

**INGENIERIA CONCEPTUAL BASICA Y DE DETALLE PARA EL SISTEMA DE  
AUTOMATIZACION DE UN EDIFICIO COMERCIAL DE GRAN SUPERFICIE**



**INGRID JOHANNA GUERRERO GROSSO  
MARIA FRANCISCA MOLINA REYES**

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA  
BOGOTA  
2010**

**INGENIERIA CONCEPTUAL BASICA Y DE DETALLE PARA EL SISTEMA DE  
AUTOMATIZACION DE UN EDIFICIO COMERCIAL DE GRAN SUPERFICIE**

**INGRID JOHANNA GUERRERO GROSSO  
MARIA FRANCISCA MOLINA REYES**



Trabajo de Grado  
Ingeniería Electrónica

**Director de trabajo de grado**  
Ing. OSCAR JAVIER GAITAN PEÑA, M.Sc.  
Director Ejecutivo. ENCON S.A

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA**

**2010**

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

RECTOR MAGÍFICO: RP. JOAQUÍN SÁNCHEZ GARCÍA. S.J.  
DECANO ACADEMICO: ING. FRANCISCO JAVIER REBOLLEDO MUÑOZ.  
DECANO MEDIO UNIVERSITARIO: RP.SERGIO BERNAL RESTREPO. S.J.  
DIRECTOR DE CARRERA: ING. JUAN MANUEL CRUZ M.Sc.  
DIRECTOR DE PROYECTO: ING. OSCAR JAVIER GAITAN PEÑA. M.Sc.



**NOTA DE ACEPTACION**

-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----



\_\_\_\_\_  
Firma del jurado

\_\_\_\_\_  
Firma del jurado

\_\_\_\_\_  
Firma del director

Bogotá, 29 Enero 2010

*A Dios,  
Por el regalo de una familia bendecida, por su presencia en cada instante de debilidad, por el  
aliento de su espíritu y los dones que le dio a mi vida.  
A William, Gloria y Felipe, por su amor, su esfuerzo, y su fe en mi; todo es por ustedes y  
para ustedes.  
A Rafael, por tus palabras en el momento justo, por compartir conmigo el camino, y por  
mostrarme que más fuerte que la realidad son los sueños.*  
**INGRID.**

*A mis padres, Jimena y Fernando y a mi hermana Juliana, por su apoyo, su esfuerzo y las  
palabras de aliento en momentos de debilidad; gracias a ustedes hoy doy por terminada otra  
etapa de mi vida.  
A mis abuelos, Elvia y Enrique y a mi tío Leo, por su apoyo, su acompañamiento y por  
siempre tener confianza en mí.  
A Susana (Q.E.P.D), amiga fiel y sincera, por su incondicionalidad y su risa que alegraba  
mis días.  
Y a todos mis amigos, profesores y personas, que estuvieron siempre presentes y que fueron  
pieza fundamental en todo mi proceso formativo.*

**MARIA F.**

## **AGRADECIMIENTOS**

*Al ingeniero Oscar Javier Gaitán, por compartir sus amplios conocimientos y orientarnos en el proceso de construcción del trabajo de grado, al ingeniero Juan Carlos Casal por facilitarnos la información requerida para el desarrollo del trabajo de grado, a los ingenieros Germán Arévalo, Andrea Sánchez y Juan Bonilla, por su colaboración, disposición y asesoría.*

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION .....	9
1. MARCO TEORICO.....	12
2. ESPECIFICACIONES.....	20
2.1 CARACTERISTICAS DEL EDIFICIO .....	21
2.1.1 Características arquitectónicas .....	21
2.1.2 Consideración valor histórico y estético .....	22
2.2 CARACTERISTICAS DE LOS OCUPANTES .....	22
2.2.1 Edad .....	22
2.2.2 Cantidad y ubicación .....	22
2.2.3 Movilidad .....	22
2.3 CARACTERISTICAS CLIMATICAS DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL .....	23
2.4 DIAGRAMA DE FLUJO .....	23
3. DESARROLLOS.....	24
3.1 PRIMERA FASE.....	24
3.1.1 Propuesta inicial .....	24
3.1.2 Actividades de arranque.....	24
3.1.3 Talleres de pre-ingeniería.....	26
3.1.4 Scouting tecnológico.....	27
3.1.5 Análisis de riesgo y factibilidad .....	27
3.1.6 Informe final.....	34
3.2 SEGUNDA FASE .....	34
3.2.1 Arquitecturas .....	35
3.2.2 Criterios de diseño .....	40
3.2.3 Planimetría de equipos.....	52
3.3 TERCERA FASE .....	54
3.3.1 Recorridos de ductos.....	54
3.3.2 Listados de equipos, tuberías y cables. ....	55
3.3.3 Matriz causa-efecto.....	56
3.3.4 Especificaciones técnicas de equipos .....	57
3.3.5 Requisiciones de equipos, tubería y cableado. ....	57

3.3.6	Hojas de datos de equipos .....	58
3.3.7	Programa detallado de trabajo PDT.....	58
3.3.8	Constructibilidad .....	62
3.3.9	Presupuesto.....	63
4.	ANALISIS DE RESULTADOS.....	65
5.	CONCLUSIONES .....	66
	BIBLIOGRAFIA .....	68
	ANEXOS.....	69

## INTRODUCCION

La automatización de edificios es una de las áreas de la ingeniería que representa la integración de diferentes disciplinas para la generación de innovación tecnológica y que además genera un alto impacto en el desarrollo de las labores de supervisión, monitoreo y control de los sistemas básicos de un edificio incluyendo iluminación, aire acondicionado, ascensores, etc. El concepto global de automatización de edificios, que aparece como la tecnología emergente del momento, ha ido surgiendo como una natural evolución hacia la integración entre los distintos sistemas, con el fin de que los servicios no operen como subsistemas independientes.

Efectivamente, con el avance tecnológico y la reducción de los costos, muchas tecnologías y aplicaciones que antes sólo estaban reservadas para uso en grandes redes corporativas de oficinas o industrias, han pasado a ser viables para las instalación en edificios y viviendas en general, sin embargo el auge de opciones de automatización genera diferentes soluciones como respuesta a las necesidades particulares, soluciones que no siempre son resultado de un estudio serio, por esta razón establecer un orden, una estrategia y una metodología de desarrollo es definitivo para obtener resultados satisfactorios, óptimos y factibles, esto nos lleva a concluir que es de vital importancia el desarrollo de una ingeniería, en el proceso de construcción de soluciones de automatización.



El edificio Banco La Previsora, con sede en Guayaquil Ecuador, fue uno de los primeros edificios comerciales inteligentes en ese país, es uno de los más avanzados tecnológicamente en Sudamérica y además es considerado como una de las obras de arquitectura e ingeniería más representativas de la ciudad de Guayaquil. Desde su concepción, en 1995, en el edificio fue implementado un sistema de control central BAS (Building Automation System). El edificio cuenta con un sistema de detección de incendios, un sistema de control de accesos, un sistema de monitoreo de gasto de energía, un sistema de control de aire acondicionado, un sistema de generadores de energía y circuito cerrado de televisión. Sin embargo, se han identificado tres grandes problemas:

- Algunos de estos sistemas se encuentran completamente obsoletos, funcionan parcialmente o no se encuentran en funcionamiento.

- Desde la construcción inicial, se han realizado un sin número de ampliaciones y modificaciones de la planta física, que han quedado sin cobertura por sistema alguno.
- Cronológicamente, los subsistemas no se implementaron al mismo tiempo ni lo hicieron los mismos fabricantes del sistema BAS, por lo tanto varios funcionan de forma independiente, no integrados al sistema central dificultando su operación y administración.

A la fecha, el edificio alberga cerca de 4000 empleados de diferentes firmas comerciales, locales y extranjeras, además recibe cerca de 100.000 visitantes por mes. Este nivel de ocupación y el constante tránsito vertical y horizontal, exige que los sistemas de control de seguridad, protección de vidas, confort y manejo de energía del edificio estén en constante funcionamiento y lo hagan de una forma adecuada, según la normatividad vigente.

La administración del edificio, representada por la firma Melacorp S.A, presenta la necesidad de optimizar el uso del BAS, y para tal fin requiere de un proyecto de ingeniería que tenga por objeto el diseño de un nuevo sistema de automatización, que reevalúe las tecnologías existentes, plantee la posibilidad de instalación de otros nuevos subsistemas, se hagan las modificaciones necesarias para lograr la cobertura requerida actualmente y finalmente que permita la integración de todos los subsistemas, logrando como consecuencia beneficios desde el aspecto de ahorro de energía, ahorro en costos operativos, disminución del recurso humano, incremento en seguridad física, protección de vidas y confort.

De acuerdo a lo anterior, con el fin de dar respuesta a las necesidades planteadas se propone como objetivo principal la elaboración de las ingenierías conceptual, básica, y de detalle para la automatización de los procesos de seguridad, protección de vidas, y confort del edificio BANCO LA PREVISORA ubicado en Guayaquil Ecuador, y como objetivos específicos: la elaboración de un panorama de riesgos sobre los procesos de seguridad, protección de vidas y confort, y un análisis de factibilidad sobre cada una de las posibles soluciones para mitigar los riesgos previamente identificados, y posteriormente lograr la selección de la mejor solución de diseño para cada uno de los sistemas, a partir de los resultados del análisis de factibilidad y la relación costo beneficio para el cliente.

Con el desarrollo conceptual de todo el proyecto y su sustento bajo todos los estudios previos en los documentos generados dentro de la ingeniería conceptual se mostrará el diseño de la solución

y se perfeccionará a partir de las etapas básica y de detalle para culminar con la realización de un presupuesto final, con un margen de error del 10%, sobre el suministro, instalación y puesta en marcha del sistema de automatización del edificio.

En el presente documento se encuentra detallado el proceso para el desarrollo y cumplimiento de los objetivos definidos para la automatización del edificio. Se inicia con el desarrollo de los talleres de pre ingeniería, en los cuales se emiten documentos para la estructuración y la forma del trabajo. Con las actividades de arranque se recopiló la información necesaria para la evaluación del estado del arte de los sistemas y servicios del edificio. En la fase de scouting tecnológico (búsqueda e investigación tecnológica) se encuentran los documentos necesarios para el planteamiento de la teoría que enmarca los diferentes tópicos a tratar durante el desarrollo del proyecto.

Posteriormente se desarrollo un análisis de vulnerabilidad y riesgos del edificio definiendo sus características principales y encontrando los requerimientos necesarios para el desarrollo del proyecto, este análisis permite determinar los puntos críticos a tener en cuenta para generar la propuesta con las posibles soluciones para cada sistema, definiendo la solución más adecuada a partir de un análisis de factibilidad. A continuación se encuentra una descripción de los documentos generados para el diseño de las propuestas planteadas con las arquitecturas de los sistemas, los criterios de diseño y la planimetría de equipos. Finalmente se encontrarán los resultados obtenidos en los documentos de recorridos, listados, hojas de datos, requisiciones de equipos, especificaciones técnicas, programa detallado de trabajo (PDT), constructibilidad y el presupuesto para la puesta en marcha del proyecto.

## 1. MARCO TEORICO

La palabra Automatización viene de raíz griega *auto* que significa “por si mismo” y se refiere a la tecnología usada (sistemas mecánicos, electrónicos y computacionales) para operar y controlar una producción automáticamente.<sup>1</sup>

Históricamente la automatización se remonta al año 230 Antes de Cristo en donde el griego Philon desarrolló una lámpara de aceite con control de nivel, a partir de ese momento y hasta la actualidad se pueden diferenciar tres etapas:

1. En esta primera etapa el componente principal es el mecánico.
2. La segunda etapa se caracterizó por el acelerado desarrollo de la automatización gracias a la introducción de los elementos eléctricos y electrónicos.
3. En la tercera etapa se encuentran los sistemas de computación e informática permitiendo que la automatización tenga un desarrollo y puesta en marcha exitoso<sup>2</sup>.

La automatización también es entendida como el reemplazo del trabajo del hombre por el de una máquina trae consigo una serie de ventajas y desventajas<sup>3</sup>:

### ***Ventajas:***

- Con la automatización las horas de trabajo disminuirán.
- Con la incursión de las máquinas a trabajos riesgosos para el humano las condiciones para los trabajadores serán más seguras.
- Con el crecimiento de la industria las oportunidades de empleo aumentarán.
- La producción automatizada disminuirá los precios y mejorará la calidad de los productos aumentando el nivel de vida de las personas.

### ***Desventajas:***

- La automatización llevará a la dominación o sometimiento del ser humano por la máquina.

<sup>1</sup> Raíces etimológicas. <http://etimologias.dechile.net/griego> [Consultado el 25 de Enero de 2010].

<sup>2</sup> Página Web <<http://www.mecatronica-portal.com>> [consultada el 25 de Enero de 2010].

<sup>3</sup> Página Web <<http://sifunpro.tripod.com/automatizacion.htm>> [consultada el 25 de Enero de 2010].

- Con la reducción de la necesidad de fuerza laboral humana aumentaran considerablemente las cifras de desempleo en el mundo.

Inicialmente el control de los dispositivos se realizaba enviando una señal a través de la red eléctrica; con los avances tecnológicos y de las comunicaciones actualmente se usan emisores y receptores que reciben señales y las transforman en una acción determinada. Estos avances han permitido que la automatización se extienda a sectores diferentes al industrial como edificios, casas o cualquier arquitectura construida o en proceso de construcción.

Los términos domótica, inmótica y edificios inteligentes son usados cada vez más para las aplicaciones de las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones en el hogar. El término domótica está conformado por la palabra *Domo o Domus* que significa “casa” y por el sufijo *Tica* que significa “tecnología de información” aunque generalmente es adaptada a la palabra “automática”<sup>4</sup>.

Técnicamente inmótica se puede definir como el uso y la integración de tecnología de forma centralizada o remota en el diseño inteligente o automatizado de edificios como oficinas, edificios corporativos, hoteleros, empresariales y similares, con el fin de obtener aspectos como:

**Seguridad:** La seguridad que brinda la instalación de un sistema de automatización es más amplia que la que proporciona otro sistema ya que integra y controla la seguridad de bienes y personas además de eventualidades o deterioros en la planta física.

**Gestión energética:** La automatización de edificios busca el ahorro y aprovechamiento de la energía con la ayuda de temporizadores y termostatos, entre otros dispositivos.

**Confort:** Se refiere a las comodidades que brinda un sistema de control automático como lo son calefacción, aire acondicionado, refrigeración, iluminación, control de persianas, ventanas, sistemas de riesgo, etc.

De esta forma, un edificio inteligente es aquél que puede por sí mismo realizar acciones que modifiquen sus condiciones ambientales o tecnológicas para incrementar la satisfacción y productividad de sus ocupantes, dentro de un ambiente de confort y seguridad, generando ahorro de recursos con ayuda del monitoreo y control de los sistemas instalados en el edificio.

---

<sup>4</sup> Página Web <<http://es.wikipedia.org/wiki/Domótica>> [consultada el 25 de Enero de 2010].

Un sistema de automatización se caracteriza por los siguientes aspectos:

- Sencillez: Posee una interfaz de fácil uso y entendimiento para el usuario.
- Diseño Modular y escalable: Adecuada a cualquier tipo de edificación además de permitir fácilmente ampliaciones y modificaciones.
- Integración: Permite la integración y comunicación de los diferentes subsistemas.

Un sistema de automatización incluye uno o varios subsistemas entre los cuales se encuentran los siguientes:

### ***Sistema de Detección y alarma de incendios:***

Este sistema es una de las soluciones más importantes en cuando a los mecanismos de seguridad, es el encargado de detectar oportunamente un incendio y enviar una señal de alerta a la central de control del edificio y a organismos externos como bomberos para dar inicio a la extinción y evacuación de personas.

Debe contar con dispositivos listados por UL (Underwriters Laboratories) siguiendo las recomendaciones de NFPA 72 (National Fire Alarm and Signaling Code) y apoyadas por un equipo de profesionales calificados y responsables<sup>5</sup>. Algunos de los elementos usados en este sistema son:

- Elementos de control: Panel de detección y alarma de incendios
- Elementos iniciadores: Detectores de humo, detectores de calor, detectores de humo y calor, detectores de gas, detectores de humo para ducto y estaciones de acción manual.
- Elementos notificadores: Luces y sirenas.
- Elementos auxiliares: Módulos direccionables de salida y módulos direccionables de entrada.

### ***Sistema de Control de Accesos:***

El Sistema de Control de Acceso es una solución sencilla y rentable de seguridad usada comúnmente con el fin de evitar que personas no deseadas ingresen a zonas determinadas,

---

<sup>5</sup> Página Web <<http://www.nfpajournal-latino.com/>> [consultada el 25 de Enero de 2010].

además de permitir la creación de bases de datos de visitantes que pueden incluir fotografías y hasta huellas dactilares<sup>6</sup>. Algunos de los elementos usados en este sistema son:

- Elementos de control: Controlador de accesos.
- Elementos de campo: Lectora de tarjetas de proximidad, tarjetas de proximidad, retenedores magnéticos, detectores de apertura de puertas, molinetes, barreras para auto, dispositivos biométricos como lectora de huella dactilar, lectora de iris y lectora de cornea entre otros.

### ***Sistema de aire acondicionado HVAC:***

El sistema de HVAC (Heating, Ventilating and Air Conditioning) es un sistema de ventilación, calefacción y aire acondicionado encargado de tratar el aire en un recinto para un fin determinado por medio de su calentamiento, enfriamiento, humidificación o deshumidificación. Para realizar un diseño adecuado del sistema se debe seguir como guía las recomendaciones de ASHRAE<sup>7</sup> (Sociedad Americana de ingenieros de avances en tecnología en calefacción, refrigeración y Aire Acondicionado)<sup>8</sup>.

Según informes del US Green Building Council (USGBC) (Consejo de la Construcción Ecológica de Estados Unidos) y sus sugerencias planteadas en el sistema de directivas Leadership in Energy and Environmental Design (LEED), el aire acondicionado consume el 60% de la energía de los edificios, por lo tanto merece especial atención ya que la automatización de este sistema puede generar un ahorro de energía al mejorar los procesos de disminución de ingreso de aire exterior, fijación de horarios de funcionamiento, control de calidad del aire, secuencia de equipos y control de demandas, control en el proceso de arranque y parada de equipos, por medio de funciones programables. Algunos de los elementos usados en este sistema son:

- Unidades enfriadoras.
- Unidad de manejo del aire.
- Sistemas de bombeo.
- Calderas.
- Sensores de temperatura.

---

<sup>6</sup> Tomado de Página Web <<http://www.itecmex.com/control.htm>> [consultada el 25 de Enero de 2010].

<sup>7</sup> Tomado de Página Web <<http://www.ashrae.org/>> [consultada el 25 de Enero de 2010].

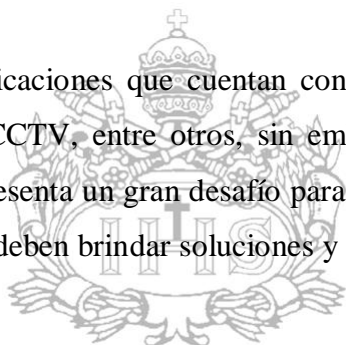
<sup>8</sup> Tomado de Página Web <[http://www.quiminet.com/ar1/ar\\_aasdadddsavcd-criterios-para-un-sistema-hvac-de-calidad.htm](http://www.quiminet.com/ar1/ar_aasdadddsavcd-criterios-para-un-sistema-hvac-de-calidad.htm)> [consultada el 25 de Enero de 2010].



Estos sistemas pueden ser instalados en cualquier tipo de edificación como casas, apartamentos, edificios o parqueaderos que se encuentren en obra negra o que ya estén construidos y su costo depende de la cantidad de puntos a supervisar y controlar, de los subsistemas instalados y de las necesidades del cliente<sup>10</sup>.

Un sistema inteligente de automatización de edificios es capaz de establecer una interconexión lógica entre los diferentes sistemas, climatización, refrigeración, ventilación de locales, equipos sanitarios, sistemas eléctricos y de seguridad llegando hasta sistemas de transporte vertical como ascensores y escaleras mecánicas.<sup>11</sup> El BAS Permite al sistema conocer en todo momento el estado de los dispositivos, los datos específicos asociados a eventos, los valores de medición de determinada variable, y el almacenamiento, seguimiento y emisión de mensajes de servicio y alarma, lo cual permite iniciar acciones controladas dentro del edificio.

Actualmente existen muchas edificaciones que cuentan con subsistemas independientes como iluminación, seguridad, HVAC, CCTV, entre otros, sin embargo el interés por integrar estos sistemas es cada vez mayor y representa un gran desafío para los ingenieros de automatización y las empresas proveedoras quienes deben brindar soluciones y productos capaces de integrar todos los subsistemas.



Para solucionar el desafío de la interoperabilidad de los subsistemas, la industria está usando sistemas con protocolos de comunicación abierta y controladores que soporten y administren diferentes redes de telecomunicaciones desde una única estación de trabajo<sup>12</sup>. Con la compatibilidad de los componentes y los subsistemas se busca reducir los gastos en mano de obra para la instalación, configuración y puesta en marcha de los equipos. Esto conlleva, a su vez, a la reducción de la inversión inicial y de los costos de operación para los dueños de los edificios.

Entre los protocolos más usuales están: BACnet (Building Automation and Control network) aprobado y apoyado por la American National Standards Institute (ANSI) y la Sociedad Americana de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado (ASHRAE), C-Bus (Clipsal Bus) que es un protocolo cerrado para la automatización del hogar y edificios aunque presenta un

<sup>10</sup> Tomado de Pagina Web <http://tecnio.elespectador.com/> [consultada el 25 de Enero de 2010].

<sup>11</sup> Tomado de pagina web <http://www2.boschsecurity.us> [consultada el 25 de Enero de 2010].

<sup>12</sup> Tomado de la Página Web <<http://www.emb.cl>> [consultada el 25 de Enero de 2010].

gran obstáculo al uso generalizado de cable C-Bus y es que no funciona sobre el cableado existente, el estándar KNX (EN 50090, ISO/IEC 14543) que es el sucesor y la convergencia de tres normas anteriores: European Home Systems Protocol (EHS), BatiBUS y el European Installation Bus (EIB) utilizado comúnmente para el control de iluminación, calefacción, persianas, audio y video, en aplicaciones de domótica e inmótica, con capacidad de manejar hasta 14.000 puntos de control, entre otros. Algunas de las características de los protocolos más usados se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 1.** Protocolos de comunicación más comunes en automatización de edificios.

Technology	Transmission medium	Transmission speed	Maximum distance to the device
Ethernet	Unshielded twisted pair	10 Mbit/s – 1 Gbit/s	100 m
	Optical Fiber	1 Gbit/s – 10 Gbit/s	2 km – 15 km
Wi-Fi	Radio frequency	11 Mbit/s – 248 Mbit/s	30 m – 100 m
Bluetooth	Radio frequency	1 Mbit/s – 10 Mbit/s	10 m – 100 m
IRDA	Infrared	9600 bit/s – 4 Mbit/s	2 m
C-Bus	Twisted pair / Electrical wiring / Radio frequency / Infrared / Ethernet / Wi-Fi	1200 bit/s – 9600 bit/s	1000 m
LonWorks	Twisted pair / Electrical wiring / Radio frequency / Coaxial	1.70 kbit/s – 1.28 Mbit/s	1500 m – 2700 m
X10	Electrical wiring	50 bit/s – 60 bit/s	
KNX - EIB	Twisted pair / Electrical wiring / Radio frequency / Infrared / Ethernet	1200 bit/s – 9600 bit/s	300 m – 1000 m
Zigbee	Radio frequency	20 kbit/s – 250 kbit/s	10 m – 75 m
Zwave	Radio frequency	9.6 kbit/s – 40 kbit/s	1 m – 75 m

Imagen tomada de <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mv?xid=1223&edi=64>. [Consultada el 25 de Enero de 2010]

La ingeniería forma parte vital en el proceso de automatización de un edificio. Según la Real Academia Española, ingeniería es el estudio y aplicación, por especialistas, de las diversas ramas de la tecnología<sup>13</sup>. Además, la ingeniería es definida también como el conjunto de conocimientos científicos usados para la solución, perfeccionamiento u optimización de los procesos y problemas que involucran a la humanidad. A diferencia del método científico el ingenio es usado de manera pragmática y ágil ya que una actividad de ingeniería, por lo general, está limitado por el tiempo y los recursos de un proyecto.

Un proyecto de ingeniería consiste en el desarrollo de tres fases llamadas ingeniería conceptual, básica y de detalle explicadas a continuación:

***Primera fase: Ingeniería Conceptual.***

<sup>13</sup> Definición tomada de Real Academia Española. En línea. <<http://www.rae.es>> [consultada el 25 de Enero de 2010].

Durante el desarrollo de esta fase se realiza un estudio del estado del arte del sistema con base en la información proporcionada por el cliente; posteriormente se realiza un análisis de vulnerabilidad y riesgo del edificio definiendo los requerimientos y características principales del proyecto, de acuerdo con el entorno y magnitud de los riesgos; con base en los resultados obtenidos se presenta un estudio de factibilidad de los sistemas previamente instalados y posteriormente una propuesta de las posibles soluciones, para mitigar los riesgos y satisfacer las necesidades planteadas.

***Segunda Fase: Ingeniería Básica.***

Durante el desarrollo de la segunda fase del proyecto se plantea la arquitectura y las características de todos los sistemas y equipos principales, además de los elementos que hacen parte del proyecto, partiendo de los resultados de la ingeniería conceptual.

***Tercera Fase: Ingeniería de Detalle.***

Durante el desarrollo de esta fase, con base en los documentos y resultados emitidos en la ingeniería básica, se desarrollan las especificaciones de los equipos, instrumentos y materiales necesarios para la implementación del proyecto, basado en códigos, normas estándar y proveedores disponibles. Se presenta la planimetría y documentación pertinente a cada uno de los equipos necesarios para la instalación y puesta en marcha de los sistemas definidos. Además se presenta un presupuesto para la puesta en marcha del proyecto.

## 2. ESPECIFICACIONES

El presente trabajo de grado está enmarcado por las necesidades directas del cliente, sus especificaciones corresponden a los aspectos puntuales a los que se desea dar solución los cuales se describen a continuación:

1. Los subsistemas de automatización actualmente instalados en el edificio no se encuentran integrados en su totalidad ocasionando gastos innecesarios de energía y pérdidas económicas para la administración del edificio.
2. Algunos de los elementos actualmente instalados en el edificio se encuentran obsoletos y sin soporte técnico. Estos dispositivos son: Panel de control de incendios y controladores VAV, controladores digitales y sensores de temperatura para HVAC.
3. En el sistema de control de accesos se encontraron los siguientes problemas:
  - 3.1 No existe un control de tránsito de personas en los pisos 31 y 32 aumentando el riesgo de intrusión en el Bankers Club.
  - 3.2 Diariamente se pierde un número de tarjetas de acceso las cuales son entregadas a los visitantes del edificio al momento del ingreso.
  - 3.3 No hay una base de datos con registro de datos de los visitantes al edificio dificultando la gestión de tráfico en el mismo.
4. En el sistema de circuito cerrado de televisión se encontró que las cámaras actualmente instaladas tienen problemas de distorsión de imágenes lo cual dificulta la identificación y el reconocimiento de personas además del monitoreo remoto entorpeciendo las labores de vigilancia y monitoreo del edificio.

## 2.1 CARACTERÍSTICAS DEL EDIFICIO

### 2.1.1 Características arquitectónicas

Para el diseño de los subsistemas de automatización se tuvieron en cuenta las características arquitectónicas del edificio que se describirán a continuación:

El Edificio Banco la Previsora es un edificio comercial de 135 metros de altura y más de 60.000 metros cuadrados de construcción, ubicado en la Avenida 9 de Octubre 100 y Malecón en Guayaquil, Ecuador, cuenta con 33 pisos distribuidos en cinco sectores, la primera en donde se encuentra el subsuelo, la planta baja y el piso 1, la segunda que corresponde a los pisos del piso 2 al 8 con los parqueaderos, la tercera del piso 11 al 20, destinados a pisos bancarios, la cuarta del 21 al 30 con oficinas comerciales, y la última con los pisos 31 y 32 en la cual funciona el Barkers club.

El subsuelo tiene una altura de piso a techo de 3.8m y un área de 58.36m de largo por 33.8m de ancho, aquí se encuentra la zona cisternas, el cuarto de equipos de bombeo, la planta desalinadora, el cuarto de ductos, el cuarto de control, los casilleros de seguridad, la bóveda de valores públicos, la custodia de valores públicos, los cuartos de conteo y recuento, el archivo y los baños. Este piso tiene acceso restringido al público y únicamente se comunica con la planta baja por medio de escaleras.

La planta baja tiene una altura del piso al techo falso de 2.4m y un área de 58.36m de largo por 33.8m de ancho, aquí se encuentran ubicadas tres entradas principales que dan acceso al hall bancario, al hall principal y a la zona restringida para paso, además se encuentra el punto de información, una sala de estar, los ascensores que comunican con los pisos superiores del edificio y la rampa de acceso a parqueaderos.

El piso 1 tiene una altura del piso al techo falso de 2.4m y un área de 58.36m de largo por 33.8m de ancho. Este piso corresponde a instalaciones del banco.

Los pisos 2 al 8 corresponden a parqueaderos, cada piso tiene un área de 58.36m de largo por 33.8m de ancho, consta de 27 espacios de parqueo, zonas generales, dos escaleras de acceso y 8 ascensores.

Los pisos del 11 al 20 corresponden al piso tipo bancario, tienen una altura del piso al techo falso de 2.4m y un área de 58.36m de largo por 33.8m de ancho, aquí se encuentra un cuarto de ductos, una cafetería, un cuarto de control general, una bodega, un cuarto de aseo y utilería, una zona de baños de caballeros y damas, 8 ascensores, 2 escaleras de acceso y una zona general para el uso del banco.

En los pisos del 21 al 30 se encuentran oficinas comerciales, propiedad de diferentes firmas y su plano arquitectónico corresponde al piso tipo oficinas, este tiene un área de 58.36m de largo por 33.8m de ancho, con una altura de piso a techo falso de 2.4m, dividida en 7 oficinas, una sala de maquinas de ascensores, un cuarto de ductos, 8 ascensores y 2 escaleras de acceso que comunican todo el edificio. Cada oficina cuenta con baños, un cuarto de lavadero, muros exteriores e interiores y ventanales exteriores.

Los piso 31 y 32 corresponden a pisos de Bankes Club y tienen la misma descripción física de los pisos bancarios (del 11 al 20). Todos los pisos del edificio cuentan con columnas y ductos compartidos para instalaciones eléctricas, de telefónica y comunicación.

### **2.1.2 Consideración valor histórico y estético**

El edificio Banco La Previsora, fue uno de los primeros edificios comerciales inteligentes en este país y es uno de los más avanzados tecnológicamente en Sudamérica, además es considerado como una de las obras de arquitectura e ingeniería más representativas de la ciudad de Guayaquil.

## **2.2 CARACTERISTICAS DE LOS OCUPANTES**

### **2.2.1 Edad**

Las personas que visitan y laboran el edificio se encuentran entre los 20 y 80 años.

### **2.2.2 Cantidad y ubicación**

El edificio cuenta con un total aproximado de 4000 empleados distribuidos en todos los pisos y recibe cerca de 2500 visitantes al día.

### **2.2.3 Movilidad**

El edificio moviliza cerca de 6500 personas al día, esto hace que el transito vertical y el control de seguridad del edificio sea de vital importancia.

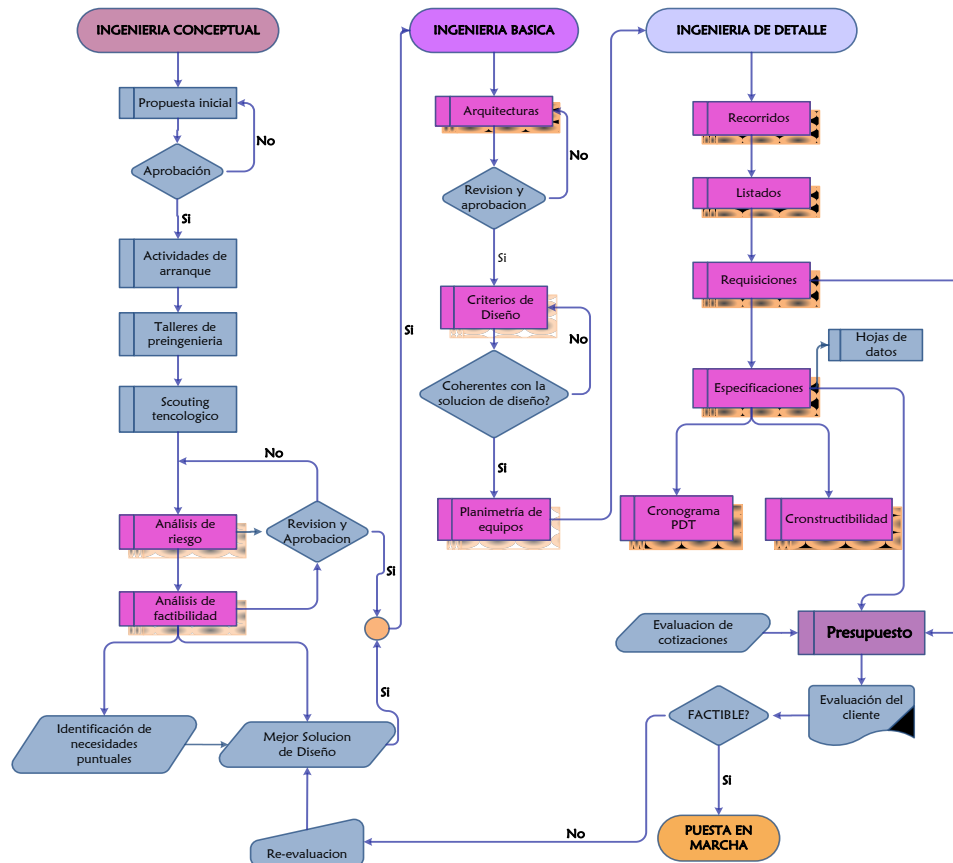
## 2.3 CARACTERISTICAS CLIMATICAS DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

El edificio se encuentra ubicado en una ciudad (Guayaquil) que por su ubicación en plena zona ecuatorial tiene un clima tropical con temperatura cálida durante casi todo el año, su promedio esta cerca de los 23.5°C. Por su proximidad con el Océano Pacifico tiene dos periodos climáticos bien diferenciados, uno lluvioso y húmedo con calor típico del trópico, y el otro seco un poco más fresco que va desde mayo a diciembre. La precipitación anual es del 80% en el primero y del 20% en el segundo (Para detalles refiérase al número de anexo 7).

## 2.4 DIAGRAMA DE FLUJO

Teniendo en cuenta especificaciones del edificio y las necesidades identificadas previamente, para el desarrollo del proyecto se siguió la metodología descrita en el diagrama de flujo mostrado en la figura 2 guardando la relación entre las fases y actividades que la componen. Cabe aclarar que los procesos que generan entregables, se pueden identificar como cajetines rectangulares, los puntos críticos entregables se identifican además con color púrpura.

Figura 2. Diagrama de flujo con la metodología de desarrollo del proyecto



### 3. DESARROLLOS

La metodología para el trabajo de grado se desarrollo con base en el esquema planteado en la figura 2, siguiendo tres fases para el alcance de los objetivos.

#### 3.1 PRIMERA FASE

Como resultado de la primera fase se generaron 6 grupos de documentos: Propuesta inicial, actividades de arranque, talleres de pre-ingeniería, scouting tecnológico, análisis de riesgo y factibilidad e informe final. Esta fase corresponde a la ingeniería conceptual descrita en la metodología mostrada en la figura 2.

##### 3.1.1 Propuesta inicial

En la propuesta inicial del trabajo se plantearon los objetivos, la justificación y la proyección del alcance que se pretendía dar al proyecto.

##### 3.1.2 Actividades de arranque



Inicialmente se procedió al desarrollo de las actividades necesarias para la búsqueda de información referente a el estado del arte de los sistemas del edificio; para la recopilación de esta información, se recurrió a la solicitud directa (vía telefónica, web y con el uso de una cuenta FTP para transferencia de archivos) de los documentos, planos, facturas, dibujos, etc., al administrador del edificio Banco la previsora. Además se hizo una búsqueda exhaustiva de la documentación necesaria para enmarcar el proyecto dentro de la normatividad vigente referente a protección de vidas, códigos estándar para planimetría de equipos, normas técnicas para el desarrollo del proyecto etc.:

Como resultado de este proceso se obtuvieron los siguientes documentos que se emplearon como base para el desarrollo del proyecto:

- a. Sistema de control de accesos (CA):
  - Esquema de la arquitectura del sistema de control de accesos actual.

b. Sistema de aire acondicionado (HVAC):

- Planos de resumen de equipos instalados.
- Planos de ductos de aire acondicionado de subsuelo, planta baja y piso 1.
- Planos isométricos de las unidades manejadoras de aire.
- Plano isométrico de control del sistema de HVAC.

c. Sistema de detección y alarma de incendio (DAI)

- Información no formal, obtenida en reuniones con el administrador del edificio Banco Previsora. (Para detalles referirse al anexo 4 del proyecto)

d. Información adicional.

- Listado de costos de seguridad privada.
- Flujograma de amenaza de bombas.
- Guía de operación de guardas de seguridad.
- Plan de evacuación piso tipo de oficinas (ejemplo piso 18).
- Análisis de riesgos del año 2003 del edificio banco previsora.

e. Planos arquitectónicos del edificio.

- Fachada costado lateral
- Fachada principal.
- Subsuelo
- Planta baja
- Piso 1
- Piso tipo bancario
- Piso tipo oficinas
- Parqueaderos.

Los documentos de la normatividad requerida para el desarrollo del proyecto consisten en:

- National Fire Protection Association. “Aplicación, instalación, desempeño y mantenimiento de los sistemas de alarma de incendio y sus componentes”. NFPA 72®. National Fire Alarm Code®. 2002 Edition

- National Fire Protection Association. “Símbolos de seguridad contra incendios y de emergencia”. NFPA 170®. National Fire Alarm Code®. 2002 Edition.
- American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers. ASHRAE handbook: heating, ventilating, and air-conditioning applications 2007 Edition.

Además, para el desarrollo y forma de los documentos del proyecto se consultaron y aplicaron las siguientes normas:

- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Norma técnica colombiana. Elementos de instalaciones eléctricas. NTC 2050. Tercera actualización 1998.
- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Normas colombianas para la presentación de trabajo de investigación. Segunda actualización. Bogotá: ICONTEC, 1996. 126p. NTC1307

### 3.1.3 Talleres de pre-ingeniería



Los documentos emitidos dentro de los talleres de pre-ingeniería, se desarrollaron con el fin de establecer un formato propio, un orden y una estructura a los documentos y además permitir el registro del avance, las correcciones, las observaciones, las visitas de campo, y el proceso llevado a cabo durante el desarrollo del proyecto.

Además se desarrollaron dos documentos, denominados: Análisis de riesgo piso tipo oficinas y Avance climatológico de la región litoral identificados con el número de anexo 7 y 8. En estos documentos se, plantean los criterios para el desarrollo de ingeniería. En el primero se establece una tabla de las condiciones climáticas promedio de la ciudad de Guayaquil, con el fin de poner en práctica herramientas de metodología de investigación, definidas previamente. En el segundo, se definieron los aspectos de planeación e identificación de riesgos, evaluación cualitativa, evaluación cuantitativa, reparación de respuestas para administrar los riesgos y monitoreo de riesgos, como ejercicio para el desarrollo del análisis de riesgo del edificio banco previsor.

### 3.1.4 Scouting tecnológico

En estos documentos se realiza una condensación de información con el fin de establecer el estado del arte, contexto, topologías de redes (refiérase al anexo 9), protocolos de comunicación (refiérase al anexo 14), arquitecturas (refiérase a los anexos 10 y 11), modelos de comunicaciones (refiérase al anexo 13) y herramientas gerenciales (referirse al anexo 12) para el diseño de los sistemas de control de accesos (CA), circuito cerrado de televisión (CCTV), aire acondicionado (HVAC) y detección y alarma de incendio (DAI).

### 3.1.5 Análisis de riesgo y factibilidad

Teniendo en cuenta los documentos generados en las actividades previas, se realizó un análisis de riesgo orientado a definir, hacer una planeación e identificación de los riesgos a los que está expuesto el edificio. Dentro del análisis se realizó una evaluación cualitativa y cuantitativa del impacto y probabilidad de ocurrencia de los riesgos, analizando aquellos eventos que conciernen al cliente y a los realizadores, usando herramientas como lluvia de ideas, juicios basados en experiencias y registros, análisis de escenarios y técnicas de ingeniería. Con base en este procedimiento se desarrolló una matriz, definiendo los eventos por piso y zona, su probabilidad, impacto, causa y efectos, facilitando la priorización de los riesgos, y de acuerdo a una evaluación, planteando y seleccionando todas las posibles acciones o soluciones apropiadas para mejorar las condiciones y reducir las amenazas.

Una muestra de esta matriz análisis de riesgo se muestra en la tabla número 2. (Para detalle de la matriz de análisis de riesgo del edificio Banco Previsora referirse al anexo número 15)

**Tabla 2.** Muestra de la matriz de análisis de riesgo del edificio banco previsora

 PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA	<b>PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>INGENIERIA ELECTRONICA</b>	<b>AUTOMATIZACION DE EDIFICIOS</b>	
		Edificio Banco La Previsora. Guayaquil, Ecuador	
		<b>NUMERO DEL DOCUMENTO</b>	IB-0000MREP-04
		<b>ELABORO</b>	I.G.    M.M.
		<b>REVISO</b>	O.G.
		<b>APROBO</b>	O.G.
<b>TRABAJO DE GRADO</b>	Ingeniería conceptual, básica y de detalle para el sistema de automatización de un edificio de gran superficie.	<b>FECHA</b>	28/09/2009

DIRECTOR		Oscar Gaitán							NOMBRE DE DOCUMENTO	Muestra 1 matriz de análisis de riesgos del edificio banco previsor.
REALIZADORES		Ingrid Johanna Guerrero Grosso			Maria Francisca Molina Reyes				HOJA	2
SECTOR	PISOS	ZONA	RIESGOS	P	I	ER=PI	CAUSA	EFFECTOS	MITIGACIÓN	
PISOS BAJOS BANCARIOS	SUBSUELO	Archivos	Acumulación de humo	0,8	5	4	Incendio. Falta de sistemas de control de humo.	Pérdida de vidas. Pérdidas económicas.	Instalación de un sistema dedicado de control del movimiento de humo. Instalación de un sistema no dedicado de control del movimiento de humo. Instalación de sistemas que detecten acumulación de humo.	
			Propagación de humo	0,4	5	2	Incendio. Falta de sistemas de control de humo.	Pérdida de vidas. Pérdidas económicas.	Instalación de un sistema dedicado de control del movimiento de humo. Instalación de un sistema no dedicado de control del movimiento de humo. Sistemas de presurización. Cerrar puerta y ventanas según el movimiento del viento. Enviar ascensores al primer piso. Apagar el aire acondicionado.	
			Incendio	0,8	7	5,6	Presencia de explosivos o elementos detonantes. Fallas en el cableado y tomas eléctricas ante la presencia de corto circuitos o elementos combustibles. Cigarrillos o velas prendidas.	Pérdida de vidas o bienes. Pérdidas económicas.	Instalación de un sistema de detección de incendios, sensores de humo y/o temperatura. Instalación de CCTV para detección de incendios. Instalación de rociadores de agua. Instalación de sistema dedicado para control de humo. Instalación de sistemas no dedicados para control de humo.	
			Explosión fuera del edificio	0,1	2	0,2	Atentados terroristas. Incendios fuera del edificio. Fallas en tuberías de gas.	Pérdida de vidas o bienes. Destrucción de la infraestructura. Fallas de salidas de emergencia. Pérdidas económicas.	Instalación de sistemas efectivos de evacuación. Instalación de sistemas de CCTV.	
			Sabotaje	0,5	8	4	Intensiones de dañar alguna de las firmas que laboran en el edificio. Conflictos sociales o políticos.	Daños parciales o totales en las instalaciones. Pérdida de vidas o bienes. Pérdidas económicas. Robo	Instalación de un sistema de circuito cerrado de televisión. Contratación de guardia de seguridad que efectúe rondas constantes. Instalación de sistemas eficientes de evacuación. Instalación de sistemas de control de accesos.	
			Condiciones naturales extremas	0,4	7	2,8	Fallas geológicas. Vientos fuerte. Huracanes y tormentas. Tsunami.	Pérdida de vidas o bienes. Pérdidas económicas.	Instalación de sistemas efectivos de evacuación. Evaluación constante de las estructuras antisísmicas. Instalación de bombas eléctricas, para garantizar el fluido eléctrico.	
			Personas atrapadas	0,6	5	3	Fallas en el sistema de control de accesos.	Pánico. Pérdidas económicas.	Monitoreo y control de los sistemas de control de accesos. Instalación de sistemas eficientes de evacuación. Instalación de sistemas de control de accesos de falla segura.	
			Intrusión	0,6	7	4,2	Falta de monitoreo constante. Facilidad de acceso a zonas y material de carácter privado.	Robo de bienes materiales o propiedad intelectual. Instalación de explosivos en el recinto. Pérdidas económicas.	Instalación de un sistema de circuito cerrado de televisión. Contratación de guardia de seguridad que efectúe rondas constantes. Instalación de sistema de control de accesos.	

Para la realización del análisis de riesgo del edificio banco previsora (para detalles del análisis de riesgo referirse al anexo numero 16), se tiene en cuenta el procedimiento indicado por el Project Management Institute<sup>14</sup> para el monitoreo y gestión del riesgo, que consiste en el proceso de analizar y supervisar las actividades propias del edificio, con el fin de identificar todos los cambios, derivaciones o nuevos riesgos que se puedan presentar, los cuales se deben re-analizar con el fin de proponer nuevas soluciones para mitigarlo y plantear acciones de control, para lo cual se hizo uso de toda la información referente, proporcionada por el administrador del edificio en la etapa de actividades de arranque.

El procedimiento consistió según Project Management Body of Knowledge consiste en 6 etapas:

- a. Planeación de riesgos
- b. Identificación de riesgos.
- c. Evaluación cualitativa.
- d. Evaluación cuantitativa.
- e. Preparación de respuestas para administrar los riesgos.
- f. Monitoreo de riesgos.

Cada una de estas etapas se describe en detalle en el anexo numero 16. Nos centraremos en detallar los puntos que permiten efectuar un análisis de resultados: la evaluación cualitativa y cuantitativa. En la evaluación cualitativa se valora y analiza la probabilidad de ocurrencia y el impacto de cada riesgo; es una herramienta que se utiliza con el fin de estandarizar y facilitar la evaluación y priorización de los riesgos teniendo en cuenta su probabilidad de ocurrencia e impacto. La evaluación cuantitativa permite establecer el valor de probabilidad e impacto, es decir permite asignar un número en una escala previamente definida, que facilite cálculos estadísticos y suministre información más exacta.

Para evaluar cualitativa y cuantitativamente los riesgos fue necesario determinar la probabilidad de ocurrencia del riesgo y su impacto, con este fin se define que la probabilidad está dada por una escala de 0 a 1 donde 0 significa que jamás ocurre y 1 que se tiene certeza sobre la ocurrencia, por lo tanto los eventos de riesgo estarán clasificados dentro de la escala siguiente:  $P \leq 0.4$  improbable,  $0.4 < P < 0.7$  probable y  $P \geq 0.7$  muy probable. Así mismo se debe determinar una escala para clasificar el riesgo según el impacto que este tenga sobre los intereses que se

---

<sup>14</sup> Project Management Institute. Project Management Body of Knowledge **PMBOK**®, guía estándar creada para la gestión de proyectos. 4<sup>th</sup> Edición 2008

desean proteger; con este fin se define el impacto con un numero de 0 a 10 donde 0 significa un impacto muy leve, y 10 un impacto grave, es decir 0-3 tolerable, 4-7 medio, 8-10 severo.<sup>15</sup>

Después de identificar y definir los riesgos es necesario determinar una acción que los evite o mitigue, que reduzca su probabilidad de suceso y que elimine la incertidumbre, para esto se define finalmente el estado de riesgo, determinado por la multiplicación entre la probabilidad de ocurrencia y el impacto,  $ER=P*I$ , el estado de riesgo determinara finalmente una escala para clasificar los riesgos de forma cuantitativa y establecer cuales merecen mayor atención.

Es importante aclarar que los criterios tenidos en cuenta para la asignación de un valor de probabilidad a cada uno de los riesgos estuvieron fundamentados en la experiencia de los asesores del proyecto y en criterio propio, además, para la asignación de valores de impacto se tuvo en cuenta la opinión directa del cliente y su valoración de acuerdo a las causas y efectos planteados para cada riesgo.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la matriz de probabilidad se procedió a la elaboración de diagrama, cada uno de ellos permite determinar frente a cuales riesgos el edificio está menos preparado, para esto se determinó que las zonas más vulnerables son las que tienen el promedio de estado de riesgo más alto y en las cuales es necesario proponer soluciones que mitiguen el impacto.

Las figuras 3 y 4 resumen el análisis general de todo el edificio, sin embargo fue necesario hacer un desarrollo sectorizado en donde se observa de manera más detallada que zonas son más vulnerables a algunos riesgos, este análisis se muestra en detalle en el documento referenciado con el numero de anexo 16. El edificio Banco la Previsora cuenta con cuatro zonas principales que serán analizadas: pisos bajos bancarios (subsuelo, planta baja y piso 1), parqueaderos (piso 2 al 10), piso tipo oficinas (oficinas del piso 21 al 30) y pisos bancarios y bankers club (pisos 11 al 20 y 31 al 32); para cada una de estas zonas se realizo una gráfica de probabilidad e impacto y una gráfica de estado de riesgo. Los diagramas que muestren un valor de estado de riesgo alto indican las áreas que demandan una especial evaluación, este análisis permite determinar frente a cuales riesgos es necesario tomar medidas, teniendo en cuenta el interés del cliente, y es un

---

<sup>15</sup> Escalas basadas en Juan José Miranda Miranda, "El desafío de la gerencia de proyectos" MM Editores 2006.

indicador cuantitativo para establecer cuales sistemas de automatización pueden ser la solución a diferentes riesgos identificados.

Para el análisis grafico de de los resultados del edificio en general se calculó el valor promedio de la probabilidad, impacto y estado de riesgo de cada uno de los eventos identificados y posteriormente se elaboraron los correspondientes diagramas.

Figura 3. Diagrama de vulnerabilidad. Edificio Banco la Previsora

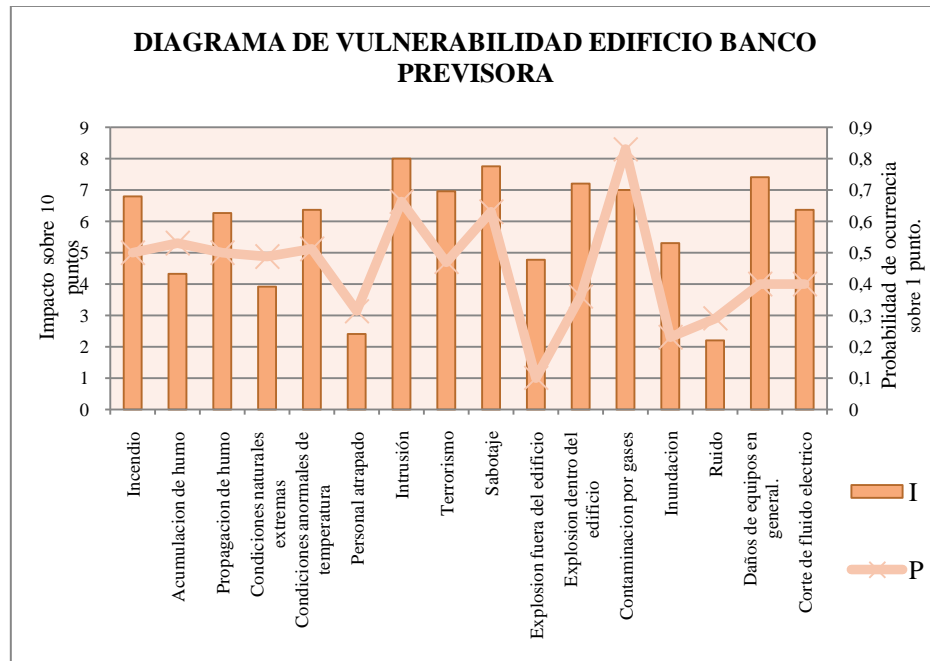
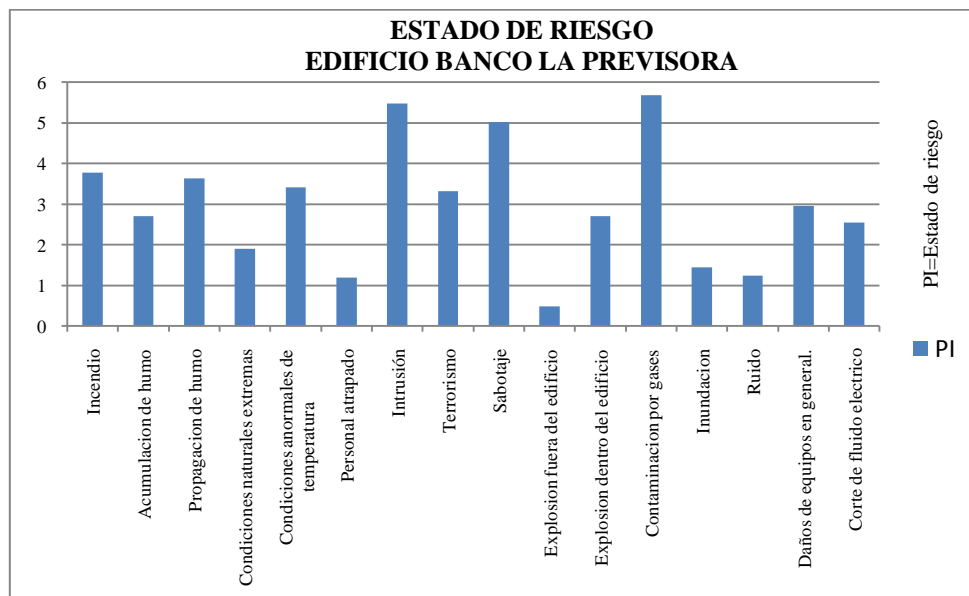


Figura 4. Presentación del estado de riesgo de los riesgos identificados para el edificio banco la previsora.



Con base en análisis de riesgo se procedió al desarrollo de un análisis de factibilidad con el fin de mostrar en un documento entregable las soluciones o tecnologías planteadas definiendo arquitectura, tecnologías-componentes, características, costo, confiabilidad, mantenimiento, comodidad del usuario final ventajas y desventajas, de cada una de las soluciones, o tecnologías planteadas para mitigar los riesgos identificados en el análisis previo, es decir, haciendo una comparación de aspectos característicos de cada solución para determinar la mejor. (Para detalles referirse al anexo numero 17).

Para facilitar el estudio de las propuestas y determinar la mejor solución se hizo uso, además del análisis de factibilidad, de un instrumento metodológico, la matriz DOFA, debilidades, oportunidades, fortalezas, amenazas (para detalle referirse al anexo numero 18) para identificar las acciones viables mediante el cruce de variables, en el supuesto de que las acciones estratégicas son acciones posibles y que la factibilidad se encuentra en la realidad misma del sistema. Mediante esta herramienta se identifico el estado actual de los sistemas y se confronto con las opciones planteadas para dar solución a las necesidades del Edificio Banco la Previsora.

Como resultado de este estudio se definieron los siguientes parámetros:

***a. Debilidades***

- El 80% dispositivos instalados en el edificio se encuentran obsoletos.
- El 50% de dispositivos (que corresponden a dispositivos del sistema de detección y alarma de incendio) ya no tienen soporte técnico
- Los sistemas instalados generan costos elevados a la administración del edificio.

***b. Oportunidades***

- Los fabricantes ofrecen equipos de nueva tecnología con soporte técnico compatibles con parte de la infraestructura actual.
- La administración del edificio cuenta con recursos financieros para invertir en los sistemas de automatización.

**c. Fortalezas**

- El edificio tiene los sistemas de DAI, CA, HVAC y CCTV instalados desde su construcción.
- Se encuentra instalado el cableado.
- El Edificio cuenta con dispositivos instalados que funcionan correctamente.
- Las personas que laboran en el edificio y que lo visitan frecuentemente están familiarizados con él y sus sistemas instalados.

**d. Amenazas**

- Falta de soporte técnico que imposibilite el funcionamiento de los sistemas en caso de falla de los dispositivos.
- Pérdidas de equipos y económicas por el mal funcionamiento de los sistemas instalados.

Haciendo uso de las herramientas mencionadas se definen los aspectos puntuales que se sugieren y se desarrollaron en el diseño. Estos aspectos se muestran en la tabla 2.

**Tabla 2.** Aspectos puntuales para diseño del sistema de automatización del edificio banco previsor

NECESIDADES DEL CLIENTE	DEBILIDADES	FORTALEZAS	SOLUCIÓN
<b>SISTEMA DE DETECCIÓN Y ALARMA DE INCENDIOS (DAI)</b>			
1. Integración con los demás sistemas de automatización.	1. Panel de control obsoleto y sin soporte técnico.	1. Nuevas tecnologías en el mercado compatibles con los dispositivos en funcionamiento actualmente instalados.	Se sugiere la actualización del panel de detección y alarma de incendios a uno con soporte técnico y compatible con los dispositivos actualmente instalados en el edificio.
2. Actualización de los dispositivos obsoletos y sin soporte de los fabricantes.		2. Posibilidad de inversión económica.	
	3. Los dispositivos de campo actualmente instalados se encuentran en buenas condiciones.		
<b>SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO (HVAC)</b>			
1. Integración con los demás sistemas de automatización.	1. Controladores y sensores de temperatura obsoletos y sin soporte técnico.	1. Nuevas tecnologías en el mercado compatibles con los dispositivos en funcionamiento actualmente instalados.	Se sugiere la actualización de los controladores y sensores de temperatura actualmente instalados en el edificio, además del protocolo de comunicación.
2. Actualización de los dispositivos obsoletos y sin soporte de los fabricantes.		2. Posibilidad de inversión económica.	
	3. Los dispositivos mecánicos actualmente instalados se encuentran en buenas condiciones.		

<b>CONTROL DE ACCESOS (CA)</b>			
1. Aumentar el control de acceso de personas a los pisos 31 y 32.	1. Falta de control de acceso a los pisos 31 y 32.	1. Nuevas tecnologías en el mercado compatibles con los dispositivos en funcionamiento actualmente instalados.	1. Por sugerencia del cliente se propone la instalación de dispositivos de control (lectoras de tarjetas de acceso) en los ascensores que comunican con los pisos 31 y 32 del edificio.
2. Solucionar la pérdida de tarjetas entregadas a las personas que visitan el edificio.	2. Pérdidas económicas por las tarjetas no regresadas a la recepción del edificio.	2. Posibilidad de inversión económica.	2. Se sugiere la instalación de molinetes en la planta baja del edificio para la retención de las tarjetas de acceso entregadas a la cada visitante en el momento del ingreso.
3. Crear una base de datos de los visitantes al edificio.	3. Graves fallas de seguridad para el edificio.	3. Los dispositivos actualmente instalados se encuentran en buenas condiciones.	3. Se sugiere la instalación de un dispositivo biométrico en la recepción del edificio con el fin de realizar la base de datos de los visitantes.
<b>CIRCUITO CERRADO DE TELEVISION (CCTV)</b>			
1. Solucionar el problema de distorsión de imágenes que dificulta la identificación y el reconocimiento de personas además del monitoreo remoto que entorpecen la seguridad del edificio.	1. Equipos desactualizados y con problemas de distorsión para identificación y reconocimiento de personas.	1. Nuevas tecnologías en el mercado compatibles con los dispositivos en funcionamiento actualmente instalados.	Se sugiere migrar a un sistema digital con equipos de última tecnología que faciliten el monitoreo remoto, las labores de detección, identificación y reconocimiento de personas, además de facilitar su mantenimiento y registro de eventos.
	2. Dificultades en el almacenamiento y	2. Posibilidad de inversión económica.	
	monitoreo remoto.	3. Los dispositivos actualmente instalados se encuentran en buenas condiciones.	

### 3.1.6 Informe final

En el documento generado como informe final se hace referencia a toda la información y documentos generados dentro de la fase de ingeniería conceptual del proyecto (para detalles referirse al anexo numero 20).

### 3.2 SEGUNDA FASE

Esta fase corresponde a la ingeniería básica descrita en la metodología mostrada en la figura 2.

### 3.2.1 Arquitecturas

Basados en los resultados obtenidos en el estudio de riesgo y factibilidad, se definió una nueva arquitectura para los sistemas de detección y alarma de incendio (DAI), circuito cerrado de televisión (CCTV) , sistema de control de accesos (CA) y sistema de aire acondicionado (HVAC). En las arquitecturas de cada sistema se muestra la estructura general de los diferentes sistemas identificando la jerarquía de los equipos y su diagrama de interconexión. Las arquitecturas permiten establecer y definir la topología, protocolos de comunicación y equipos requeridos para la continuación del diseño de cada uno de los sistemas, identificando los componentes principales de cada uno de los niveles del sistema.

Para el diseño de todas las arquitecturas se establecieron 3 niveles jerárquicos:

- Nivel supervisorio: En este nivel se encuentran elementos por medio de los cuales se puede supervisar y monitorear el sistema y su funcionamiento.
- Nivel periférico: en este nivel se encuentran los elementos de control del sistema con los diferentes protocolos de comunicación.
- Nivel de campo: en este nivel se localizan todos los elementos de campo, como sensores, actuadores, anunciadores, notificadoros, etc.

La figura 5 muestra el esquema general de la arquitectura planteada para los diseños de los diferentes sistemas, las figuras de la 6 a 9 corresponden a las arquitecturas de de detección y alarma de incendio (DAI) (*anexo 21*), circuito cerrado de televisión (CCTV) (*anexo 22*), sistema de control de accesos (CA) (*anexo 20*) y sistema de aire acondicionado (HVAC) (*anexo 23*).

**Figura 5.** Presentación del estado de riesgo de los riesgos identificados para el edificio banco la previsora.

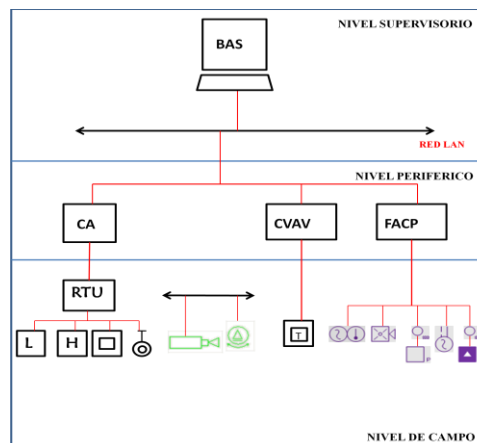


Figura 6. Arquitectura del sistema de control de accesos (CA) del edificio Banco la Previsora.

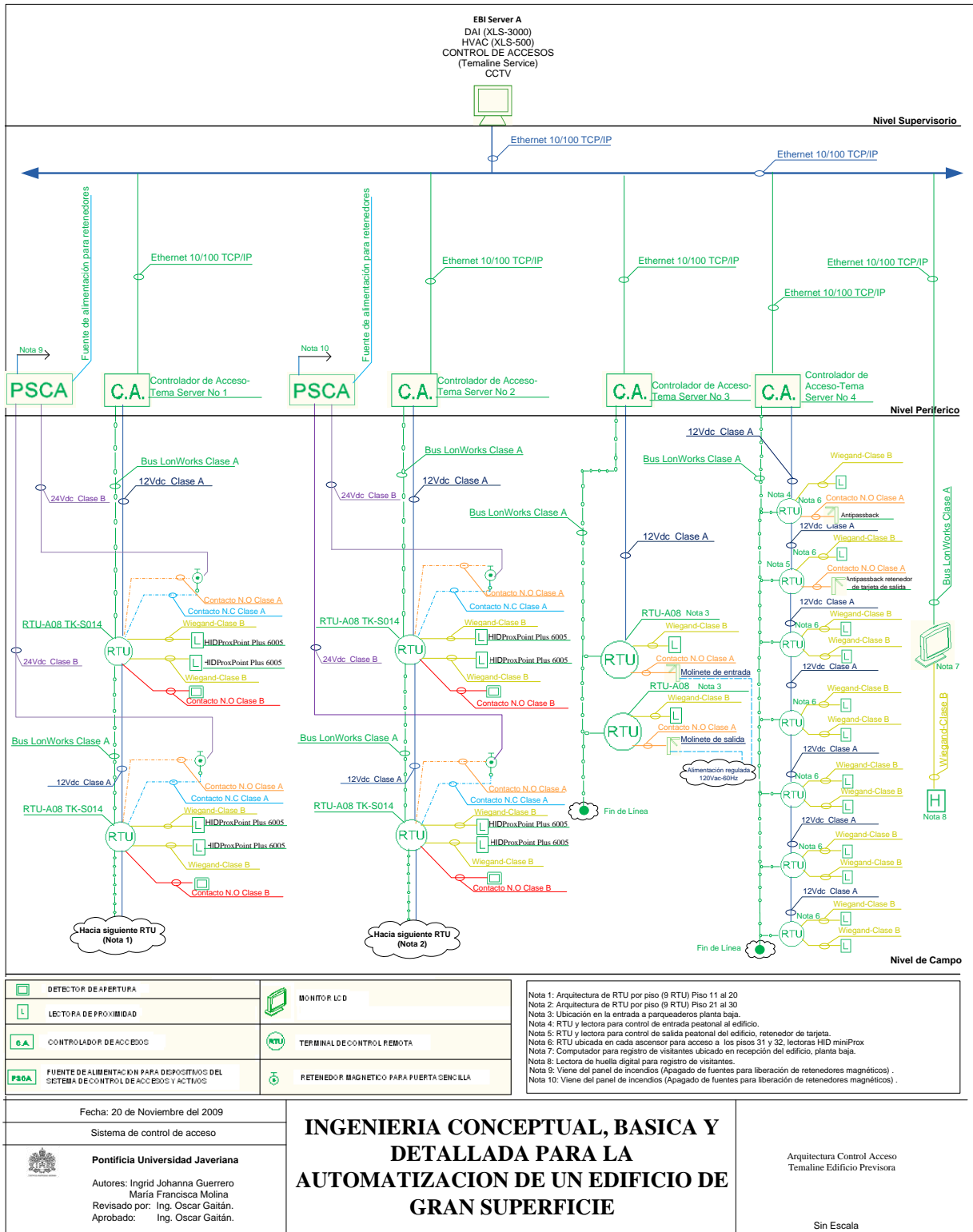
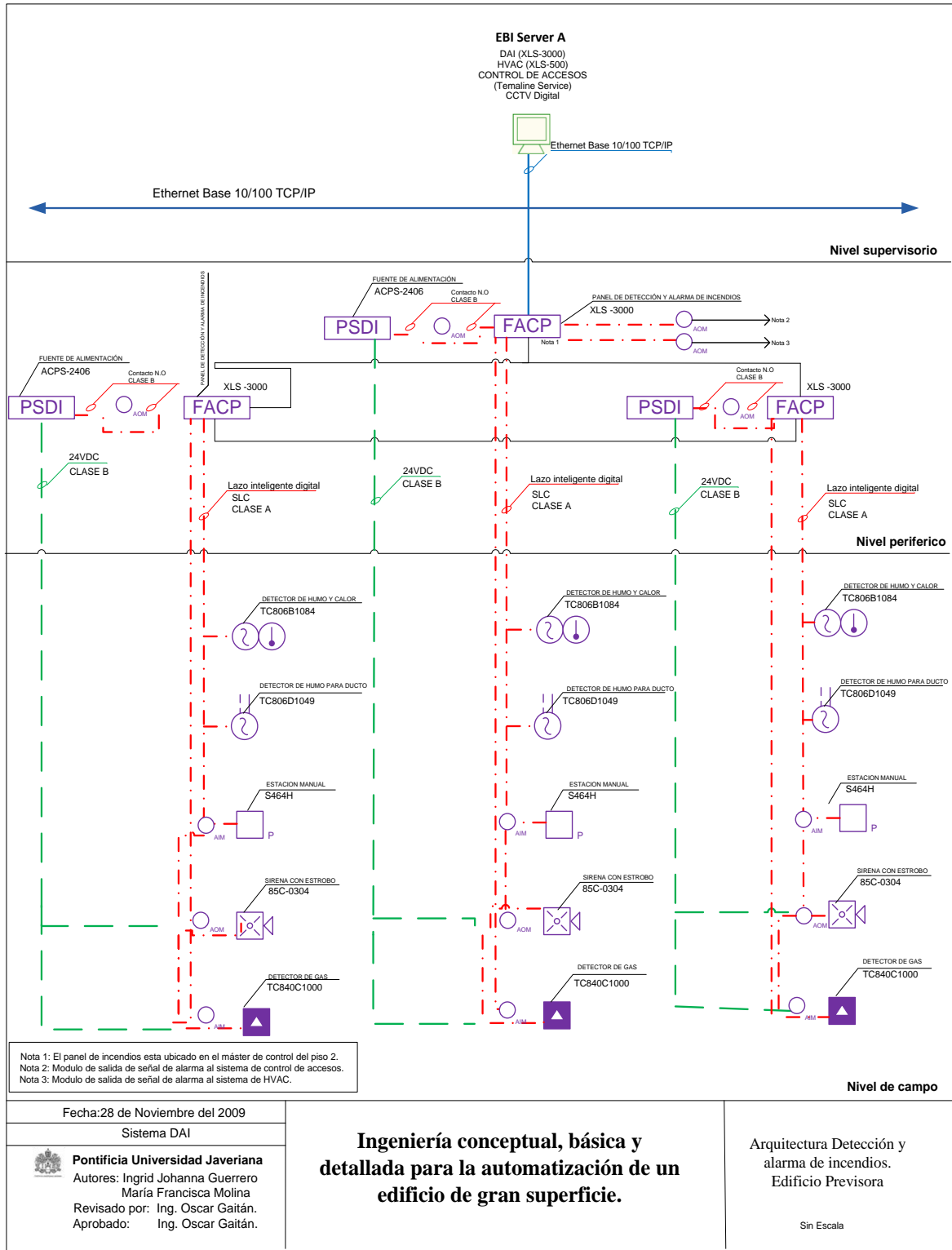
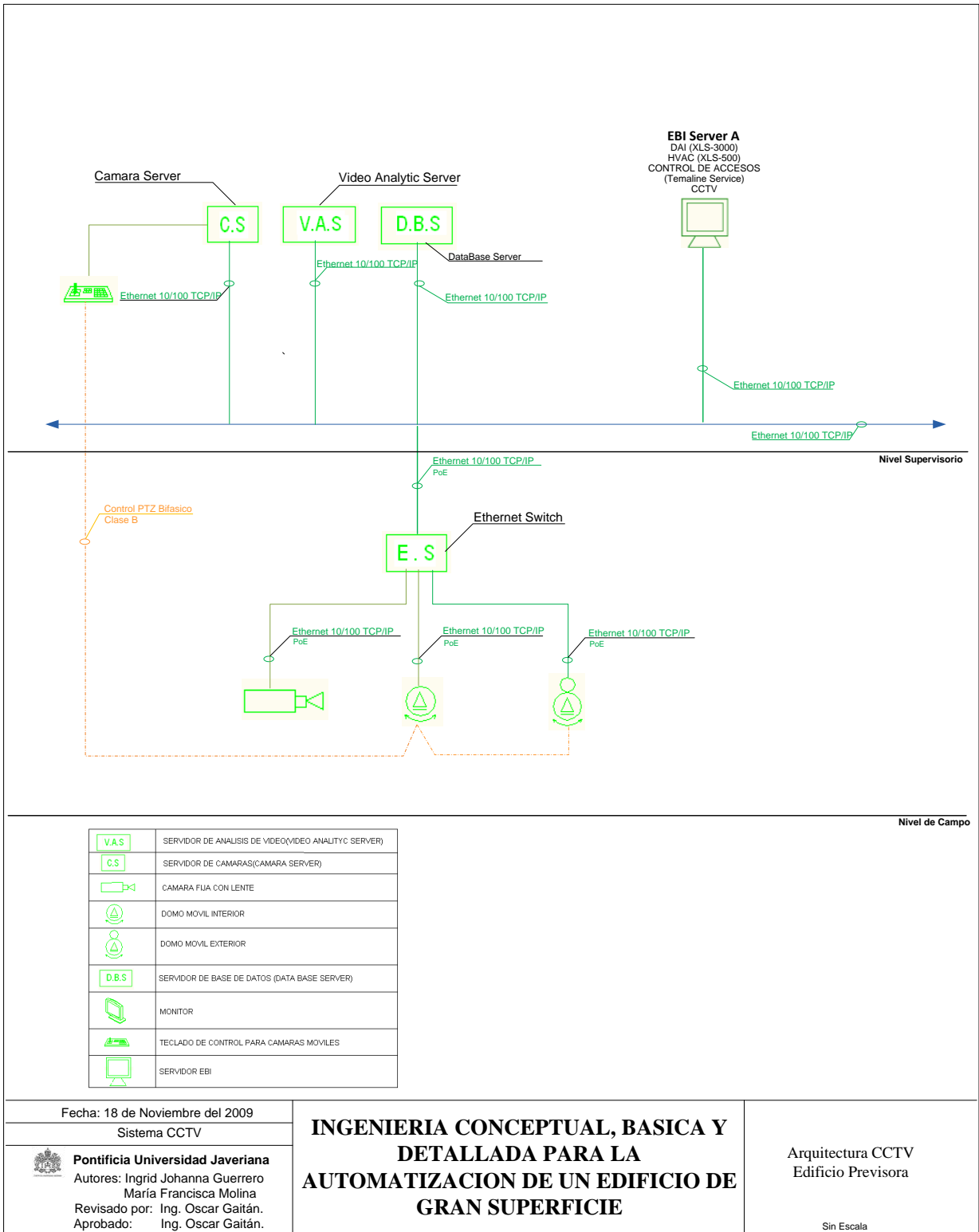


Figura 7. Arquitectura del sistema de detección y alarma de incendio (DAI) del edificio Banco la Previsora.



**Figura 8.** Arquitectura del sistema de circuito cerrado de televisión (CCTV) del edificio Banco la Previsora.





### 3.2.2 Criterios de diseño

Basados en cada una de las arquitecturas se realizaron los cálculos correspondientes para cada uno de los componentes de cada sistema. Los documentos generados como criterios de diseño, permiten especificar las características de los equipos además de detalles de ubicación, especificaciones técnicas y aspectos relevantes de acuerdo a las normas vigentes.

#### 3.2.2.1 Diseño DAI

Los criterios de diseño para el sistema de DAI consisten en la definición estudio y cálculos correspondientes al escenario de fuego, ubicación y características de los dispositivos iniciadores y de notificación (*detalle referirse al anexo numero 24*). Un ejemplo de los criterios de diseño para el sistema DAI se muestra a continuación para las zonas 1 y 4 del piso 1 del edificio:

##### A. Escenario de fuego

Se considera un escenario de fuego, toda área o recinto, abierto o cerrado en el que se procuren los aspectos necesarios para generar un incendio. para el análisis del escenario de fuego se consideran 6 escenarios en el edificio, Subsuelo, Planta Baja, Piso 1, Parqueaderos(Piso 2), Piso tipo bancario y Piso tipo oficinas.

##### B. Ambiente

El edificio se encuentra ubicado en una ciudad (Guayaquil) que por su ubicación en plena zona ecuatorial, tiene una temperatura cálida durante casi todo el año, el promedio oscila entre los 20 y 27 °C, un clima tropical sin embargo por su proximidad con el océanos pacifico se cuenta con dos periodos climáticos bien diferenciados uno lluvioso y húmedo, con calor típico del trópico, y el otro seco y un poco más fresco que va desde mayo a diciembre. La precipitación anual es del 80% en el primero y del 20% en el segundo<sup>16</sup>. La planta baja del edificio tiene tres zonas expuestas a la temperatura ambiente, la zona de hall bancario, la de acceso principal y la de acceso al lobby particular, el acceso a parqueaderos es una zona de mayor concentración de calor

---

<sup>16</sup> Instituto nacional de meteorología e hidrología, Pagina web versión HTML, disponible en internet <<http://www.inamhi.gov.ec>>

y ruido, además la planta baja consta de ventanales al exterior, que favorecen la iluminación, en su costado norte y occidental.

### **C. Relevancia**

Todas las zonas tienen una relevancia importante dentro del edificio.

### **D. Fuentes potenciales de ignición**

Los puntos principales de ignición son el cuarto de instalaciones eléctricas, telefónicas y de computación, las tomas eléctricas y lámparas de iluminación distribuidas por todo el piso.

### **E. Consideración valor histórico estético**

El edificio Banco La Previsora, fue uno de los primeros edificios comerciales inteligentes en este país y es uno de los más avanzados tecnológicamente en Sudamérica, además es considerado como una de las obras de arquitectura e ingeniería más representativas de la ciudad de Guayaquil.

### **F. Arquitectura**

El piso 1 del edificio banco la previsora tiene un área total de 1972.57m con 33.8m de ancho, 58.36m de largo, 2.4m de alto del piso al sobre techo y 3.8 del piso al techo . El área total está dividida en 8 zonas principales: área general que con corredores distribuidos en todo el piso de 862m<sup>2</sup>, baños de hombres de 44m<sup>2</sup>, baños de mujeres de 38.7m<sup>2</sup>, cafetería de 8.8m<sup>2</sup>, pasillo a los ascensores E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7 y E8 de 80.5m<sup>2</sup>, archivo de acciones de 30,8m<sup>2</sup>, zona de oficinas de 152m<sup>2</sup> y rampa de parqueaderos de 191.4m<sup>2</sup>.

### **G. Equipos**

El piso 1 del edificio, cuenta con una concentración baja de equipos entre los cuales se encuentran principalmente computadores y elementos de oficina ubicados principalmente en la zona oficinas.

### **H. Características de los ocupantes**

#### *i) Nivel de atención*

Al tener acceso desde la planta baja del edificio y ser otro piso bancario el nivel de atención es alto, ya que lo frecuentan personas relacionadas directamente con el banco, capacitadas ante un evento de emergencia.

**ii) Edad**

Personas con edades entre los 20 y 80 años.

**iii) Movilidad**

Nivel de movilidad medio, alberga cerca de 30 empleados y algunos visitantes del banco.

**iv) Cantidad y ubicación**

Un total de 30 empleados y visitantes distribuidos en sus puestos de trabajo, principalmente en la zona de oficinas y visitantes distribuidos en los ascensores, escaleras, corredores y baños.

**v) Genero**

Masculino y femenino

**vi) Familiaridad con el edificio**

La mayor cantidad de personas que alberga este piso son empleados familiarizados con el edificio, con la planta física y las rutas de evacuación.



**I. Características del fuego**

**i) Ignición**

Los puntos de ignición se encuentran distribuidos en toda la planta, y están dados por las tomas eléctricas, los ductos de cableado y las lámparas para iluminación.

**ii) Combustible**

Principalmente concentración de muebles y papelería ubicados en las oficinas, el archivo de acciones y la bodega de premios previclub.

**iii) Producto de la combustión y movimiento**

En esta zona se tienen ascensores privados y generales y su presencia puede generar efecto pistón, debido a las características de la planta se tiene un efecto de stack normal (el humo tiene a subir), ya que la temperatura interna es mayor a la externa, además se puede generar un comportamiento de fuego causado por efecto del viento.

#### J. Rata de crecimiento del calor(q)

Según la norma NFPA 72 tenemos que la rata de crecimiento de calor está determinada por la ecuación número 1:

$$Q_{max} = \rho A \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde A es el área total de una zona, para su cálculo tenemos la ecuación 2:

$$\text{Area} = x * y \quad (\text{Ec.2})$$

En la ecuación 2  $x$  está dada por el ancho del recinto y  $y$  por el largo del mismo; usando la ecuación número 2 se harán los cálculos correspondientes a dos zonas del piso 1 (zona 1 y 4) a manera de ejemplo (para detalle referirse al anexo 24) tenemos:

#### Zona 1. Área general

El área total de la zona general es de  $862m^2$  dividido en áreas más pequeñas de la siguiente manera:

Área 1: Costado sur de la zona general de  $377m^2$

Área 2: Costado oriental de la zona general de  $343m^2$

Área 3: Costado norte de la zona general de  $130m^2$

Área 4: Corredor hacia los baños de  $12m^2$

$$\text{Area total} = \text{Area 1} + \text{Area 2} + \text{Area 3} + \text{Area 4} = 862m^2$$

Teniendo en cuenta que en esta zona se encuentran principalmente muebles construidos con madera, la constante  $\rho$  es la correspondiente al numeral 1 de la tabla B.2.3.2.6.2(a) del anexo B de la norma NFPA 72:

$$\rho = 1248 \text{ Kw}/m^2$$

Con la ecuación número 1 es posible calcular la rata de crecimiento de fuego:

$$Q_{max} = \rho A = 1248 \text{ Kw}/m^2 * 494m^2 = 1075776 \text{ Kw}$$

#### Zona 4. Cafetería

$$Area\ total = 4.2m * 3.7m = 8.8m^2$$

Con la ecuación número 1 es posible calcular la rata de crecimiento de fuego:

$$Q_{max} = \rho A = 1248\ Kw/m^2 * 8.8m^2 = 10982Kw$$

### K. Tiempo de crecimiento del fuego

El fuego puede catalogarse como lento, medio y rápido según la NFPA 72, lento para un coeficiente  $\alpha \leq 0.0066$ , medio para  $0.0066 < \alpha < 0.0469$  y rapido para  $\alpha \geq 0.0469$ . La ecuación número 3 permite determinar la relación entre el tiempo de crecimiento del fuego y la rata de calor.

$$\alpha = \frac{1055}{t_g^2} \quad (Ec. 3)$$

El piso 1 se divide en varias zonas, sin embargo las zonas con mayor probabilidad de incendio son la zona general, las oficinas, el archivo de acciones, la bodega de premios previclub y la cafetería. Los elementos que pueden quemarse en un incendio son los muebles de madera, papelería y equipos conformados por plástico, metal, etc., por lo tanto para este caso, según la tabla B.2.3.2.6.2(E) de la NFPA 72, en su ítem numero 27, tenemos que  $t_g = 100s$ , para muebles en general contruidos con madera, con lo que  $\alpha = \frac{1055}{100^2} = 0.1055\ kW/s^2$ , este valor de  $\alpha$  nos indica que el fuego para este escenario es catalogado como *rápido*.

### L. Ubicación de dispositivos iniciadores

#### i) *Manuales (estaciones manuales)*

Deben ubicarse, según la norma NFPA 72 en su capítulo 5 numeral 5.13, donde hay mayor flujo de personas, cerca a los operarios o personas con mayor familiaridad con la zona y en los pasillos. Se debe tener en cuenta que no deben estar a las de 4.57m de las salidas a no menos de 1.1 m (31/2 ft) y no más de 1.37 m (41/2 ft) del piso.

#### ii) *Sensores (puntuales)*

Estos dispositivos pueden ser de tipo puntual o lineal. Las características de cada uno de ellos se describen a profundidad en el anexo numero 24.

Por las características del piso 1 se utilizara para el diseño sensores de humo de tipo puntual con spacing 9.1m, según la NFPA 72 se puede realizar el cálculo del numero de sensores necesarios distribuidos en toda el área.

La distancia en metros entre los sensores está dada por la ecuación numero 4:

$$S_p = Spacing * factor\ multiplicador \quad (Ec. 4)$$

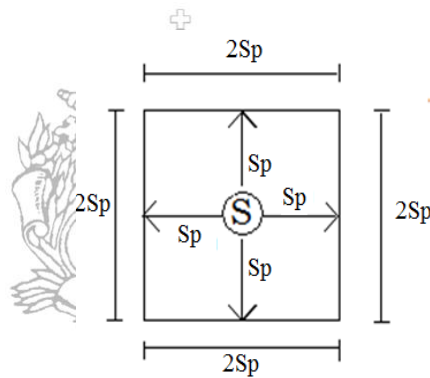
Donde el factor multiplicador depende de la distancia medida del piso al techo y está dada por la tabla 5.6.5.5.1 de la norma NFPA 72 y el Spacing de las especificaciones de los sensores según cada fabricante.

El numero de sensores necesarios en cada zona está determinado por la ecuación numero 5

$$n = \frac{Area\ total(m^2)}{(S_p)^2} \quad (Ec. 5)$$

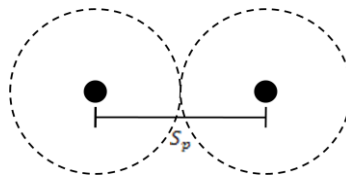
Y su ubicación se indica en la figura 10:

Figura 10. Distribución de sensores



Sin embargo, el cubrimiento de los sensores es circular de radio  $\frac{1}{2} S_p$  y por lo tanto la distancia entre ellos debe ser  $S_p$  para evitar la superposición del cubrimiento, como se indica en la figura 11:

Figura 11. Área de cubrimiento de sensores



Para el diseño se escogerán sensores de calor y humo con spacing de 9.1m, se calculará para cada zona el valor de Sp con la ecuación 4 y n (número de sensores) con la ecuación número 5. La

altura del piso al sobre techo de todas las zonas del piso 1 del edificio banco la previsor a es de 2.4m según la referencia indicada en el plano IB-000P1DAI-01, según la tabla 5.6.5.5.1 de la norma NFPA 72 el factor multiplicador del spacing mas cercano es de 1 que corresponde a un rango de altura de 0m a 3.05m, por esta razón para esta zona del edificio el valor de spacing según la ecuación número 4 es:  $S_p = 9.1m * 1 = 9.1m$ .

#### **Zona 1. Zona general**


Dado que para este el área total de la zona es de  $862 m^2$ , serian necesarios n sensores donde n esta dado por:

$$n = \frac{862(m^2)}{(S_p)^2} = 10.4 \cong 11 \text{ sensores}$$

Se necesitaría un total de 11 sensores en la zona general del piso 1 del edificio banco la previsor a.

#### **Zona 4. Cafetería**

Dado que para este caso el área total de la zona es de  $8,8 m^2$ , serian necesarios n sensores donde n esta dado por:


$$n = \frac{8,8(m^2)}{(S_p)^2} = 0.1 \cong 1 \text{ sensor}$$

Es necesario un total de 1 sensor en la cafetería del piso 1 del edificio banco la previsor a.

### **iii) Ubicación de dispositivos de notificación**

#### **i) Visibles**

Son luces estroboscópicas (intermitentes y blancas) muy usadas en los escenarios de incendio, ya que se ven a través del humo, deben ser ubicadas, según la norma NFPA72 en la tabla 7.5.4.3.1(b) Room Spacing for Wall-Mounted Visible Appliances la cantidad de dispositivos visibles depende del área de la zona, y además deben ser ubicados a 4.57m de la salida en techos o muros. Los estrobos comerciales para montaje en pared proveen intensidades de 15- 75 candelas y deben ser ubicados en el plano de visión de las personas aproximadamente a 1.5m del piso según la norma NFPA. Teniendo en cuenta lo anterior se determina la cantidad de luces para cada zona. Para efectos de cálculos, se a continuación se muestra el cálculo de la cantidad de luces requeridas para cada área, sin embargo para la planimetría de equipos se debe tener en cuenta criterios de diseño indicados en la norma, es decir, solo se ubicaran luces en los pasillos, lugares visibles y salidas de emergencia.

### **Zona general:**

El área total de la zona general es de  $862m^2$  dividido en áreas mas pequeñas, para cada una de estas se encontrará el valor correspondiente más cercano en la tabla 7.5.4.3.1(a) Room Spacing for Wall-Mounted Visible Appliances.

### ***Costado sur de la zona general:***

Para la primera área de  $377m^2$  el valor más cercano en la tabla es el correspondiente al área  $19,2m * 19,2m = 368,6m^2$  para la cual corresponde una luz de 150 candelas (Cd) o cuatro luces de 37 candelas; por lo tanto la cantidad de luces dependerá de las especificaciones del equipo elegido por el cliente. Para efectos de diseño y teniendo en cuenta las especificaciones de candelas de los estrobos serian necesarias 10 luces de 15 candelas o 5 luces de 75 candelas. Por la arquitectura de la zona es conveniente usar 5 luces de 75 candelas ubicadas estratégicamente como se muestra en el plano IB-000P1DAI-01.

### ***Costado oriental de la zona general:***

Para la segunda área de  $343m^2$  el valor más cercano en la tabla es el correspondiente al área  $18,3m * 18,3m = 334,9m^2$  para la cual corresponde una luz de 135 candelas (Cd) o dos luces de 95 candelas (Cd) o cuatro luces de 30 candelas; por lo tanto la cantidad de luces dependerá de las especificaciones del equipo elegido por el cliente. Para efectos de diseño y teniendo en cuenta las especificaciones de candelas de los estrobos serian necesarias 9 luces de 15 candelas o 2 luces de 75 candelas. Por la arquitectura de la zona es conveniente usar 2 luces de 75 candelas ubicadas estratégicamente como se muestra en el plano IB-000P1DAI-01.

### ***Costado norte de la zona general:***

Para la tercera área de  $130m^2$  el valor más cercano en la tabla es el correspondiente al área  $12,2m * 12,2m = 148,8m^2$  para la cual corresponde una luz de 60 candelas (Cd) o dos luces de 30 candelas (Cd) o cuatro luces de 15 candelas; por lo tanto la cantidad de luces dependerá de las especificaciones del equipo elegido por el cliente. Para efectos de diseño y teniendo en cuenta las especificaciones de candelas de los estrobos serian

necesarias 4 luces de 15 candelas o 1 luz de 75 candelas. Por la arquitectura de la zona es conveniente usar una luz de 75 candelas ubicadas estratégicamente como se muestra en el plano IB-0000PIP1-01.

#### ***Corredor hacia los baños:***

Para la tercera área de  $12m^2$  el valor más cercano en la tabla es el correspondiente al área  $6.1m * 6.1m = 37,2m^2$  para la cual corresponde una luz de 15 candelas (Cd). Para efectos de diseño y teniendo en cuenta las especificaciones de candelas de los estrobos sería necesaria una luz de 15 candelas ubicada estratégicamente como se muestra en el plano IB-000P1DAI-01

#### **Zona 4 Cafetería:**

El área total de la zona de cafetería es de  $8,8m^2$ , el valor correspondiente más cercano en la tabla 7.5.4.3.1(a) Room Spacing for Wall-Mounted Visible Appliances es el de área  $6,1 * 6,1m = 37,2m^2$  para la cual corresponde una luz de 15 candelas (Cd). Para efectos de diseño y teniendo en cuenta las especificaciones de candelas de los estrobos sería necesaria una luz de 15 candelas ubicada estratégicamente como se muestra en el plano IB-000P1DAI-01.

#### ***ii) Audibles***

Pueden ser sirenas que según la norma NFPA 72 deben ser código 3 o dispositivos de anunciación por voz en los cuales el mensaje debe ser claro y entendible. Teniendo en cuenta la tabla A.7.4.2 Average Ambient Sound Level According to Location de la norma NFPA 72 el ruido natural de la planta baja es de 55dB , sin embargo el sonido de las sirenas debe estar 10dbs por encima de este ruido ambiente, por tratarse de un recinto privado. Según la norma NFPA 72 Las sirenas se distribuirán lo largo de la ruta de evacuación y a no más de 4.57 metros de las salidas a 1,5 metros del piso dentro del campo visual de las personas.

Para efectos de diseño y según especificación del cliente para el diseño se utilizaran estrobos con sirena comerciales.

### **3.2.2.2 Diseño CA**

Los criterios de diseño para el sistema de CA consisten en la definición de los elementos y la tecnología a implementar para el desarrollo de la solución elegida (*detalle referirse al anexo numero 25*). Estos criterios están fundamentados en las características y especificaciones requeridas por el cliente para dar solución a los aspectos de control de accesos; para la decisión de diseño se tomaron en cuenta ítems como tiempos de respuesta de los elementos y nivel de afluencia de personal en horas pico.

### **3.2.2.3 Diseño HVAC**

Los criterios de diseño para el sistema de HVAC consisten en los requerimientos específicos del cliente para realizar la sustitución de los elementos obsoletos manteniendo el esquema mecánico actualmente instalado (manejadoras de aire), por lo tanto los criterios tenidos en cuenta consisten en la evaluación de diferentes tecnologías compatibles con el esquema mecánico, que permitan integración con los demás sistemas y además permitan el aprovechamiento de la infraestructura ya instalada (*detalle referirse al anexo numero 27*).

### **3.2.2.4 Diseño CCTV**

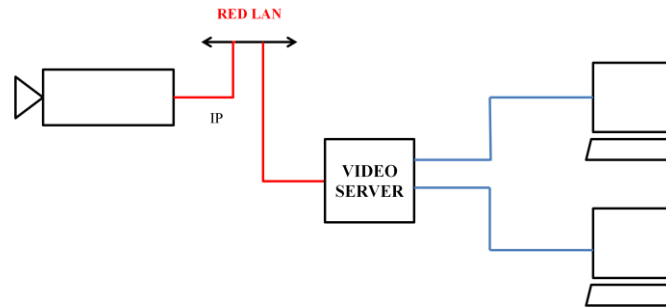
Los criterios de diseño para el sistema de CCTV consisten en los diagramas de bloques de la concepción previa del sistema, los aspectos particulares de la arquitectura elegida , los criterios de selección de las cámaras y los cálculos de las especificaciones de cada una (distancia focal, tipo y tamaño del sensor, apertura, zona de ubicación, escena de vigilancia, área de acción etc.), teniendo en cuenta las necesidades particulares, en cuanto a vigilancia y monitoreo, de cada zona y la disposición arquitectónica de los espacios (*detalle referirse al anexo numero 26*). A continuación, a manera de ejemplo, se muestra el conjunto de los criterios de diseño tenidos en cuenta para el sistema de CCTV del piso 1 del edificio Banco la Previsora:

#### **A. Arquitectura**

Teniendo en cuenta las características del edificio y los resultados obtenidos en el análisis de riesgos (IC-0000AREP-02) y de factibilidad (IC-0000AFEP-02) se plantea la arquitectura digital tipo 1. En esta arquitectura digital se encuentra la red LAN con una o múltiples cámaras IP y un

servidor de video al cual están conectados los monitores de supervisión. La figura 12 muestra este tipo de arquitectura.

**Figura 12.** Sistema de CCTV digital. DIGITAL TIPO 1.



## **B. Selección de equipos**

Para seleccionar cada una de las cámaras es necesario hacer un análisis de criterios como: Respuestas posibles (detección, identificación o reconocimiento), sensor CCD, lente, distancia focal, apertura etc, cada uno de estos criterios y los cálculos necesarios para la selección de cada componente están descritos a profundidad en el *anexo numero 26*.

Para el piso 1 del edificio se tiene un área total de  $1972.57m^2$  con  $33.8m$  de ancho,  $58.36m$  de largo y  $4m$  de alto. El área total está dividida en 8 zonas principales: área general que con corredores distribuidos en todo el piso de  $862m^2$ , baños de hombres de  $44m^2$ , baños de mujeres de  $38.7m^2$ , cafetería de  $8.8m^2$ , pasillo a los ascensores E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7 y E8 de  $80.5m^2$ , archivo de acciones de  $30,8m^2$ , zona de oficinas de  $152m^2$  y rampa de parqueaderos de  $191.4m^2$ .

### **i) Zona general**

La zona general tiene un área aproximada de  $862m^2$ , con corredores distribuidos en todo el piso que comunican con la bodega de premios previclub, el archivo de acciones, escaleras hacia la planta baja, oficinas, baños y cafetería.

Las medidas, descripción y cálculos para cada cámara ubicada en la zona general se muestran en la tabla número 3.

**Tabla 3.** CCTV en la zona general del piso 1 del edificio Banco Previsora.

TIPO DE CAMARA	NÚMERO DE CAMARA	UBICACIÓN Y CUBRIMIENTO	ÁREA ESCENA (ancho x alto)	ÁREA ACCIÓN (ancho x alto)	DISTANCIA	DISTANCIA FOCAL F	RELACIÓN DE AREAS
Fija	00CFP1-00	Ubicada en el costado suroriental del área general. Cubre el mismo todo el costado suroriental de la zona y vigila la cámara fija 00CFP1-03.	40.9m x 2.4m	Cámara fija 00CFP1-03 0.9m x 2.4m	31.9m	47.8mm	0.02 = 2% Esquema de detección
Fija	00CFP1-01	Ubicada en el costado suroccidental del área general. Cubre el costado suroccidental de la zona, el acceso a la bodega de premios, al archivo de acciones y a los ascensores.	12.8m x 2.4m	Acceso a la bodega de premios preclub, al archivo de acciones y a los ascensores. 9.2m x 2.4m	16.9m	254.8mm	0.71 = 71% Esquema de identificación
Fija	00CFP1-02	Ubicada en el costado oriental del área. Cubre las escaleras de acceso al piso desde el hall bancario y la zona central sur.	16.6m x 2.4m	Escaleras de acceso al piso desde el hall bancario. 7.1m x 2.4m	8.3m	124.6mm	0.42 = 42% Esquema de identificación
Fija	00CFP1-03	Ubicada en la zona oriental del área. Cubre el acceso a las oficinas.	19.4m x 2.4m	Acceso a las oficinas del corredor oriental. 17.1m x 2.4m	14.1m	211.2mm	0.88 = 88% Esquema de identificación
Fija	00CFP1-04	Ubicada en el costado nororiental del área. Cubre la zona noroccidental del piso y el acceso a los baños y cafetería.	28.7m x 2.4m	Acceso a los baños y cafetería. 1.6m x 2m	15.8m	285.1mm	0.04 = 4% Esquema de detección

**ii) Rampa de acceso a parqueaderos**

La rampa de parqueaderos tiene un área aproximada de  $191.4m^2$ , permite el ascenso de los autos hacia los pisos de parqueaderos 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9.

Las medidas, descripción y cálculos para cada cámara ubicada en la rampa de acceso a parqueaderos se muestran en la tabla número 4.

**Tabla 4.** CCTV en la rampa de acceso a parqueaderos del edificio Banco la previsora.

TIPO DE CAMARA	NÚMERO DE CAMARA	UBICACIÓN Y CUBRIMIENTO	ÁREA ESCENA (ancho x alto)	ÁREA ACCIÓN (ancho x alto)	DISTANCIA	DISTANCIA FOCAL F	RELACIÓN DE AREAS
Fija	00CFP1-05	Ubicada en el costado suroccidental de la rampa. Cubre el acceso a los parqueaderos.	6.7m x 3.8m	Rampa acceso a parqueaderos. 6.7m m x 3.8m	28.3m	268.3mm	1 = 100% Esquema de identificación

### 3.2.3 Planimetría de equipos

El proceso de planimetría de equipos consiste en la ubicación sobre planos de cada uno de los dispositivos; como recurso gráfico se utilizo la estrategia de plasmar la convención de cada uno de los dispositivos en la zona de instalación sugerida, para establecer un registro permanente de los objetos, equipos, y relaciones de tamaño y distancia, localizados en cada uno de los planos del edificio. Como herramienta de diseño y dibujo asistido se empleo el software AutoCAD® (CAD"Computer Aided Design). La planimetría se realiza a escala 1:100, atendiendo la orientación cardinal del edificio.

Para observar en detalle las planimetrías del sistema de control de accesos CA, referirse a los anexos 28-33, las del sistema de circuito cerrado de televisión CCTV a los anexos 34 al 39, las del sistema de detección y alarma de incendio DAI, referirse a los anexos 40-45 y las del sistema de aire acondicionado HVAC, referirse a los anexos 46-53.

Para el desarrollo de la planimetría se siguieron las convenciones mostradas en las figura 13 (control de accesos CA), figura 14 (circuito cerrado de televisión CCTV), figura 15 (detección y alarma de incendio DAI) y figura 16 (aire acondicionado HVAC), definidas de acuerdo a las normas vigentes:

Figura 13. Convenciones sistema CA














CONTROL DE ACCESOS (CA)	
	DETECTOR DE APERTURA
	LECTORA (TARJETA Y HUELLA)
	RETENEDOR MAGNÉTICO PARA PUERTA SENCILLA
	RETENEDOR MAGNÉTICO PARA PUERTA DOBLE
	DETECTOR DE MOVIMIENTO PARA MURO
	DETECTOR DE MOVIMIENTO PARA TECHO
	BOTON DE PÁNICO
	CONTROLADOR DE ACCESOS
	RTU
	FUENTE DE ALIMENTACIÓN PARA EL SISTEMA DE CONTROL DE ACCESOS
	CAJA DE PASO
	BOTÓN DE LIBERACIÓN
	UNIDAD DE CONTROL REMOTA

Figura 14. Convenciones sistema CCTV







CIRCUITO CERRADO DE TELEVISIÓN (CCTV)	
	CÁMARA FIJA CON LENTE
	DOMO MÓVIL INTERIOR
	DOMO MÓVIL EXTERIOR
	GABINETE BAS
	MONITOR
	TECLADO DE CONTROL PARA CÁMARAS MÓVILES

Figura 15. Convenciones sistema DAI















DETECCIÓN Y ALARMA DE INCENDIOS (DAI)	
	DETECTOR DE HUMO Y CALOR
	DETECTOR DE GAS
	DETECTOR DE HUMO PARA DUCTO
	SIRENA CON ESTROBO
	ESTACIÓN MANUAL
	PANEL DE DETECCIÓN Y ALARMA DE INCENDIO (Fire Alarm Control Panel)
	FUENTE DE ALIMENTACIÓN PARA DISPOSITIVOS DEL SISTEMA DE CONTROL DE ALARMA Y DETECCIÓN DE INCENDIOS
	MODULO DIRECCIONABLE DE SALIDA
	MODULO DIRECCIONABLE DE ENTRADA
	DUCTO DE RETORNO

Figura 16. Convenciones sistema HVAC

Heating, Ventilating and Air Conditioning (HVAC)	
	DETECTOR DE TEMPERATURA
	CONTROLADOR VAV
	CONTROLADOR DIGITAL
	FUENTE DE ALIMENTACIÓN PARA DISPOSITIVOS DEL SISTEMA DE HVAC

En los anexos impresos del 99 al 102 que se encuentran adjuntos a este documento se puede observar claramente la planimetría realizada para el piso 1 (a manera de ejemplo) del edificio banco la previsor para cada uno de los sistemas de automatización.

### 3.3 TERCERA FASE

Esta fase corresponde a la ingeniería de detalle descrita en la metodología mostrada en la figura 2.

#### 3.3.1 Recorridos de ductos

Para el inicio de esta fase del proyecto se realizaron los recorridos de tubería, bandejas y cableado correspondientes al diseño planteado en las planimetrías.



Los recorridos consisten en el trazado gráfico de las líneas y convenciones que simbolizan los elementos requeridos para la infraestructura de tuberías, bandejas porta-cables y cables, sobre los planos de cada uno de los pisos del edificio. Los recorridos se usaron como recurso gráfico para establecer un registro permanente de la tubería, bandejas y cables junto con las relaciones de tamaño y distancia; se realizaron a escala 1:100, atendiendo la orientación cardinal del edificio. Como herramienta de diseño y dibujo asistido se empleo el software AutoCAD®(CAD”Computer Aided Design).

Teniendo en cuenta las características de los sistemas se decidió usar tubería conduit de tipo EMT, de una pulgada, fabricada en acero, que es una guía de sección circular empleada para canalización de cableado e instalaciones eléctricas con características especiales requeridas en el diseño, como su facilidad de instalación en lugares visibles u ocultos, en ambientes secos no expuestos a humedad o ambientes corrosivos. En los planos de recorridos se referencia la

ocupación de las tuberías, teniendo en cuenta el mayor calibre de los cables que recorren el conduit y además teniendo en cuenta las normas de ocupación máxima(40%). Para garantizar el cumplimiento de las funciones del conduit se diseño bajo los parámetros descritos en la norma UL 797 de Underwriters Laboratories Inc.

Para el diseño se eligió el uso de una bandeja portable tipo escalera o rejilla por ser una estructura de tipo abierto que ofrece máxima ventilación, limpieza y orden además de su alta resistencia mecánica, flexibilidad, adaptabilidad, facilidad de instalación y durabilidad, características requeridas para cumplir las especificaciones del diseño. El tendido, ubicación y selección de la bandeja se realizo de acuerdo a la sección 318 de la NTC 2050, con el fin de generar un patrón, es decir se planteo el diseño de las bandejas buscando que fuese similar en todos los pisos del edificio facilitando las labores de mantenimiento y escalabilidad futura.

Para observar en detalle los recorridos de tubería, bandejas y cableado del sistema de control de accesos CA, referirse a los anexos 54-59, los del sistema de circuito cerrado de televisión CCTV a los anexos 60 al 65, los del sistema de detección y alarma de incendio DAI, referirse a los anexos 66-71 y los del sistema de aire acondicionado HVAC, referirse a los anexos 72-79.

La planimetría de equipos y recorridos son utilizados como recurso que facilita la ubicación espacial, medición y cálculo de las cantidades de equipos e infraestructura para el tendido de cables, sin embargo esta planimetría está sujeta a variaciones que se pueden presentar durante la puesta en marcha del proyecto, variaciones no previstas debido a la ausencia de una visita de campo al lugar de obra.

### **3.3.2 Listados de equipos, tuberías y cables.**

El listado de equipos se realizo teniendo en cuenta los resultados de las planimetrías. En el listado, se especifican todos y cada uno de los elementos que se requieren para la implementación del proyecto, identificando el sistema al que pertenece, el tag o marca correspondiente de cada elemento (según la planimetría), el piso y zona de ubicación, tipo de señales que aplican al dispositivo, protocolo de comunicación que maneja, especificaciones de alimentación y numero de requisición y especificación a la que corresponde. *(Para detalles sobre el listado de equipos referirse al anexo numero 80).*

Con base en los recorridos de tubería, bandejas y cableado, se realizó el listado de conduit, bandejas, y cableado requerido para la puesta en marcha del proyecto.

Los listados de cableado se desarrollaron en un documento tipo matriz, relacionando las características físicas y de operación e instalación de cada tipo de cable requerido, identificando la aplicación de cada uno (tipo de señal y uso) y realizando una medición de la cantidad en metros requerida para cada piso de edificio, discriminando cada uno de los sistemas. (Para detalles sobre el listado de cables referirse al anexo número 81).

El listado de conduit y bandejas se realizó teniendo como punto de partida la planimetría de equipos y los recorridos de tubería y bandejas. Este listado registrado en una matriz, muestra el cálculo de unidades y metros de conduit y bandeja requeridos para cada uno de los sistemas, así como las características de infraestructura, su correspondiente requisición y el plano de referencia, estableciendo la cantidad total requerida, para la puesta en marcha del proyecto. (Para detalles sobre el listado de equipos referirse al anexo número 82).

### **3.3.3 Matriz causa-efecto**

Dentro de los documentos que se generaron para descripción de las especificaciones del diseño se encuentra la matriz causa efecto, que tiene fundamento en el sistema de detección y alarma de incendio DAI. La matriz causa efecto explica la relación que tiene la activación de los elementos iniciadores (sensores de humo y/o estaciones manuales) con los elementos notificadores (sirenas, estrobos y campanas). (Para detalle referirse al anexo número 83)

La intersección de dos elementos iniciadores indica el nombre de la acción que debe realizarse en caso de ser activados.

Por otro lado con el fin de describir cada una de las acciones que se deben tomar en el caso de activación de los elementos iniciadores y notificadores, se desarrolló el documento de descripción de la matriz causa efecto (*para detalle referirse al anexo número 84*), que define las acciones que se llevarán a cabo cuando uno o dos dispositivos iniciadores son activados, estas funciones determinan los dispositivos que deben activarse, indicando el piso de ubicación.

### **3.3.4 Especificaciones técnicas de equipos**

Se desarrollo un documento de especificaciones para cada uno de los sistemas integrados al diseño. En estos documentos se detallan las características principales de cada sistema, las particularidades técnicas, diseño y requerimientos mínimos de los equipos y materiales necesarios para la adecuada operación de los sistemas del edificio Banco la Previsora.

En cada especificación se realiza una descripción general del sistema planteado haciendo una relación con la situación actual y las modificaciones sugeridas, se definen las características funcionales de cada uno de los niveles (supervisorio, periférico y de campo) de la arquitectura propuesta, se realiza una descripción de los equipos indicando el modo de operación y las acciones específicas de cada uno, además de las particularidades de localización de cada elemento y los documentos técnicos y específicos de referencia que enmarcan los requerimientos.

Por último, en estos documentos, teniendo en cuenta los detalles de calidad necesarios para la implementación de los sistemas, se describen las especificaciones técnicas mínimas de cada uno de sus componentes.

Estas especificaciones, los planos y recorridos son complementarios entre si y constituyen documentos entregables para la puesta en marcha del proyecto, Sin embargo cabe aclarar que estos documentos no son un manual de usuario ni de instalación, ya que en ellos se plantean los requisitos y características de calidad de los equipos y no los procedimientos de instalación u operación.

Las especificaciones para el sistema de control de accesos se encuentran en detalle en el anexo numero 91, para el sistema detección y alarma de incendio se encuentran en detalle en el anexo número 92, para el sistema de circuito cerrado de televisión se encuentran en detalle en el anexo numero 93 y para el sistema de aire acondicionado se encuentran en detalle en el anexo numero 94.

### **3.3.5 Requisiciones de equipos, tubería y cableado.**

Las requisiciones son documentos donde se plantea un listado y una descripción general y clara, de los equipos para cada sistema, indicando el ítem, la cantidad de artículos requeridos y la descripción de las características comerciales solicitadas.

El alcance de las requisiciones es cumplir con los requerimientos de equipos para los diferentes sistemas, cables, tubería y bandejas, en respuesta a las necesidades planteadas y al análisis de riesgos del edificio banco la previsor.

Estos documentos son usados como herramienta para la solicitud de ofertas a diferentes proveedores, con el fin de elaborar un presupuesto estimado.

La requisición para el sistema de control de accesos se encuentran en detalle en el anexo numero 85, para el sistema detección y alarma de incendio se encuentran en detalle en el anexo número 88, para el sistema de circuito cerrado de televisión se encuentran en detalle en el anexo numero 89, para el sistema de aire acondicionado se encuentran en detalle en el anexo numero 90.

Para ver en detalle la requisición de conduit y bandejas referirse al anexo 87, requisición de cables referirse al anexo 86.

### **3.3.6 Hojas de datos de equipos**

Las hojas de especificaciones corresponden a documentos que proporcionar una descripción general y una recopilación de las características de alimentación, montaje, dimensiones, etc., de los elementos requeridos para la puesta en marcha de los sistemas del edificio. Estos datos detallados permiten informar al proveedor características específicas, de tal manera que se efectuó una selección del equipo existente más adecuado para el servicio, sin embargo el administrador o encargado, está en libertad de escoger el proveedor a su voluntad atendiendo estos documentos solo como una sugerencia. Para detalles referirse al anexo numero 95.

### **3.3.7 Programa detallado de trabajo PDT**

El cronograma PDT ilustra la planeación de cada una de las actividades que se describen posteriormente, en el documento de constructibilidad del edificio. En el documento se especifican los recursos asociados a cada actividad y el tiempo de ejecución, permitiendo visualizar las actividades críticas, los procesos que se pueden desarrollar simultáneamente y las actividades predecesoras de otras. En el PDT se muestra el tiempo de ejecución de las actividades propias del proyecto, en el documento de constructibilidad se detallan las características y aspectos aclaratorios de cada una de ellas, a continuación se listan las actividades correspondientes al PDT:

## 1. *Gestión de compras*

1.1 Importación

1.2 Nacionalización o naturalización.

1.3 Transporte al lugar de destino.

1.4 Verificación de correspondencia de los equipos con las requisiciones correspondientes.

1.5 Conteo de equipos

## 2. *Puesta en marcha*

2.1 Instalación de tuberías (conduit y bandeja)

2.2 Tenido del cableado

2.3 Prueba del cable

2.4 Instalación de dispositivos nivel supervisorio

2.5 Pre configuración y programación de los controladores

2.6 Instalación de controladores

2.8 Periodo de configuración

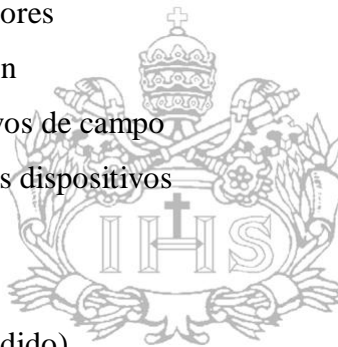
2.9 Instalación de dispositivos de campo

2.10 Etapa de pruebas de los dispositivos

2.11 Integración

2.12 Pruebas finales

2.7 Start up (etapa de encendido),



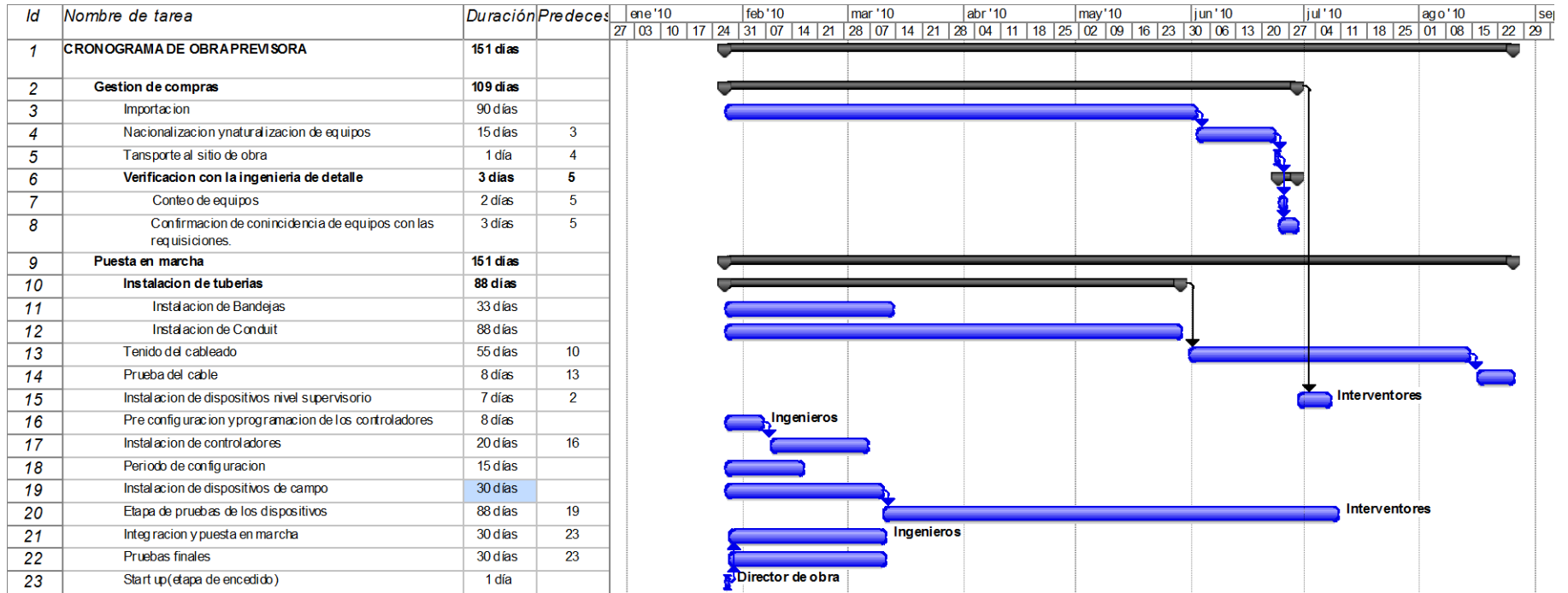
Para determinar el tiempo de duración de cada una de las actividades se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

1. El tiempo de duración de ejecución del proyecto no debe superar 8 meses.
2. El tiempo de duración de la gestión de compras está supeditado al tiempo de importación desde la emisión de la orden de compra, por lo tanto este tiempo está sujeto a influencia de variables del mercado y a las políticas de exportación e importación vigentes.
3. La instalación de tubería se puede realizar paralelo a la importación de equipos.
4. El tendido de cableado puede tardar máximo una semana por piso (este tiempo aplica para una pareja de técnicos en la obra) para cada sistema, y se realiza paralelamente para todos los sistemas.

5. La pre-configuración y programación de los controladores se puede realizar antes de la instalación y fuera del sitio de obra, puede tardar máximo 15 días.
6. La instalación de los controladores debe tardar máximo 1 día por cada controlador de cada sistema (este tiempo aplica para una pareja de técnicos en la obra).
7. La instalación de cada dispositivo de campo puede tardar un tiempo promedio de 45 minutos (tiempo sujeto a la disponibilidad de recursos humanos y físicos). Para el cálculo del tiempo de ejecución de esta actividad se obtuvo un promedio la cantidad total de dispositivos por piso, y, teniendo en cuenta que se emplea una hora por pareja en cada dispositivo, se calculo el tiempo de instalación de todos los dispositivos por piso.
8. El tiempo de ejecución de la etapa de pruebas depende de la interventora, recurso que facilita el cliente, si es un solo interventor, esta actividad puede tardar 2 días por piso, para cada sistema.
9. El tiempo de ejecución de la etapa de configuración depende directamente del tiempo de instalación de todos los dispositivos y controladores.
10. Los tiempos de duración de las actividades se calcularon teniendo en cuenta que el equipo de trabajo consta de:
  - a. Un director de obra: ingeniero con experiencia técnica especialista en este campo.
  - b. Tres parejas de técnicos: con experiencia en instalación de este tipo de sistemas.
  - c. Tres ingenieros: Con experiencia en configuración y programación de los equipos.
11. La cantidad de personal requerido para la obra está supeditado a los límites de tiempo que impone el cliente. Cabe anotar que todos los cálculos correspondientes al PDT están basados en el supuesto de la instalación de equipos con el edificio en marcha, sujeto a retrasos e imprevistos por las incomodidades que se presenten ante las modificaciones físicas requeridas y las actividades propias de la obra.

La figura numero 17 muestra el cronograma PDT desarrollado para el proyecto. Para detalles del programa detallado de trabajo PDT referirse al anexo numero 96.

Figura 17. Cronograma de trabajo PDT para el edificio Banco la Previsora.



### 3.3.8 Constructibilidad

En el documento se estudia el alcance de las actividades de construcción, instalación y montaje de todos los sistemas del edificio banco previsor, descritas a través de cada uno de los documentos que componen los la Ingeniería básica y de Detalle.

Con el documento de constructibilidad se busca identificar, plantear y describir los aspectos más importantes en la estrategia de construcción, instalación, configuración y puesta en marcha de los sistemas propuestos, para el edificio. La base del estudio, es la aplicación de las nociones en construcción, instalación, configuración y puesta en servicio para proveer mecanismos de mejora y asegurar el cumplimiento de los objetivos del proyecto.

Dentro del documento se desarrollan 4 aspectos básicos:

- Atención y desarrollo de la metodología de construcción de los diferentes sistemas, para asegurar que la ejecución de los trabajos obedezca a procesos planeados.
- Acciones definidas para adelantar los trabajos dentro del tiempo y costos proyectados.
- Identificación de recursos y tiempo de ejecución para la elaboración de un plan detallado de trabajo.
- Identificación de restricciones técnicas, operativas y estrategias alternativas para el desarrollo del proyecto.

En general, con el planteamiento de la constructibilidad del edificio se busca definir una estrategia para la ejecución del proyecto, desarrollando una estructura de trabajo definiendo el orden y características de construcción, por área del edificio o por especialidad de trabajo, según corresponda. A partir de la estrategia es posible definir las actividades de logística para la ejecución de la obra, asegurando el cumplimiento de todas las actividades del programa de trabajo, además se identifican actividades especiales y críticas del proyecto que requieren una mayor atención y control en su ejecución, además será posible establecer de manera anticipada las actividades y obras previas necesarias para el desarrollo del proyecto, como por ejemplo, trabajos civiles de adecuación.

La constructibilidad permite preparar el PDT (Programa detallado de Trabajo) teniendo en cuenta los aspectos anteriormente definidos en la estrategia general , con el objeto de visualizar las actividades críticas, los procesos que pueden ser desarrollados de manera simultánea, y el tiempo de ejecución de cada actividad. Para detalles del documento de constructibilidad referirse al anexo numero 97.

### **3.3.9 Presupuesto**

Durante el desarrollo del proyecto, teniendo en cuenta los cambios no previstos por ausencia de visita de obra, se decidió hacer un cálculo sobre las cantidades de todos los equipos, suministros e infraestructura requerida con un porcentaje de error de 20%, por esta razón se decidió hacer el presupuesto sobre este mismo porcentaje de error. El presupuesto se obtuvo con el fin de obtener un estimado de los costos totales de compra de los equipos requeridos para los sistemas de automatización del edificio banco previsor.

En el presupuesto se especifica el ítem, que corresponde a la requisición del equipo, cantidad, descripción, unidad, valor unitario y precio total (teniendo en cuenta el precio de cotización y porcentaje de importación vigente).

Sin embargo, las cotizaciones enviadas por las compañías no pueden ser publicadas para objeto académico, debido a que están clasificadas como información confidencial de las empresas; por lo tanto las cotizaciones que dan soporte al presupuesto no se encuentran anexas, en las cotizaciones el oferente indica el modelo o referencia del producto que se ajusta a la requisición de equipos suministrada, sin embargo, el encargado de la puesta en marcha del proyecto está en libertad de solicitar otras cotizaciones, ya que el objetivo del presupuesto planteado es ofrecer un estimado de costos para facilitar al cliente la evaluación de la factibilidad del proyecto.

Para la realización del presupuesto se tuvieron en cuenta los precios FOB (Free on Board - Libre a bordo) de los productos, es decir que el ofertador asume los costos de transporte hasta el momento de embarque de la mercancía para exportación. Por esta razón es importante anotar que el administrador o director encargado de la puesta en marcha del proyecto debe asumir los costos de transporte, desde el lugar de desembarque de la mercancía hasta el lugar de obra.

Cabe anotar que el presupuesto se realiza por el concepto de suministro de equipos, teniendo en cuenta el interés y requerimiento específico del cliente, no incluye instalación, configuración,

pruebas, puesta en marcha, capacitación, entrenamiento, ingeniería, planos, documentación, comisionamiento, mantenimiento o cualquier servicio adicional que se pueda requerir, los costos por todos los aspectos mencionados varían de acuerdo a la selección de contratista elegido por el cliente en el sitio de obra. *(Para detalles sobre el presupuesto referirse al anexo número 98).*

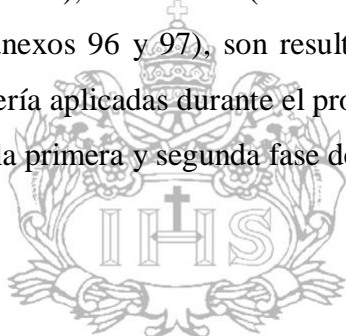


#### 4. ANALISIS DE RESULTADOS

El presupuesto obtenido, es un resultado del desarrollo del proyecto, y está basado en la información vigente en el momento de su elaboración, por esta razón, es necesario tener en cuenta que los precios, tanto de equipos como de infraestructura, están sometidos a cambios significativos de acuerdo con las tasas de importación y demás variables económicas, lo cual debe evaluarse en el momento de puesta en marcha del proyecto.

Dado el contenido y desarrollo del proyecto, y teniendo en cuenta la metodología planteada, los documentos generados, en su mayoría, son resultados que responden a las especificaciones del proyecto y que pueden ser usados como fundamento de la puesta en marcha del mismo.

Documentos como las arquitecturas (refiérase a los anexos del 20 al 23), planimetría de equipos (refiérase a los anexos del 28 al 53), recorridos (refiérase a los anexos del 54 al 79) y constructibilidad (refiérase a los anexos 96 y 97), son resultados relevantes del trabajo ya que reflejan las herramientas de ingeniería aplicadas durante el proceso y revelan la efectividad de los estudios previos comprendidos en la primera y segunda fase del proyecto.



## 5. CONCLUSIONES

Este proyecto representa un aporte de gran magnitud en el proceso de formación académica, pues fomenta y promueve el desarrollo de la capacidad analítica, además del uso de metodologías de investigación óptimas. Asimismo, el proyecto promueve la interdisciplinariedad ya que requiere la integración tanto de conocimientos adquiridos en el pregrado como de las herramientas mínimas en gestión y dirección de proyectos, además permite el acercamiento al campo laboral y al desarrollo de documentos reales de aplicación de ingeniería.

Teniendo en cuenta que en el país este tema de automatización de edificios está en auge, se requiere prestar especial atención a su inclusión en los programas académicos pues constituye un amplio campo acción de los ingenieros electrónicos.

La falta de libros e información en general referente a automatización de edificios y en específico al diseño de los subsistemas de automatización fue una causa de los retrasos en la culminación del proyecto, sin embargo, gracias al acompañamiento de personas especializadas en el tema, como el director y los asesores, el desarrollo y cumplimiento de los objetivos se llevaron a cabo de manera exitosa.

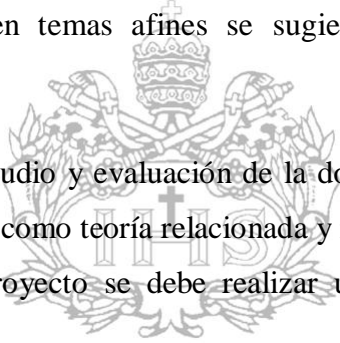
El Edificio Banco la Previsora se encuentra ubicado en la ciudad de Guayaquil Ecuador, es por esto que las tardanzas en la comunicación con el cliente y en la recopilación de documentación, necesaria para el inicio del proyecto, causaron algunos retrasos en el cronograma. A su vez la falta de una visita de campo, que brindara una concepción espacial de la distribución y ubicación de los recursos físico y bienes inmuebles dentro del edificio, dificultaron el ágil desarrollo del proyecto.

Este trabajo de grado queda abierto a futuras mejoras, teniendo en cuenta que el alcance de este proyecto no incluye el desarrollo de temas detallados como el cableado estructurado, los típicos de montaje, listados de accesorios adicionales e investigaciones afines que permitan la elaboración de un presupuesto con un margen de error menor y una disminución en los tiempos de ejecución.

Para la puesta en marcha del proyecto es necesario verificar la correspondencia de la planta física actual con la planimetría de equipos y especificaciones con el fin de evitar inconsistencias e imprevistos que impliquen sobrecostos significativos.

Los documentos generados durante el desarrollo del trabajo de grado son el resultado del proceso realizado durante el proyecto y evidencian el alcance de los objetivos del mismo, además constituyen las herramientas mínimas necesarias para su apertura a licitación y posteriormente puesta en marcha. Cabe aclarar que el presupuesto definitivo se obtuvo basado en los cálculos de cantidades, tanto de equipos, infraestructura en general y mano de obra, con un margen de error del 20% y no del 10% como se planteó en uno de los objetivos teniendo en cuenta que el margen se replanteó ante los imprevistos posibles que se pudieran presentar ante la ausencia de una visita de campo (ubicación real de muebles, disposición de empleados e infraestructura física, etc.).

Para futuros trabajos de grado en temas afines se sugiere tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- 
- a. Es necesario realizar un estudio y evaluación de la documentación pertinente al tema de automatización de edificios como teoría relacionada y normatividad vigente.
  - b. Antes de iniciar con el proyecto se debe realizar una recopilación necesaria para el desarrollo del mismo.
  - c. Se debe efectuar un estudio del estado actual de la instalación complementado con un análisis de riesgos y factibilidad que determinen la mejor solución de diseño.
  - d. Se debe tener en cuenta la cantidad de subsistemas que se requiere integrar y los protocolos de comunicación que cada uno utiliza.
  - e. Para las planimetrías es de vital importancia conocer las recomendaciones de ubicación de equipos, distancias y complejidad para los recorridos de cableado, de acuerdo a la normatividad vigente.
  - f. Para la selección de equipos se debe tener en cuenta la vigencia y soporte que ofrecen los diferentes fabricantes, al igual que los requisitos de comunicación para cada sistema.
  - g. Finalmente es necesario realizar un presupuesto detallado que incluya no solo los costos de los equipos sino también los costos de importación, nacionalización y tasa de impuestos vigente.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Juan José Miranda, "El desafío de la gerencia de proyectos" *MM Editores 2006*.
- [2] Manual, Directrices de gestión del riesgo, Complementa la NTC 5254:2006, ICONTEC.
- [3] Bravo Mendoza Oscar, Sánchez Celis Marleny, *Gestión Integral de riesgos*, Tomo 1 Editorial Bravo & Sánchez.
- [4] Project Management Institute. Project Management Body of Knowledge PMBOK®. Guía estándar creada para la gestión de proyectos. 4<sup>th</sup> Edición 2008.
- [5] National Fire Protection Association. "Símbolos de seguridad contra incendios y de emergencia". NFPA 170®. National Fire Alarm Code®. 2002 Edition.
- [6] American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers. ASHRAE handbook: heating, ventilating, and air-conditioning applications 2007 Edition.
- [7] Instituto colombiano de normas técnicas. Norma técnica colombiana. Elementos de instalaciones eléctricas. NTC 2050. Tercera actualización 1998.
- [8] Instituto colombiano de normas técnicas. Normas colombianas para la presentación de trabajo de investigación. Segunda actualización. Bogotá: ICONTEC, 1996. 126p. NTC1307
- [9] Honeywell International, Inc. Productos y servicios [En línea] <http://customer.honeywell.com/> [Última consulta 22 enero 2010]
- [10] Belden Company. Fabricante de productos para transmisión de señales. [En línea] [www.belden.com](http://www.belden.com) [Consultada el 25 de Enero de 2010].
- [11] Altronix. Fabricante de fuentes de alimentación. [En línea] [www.altronix.com](http://www.altronix.com) [Consultada el 25 de Enero de 2010].
- [12] Automatic Building Control Página. [En línea] <http://customer.honeywell.com/> [Última consulta 22 enero 2010]
- [13] Real Time Service S.A. Consultas productos y desarrollos. [En línea] [http://www.realtimeservice.com.ar/sp/desarrollos/productos/honeywell/field\\_bus.htm](http://www.realtimeservice.com.ar/sp/desarrollos/productos/honeywell/field_bus.htm) [Última consulta 10 octubre 2009]
- [14] National Electrical Code" – NEC, Código eléctrico nacional. 1999 Edition.

## ANEXOS

A continuación se listan los documentos referidos como anexos del proyecto.

ITEM	N° DE DOCUMENTO	NOMBRE DE DOCUMENTO	ruta	ESTADO DE REVISION	FECHA DE APROBACION
1	IC-00PFTGEP-06	Propuesta de trabajo de grado	E:\Trabajo de grado\Ingeniería Conceptual\1)Propuesta inicial	A	21-abr-09
2	IC-00000FG-01	Formato General	E:\Trabajo de grado\Ingeniería Conceptual\3)Talleres de pre ingeniería	A	05-jun-09
3	IC-00000LD-01	Lista de documentos	E:\Trabajo de grado\Ingeniería Conceptual\3)Talleres de pre ingeniería.	A	22-ene-10
4	IC-00000RS-01	Reuniones Semanales	E:\Trabajo de grado\Ingeniería Conceptual\3)Talleres de pre ingeniería	A	02-jun-09
5	IC-00000FRS-01	Formato de reunión de seguimiento semanal	E:\Trabajo de grado\Ingeniería Conceptual\3)Talleres de pre ingeniería	A	05-jun-09
6	IC-00000DND-01	Definición de nomenclatura de documentos	E:\Trabajo de grado\Ingeniería Conceptual\3)Talleres de pre ingeniería	A	08-jun-09
7	IC-00000AC-00	Avance climatológico	E:\Trabajo de grado\Ingeniería Conceptual\3)Talleres de pre ingeniería	A	07-jul-09
8	IC-0000ARPT-02	Análisis de riesgo piso tipo oficinas	E:\Trabajo de grado\Ingeniería Conceptual\3)Talleres de pre ingeniería	A	25-ago-09
9	IC-00000EAT-00	Estado del arte topología de redes.	E:\Trabajo de grado\Ingeniería Conceptual\4)Scouting Tecnológico	A	06-ago-09
10	IC-0000EACA-00	Estado el arte arquitecturas de control de accesos.	E:\Trabajo de grado\Ingeniería Conceptual\4)Scouting Tecnológico	A	10-ago-09
11	IC-00EACCTV-00	Estado del arte arquitecturas de CCTV.	E:\Trabajo de grado\Ingeniería Conceptual\4)Scouting Tecnológico	A	30-ago-09
12	IC-00EADOF-00	Estado del arte matriz DOFA.	E:\Trabajo de grado\Ingeniería Conceptual\4)Scouting Tecnológico	A	10-ago-09
13	IC-00EAMOSI-00	Estado del arte modelo OSI.	E:\Trabajo de grado\Ingeniería Conceptual\4)Scouting Tecnológico	A	10-ago-09
14	IC-00EAPRCOM-00	Estado del arte protocolos de comunicaciones	E:\Trabajo de grado\Ingeniería Conceptual\4)Scouting Tecnológico	A	10-ago-09
15	IC-0000MREP-04	Matriz de analisis de riesgos para el edificio banco previsora	E:\Ingenieria Conceptual\6)Análisis de riesgo y factibilidad	A	24-sep-09
16	IC-0000AREP-02	Análisis de riesgo edificio banco la previsora	E:\Trabajo de grado\Ingeniería Conceptual\6)Análisis de riesgo y factibilidad	A	28-sep-09

17	IC-0000AFEP-02	Análisis de factibilidad edificio banco la previsora	E:\Trabajo de grado\Ingeniería Conceptual\6)Análisis de riesgo y factibilidad	A	09-oct-09
18	IC-0000SDEP-00	Soluciones de diseño para los sistemas de automatización del edificio banco la previsora	E:\Trabajo de grado\Ingeniería Conceptual\6)Análisis de riesgo y factibilidad	A	13-oct-09
19	IC-0000PTB-01	Informe Final	E:\Trabajo de grado\Ingeniería Conceptual\7)Informe final	A	16-oct-09
20	IB-000ACAEP-02	Arquitectura del sistema de control de accesos CA del edificio banco previsora.	E:\Trabajo de grado\Ingeniería Básica\1.Arquitecturas	A	26-oct-09
21	IB-00ADAIEP-02	Arquitectura del sistema de detección y alarma de incendio DAI del edificio banco previsora.	E:\Trabajo de grado\Ingeniería Básica\1.Arquitecturas	A	26-oct-09
22	IB-0ACCTVEP-02	Arquitectura del sistema de circuito cerrado de televisión CCTV del edificio banco previsora.	E:\Trabajo de grado\Ingeniería Básica\1.Arquitecturas	A	26-oct-09
23	IB-0AHVACEP-02	Arquitectura del sistema de aire acondicionado HVAC del edificio banco previsora.	E:\Trabajo de grado\Ingeniería Básica\1.Arquitecturas	A	26-oct-09
24	IC-0CDEPDAI-03	Criterios de diseño para el sistema de detección y alarma de incendio edificio banco previsora	E:\Trabajo de grado\Ingeniería Básica\2. Criterios de Diseño\DAI	A	09-nov-09
25	IC-00CDEPCA-00	Criterios de diseño para el sistema de control de accesos del edificio banco la previsora.	E:\Trabajo de grado\Ingeniería Básica\2. Criterios de Diseño\CA	A	10-nov-09
26	IB-CDEPCCTV-02	Criterios de diseño para el sistema de circuito cerrado de televisión del edificio banco la previsora.	E:\Trabajo de grado\Ingeniería Básica\2. Criterios de Diseño\CCTV	A	10-nov-09
27	IC-CDEPHVAC-00	Criterios de diseño para el sistema de aire acondicionado del edificio banco la previsora.	E:\Trabajo de grado\Ingeniería Básica\2. Criterios de Diseño\HVAC	A	10-nov-09
28	IB-0000P1CA-01	Planimetría Sistema CA-Piso 1	E:\Trabajo de grado\Ingeniería Básica\3.Planimetría de equipos\Planimetría CA	A	30-nov-09
29	IB-0000P2CA-01	Planimetría Sistema CA-Piso 2	E:\Trabajo de grado\Ingeniería Básica\3.Planimetría de equipos\Planimetría CA	A	30-nov-09
30	IB-0000PBCA-01	Planimetría Sistema CA-Planta baja	E:\Trabajo de grado\Ingeniería Básica\3.Planimetría de equipos\Planimetría CA	A	30-nov-09
31	IB-0000PTBCA-01	Planimetría Sistema CA-Piso tipo bancario	E:\Trabajo de grado\Ingeniería Básica\3.Planimetría de equipos\Planimetría CA	A	30-nov-09
32	IB-0000PTOCA-01	Planimetría Sistema CA-Piso tipo oficinas	E:\Trabajo de grado\Ingeniería Básica\3.Planimetría de equipos\Planimetría CA	A	30-nov-09

33	IB-0000SBCA-01	Planimetría Sistema CA-Subsuelo	E:\Trabajo de grado\Ingeniería Básica\3.Planimetria de equipos\Planimetría CA	A	30-nov-09
34	IB-00P1CCTV-01	Planimetría Sistema CCTV-Piso 1	E:\Trabajo de grado\Ingeniería Básica\3.Planimetria de equipos\Planimetría CCTV	A	30-nov-09
35	IB-00P2CCTV-01	Planimetría Sistema CCTV-Piso 2	E:\Trabajo de grado\Ingeniería Básica\3.Planimetria de equipos\Planimetría CCTV	A	30-nov-09
36	IB-00PBCCTV-01	Planimetría Sistema CCTV-Planta baja	E:\Trabajo de grado\Ingeniería Básica\3.Planimetria de equipos\Planimetría CCTV	A	30-nov-09
37	IB-00SBCCTV-01	Planimetría Sistema CCTV-Subsuelo	E:\Trabajo de grado\Ingeniería Básica\3.Planimetria de equipos\Planimetría CCTV	A	30-nov-09
38	IB-00PTBCCTV-01	Planimetría Sistema CCTV-Piso tipo bancario	E:\Trabajo de grado\Ingeniería Básica\3.Planimetria de equipos\Planimetría CCTV	A	30-nov-09
39	IB-00PTOCCTV-01	Planimetría Sistema CCTV-Piso tipo oficinas	E:\Trabajo de grado\Ingeniería Básica\3.Planimetria de equipos\Planimetría CCTV	A	30-nov-09
40	IB-000P1DAI-01	Planimetría Sistema DAI-Piso 1	E:\Trabajo de grado\Ingeniería Básica\3.Planimetria de equipos\Planimetría DAI	A	30-nov-09
41	IB-000P2DAI-01	Planimetría Sistema DAI-Piso 2	E:\Trabajo de grado\Ingeniería Básica\3.Planimetria de equipos\Planimetría DAI	A	30-nov-09
42	IB-000PBDAI-01	Planimetría Sistema DAI-Planta baja	E:\Trabajo de grado\Ingeniería Básica\3.Planimetria de equipos\Planimetría DAI.	A	30-nov-09
43	IB-000SBDAI-01	Planimetría Sistema DAI-Subsuelo	E:\Trabajo de grado\Ingeniería Básica\3.Planimetria de equipos\Planimetría DAI	A	30-nov-09
44	IB-00PTBDAI-01	Planimetría Sistema DAI-Piso tipo bancario	E:\Trabajo de grado\Ingeniería Básica\3.Planimetria de equipos\Planimetría DAI	A	30-nov-09
45	IB-00PTODAI-01	Planimetría Sistema DAI-Piso tipo oficinas	E:\Trabajo de grado\Ingeniería Básica\3.Planimetria de equipos\Planimetría DAI	A	30-nov-09
46	IB-00P1HVAC-01	Planimetría Sistema HVAC-Piso 1	E:\Trabajo de grado\Ingeniería Básica\3.Planimetria de equipos\Planimetría HVAC	A	30-nov-09
47	IB-00P2HVAC-01	Planimetría Sistema HVAC-Piso 2	E:\Trabajo de grado\Ingeniería Básica\3.Planimetria de equipos\Planimetría HVAC	A	30-nov-09
48	IB-00PBHVAC-01	Planimetría Sistema HVAC-Planta baja	E:\Trabajo de grado\Ingeniería Básica\3.Planimetria de equipos\Planimetría HVAC	A	30-nov-09
49	IB-00SBHVAC-01	Planimetría Sistema HVAC-Subsuelo	E:\Trabajo de grado\Ingeniería Básica\3.Planimetria de equipos\Planimetría HVAC	A	30-nov-09
50	IB-0P31HVAC-01	Planimetría Sistema HVAC-Piso 31	E:\Trabajo de grado\Ingeniería Básica\3.Planimetria de equipos\Planimetría HVAC	A	30-nov-09

51	IB-0P32HVAC-01	Planimetría Sistema HVAC-Piso 32	E:\Trabajo de grado\Ingeniería Básica\3.Planimetría de equipos\Planimetría HVAC	A	30-nov
52	IB-0PTBHVAC-01	Planimetría Sistema HVAC-Piso tipo bancario.	E:\Trabajo de grado\Ingeniería Básica\3.Planimetría de equipos\Planimetría HVAC	A	30-nov
53	IB-0PTOHVAC-01	Planimetría Sistema HVAC-Piso tipo oficinas	E:\Trabajo de grado\Ingeniería Básica\3.Planimetría de equipos\Planimetría HVAC	A	30-nov
54	ID-000RP1CA-02	Recorrido de CA piso 1.	E:\Trabajo de grado\Ingeniería de Detalle\1. Recorridos\Recorridos CA	A	18-dic-09
55	ID-000RP2CA-02	Recorrido de CA piso 2.	E:\Trabajo de grado\Ingeniería de Detalle\1. Recorridos\Recorridos CA	A	18-dic-09
56	ID-000RPBCA-02	Recorrido de CA planta baja.	E:\Trabajo de grado\Ingeniería de Detalle\1. Recorridos\Recorridos CA	A	18-dic-09
57	ID-000RSBCA-02	Recorrido de CA subsuelo.	E:\Trabajo de grado\Ingeniería de Detalle\1. Recorridos\Recorridos CA	A	18-dic-09
58	ID-00RPTBCA-02	Recorrido de CA piso tipo bancario.	E:\Trabajo de grado\Ingeniería de Detalle\1. Recorridos\Recorridos CA	A	18-dic-09
59	ID-00RPTOCA-02	Recorrido de CA piso tipo oficinas.	E:\Trabajo de grado\Ingeniería de Detalle\1. Recorridos\Recorridos CA	A	18-dic-09
60	ID-0RP1CCTV-02	Recorrido de CCTV piso 1.	E:\Trabajo de grado\Ingeniería de Detalle\1. Recorridos\Recorridos CCTV	A	18-dic-09
61	ID-0RP2CCTV-02	Recorrido de CCTV piso 2.	E:\Trabajo de grado\Ingeniería de Detalle\1. Recorridos\Recorridos CCTV	A	18-dic-09
62	ID-0RPBCCTV-02	Recorrido de CCTV planta baja.	E:\Trabajo de grado\Ingeniería de Detalle\1. Recorridos\Recorridos CCTV	A	18-dic-09
63	ID-0RSBCCTV-02	Recorrido de CCTV subsuelo.	E:\Trabajo de grado\Ingeniería de Detalle\1. Recorridos\Recorridos CCTV	A	18-dic-09
64	ID-RPTBCCTV-02	Recorrido de CCTV piso tipo bancario.	E:\Trabajo de grado\Ingeniería de Detalle\1. Recorridos\Recorridos CCTV	A	18-dic-09
65	ID-RPTOCCTV-02	Recorrido de CCTV piso tipo oficinas.	E:\Trabajo de grado\Ingeniería de Detalle\1. Recorridos\Recorridos CCTV	A	18-dic-09
66	ID-00RP1DAI-02	Recorrido de DAI piso 1.	E:\Trabajo de grado\Ingeniería de Detalle\1. Recorridos\Recorridos DAI	A	18-dic-09
67	ID-00RP2DAI-02	Recorrido de DAI piso 2.	E:\Trabajo de grado\Ingeniería de Detalle\1. Recorridos\Recorridos DAI	A	18-dic-09
68	ID-00RPBDAI-02	Recorrido de DAI planta baja.	E:\Trabajo de grado\Ingeniería de Detalle\1. Recorridos\Recorridos DAI	A	18-dic-09
69	ID-00RSBDAI-02	Recorrido de DAI subsuelo.	E:\Trabajo de grado\Ingeniería de Detalle\1. Recorridos\Recorridos DAI	A	18-dic-09
70	ID-0RPTBDAI-02	Recorrido de DAI piso tipo bancario.	E:\Trabajo de grado\Ingeniería de Detalle\1. Recorridos\Recorridos DAI	A	18-dic-09
71	ID-0RPTODAI-02	Recorrido de DAI piso tipo oficinas	E:\Trabajo de grado\Ingeniería de Detalle\1. Recorridos\Recorridos DAI	A	18-dic-09

72	ID-ORP1HVAC-02	Recorrido de HVAC piso 1.	E:\Trabajo de grado\Ingeniería de Detalle\1. Recorridos\Recorridos HVAC	A	18-dic-09
73	ID-ORP2HVAC-00	Recorrido de HVAC piso 2.	E:\Trabajo de grado\Ingeniería de Detalle\1. Recorridos\Recorridos HVAC	A	18-dic-09
74	ID-ORPBHVAC-02	Recorrido de HVAC planta baja.	E:\Trabajo de grado\Ingeniería de Detalle\1. Recorridos\Recorridos HVAC	A	18-dic-09
75	ID-ORSBHVAC-02	Recorrido de HVAC subsuelo.	E:\Trabajo de grado\Ingeniería de Detalle\1. Recorridos\Recorridos HVAC	A	18-dic-09
76	ID-RP31HVAC-02	Recorrido de HVAC piso 31.	E:\Trabajo de grado\Ingeniería de Detalle\1. Recorridos\Recorridos HVAC	A	18-dic-09
77	ID-RP32HVAC-02	Recorrido de HVAC piso 32.	E:\Trabajo de grado\Ingeniería de Detalle\1. Recorridos\Recorridos HVAC	A	18-dic-09
78	ID-RPTBHVAC-02	Recorrido de HVAC piso tipo bancario.	E:\Trabajo de grado\Ingeniería de Detalle\1. Recorridos\Recorridos HVAC	A	18-dic-09
79	ID-RPTOHVAC-02	Recorrido de HVAC piso tipo oficinas.	E:\Trabajo de grado\Ingeniería de Detalle\1. Recorridos\Recorridos HVAC	A	18-dic-09
80	ID-000LIEP-01	Listado general de equipos edificio banco previsorora	E:\Trabajo de grado\Ingeniería de Detalle\2. Listados	A	25-dic-09
81	ID-000LICBL-01	Listado general de cables edificio banco previsorora.	E:\Trabajo de grado\Ingeniería de Detalle\2. Listados	A	25-dic-09
82	ID-000LICON-01	Listado general de conduit y bandejas edificio banco previsorora	E:\Trabajo de grado\Ingeniería de Detalle\2. Listados	A	25-dic-09
83	ID-000MCEEP-00	Matriz causa efecto para el sistema de detección y alarma de incendio del edificio banco previsorora	E:\Ingenieria de Detalle\3.Matriz causa efecto	A	22-ene-10
84	ID-00DMCEEP-00	Descripción de la matriz causa efecto para el sistema de detección y alarma de incendios del Edificio Banco la Previsorora.	E:\Ingenieria de Detalle\3.Matriz causa efecto	A	22-ene-10
85	ID-0000RECA-01	Requisición de equipos para el sistema de control de accesos del edificio banco previsorora	E:\Trabajo de grado\Ingeniería de Detalle\5. Requisiciones	A	08-ene-10
86	ID-000RECBL-00	Requisición de cableado para el edificio banco previsorora.	E:\Trabajo de grado\Ingeniería de Detalle\5. Requisiciones	A	08-ene-10
87	ID-000RECON-00	Requisición de conduit y bandejas para el edificio banco previsorora.	E:\Trabajo de grado\Ingeniería de Detalle\5. Requisiciones	A	08-ene-10
88	ID-000REDAI-01	Requisición de equipos para el sistema de detección y alarma de incendio del edificio banco previsorora	E:\Trabajo de grado\Ingeniería de Detalle\5. Requisiciones	A	08-ene-10

89	ID-00RECCTV-01	Requisición de equipos para el sistema de circuito cerrado de televisión del edificio banco previsora	E:\Trabajo de grado\Ingeniería de Detalle\5. Requisiciones	A	08-ene-10
90	ID-00REHVAC-01	Requisición de equipos para el sistema de aire acondicionado del edificio banco previsora	E:\Trabajo de grado\Ingeniería de Detalle\5. Requisiciones	A	08-ene-10
91	ID-0000ETCA-01	Especificaciones técnicas para el sistema de control de accesos del edificio banco previsora.	E:\Trabajo de grado\Ingeniería de Detalle\4.Especificaciones	A	18-ene-10
92	ID-000ETDAI-01	Especificaciones técnicas para el sistema de detección y alarma de incendio del edificio banco previsora.	E:\Trabajo de grado\Ingeniería de Detalle\4.Especificaciones	A	18-ene-10
93	ID-00ETCCTV-01	Especificaciones técnicas para el sistema de circuito cerrado de televisión del edificio banco previsora.	E:\Trabajo de grado\Ingeniería de Detalle\4.Especificaciones	A	18-ene-10
94	ID-00ETHVAC-00	Especificaciones técnicas para el sistema de aire acondicionado del edificio banco previsora.	E:\Trabajo de grado\Ingeniería de Detalle\4.Especificaciones	A	18-ene-10
95	ID-000HDEEP-00	Hojas de datos de equipos edificio banco previsora.	E:\Trabajo de grado\Ingeniería de Detalle\6. Hojas de datos	A	21-ene-10
96	ID-000PDTEP-01	Programa detallado de trabajo edificio banco previsora.	E:\Trabajo de grado\Ingeniería de Detalle\7. Cronograma PDT	A	25-ene-10
97	ID-000CNSEP-00	Constructibilidad del edificio banco previsora.	E:\Trabajo de grado\Ingeniería de Detalle\8. Constructibilidad	A	25-ene-10
98	ID-000PREEP-00	Presupuesto del proyecto edificio banco previsora.	E:\Trabajo de grado\Ingeniería de Detalle\9. Presupuesto	A	25-ene-10
99	PLANO DAI	Ejemplo planimetría piso 1 DAI	Impresión adjunta	A	30-May-10
100	PLANO CA	Ejemplo planimetría piso 1 CA	Impresión adjunta	A	30-May-10
101	PLANO HVAC	Ejemplo planimetría piso 1 HVAC	Impresión adjunta	A	30-May-10
102	PLANO CCTV	Ejemplo planimetría piso 1 CCTV	Impresión adjunta	A	30-May-10

