, basándose en los resultados de los análisis tanto técnico como operativo. La relación costo-beneficio que demuestra el análisis, basado en los resultados recogidos durante su elaboración, permite determinar si realmente queda establecido que la ejecución

del proyecto brindará beneficios reales a La universidad, siendo esto la base para definir si se realiza la inversión o no.

Los costos que se generaran en la implementación de la propuesta están basados en el montaje de la integración que se realizará directamente en la sala de control del CENTIC y al aumento del personal y de los equipos necesarios para el monitoreo.

La parte de la integración se realizará por medio de la contratación de una empresa especializada en estos diseños ya que no se cuenta en estos momentos con una persona capacitada para realizarlo, por tal motivo se presentará una propuesta económica, 'qué se le solicito a la empresa PROYECTOS Y SERVICIOS LTDA, especializada en la ingeniería de sistemas de refrigeración y montaje de salas de control, la cual incluirá la integración, el diseño de la interfaz grafica y la capacitación a las personas que quedarán encargadas de su manejo.

La consecución de los recursos para la ejecución de la parte técnica serán rublos provenientes de la división de mantenimiento de la universidad, que es la que propuso la realización del proyecto, una vez sea aprobado y dado el concepto de favorabilidad, el cual estará sujeto a la evaluación realizada por parte de la Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, siendo resultado de la calificación del proyecto. Los costos generados por los gastos administrativos serán un punto a considerar por parte de los encargados del manejo de la sala, que serán los directamente responsables de su funcionamiento.

## **4.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO**

A continuación se realizará una descripción técnica del proceso, en la cual se describirán las características de cada uno de los dispositivos que intervendrán en

la integración, se describirá el diagrama en el cual está plasmada la arquitectura de red a seguir. Se hará una breve descripción mediante un ejemplo, de la interfaz grafica que se encontrara diseñada para el usuario.

**4.2.1 Componentes del diseño propuesto.** Realizado el análisis a la situación de los dispositivos con los que se cuentan actualmente en la infraestructura de red, se determinó que lo más conveniente sería utilizar los que hay en este momento, dado que cumplen con los requerimientos necesarios y las características técnicas para implementar el trabajo de integración. *Ver figura 21*

**4.2.1.1 BNU-BAC Gateway (Unidad de Red para Edificios – BACNet),** (Ref: PQNFB17B0 LG). Unidad de control o puerta de enlace, se encuentra en el edificio de administración II. Una vez se realizo el análisis del dispositivo se llegó a la conclusión, que sus características técnicas cumplen con los requerimientos necesarios para el desarrollo del trabajo.

**Figura 17. Unidad de Red para Edificios – BACNet**



Fuente: Manual LG BACNet Gateway

Esta es una Unidad de servicios para edificios con protocolo BACNet, es una interface entre Sistema de Administración de Edificios (BMS) y el protocolo de aire acondicionado de LG, el cual es independiente de BMS pero trabaja bajo su

estándar, siendo esta su principal función. En la *figura 13* se podrá ver el dispositivo que se encuentra en el edificio de administración II. Las principales características de este dispositivo se podrán observar en el *cuadro 1* (*Características Técnicas del BNU-BACNet*).

**4.2.1.2 SWITCH 3COM4500.** Este dispositivo se encuentra en cada uno de los edificios en sus respectivas estaciones de control. Las cuales sirven de plataforma para enlazar los más de 3000 puntos de conexión activos que encontramos en la red de la universidad.

**Figura 18. Switch 3com4500**



Fuente. [www-mcd.deltron.com.pe](http://www-mcd.deltron.com.pe)

Una descripción más técnica nos indica que la familia 3Com® Switch 4500 de Switches 10/100 Ethernet administrables y apilables proporciona una conectividad de LAN segura y flexible para las redes empresariales y de sucursales. La familia Switch 4500 ofrece switching de Capa 2 y routing dinámico de Capa 3, así como robustas funcionalidades de seguridad, calidad de servicio y administración para proporcionar una conectividad de extremo inteligente para las aplicaciones empresariales esenciales.

**4.2.1.2.1 Principales características.** En los siguientes cuadros describiremos las características de funcionamiento, como la características técnicas, del Switch 3com4500.

**Cuadro 4. Características funcionales del Switch 3com4500**

CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES	
<b>Seguridad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>☐ El control de acceso de red basado en el estándar 802.1X combinado con la autenticación RADIUS garantiza un acceso seguro a los recursos. Además, el RADA (acceso a dispositivo autenticado mediante RADIUS) permite la autenticación de los dispositivos conectados mediante la dirección MAC.</li> <li>☐ Las listas de control de acceso (ACLs) basado en puerto habilitan de forma efectiva políticas de uso en cada punto de acceso a la red mediante el Switch.</li> <li>☐ El soporte de Secure Shell (SSHv2) y SNMPv3 garantiza un acceso de administración seguro a los Switches mediante la autenticación y encriptación del tráfico de administración.</li> </ul>
<b>Voz sobre IP dinámica</b>	<p>La exclusiva funcionalidad de VLAN de voz detecta la presencia de teléfonos IP, y asigna dinámicamente puertos de switching a la VLAN de voz, permitiendo así una configuración y priorización automatizadas del tráfico VoIP. Esta potente funcionalidad permite minimizar los costes y la complejidad asociados con la instalación adicional o el traslado de teléfonos IP.</p>
<b>Rendimiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>☐ Los up links Giga bit duales en cada unidad de switching permiten establecer conexiones de alta velocidad con la red troncal, o con los servidores conectados localmente.</li> <li>☐ Priorización y administración de ancho de banda. Las capacidades de limitación de velocidad de ancho de banda y de filtrado de protocolos permiten a la familia Switch 4500 aplicar controles en cada puerto, para un uso eficiente de los recursos de la red y una priorización de las aplicaciones empresariales fundamentales o sensibles al tiempo, incluyendo la voz sobre IP (VoIP).</li> </ul>

<b>CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES</b>	
<b>Flexibilidad y escalabilidad:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>☐ Cada puerto Giga bit ofrece una selección de medios de cobre o fibra: 1000Base-T (mediante RJ45), o 1000Base-X (mediante módulos opcionales de transceptor "SFP", o de pequeño factor de forma conectables).</li> <li>☐ La capacidad de apilamiento permite combinar hasta 8 unidades en una misma pila administrada, pudiendo escalarse a hasta 384 puertos 10/100. Un completo conjunto de funcionalidades de switching, incluyendo filtrado multicast y soporte de protocolo Rapid Spanning Tree</li> </ul>
<b>Administración y control</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>☐ La familia Switch 4500 funciona con el sistema operativo de 3Com, el mismo software comprobado y compartido por los Switches empresariales de primera clase de 3Com, incluyendo las familias Switch 5500, Switch 7700, y Switch 8800.</li> <li>☐ Las funcionalidades de configuración y control de red son accesibles mediante interfaz de línea de comando (CLI), o bien usando software de administración SNMP, como por ejemplo 3Com Enterprise Management Suite (EMS) y 3Com Network Director.</li> </ul>
<b>Facilidad de uso</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>☐ El routing dinámico con RIP (protocolo de información de routing) permite la actualización automática de topologías de red de Capa 3. La velocidad y el modo dúplex en todos los puertos se negocian automáticamente, evitando así la posibilidad de configuración inadecuada. Los Switches detectan y ajustan las conexiones de cables cruzados o directos mediante la funcionalidad "Auto MDI/MDIX", eliminando así la necesidad de emplear distintos cables para interconectar dispositivos de red.</li> </ul>
<p>Fuente: <a href="http://www.pcenlinea.com/mp/56266.html">http://www.pcenlinea.com/mp/56266.html</a></p>	

Continuación. Cuadro 4

**Cuadro 5. Características Técnicas del Switch 3com4500**

<b>CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS</b>	
<b>Puertos</b>	24 puertos 10BASE-T/100BASE-TX con auto-negociación configurados como auto MDI/MDIX; 2 pares de puertos Giga bit de uso dual: configurables por el usuario para RJ45 (cobre), o interfaces basadas en SFP (fibra).
<b>Rendimiento</b>	Ancho de banda de transmisión de hasta 8,8 Gbps., hasta 6,5 millones de paquetes por segundo, y un máximo de 8.000 direcciones MAC
<b>Capacidad de apilamiento</b>	Hasta ocho unidades de Switch, o 384 puertos 10/100; Dirección IP única e interfaces de administración para control en toda la pila.
<b>Capa 2</b>	VLANs basadas en puerto (802.1Q): 256, 802.3ad (LACP), agregación manual, grupos de troncal: 13 grupos (26 puertos), 8 puertos 10/100 ó 2 puertos Giga bit por grupo, auto-negociación de velocidad de puerto y dúplex, control de flujo full-dúplex 802.3x, control de flujo de la presión trasera para el modo half-duplex, 802.1D (STP), 802.1w (RSTP).
<b>Capa 3</b>	Routing basado en hardware, rutas estáticas: 12 además de la dirección por defecto, entradas ARP dinámicas / estáticas: 1990 / 10, interfaces IP: 4, RIP, v1 y v2: 2.000 rutas por defecto y 10 rutas mediante aprendizaje local, snooping IGMP v1 y v2, Relay DHCP: 2 KB máx.
<b>Sistema operativo</b>	Sistema operativo de 3Com; compartido con los 3Com Switch 8800, 7700 y Reuter 6000.
<b>Administración 3Com</b>	3Com Network Supervisor, 3Com Network Director, 3Com Enterprise Management Suite
<b>Fuente de alimentación integrada</b>	Frecuencia de línea AC: 50/60 Hz, Tensión de entrada: 90-240 VAC, Corriente nominal: 1,0A máx.
<b>Estándares de IEEE</b>	802.1D (STP), 802.1p (Coz), 802.1Q (VLANs), 802.1w (RSTP), 802.1X (Seguridad), 802.3 (Ethernet), 802.3ad (Agregación de enlaces), 802.3ab (1000BASE-T), 802.3i (10BASE-T), 802.3u (Fast Ethernet), 802.3x (Control de flujo), 802.3z (Giga bit Ethernet)
<b>Fiabilidad</b>	MTBF 47 años (411.000 horas)
<b>Dimensiones</b>	Altura: 43,6 mm (1U); anchura: 440 mm; fondo: 270 mm
<b>Peso</b>	3,3 kg
Fuente: <a href="http://www.pcenlinea.com/mp/56266.html">http://www.pcenlinea.com/mp/56266.html</a>	

**4.2.1.3 Switch Core BD 8806.** Switch central de la universidad, el cual es el encargado de direccionar el tráfico de información. También provee una alta velocidad, este Switch maneja los paquetes tan rápido como sea posible, el correo es crítico en la capa de conectividad, dado que maneja alto nivel de disponibilidad y debe adaptarse a los cambios que sufra tu red de manera inmediata.

**Figura 19. SWITCH CORE BD 8806**



Fuente. <http://be.bruneautech.com/bd-8806-6-slot-chassis/41012/>

El Black Diamond 8806 soporta una amplia gama de Capa 2-4 características de cada puerto. Posee una conexión de red de alto rendimiento, utilizada para conectar PCs y teléfonos IP en la capa de acceso o la interconexión de servidores en un clúster, esto sólo es útil si también es de alta disponibilidad. La familia Black Diamond 8806 de conmutación modular incorpora redundancia de hardware amplia y un sistema operativo modular que apoya la recuperación del sistema y actualizaciones de aplicaciones sin necesidad de reiniciar el sistema, así como protocolos de red que proporcionan la recuperación de la red requerida por las aplicaciones convergentes.

#### 4.2.1.3.1 Características Técnicas.

**Cuadro 6. Características del Switch Core BD 8806**

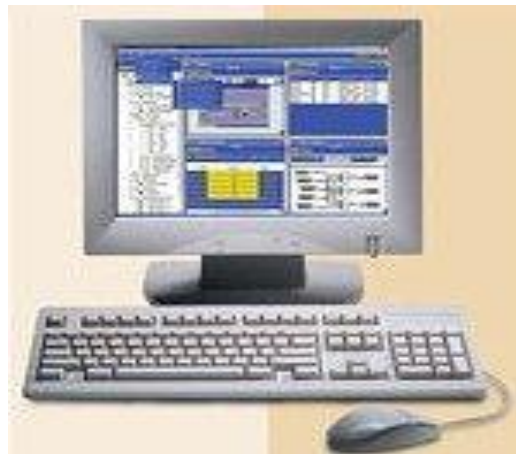
<b>CARACTERÍSTICAS</b>	
<b>Alta Disponibilidad</b>	Esta serie logra la disponibilidad de voz mediante la combinación de software altamente resistente y hardware redundante. Extreme XOS aumenta dramáticamente la disponibilidad de la red mediante el control de procesos independientes del sistema operativo en tiempo real. Si cualquiera de estos procesos no responder, o deja de correr, se reinicia automáticamente.
<b>Facilidad de gestión</b>	Extreme-Networks ha desarrollado herramientas que le ahorran tiempo y recursos en la gestión de su red. La capacidad del puerto universal, permite la configuración automática de los teléfonos VoIP, por ejemplo, proporcionando simplicidad en la gestión de cambios en la red. EPICenter proporcionar funciones de fallas, configuración, contabilidad, rendimiento y seguridad, permitiendo una gestión eficaz de Extreme Networks de múltiples capas equipos de conmutación en una red convergente.
<b>Autenticación de usuarios</b>	<p>La autenticación de usuarios y comprobar la integridad del host, hacer cumplir las políticas de admisión y el uso de puertos dedicados y compartidos en el borde de la red. El sFlow y el IPFIX potentes tecnologías que proporcionar detección de amenazas y la respuesta al ofrecer monitorización continua y simultánea de los flujos de tráfico de nivel de aplicación en todas las interfaces.</p> <p>En el caso de un ataque, los administradores de red pueden configurar dinámicamente los interruptores para cerrar las vulnerabilidades, robustecer la red sin necesidad de apagar el funcionamiento de la red misma.</p> <p>También proporciona un mecanismo flexible para los administradores de red para personalizar el flujo de tráfico.</p> <p>El Access Control Lists (ACL) configurado en el interruptor puede redirigir los paquetes fuera de su ruta normal a otro puerto del Switch físico. Los paquetes son seleccionados de acuerdo a sus condiciones iniciales y como a la clase de servicio, VLAN, las direcciones IP, protocolo, número de puerto u otros criterios.</p>

CARACTERÍSTICAS	
<b>Conectividad de alto rendimiento</b>	La serie soporta hasta 2352 puertos Giga bit o hasta 582 puertos de 10 Giga bit Ethernet.
<b>Gestión Integral de Seguridad</b>	Cuando se combina las soluciones de Extreme Networks y la seguridad SentiAnt EPICenter herramienta de gestión, le permiten adoptar una estrategia de defensa en profundidad en la protección de su red en múltiples niveles.
<b>Protección de Inversiones</b>	Con una amplia gama disponible de módulos E/S y de gestión, los Switches de la serie BlackDiamond 8800 proporcionan una protección sin precedentes de inversión durante la vida útil del producto. Las generaciones pasadas y actuales de los módulos son compatibles con cualquier chasis de la serie BlackDiamond 8800.
Fuente: <a href="http://www.extremenetworks.com/libraries/services/BlackDiamond8800SeriesSwitches">http://www.extremenetworks.com/libraries/services/BlackDiamond8800SeriesSwitches</a>	

Continuación. Cuadro 6

**4.2.1.4 Servidor de datos (ADS).** Siendo principalmente el operador o mejor llamado el director del sitio el ADS permite desde una interfaz de usuario muy amigable, mediante diagramas elaborados de cada sistema o de todo el sistema al mismo tiempo, monitorear cada uno de los dispositivos instalados. De igual manera el ADS posee características técnicas, que se podrán observar en el *cuadro 3 (Características técnicas del ADS)*, que lo convierten en un aplicativo muy confiable y compatible con un buen número de estándares y protocolos que hay en el mercado.

**Figura 20. Servidor ADS- METASYS**

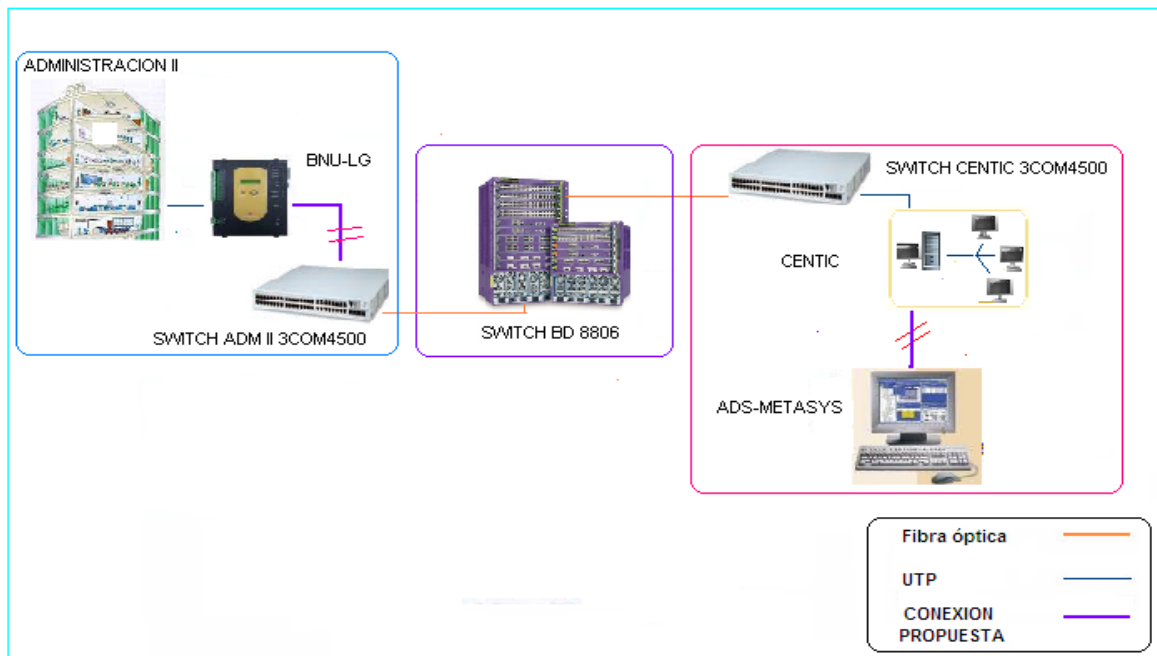


Fuente: <http://www.tzb-info.cz/1703-johnson-controls-predstavuje-nove-vyrobky>

**4.2.2 Recursos de red.** En la grafica de la *figura 21* se observa el diagrama de red de la arquitectura que intervendrá en la trayectoria a seguir para la implementación de la red para nuestro proyecto.

La ruta a seguir en la integración del sistema de control del A/A del edificio de Administración II y la sala de control del CENTIC que permite definir la *figura 21*, se observa que en el edificio de administración II, donde el sistema de refrigeración ya instalado, está conectado al controlador o puerta de enlace, el cual es el encargado de hacer la conversión del protocolo interno de LG a un protocolo más accesible, el cual para nuestro análisis será el protocolo BACNet (*ver Numeral 2.4*). Para poder tener acceso a la red LAN de la universidad debemos hacer una conexión física entre el BNU-LG y el Switch 3COM del edificio de administración, una vez realizado este paso se procederá a realizar la conexión física entre el servidor ADS de la sala de control y el Switch del edificio del CENTIC que da acceso a la red LAN de la universidad.

Figura 21. Diagrama de la conexión de red a implementar







Fuente: Autor

Realizadas estas dos conexiones físicas se procederá a crear un VLANs exclusiva, en la cual se hará el direccionamiento desde administración II hacia la sala de control del CENTIC. La creación de una VLANs dinámica se debe a la importancia de crear redes lógicamente independientes dentro de una misma red física y así mantener la red fuera del alcance de cualquier ataque desde la intranet. La configuración de las VLANs se realiza mediante software en lugar de hardware, lo que las hace extremadamente flexibles.

Para generar la VLANs necesaria para nuestro proyecto, se debe contar con la autorización del administrador de la red, debido a que él es el encargado de definir cual técnica de configuración utilizar, bien sea la técnica estática que se basa en la asignación física de puertos tanto en el Switch de acceso como en el Switch Core o la técnica dinámica la cual se basa en la utilización de las direcciones Mac de los

equipos, para su funcionamiento es necesario configurar el Switch de acceso y el Switch Core, para habilitar las opciones del servidor.

Las ventajas de aplicar una VLANs dinámicas para nuestro proyecto son las siguientes:

-  Permiten movilidad a los usuarios dentro de LAN.
-  Los usuarios mantienen su pertenencia a la VLANs, gozando de sus privilegios en cualquier lugar que se conecten a la red.
-  Usuarios no registrados pueden hacer uso de los recursos de red, con las debidas restricciones.
-  Ahorran tiempo al administrador al no tener que realizar cambios de forma manual.

La desventaja de la VLANs dinámica es que previamente se debe alimentar la base de datos con las direcciones Mac, lo cual resultaría tedioso si fuesen redes con un numero considerables de usuarios.

**4.2.3 Interfaz grafica.** Realizadas todos los procedimientos técnicos, se realizará un reconocimiento a la herramienta grafica que el sistema de control METASYS, tiene instalado en el servidor ADS, la cual permite visualizar y controlar de manera sencilla e intuitiva las diferentes variables que intervienen en sus procesos diarios, liberándolo de la carga que representan las labores repetitivas.

La interfaz del sistema METASYS fue la primera basada en elementos WEB lo que la convierte en una plataforma de última tecnología con amplias capacidades de interconexión en redes pequeñas o corporativas. Él sistema METASYS es una herramienta que ayudará a ganar más tiempo para pensar y optimizar los puntos

críticos susceptibles de mejoras y de esta manera pueda generar más valor dentro de su organización.

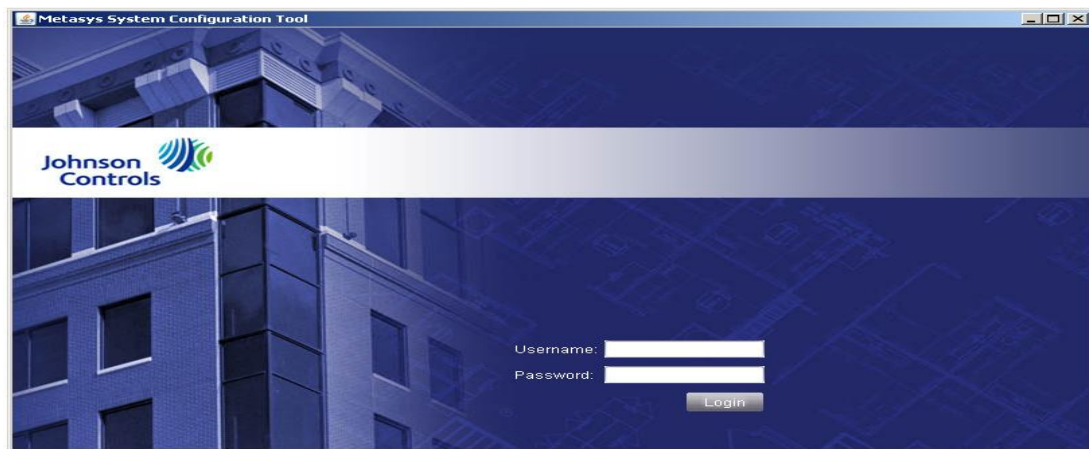
Para hacer uso del sistema METASYS debe asegurarse de cumplir con los siguientes requisitos mínimos:

- Contar con un computador con navegador Web Internet Explorer versión 6.0 o superior.
- Tener instalado el software Java Plug In versión 1.6.0\_05, el cual se encuentra adjunto en el medio digital de este manual.
- Contar con una conexión de red que le permita tener acceso al controlador de edificio BNU-LG.

A continuación se mostrará un ejemplo de cómo será la presentación de la interfaz grafica.

- La primera imagen que se observa está relacionada con la solicitud que el programa realiza, para verificar el registro del usuario y el registro de su respectiva clave.

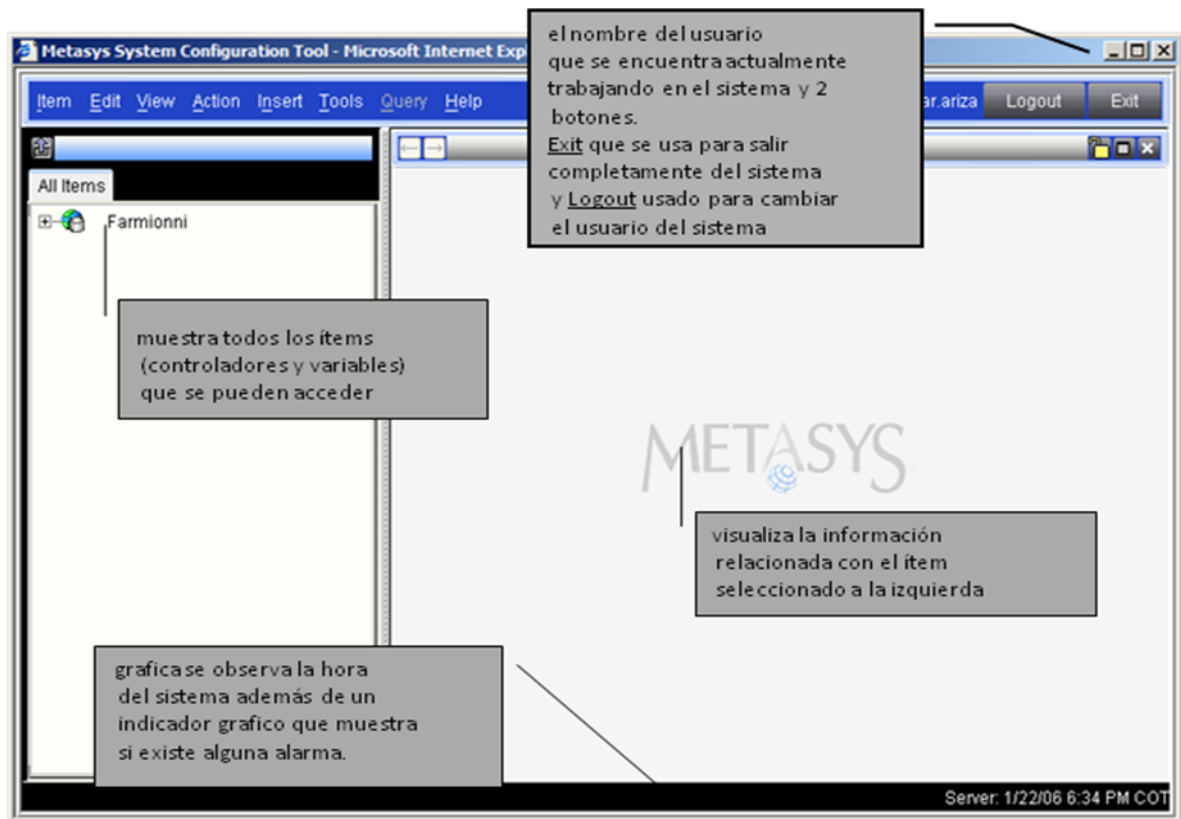
**Figura 22. Presentación de la interfaz grafica**



Fuente. proyectos y servicios Ltda.plataforma Metasys JCI manual de usuario

Una vez se logra acceder al sistema se visualiza la interfaz grafica de usuario la cual permite realizar todas las tareas de monitoreo, análisis de información, visualización de alarmas y control en el sistema. En la *figura 23* Se observa el esquema general de la interfaz de usuario.

**Figura 23. Esquema general de la interfaz de usuario**



Fuente. proyectos y servicios ltda.plataforma Metasys JCI manual de usuario


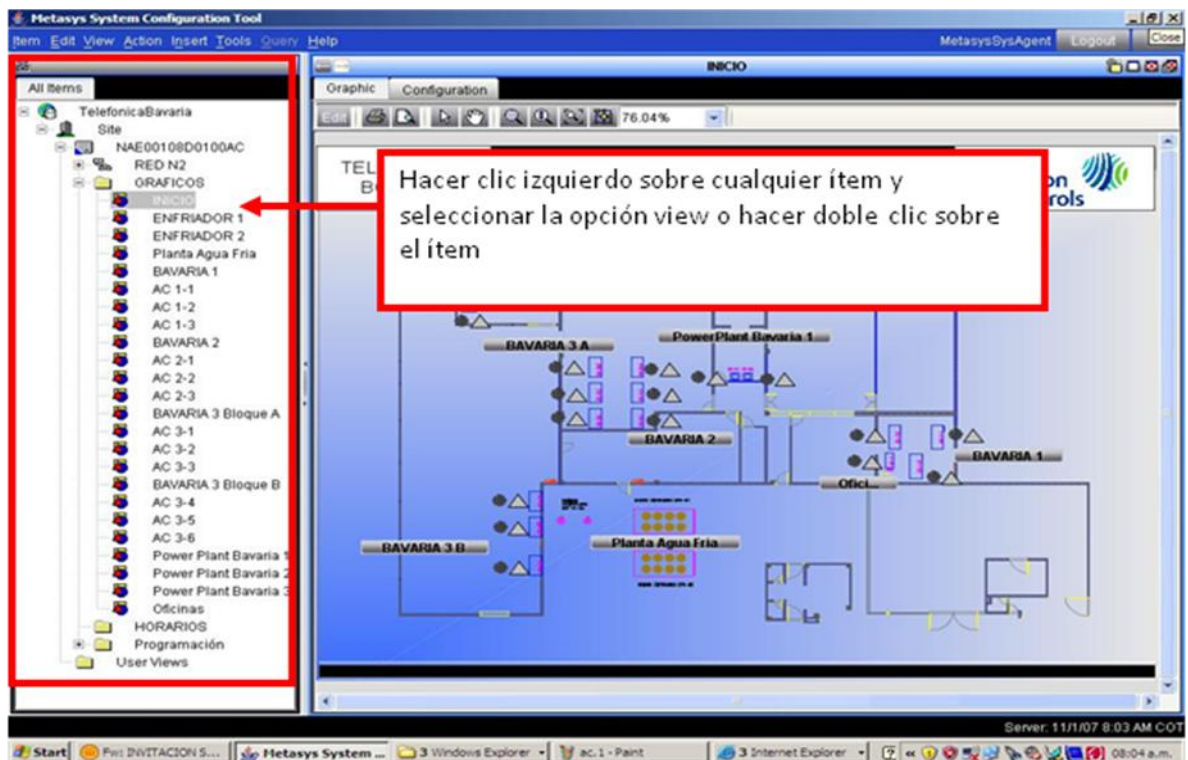
 Dentro de los diferentes elementos usados para facilitar el manejo de las diferentes variables del sistema se encuentran los gráficos que permiten la visualización de los componentes. También se despliega un listado en la parte lateral de los diferentes ítems que están disponibles para su administración. ver figura 24.

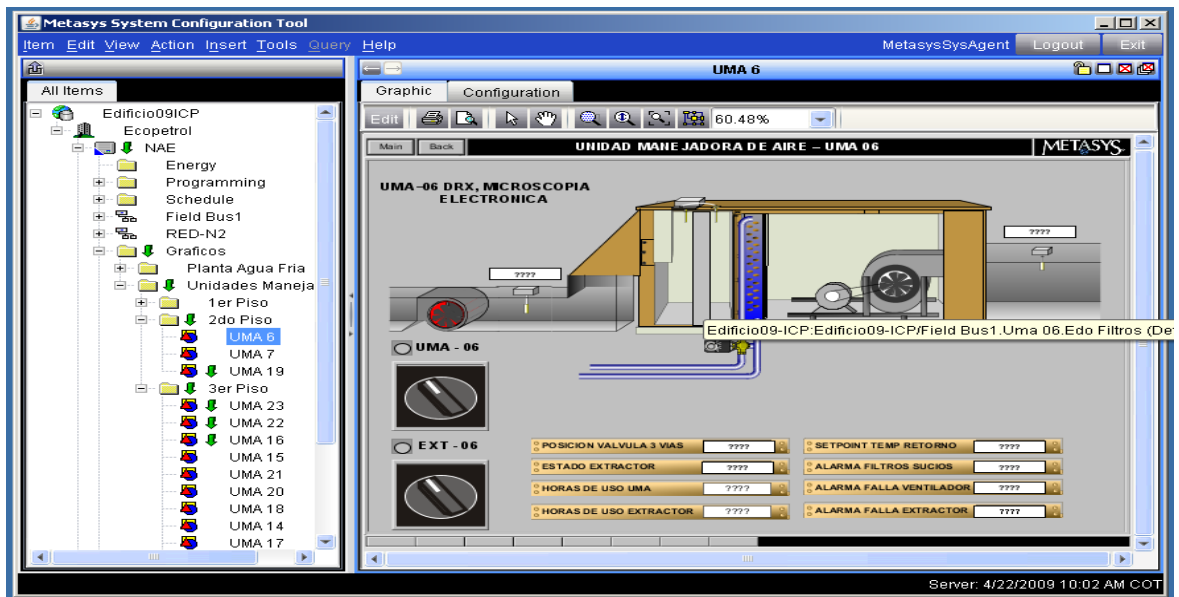
Figura 24. Elementos comunes en gráficos



Fuente. proyectos y servicios ltda.plataforma Metasys JCI manual de usuario

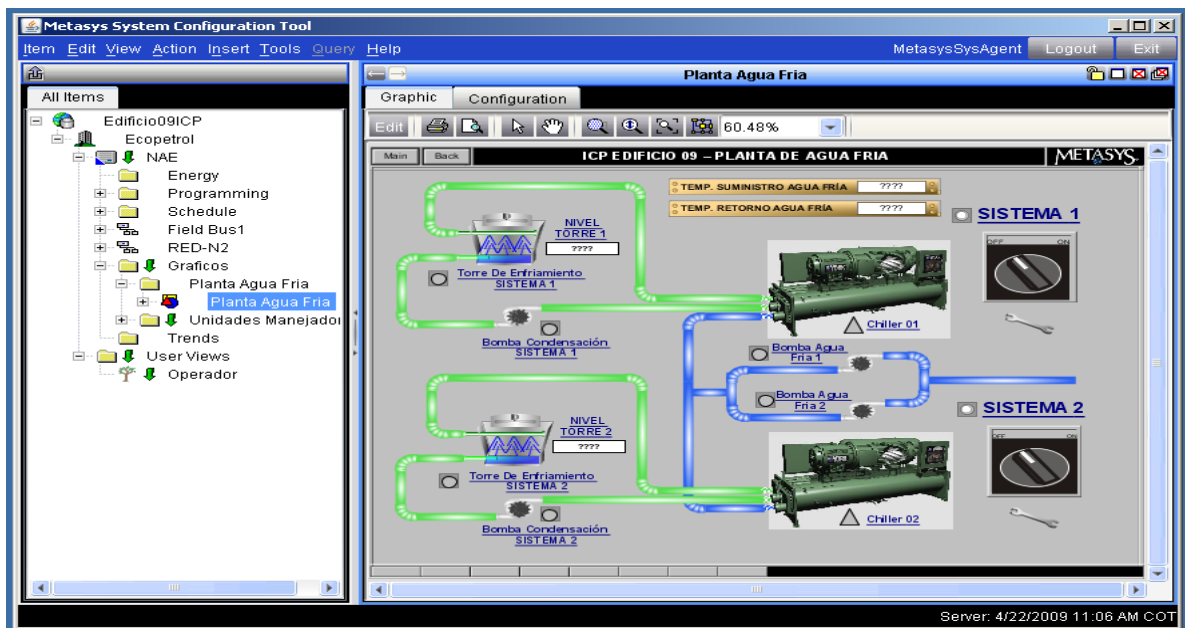
En las siguientes dos figuras se puede observar los gráficos de las unidades manejadoras, las diferentes variables que intervienen en la operación de la unidad, entre los cuales se puede encontrar temperatura de suministro, temperatura de retorno, humedad relativa en la zona, temperatura de zona, estados de los ventiladores, porcentaje de apertura de la válvula, punto de ajuste de temperatura, entre otros, los datos que se pueden observar dependen de la aplicación específica.

Figura 25. Gráficos unidades manejadoras



Fuente. proyectos y servicios Ltda.plataforma Metasys JCI manual de usuario

Figura 26. Ejemplo de manejo de los sistemas



Fuente. proyectos y servicios Ltda.plataforma Metasys JCI manual de usuario







El diseño de la interfaz gráfica que se presentó nos da una idea de cómo una vez realizada la integración quedara la interfaz del sistema de A/A del edificio de administración II en relación con sus características su construcción y arquitectura. Brindando al usuario una herramienta amigable para su manejo.

### **4.3 PROPUESTA FINANCIERA**

En esta propuesta económica se pretende establecer las condiciones técnicas que se implementaran como parte de la integración del sistema de aire acondicionado, instalado en el edificio de administración II, con la plataforma de control y monitoreo Metasys en el centro de control del edificio CENTIC.

#### **4.3.1 Oferta.**

##### **4.3.1.1 Contenido de la oferta.**

-  Verificación de funcionamiento de módulo de control centralizado del edificio de Administración II (LG BNU).
-  Verificación de comunicación BACNet desde el edificio de Administración II hasta CENTIC.
-  Adición de controlador LG a plataforma de integración ADS, pruebas de comunicación y sincronización de paquetes.
-  Mapeo de puntos BACNet.
-  Generación de rutinas de arranque, paros y ajuste de temperaturas.
-  Integración a rutinas y controles generalizados del ADS.

**4.3.1.2 Metodología propuesta.** Previa a la iniciación de labores por parte de PROYECTOS Y SERVICIOS LTDA, se realizara una verificación del estado del sistema de control centralizado de los equipos de refrigerante variable (BNU) al

igual que una verificación del estado de la programación y configuración de redes del servidor ADS. PROYECTOS Y SERVICIOS LTDA, brindara asistencia en el momento de la configuración de las redes de datos de la universidad, para garantizar un correcto encaminamiento del dispositivo (BNU) con el servidor ADS.

**4.3.1.3 Análisis financiero de la oferta.** No está incluida en la oferta cualquier configuración o adecuación de la red de datos de la universidad como el suministro de Switch, configuración de VLANs o encaminamiento de puertos; al igual que el suministro de cualquier elemento perteneciente a la red LGnet o dispositivo vinculado al sistema de monitoreo y adquisición de datos ADS.

**Cuadro 7. Oferta financiera**

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. TOTAL
1	Integración de sistema de aire acondicionado de edificio de Administración II ( Sistema Multi V ) a la plataforma de supervisión de servicios básicos y equipos de aire acondicionado ubicado en el edificio CENTIC de la Universidad Industrial de Santander.	1	8.284.006	8.284.006
		Sub Total		8.284.006
			IVA	1.325.440,96
		<b>TOTAL</b>		<b>9.609.446,96</b>
Fuente: Proyectos y Servicios Ltda.				

---

Las condiciones comerciales requeridas para el inicio del trabajo, inician con la orden de servicio y un contrato formal que especifique entre otras cosas, las pólizas de cumplimiento, garantía y tiempos de entrega. La forma de pago se realizaría 100% con recibo a satisfacción y presentación de la factura correspondiente, el plazo de entrega es de 15 días hábiles a partir de la generación de la orden de servicio.

---

## RECOMENDACIONES

La necesidad que presenta la división de mantenimiento, con relación al monitoreo que se le tiene que hacer a cada uno de los edificios del campus universitario, lo vuelve una tarea ardua y a la vez tediosa. Por lo tanto se recomienda dar vía libre a la ejecución de esta propuesta, ya que se agilizarían todos los procesos y se haría más eficiente el monitoreo de cada uno de los dispositivos instalados, garantizando su funcionamiento y mantenimiento preventivo.

Por otra parte los análisis que se realizaron a la infraestructura de red y a los demás dispositivos existentes, nos permiten confirmar que la integración de los demás sistemas instalados en los diferentes edificios de campus universitarios, se podría recomendar formar parte en un futuro de nuevos proyectos relacionados con la sala de control del CENTIC.

Por último se recomienda seguir trabajando en la elaboración de proyectos relacionados con el aprovechamiento de los recursos existentes, respecto a la infraestructura de red de la universidad y en lo relacionado con la sala de control del CENTIC, ya que se cuenta con tecnología instalada de última generación.

---

## CONCLUSIONES

Aplicar las nuevas tecnologías de refrigeración como el sistema inverter, hacen de este un tema importante a la hora de construir espacios y ambientes agradables. Las características que hacen de este sistema una buena opción son; el ahorro de casi el 66% en el consumo de energía, la reducción del espacio que alcanza por lo menos un 40%, el ruido que al momento de entrar en funcionamiento ha reducido en 16db su nivel, el rendimiento del equipo en la etapa de refrigeración ha mejorado en un 15%, en la etapa de calefacción en un 30% bajo las condiciones exteriores más extremas y la facilidad que presenta al integrarse a sistemas de control para su administración. Por todo esto el sistema implementado en el edificio de administración II fue la mejor opción dentro de la gran gama de tecnologías existentes, ya que ha logrado un alto grado de aceptación entre los usuarios.

Con el servidor de aplicaciones y datos (ADS) de la Johnson Controls, se ha combinado lo último en software estándar de la industria, para crear una herramienta de gestión de información muy poderosa. El ADS es el punto de acceso a la red de automatización, maneja el archivo de datos históricos y de configuración. La interfaz de usuario ha sido diseñada para fomentar el uso del sistema y aprovechar al máximo sus capacidades, también puede acceder a múltiples navegadores web desde cualquier ubicación en la red. Lo que permitirá alcanzar con gran facilidad el objetivo principal de este trabajo de grado, el cual es integrar el dispositivo de control del sistema A/A del edificio de Administración II con la plataforma Metasys instalada en el cuarto de control del CENTIC.

Al realizar la implementación de esta propuesta con referencia a la parte de integración física entre los dos sistemas, se tendrá en cuenta la utilización de la

---

excelente infraestructura de red que presenta la universidad, lo cual garantiza la inclusión de nuevas tecnologías y la aplicación de diferentes protocolos. Abriendo un número de posibilidades en lo relacionado al aprovechamiento de la red LAN instalada en la sala de control del CENTIC.

Realizados los análisis necesarios para evaluar la factibilidad del proyecto en temas relacionados con la parte operativa, técnica, y económico-financiero. Se define que en su conjunto estos estudios incluyen los componentes evaluativos que sustentan el desarrollo del presente trabajo, por tal motivo se recopila y se asocia la información suficiente en este texto sobre los aspectos a seguir en el desarrollo de la integración, por lo tanto se demuestra la aplicabilidad a los demás sistemas que se quieren conectar a la sala de control del CENTIC.

---

## BIBLIOGRAFÍA

**ALEXON**, Jan. Serial port, Complete Programming and Circuits for RS-232 and RS-485 Links and Networks,

**CARRIER**, Air. Manual de aire acondicionado. Ed. Marcombo, 1996. Capítulo 9-12.

**KERGUELLEN**, Cabrera Fernando. Estudio técnico de un programa de mantenimiento para equipos de A/A y refrigeración en instalaciones carboníferas. Universidad Industrial de Santander.2007

**METASYS® SYSTEM EXTENDED ARCHITECTURE PRODUCT BULLETIN**, Code No. LIT-1201526Software, Release 3.0Issued May 2, 2007, *Supersedes September 29, 2006*. [www.johnsoncontrols.com](http://www.johnsoncontrols.com)

**MULTI – V. system installation**, LG Electronics air conditioning division, 2007

**PITA**, Edward G. Air conditioning principles and systems. Ed. Prentice-Hall, 1998. Capítulo 12.

**QUADRI**, Néstor. Sistemas de aire acondicionado, Editorial Alsina- Buenos Aires – 2001

**RECKNAGEL**, Sprenger Hönnmann. Manual técnico de calefacción y aire acondicionado. Tomo II. Ed. Bellisco, 2000. Capítulo III.

**RODRIGEZ, Cuartas Luis Javier.** Modelo gerencial de una empresa prestadora de servicio de mantenimiento de equipos de A/A y refrigeración. Universidad Industrial de Santander.2006


**SHÁPIRO,** Janet. Redacción de una propuesta financiera, (email:nellshap@hixnet.co.za), Traductor: Daniel Fernández Mellado. E-mail: toolkts@civicus.org

**SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN PROPIEDADES DE LOS REFRIGERANTES,** Ingeniería Energética General, © Derechos Reservados Ingeniería Energética General. info@energianow.com.

## **FUENTES DE INFORMACIÓN ELECTRONICA**

 <http://CASADOMO.com\CanalesTecnologíasHogarDigitalBacnetBA.mht>

 <http://lgservice.com\bacnetgateway>

 <http://TODOCONTROL.es\IntroducciónaBACNet.mht>.

 <http://bacnet.org/Tutorial/HMN-Overview/sld008.htm>

 <http://johnsoncontrols.com/publish/us/en/search.html>

 <http://uis.edu.co>

---

## ANEXO A




### A.1 DISEÑO DE PROPUESTAS

Este ítem se ocupa de la planificación y el estudio de una propuesta financiera antes de redactarla; también trata del modo en el que se debe escribir esta propuesta y el seguimiento requerido una vez que sea escrita y enviada. Encontrarás recomendación sobre todo aquello que necesitas saber sobre a quién va dirigida y todo lo concerniente a quien presenta el proyecto, esto antes de escribir una propuesta financiera. Asimismo, encontrarás pautas sobre los contenidos de tu propuesta y cómo redactarlos, junto con referencias a todo lo relacionado con el desarrollo que te pueden ser de gran ayuda.

#### A.1.1 PRINCIPIOS BÁSICOS

El mejor consejo antes de redactar una propuesta financiera es no empiece sin previamente investigar, pensar y planificar, ya que esto constituye la base de tu éxito con la entidad a quien va ir dirigida, pues si se observa que está escrita con precipitación, sin reflexión ni planificación, puede que no se logre dar un buen resultado. Por eso es preferible dar la impresión, basándote en la realidad, de que eres directo y metuloso y que te comprometes a realizar un buen trabajo desde el principio.

Antes de empezar a redactar necesitas:

-  Tener claro el motivo y el destinatario de la propuesta.
-  Conocer la entidad para la que estás preparando la propuesta.
-  Conocerte a ti mismo, lo cual significa que tienes que tener claro tu identidad, tus puntos fuertes y débiles

- Por último, necesitas planificar el proyecto; es decir, necesitas comprender el contexto, establecer objetivos y diseñar un proceso.

## A.1.2 PROCEDIMIENTO PARA EL DESARROLLO DE LA PROPUESTA

**A.1.2.1 ¿por qué y para quién?** La primera pregunta que se necesita plantear es: ¿por qué se está redactando una propuesta financiera? La respuesta más sencilla es que se redacta una propuesta financiera para convencer a alguien de que aporte un dinero de su presupuesto al proyecto. Siendo de este su propósito principal la persuasión, **NO** la descripción. De este modo, aunque se tendrá que describir el proyecto propuesto, se debe hacer de tal manera que quede convencido totalmente de su ejecución.




Esta pregunta se puede contestar en dos maneras distintas:

- «Quién» si se refiere al tipo de organismo que financiara el proyecto.
- «Quién» si se refiere al tipo de persona que probablemente leerá el proyecto.



Es útil considerar el tipo de organismo que financiara el proyecto ya que de este modo se podrá hacer coincidir el proyecto a presentar con los intereses y preocupaciones que él tenga con relación a su desarrollo, y al mismo tiempo, las cuantías de dinero de las que puede disponer, también se lograría anticipar algunos problemas que podrían surgir más adelante. Normalmente, dos tipos de personas podrían leer tu propuesta:

- El responsable de tomar decisiones será el encargado de tomar la última decisión, basándose en tu propuesta. A veces, puede que haya más de un



responsable: un agente de proyecto que tome la decisión inicial para apoyar la propuesta; y además, algún jefe o un comité que tome la decisión final.

-  Un experto técnico que evaluará la competencia técnica de la propuesta y redactará un informe para el responsable de tomar decisiones, pero que no llegará a tomar ninguna decisión final. Esto indica que tu propuesta debe ser:
  -  Persuasiva.
  -  Correcta y técnicamente detallada.

**A. 1.2.2 Conocer a quien va dirigida.** Para realizar una elección con buenos fundamentos sobre las empresas a quienes será apropiado presentar tu propuesta, necesitas tener información sobre ellas, ya que cada una de ellas tiene intereses diferentes, el acercamiento equivocado resultaría una pérdida de tiempo tanto para él como para ti. Para llegar a preparar una buena propuesta que obtenga los resultados que persigues necesitas conocer estos dos aspectos:

-  Entender aquello que la empresa quiere en cuanto a metas, misión e intereses.
-  Conocer los detalles prácticos del formato, cálculo del tiempo, etc.

Recuerda que la redacción de una propuesta financiera consiste en un proceso de «venta», cuando vendas algo, necesitas conocer lo que el posible comprador quiere. La mayoría de las empresas quieren lo siguiente:

-  Impactar o influenciar: quieren que su dinero valga para algo, que el trabajo que ellos financian tenga éxito, que sean vistos como triunfadores.
-  Adquirir conocimiento, entendimiento e información.

- Compartir conocimiento, entendimiento, información y al mismo tiempo, añadir valor a sus intervenciones.
- Aumentar su influencia en el tratamiento de lo que ellos consideran los problemas del mundo, su región, país o área específica.

**A.1.2.3 Tener claro quién eres.** El Significado de estas palabras “QUIEN ERES” deben estar claros si es que quieres tener esperanza en vender o promocionar un proyecto, si no te conoces y no puedes presentar una imagen de tu organización como un buen riesgo a correr para las empresas interesadas en tu propuesta. El negocio de una empresa no es otro que aportar dinero o colocarlo de alguna otra manera, en forma de inversiones en desarrollo técnico o administrativo buscado correr un «buen riesgo», es decir, una organización o proyecto que pueda generar algún tipo de cambio y sostener la intervención.





El hecho de conocer tu organización para proyectar una imagen creíble a un posible comprador no se consigue de la noche a la mañana, sino que es una parte más de la construcción de tu capacidad organizativa.

Cuando te detengas a redactar tu propuesta financiera, necesitas saber y haber escrito con antelación:

- Tu identidad como organización.
- Tus puntos fuertes y débiles; las oportunidades y las amenazas a las que te enfrentas.
- Tu experiencia (los logros de tus trabajos anteriores, que le darán al comprador seguridad de que eres un «buen riesgo a correr»).


---

Para lograr presentar la identidad de tu organización necesitas:

-  Una misión y meta general para la organización.
-  Una identidad visible y reconocible en forma de logotipo, pero tampoco es esencial.
-  Un consejo o junta que proporcione a la organización una estructura gubernamental creíble; es decir, necesitas una breve biografía de cada persona, en la que reflejes, por ejemplo, factores como la experiencia, vínculos comunitarios, género y una diversidad adecuada.
-  Un personal y voluntarios clave que tiene como fin el buen funcionamiento de la organización y el proyecto. En este caso también se requiere la presentación de breves biografías de las personas que serán clave en el proyecto, en las que muestres porque son adecuadas.


En resumen, necesitas presentarte como una organización firme y responsable, con competencia para conseguir sus objetivos.

**A.1.2.4 Planificación del proyecto.** El paso inicial en la planificación de un proyecto consiste en el fuerte vínculo existente entre tu misión y estrategia organizativa y el proyecto concreto. Una organización es la respuesta a un problema u oportunidad en su entorno. A partir de aquí surge lo que el proceso de planificación estratégica debe abordar para el desarrollo de la propuesta el cual debe reflejar:

-  Tu comprensión del contexto y el modo en el que este hecho queda reflejado en la misión de la organización y la estrategia. Las circunstancias concretas del


contexto que crean el problema que el proyecto quiere abordar y el problema en sí.

 Los objetivos del proyecto.


 El proceso concebido para lograr los objetivos.

**A.1.2.4.1 Comprender el contexto.** Esto significa que necesitas contextualizar tu proyecto de tal manera que demuestres que el problema u oportunidad a tratar coincide con los intereses de la empresa, que la resolución del problema o el uso de la oportunidad en el área descrita son importantes y que el desarrollo potencial es significativo. Recuerda que no estás escribiendo una tesis, sino que pretendes ofrecer información útil que será del interés del lector, pero que no le abrumará con información innecesaria. Cuando sea necesario, tendrás que citar las fuentes de información, así que acuérdate de anotarlas cuando hagas la preparación y el estudio necesarios.

**A.1.2.4.2 Objetivos.** Llegados a este punto, necesitas definir los objetivos de tu proyecto claramente para conocer lo que pretendes lograr. Un buen objetivo con frecuencia establece:

 Qué quieres lograr (tus fines).





 Cómo quieres lograrlo (tus medios).

 Quiénes serán tus beneficiarios principales.




Los objetivos en una propuesta lo podemos encontrar descritos de dos maneras un objetivo general y global (también llamado a veces una «meta») y el objetivo

específico (también llamado a veces un «propósito del proyecto»). Todos los proyectos necesitan ambos tipos de objetivo.




El objetivo general estipula el desarrollo global o meta de ayuda hacia la que debería contribuir tu propósito del proyecto más concreto. Éstos son algunos aspectos a recordar sobre el objetivo o meta general:

-  No puedes lograr el objetivo o meta global en solitario como proyecto u organización. Tu proyecto contribuirá a lograrlo.
-  El objetivo o meta global aporta un punto de referencia con el que medir el éxito de tu proyecto y el de otros con un propósito similar.
-  El objetivo o meta general debe ser compatible con la declaración de la misión de tu organización y con la misión del donante al que solicitas los fondos.
-  Normalmente hará falta más tiempo para lograr el objetivo o meta general que el propósito específico del proyecto.




El propósito del proyecto u objetivo específico consiste con frecuencia en aquello que tu proyecto debería ser capaz de conseguir a través de su trabajo. Es un resultado que tiene que ser posible dentro del tiempo especificado, además de la estrategia que la organización y proyecto creen que va a tratar el problema en un área específica. De este modo se contribuirá a lograr el objetivo o meta general. Un proyecto puede que tenga más de un propósito específico, pero es mejor centrarse dentro de tu propuesta en aquel que consideres más relevante. A continuación se ofrecen algunos aspectos a recordar sobre el propósito del proyecto u objetivo específico:

-  Cuanto más específico sea el propósito del proyecto, más sencillo resultará diseñar un proceso para lograrlo.
  
-  Intenta incluir metas específicas, por ejemplo: ¿cuántas mujeres cabeza de familia mejorarán su calidad de vida y por cuánto dinero? Con esto estás incluyendo indicadores con los que medir tu progreso.
  
-  El logro del propósito del proyecto es el resultado mediante el cual será juzgado el proyecto, de modo que tienes que ser capaz de conseguirlo. No prometas lo imposible sobreestimando tus destrezas y capacidad.

Es importante tener claro los objetivos antes de redactar una propuesta financiera ya que ellos indican de manera inmediata:

-  Si el proyecto coincide con sus prioridades.
-  Lo claro que te muestras sobre lo que quieres lograr.
  
-  Si eres realista y, si fuera así, si el proyecto tiene posibilidades de causar un impacto útil.

En resumen

-  Los objetivos te ayudan a aclarar tu meta y tu estrategia para contribuir a esa meta.
  
-  Los objetivos aportan un marco para el diseño del proceso del proyecto.
  
-  Los objetivos aportan una «revisión de la realidad» para que el donante sea capaz de ver las posibilidades de éxito existentes.

- 📄 Los objetivos enlazan el proyecto con la misión y metas de la organización y con la propia misión del donante.
- 📄 El objetivo general aporta una meta acumulativa, a largo plazo.
- 📄 El propósito del proyecto aporta un objetivo inmediato, a corto plazo.

Aclarados los objetivos, el próximo paso consiste en el diseño del proceso del proyecto.

**A.1.2.4.3 El proceso.** Significa planificar cómo vas a lograr el propósito del proyecto. El proceso es el viaje paso por paso que te llevará al logro del propósito de tu proyecto. Diseñar el proceso quiere decir responder a las siguientes preguntas:

- 📄 ¿Qué vas a hacer? (acciones).
- 📄 ¿Dónde lo vas a hacer?
- 📄 ¿Cómo vamos a hacerlo?
- 📄 ¿Quién participará?
- 📄 ¿Qué resultados se producirán?
- 📄 ¿Cuándo tendrán lugar las distintas actividades y resultados?
- 📄 ¿Cómo se hará el seguimiento del progreso?
- 📄 ¿Cómo será evaluado el proyecto?
- 📄 ¿Qué recursos harán falta para llevar a cabo las actividades?

Necesitas ser capaz de contestar a estas preguntas antes de empezar a redactar la propuesta. Cuánto más hayas reflexionado sobre el posible lector, tu identidad y tus preferencias para lograr y desempeñar tu trabajo, más correcta será tu

---

propuesta: más coherente, lógica, adecuada y triunfadora. Ahora si estarás listo para continuar con el desarrollo de la propia propuesta.

**RECUERDA QUE AL PRESTAR TUS SERVICIOS A UNA EMPRESA CREAS LA POSIBILIDAD DE ESTABLECER RELACIONES A LARGO PLAZO.**

---







## ANEXO B

### B.1 INTRODUCCIÓN AL FUNCIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE CONTROL

#### B.1.1 SISTEMAS DE CONTROL

Un sistema de control está definido como un conjunto de componentes que pueden regular su propia conducta o la de otro sistema con el fin de lograr un funcionamiento predeterminado, de modo que se reduzcan las probabilidades de fallos y se obtengan los resultados buscados. Hoy en día los procesos de control son síntomas del proceso industrial que estamos viviendo.

##### B.1.1.1 Los sistemas de control deben lograr los siguientes objetivos:

-  Ser estables y robustos frente a perturbaciones y errores en los modelos.
  
-  Ser eficiente según un criterio preestablecido evitando comportamientos bruscos e irreales.
  
-  Automatizar tareas humanas repetitivas, tediosas y/o peligrosas.
  
-  Trabajar con tolerancias mucho menores, mejorando la calidad de los productos.
  
-  Disminuir costos de producción en mano de obra e insumos.
  
-  Mejorar la seguridad de operación de las máquinas y procesos.




**B.1.1.2 Clasificación.** Son muchas las clasificaciones posibles de realizar; aquí se presentan algunas de mayor interés.

**B.1.1.2.1 De acuerdo a la acción de control.** Variable que activa el sistema a controlar.



**B.1.1.2.2 De lazo abierto.** Acción de control independiente de la salida; para su buen desempeño se requiere de una buena calibración; si el proceso a controlar es estable, no hay riesgo de inestabilidad.

**B.1.1.2.3 De lazo cerrado.** Se compara la entrada y la salida y usa la diferencia (error) como acción de control; se requiere por tanto de una realimentación, la cual genera posibilidad de inestabilidad.





**B.1.1.2.4 De acuerdo a la fuente de energía** del elemento que genera la acción de control:

-  Neumáticos (Aire a presión).
-  Hidráulicos (Aceite o agua a presión).
-  Eléctricos - Electrónicos (Electricidad).







**B.1.1.2.5 De acuerdo a las señales involucradas** en el sistema de control.



-  **Mono - variable**, si el sistema controla una sola variable.
-  **Multi - variable**, si tiene múltiples entradas y salidas.

**B.1.1.2.6 De acuerdo al tipo de señal presente en el sistema.** Los sistemas se clasifican en:

- 
-  **Sistemas Análogos:** Sólo contienen señales análogas; se describen mediante ecuaciones diferenciales.
  -  **Sistemas Discretos:** Sólo contienen señales discretas; se describen mediante ecuaciones de diferencia.
  -  **Sistemas de Datos Muestreados:** Tienen señales discretas y señales de tiempo continuo.
  -  **Sistemas Digitales:** Se incluyen señales de tiempo continuo y señales digitales en forma de código numérico.

### **B.1.1.3 Características.**

-  **Señal de Corriente de Entrada:** Considerada como estímulo aplicado a un sistema desde una fuente de energía externa con el propósito de que el sistema produzca una respuesta específica.
-  **Señal de Corriente de Salida:** Respuesta obtenida por el sistema que puede o no relacionarse con la respuesta que implicaba la entrada.
-  **Variable Manipulada:** Es el elemento al cual se le modifica su magnitud, para lograr la respuesta deseada. Es decir, se manipula la entrada del proceso.
-  **Variable Controlada:** Es el elemento que se desea controlar. Se puede decir que es la salida del proceso.
-  **Conversión:** Mediante receptores se generan las variaciones o cambios que se producen en la variable.
-  **Variaciones Externas:** Son los factores que influyen en la acción de producir un cambio de orden correctivo.

- 
-  **Fuente de Energía:** Es la que entrega la energía necesaria para generar cualquier tipo de actividad dentro del sistema.
  -  **Retroalimentación:** La retroalimentación es una característica importante de los sistemas de control de lazo cerrado. Es una relación secuencial de causas y efectos entre las variables del sistema. Dependiendo de la acción correctiva que tome el sistema, este puede apoyar o no una decisión, cuando en el sistema se produce un retorno se dice que hay una retroalimentación negativa; si el sistema apoya la decisión inicial se dice que hay una retroalimentación positiva.






### **B.1.2 SISTEMAS SCADA.**

SCADA obedece al acrónimo de *SUPERVISORY CONTROL AND DATA ACQUISITION*, en español, CONTROL SUPERVISORIO Y ADQUISICIÓN DE DATOS.



Un sistema central que monitorea y controla un sitio completo o un sistema geográficamente distribuido mediante una aplicación software, especialmente diseñada para funcionar sobre equipos de cómputo de control de producción, se denomina sistema SCADA.

Esta aplicación permite la interacción entre el sistema central o maestro y los demás puntos del sistema ó esclavos, para la adquisición de información de los procesos de producción de cada punto, permitiendo realizar análisis y cálculos con la información adquirida y despliegue de estos datos a diversos usuarios, tales como operadores y supervisores de la empresa.


Para que su instalación sea correctamente aprovechada, un sistema SCADA esencialmente debe cumplir con los siguientes requisitos:


-  Deben ser sistemas de arquitectura abierta, capaces de crecer o adaptarse según las necesidades cambiantes de la empresa.
  
-  Deben comunicarse con total facilidad y de forma transparente al usuario con el equipo de planta y con el resto de la empresa (redes locales y de gestión).
  
-  Deben emplear un entorno gráfico sencillo o interfaz gráfica que permita desarrollar aplicaciones de manera rápida, consistentes con las situaciones reales del proceso.
  
-  Deben ser programas sencillos de instalar, sin excesivas exigencias de hardware, y fáciles de utilizar, con interfaces amigables con el usuario.
  
-  Deben facilitar la programación a través de módulos de proceso en tiempo real y post proceso de la información.


#### **B.1.2.1 Funciones básicas de un sistema SCADA.**


-  **Supervisión remota de instalaciones y equipos.** Permite al operador conocer el estado de desempeño de las instalaciones y los equipos alojados en la planta, lo que permite dirigir las tareas de mantenimiento y estadística de fallas.
  
-  **Control remoto de instalaciones y equipos.** Mediante el sistema se puede activar o desactivar los equipos remotamente (por ejemplo abrir válvulas, activar interruptores, prender motores, etc.), de manera automática y también manual.


Además es posible ajustar parámetros, valores de referencia, algoritmos de control, etc.


 **Procesamiento de datos.** El conjunto de datos adquiridos conforman la información que alimenta el sistema, esta información es procesada, analizada, y comparada con datos anteriores, y con datos de otros puntos de referencia, dando como resultado una información confiable y veraz.

 **Visualización gráfica dinámica.** El sistema es capaz de brindar imágenes en movimiento que representen el comportamiento del proceso, dándole al operador la impresión de estar presente dentro de una planta real. Estos gráficos también pueden corresponder a curvas de las señales analizadas en el tiempo.

 **Generación de reportes.** El sistema permite generar informes con datos estadísticos del proceso en un tiempo determinado por el operador.


 **Representación de señales de alarma.** A través de las señales de alarma se logra alertar al operador frente a una falla o la presencia de una condición perjudicial o fuera de lo aceptable. Estas señales pueden ser tanto visuales como sonoras.


 **Almacenamiento de información histórica.** Se cuenta con la opción de almacenar los datos adquiridos, esta información puede analizarse posteriormente, el tiempo de almacenamiento dependerá del operador o del autor del programa.


 **Programación de eventos.** Se refiere a la posibilidad de programar subprogramas que brinden automáticamente reportes, estadísticas, gráfica de curvas, activación de tareas automáticas, etc.


---


### B.1.2.2 Un sistema SCADA está conformado por.

 **Interfaz Operador – Máquinas (HMI):** Es el entorno visual que brinda el sistema para que el operador se adapte al proceso desarrollado por la planta. Permite la interacción del ser humano con los medios tecnológicos implementados.

 **Unidad Terminal Maestra (MTU):** Cuando hablamos de la Unidad Terminal Maestra nos referimos a los servidores y el software responsable para comunicarse con el equipo del campo (RTU's, PLC's, etc.).

 **Unidad Terminal Remota (RTU):** RTU es un dispositivo instalado en una posición remota que obtiene datos, los descifra en un formato y transmite los datos de nuevo a una unidad terminal maestra (MTU). La RTU también recoge la información del dispositivo principal y pone los procesos en ejecución que son dirigidos por la MTU.

 **Sistema de Comunicaciones:** Se encarga de la transferencia de información del punto donde se realizan las operaciones, hasta el punto donde se supervisa y controla el proceso. Lo conforman los transmisores, receptores y medios de comunicación.

 **Transductores:** Un transductor es un dispositivo capaz de transformar o convertir un determinado tipo de energía de entrada, en otra de diferente de salida.

---

### **B.1.2.3 Beneficios de un sistema SCADA**












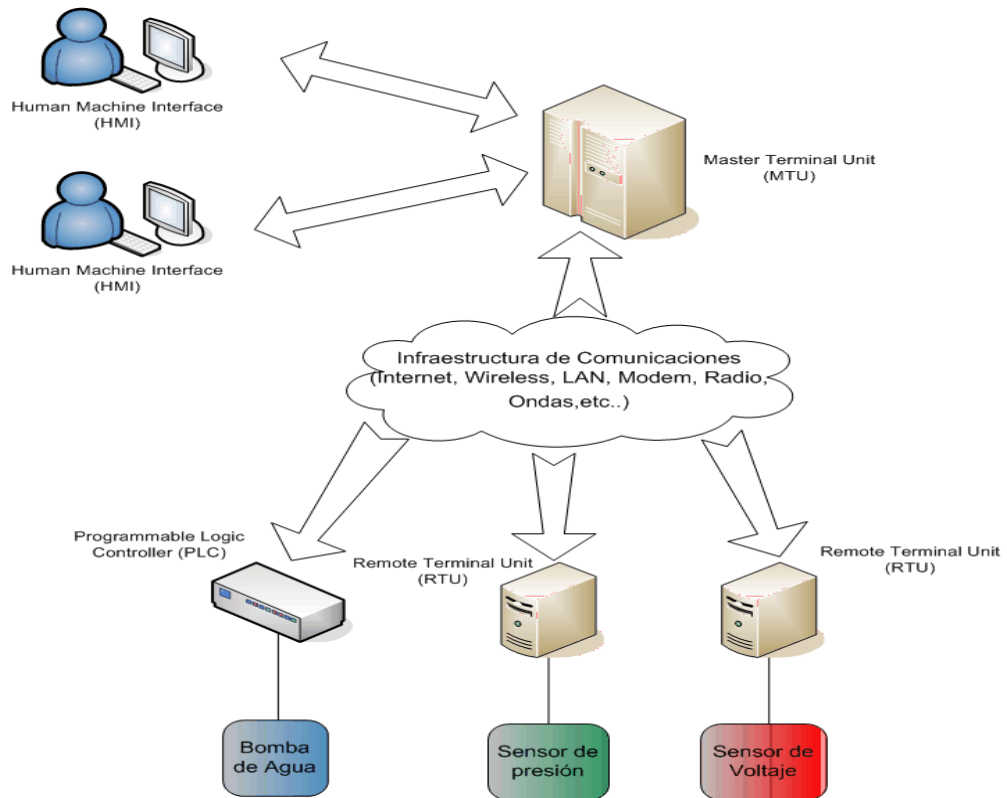
-  Mejora en la productividad del personal operador, instrumentista y de mantenimiento, así como una operación con mayor seguridad.
  
-  Menor riesgo de contaminación ambiental.
  
-  Reducir costos; menor costo operativo, debido al menor costo de operación y mantenimiento.
  
-  Reasignar o reducir personal.
  
-  Menor costo de transporte por movilización de personal.
  
-  Reducir requerimientos de control futuros.
  
-  Mejora en el factor de servicio de los equipos e instrumentos.
  
-  Reducción de la incidencia de fallas.
  
-  Modernizar sistemas de control obsoletos, o basados exclusivamente en hardware
  
-  Disponibilidad de la información real para los distintos niveles de la empresa.
  
-  Ser más competitivos y ofrecer un mejor servicio.

Figura 27. Arquitectura de un Sistema SCADA



Fuente: < <http://www.isecauditors.com/es/iseclab9.html> >

---

## ANEXO C

### C.3. PROTOCOLO LONWORKS

El protocolo LonWorks, también conocido como protocolo LonTalk, viene definido por la norma ANSI/EIA 709.1 o control estándar de la red; es el corazón del sistema LonWorks. El protocolo proporciona un conjunto de servicios de comunicación que permite que una aplicación implementada en un dispositivo envíe y reciba mensajes desde y a otros dispositivos de la red sin necesidad de conocer la topología de la misma, ningún nombre de otro elemento, o de las funciones de las que son capaces el resto de dispositivos que se encuentran conectados a la red.

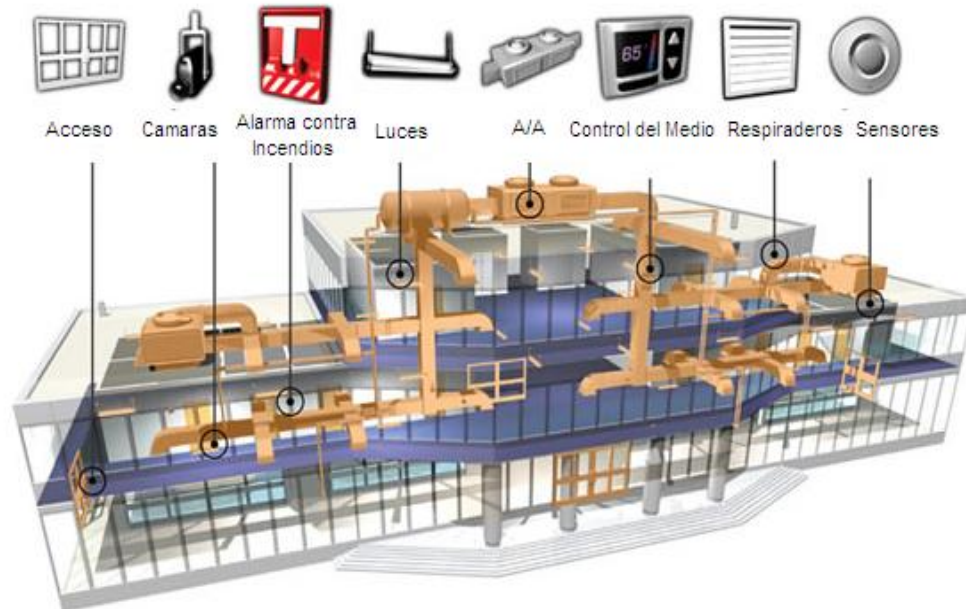
El protocolo LonWorks puede opcionalmente proporcionar conocimiento final a final de mensajes, autenticación de estos, y asignar propiedades en los tiempos de acceso al canal para transmitir información. Ofrece soporte para servicios que puedan manejar la red desde un lugar remoto ofreciendo herramientas que interactúan con dispositivos desde fuera de la red, incluyendo la configuración del sistema, el direccionamiento y los parámetros de configuración de estos, descargando aplicaciones, notificando de los problemas que se produzcan en la red, así como la parada, puesta en funcionamiento y reinicio de cualquier aplicación o proceso que se encuentre funcionando en la red del sistema.

El protocolo LonWorks ofrece manejo de capas, está basado en intercambio de paquetes de información y en un protocolo de comunicación punto a punto. También soporta protocolos Ethernet e Internet, y se suma a la lista de los que se basan en la arquitectura de capas de la Organización Internacional de Estandarización ISO, en su versión de interconexión de sistemas abiertos OSI, y su modelo de referencia ISO OSI.

El protocolo LonWorks, también está diseñado para los requisitos específicos de los sistemas de control, en sus máximas exigencias para sistemas de proceso de datos. Para proporcionar estos requisitos se ha diseñado un robusto sistema de comunicaciones, el protocolo LonWorks esta dividido en capas recomendadas por ISO, por la implementación del protocolo de control de capas OSI, el protocolo LonWorks proporciona una solución de control específico que ofrece fiabilidad, prestaciones a un robusto sistema de comunicaciones requerido para aplicaciones de control del sistema.

Las siete capas del modelo ISO/OSI, están implementadas con los correspondientes servicios asociados en el protocolo LonWorks, y se citan en el cuadro 8.

**Figura 28. Ejemplo de una red LONWORKS**




Fuente: < <http://www.echelon.de/products/lonworks/>>


**Cuadro 8. Capas del modelo OSI**


NÚMERO	CAPA OSI	PROPÓSITO	SERVICIOS PROPORCIONADOS
7	<b>Aplicación</b>	Compatibilidad de aplicaciones	Objetos estándar y tipos. Propiedades de configuración. Transferencia de ficheros. Servicios de red.
6	<b>Presentación</b>	Interpretación de datos	Variables de red. Mensajes entre aplicaciones. Marcos externos.
5	<b>Sesión</b>	Control	Respuesta a mensajes. Autenticación de dispositivos.
4	<b>Transporte</b>	Función final a final	Conocimiento final a final. Tipos de servicios. Secuenciación de los paquetes. Detección de paquetes duplicados.
3	<b>Red</b>	Decodificación de mensajes	Direccionamiento a uno o varios dispositivos. Guiado de paquetes de información
2	<b>Enlaces</b>	Acceso al medio y a marcos	Manejo de marcos. Codificación de información. Comprobación de error en CRC. Acceso al medio. Detección de colisiones. Asignación de prioridades.
1	<b>Capa física</b>	Interconexión eléctrica	Interfaces para medios específicos y modulación de escenas en medios como bus, líneas eléctricas, radio frecuencia, cable coaxial, infrarrojos o fibra óptica.
Fuente: < <a href="http://www.cadfamily.com/downinfo/293450.html">http://www.cadfamily.com/downinfo/293450.html</a> >			


Este modelo es normalmente usado para comparar las características y funcionalidad de los protocolos de comunicaciones. No es un requisito que deben tener todos los protocolos implementados en modelos de capas. Es un protocolo totalmente escalable, por lo tanto también lo es el protocolo LonWorks, que proporciona todos los servicios descritos en el modelo ISO/OSI de referencia.

### **C.3.1 SERVICIOS QUE PROPORCIONAN CADA UNA DE LAS CAPAS**


 La capa física define la transmisión de los datos sobre un canal de comunicaciones. Hace que cada bit que envía el emisor sea recibido por todos los dispositivos receptores. El protocolo LonWorks es independiente del medio, así que múltiples medios son soportados por la capa física.


 La capa de enlace define los métodos de acceso al medio y la codificación de los datos para permitir el uso eficiente de los canales de comunicación. La capa de enlace define cuando un dispositivo fuente puede transmitir datos dentro del marco y detecta los errores de transmisión. Un mecanismo de prioridad se define también para dar prioridad en el canal a los mensajes más importantes.


 La capa de red define como los mensajes en forma de paquetes son dirigidos desde el dispositivo emisor a uno o más dispositivos de destino. Esta capa define el nombre y el direccionamiento de los dispositivos para permitir dar a los mensajes la ruta correcta que deben seguir. Esta capa también define como los mensajes son dirigidos entre la fuente y el destino cuando estos dispositivos se encuentran situados en diferentes canales de comunicación.

 La capa de transporte define como son enviados los mensajes. Los mensajes pueden ser intercambiados usando el servicio de conocimiento de dispositivos, donde los dispositivos que envían información esperan un mensaje de

reconocimiento de que la información ha sido recibida por parte del receptor, si este mensaje no se recibe el emisor vuelve a enviar la información. La capa de transporte también define como detectar mensajes duplicados y redirigirlos hacia el receptor si se ha perdido el mensaje de reconocimiento de llegada de información.

 La capa de sesión suma el control al intercambio de datos de las capas bajas. Esta capa soporta las acciones remotas que un cliente puede pedir a un servidor remoto. También define el protocolo de autenticación que permite a los receptores de mensajes determinar si el emisor está autorizado para enviar el mensaje.

 La capa de presentación añade la estructura para el intercambio de datos para las capas bajas, además de definir la codificación de los datos. Los mensajes pueden ser codificados como variables de la red, mensajes para aplicaciones o marcos externos. La codificación inter-polable de las variables de red es proporcionada por los tipos estándar de variables de red.

 La capa de aplicación suma la compatibilidad de los datos intercambiadas con las capas inferiores. Los objetos estándar promocionan la interoperabilidad mediante el uso de las aplicaciones de una interpretación semántica común de los datos intercambiados por las la capas inferiores. La interpretación semántica común permite que las diferentes aplicaciones deben exhibir conocimiento común para actualizar las variables de la red. La capa de aplicación también define un protocolo de intercambio de ficheros que es usado como flujo de datos entre aplicaciones.

Todas las comunicaciones consisten en uno o más paquetes de información intercambiados entre dispositivos. Cada paquete es un número variable de bytes y

---

contiene una representación compacta de los datos requeridas por cada una de las siete capas de modelo OSI. La representación compacta permite que los paquetes de información en un sistema LonWorks sean muy cortos, minimizando la implementación y el coste de cada dispositivo LonWorks.

Cada dispositivo en un canal observa si cada paquete de información transmitido en el canal comprueba la dirección de destino para ver si él es el destinatario del mismo. Si es así el dispositivo procesa el paquete y mira si contiene datos para el dispositivo y la aplicación que está funcionando en su interior. Los datos en un paquete legible por una aplicación proporcionan la información y su correspondiente mensaje de respuesta, o mensaje de autenticación a enviar al dispositivo emisor.