

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



BASES DE DISEÑO PARA PROYECTOS DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE EDIFICIOS INTELIGENTES

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRICISTA

PRESENTADO POR:

Miguel Ángel Carrión Huamán

**PROMOCIÓN
2008- I**

**LIMA – PERÚ
2013**

**BASES DE DISEÑO PARA PROYECTOS DE
INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE EDIFICIOS
INTELIGENTES**

Agradezco a mis padres y a los profesores por el apoyo brindado.

SUMARIO

El presente Informe de Titulación tiene por propósito mostrar una forma de estructurar los criterios para el Diseño de Proyectos de Instalaciones Eléctricas en edificios nuevos, haciendo uso de sistemas de control y programación inteligentes.

Un edificio corporativo atiende a los locatarios las 24 horas del día y los 365 días del año, esta es la razón para que este tenga que contar con un sistema eléctrico inteligente y programado para activarse de manera automática, capaz de censar las condiciones climáticas, niveles de iluminación, porcentajes de monóxido de carbono, caudales y requerimientos de agua, aire fresco y agua helada, controlar accesos y alarma centralizada. Este informe también muestra el sistema eléctrico de un edificio corporativo típico y uno moderno de los cuales se analizaran las diferencias.

Un sistema de control centralizado instalado en un edificio nuevo, remodelado o rehabilitado, le brinda autonomía y gestión de la energía, logrando obtener mejores resultados utilizando menos energía.

INDICE

PROLOGO	1
CAPITULO I	
ANTECEDENTES	
1.1. Objetivo	2
1.2. Alcance	2
1.2.1 Eficiencia del Consumo de Energía	3
1.2.2 Sistema de aseguramiento de vidas	3
1.2.3 Sistema de telecomunicaciones	4
1.2.4 Automatización de áreas de trabajo	4
1.3. Limitaciones	4
CAPITULO II	
DEFINICIONES Y MARCO DE ANALISIS	
2.1. Eficiencia energética	6
2.2. Marco legal Nacional en eficiencia energética	7
2.3. Marco legal Internacional en eficiencia energética	10
2.4. Sistemas convencionales de administración de edificios	12
2.5. Edificios inteligentes	13
2.5.1. Objetivo de un edificio inteligente	14
2.6. Análisis comparativo	15
CAPITULO III	
BASES DE DISEÑO	
3.1 Niveles de Inteligencia de un Edificio	17
3.2 Sistemas de un Edificio Inteligente	18
3.3 Inteligencia y eficiencia energética	21
3.4 Criterios de diseño	22
3.5 Criterios de operación y mantenimiento	28
CAPITULO IV	
IMPLICANCIAS TECNICO ECONOMICAS	

4.1	Caso de estudio, Edificio Don José	30
4.2	Evaluación técnico-económica del Edificio Don José	32
4.2.1	Proyecto de Instalaciones Eléctricas	32
4.2.2	Presupuesto de instalaciones del edificio de oficinas Don José	33
4.3	Evaluación integral	39
4.4	Propuesta normativa	40
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	41
	ANEXOS	42
	BIBLIOGRAFIA	46

PROLOGO

Diseñar espacios habitables utilizando criterios tecnológicos, con el objetivo principal de optimizar los niveles de confort y calidad de vida para sus usuarios finales.

Esta área es conocida como domótica, encargada de la integración, monitoreo y control de actividades electromecánicas automatizables que mejoran la seguridad, confortabilidad y gestionan un mantenimiento predictivo a fin de obtener la mayor utilidad a los equipos instalados, contando con información en tiempo real de los diferentes parámetros de cada sistema.

Una de las principales características de un edificio inteligente es, la flexibilidad, de tal forma que sea susceptible a cambios y ampliaciones futuras.

Un edificio inteligente incorpora sistemas que permiten recopilar y almacenar información que soportan el flujo de todo el edificio. Esto permite que el edificio inteligente tenga estas características: (a) Automatización de actividades, (b) Monitoreo, (e) Administración y mantenimiento de los sistemas y subsistemas del edificio, de manera local como remota.

CAPITULO I

ANTECEDENTES

1.1 Objetivo

El uso innecesario de la energía eléctrica de sistemas mecánicos de control de cargas eléctricas, no permite optimizar la utilización de los sistemas instalados, la necesidad de implementar sistemas capaces de controlar todas las variables involucradas en los diferentes ambientes presentados en este tipo de construcciones.

El presente informe Bases de diseño para Proyectos de Instalaciones Eléctricas de Edificios Inteligentes, se plantea por la necesidad de analizar y estudiar la problemática existente en las edificaciones en las que diariamente se trabaja, vive o estudia, determinando aquellos elementos que participan en el proceso de diseño de edificios inteligentes, adaptados a la realidad del país. A su vez estudia las características que deben incorporarse desde la etapa de diseño del proyecto. Por último, se propone una escala de niveles de inteligencia de los edificios con el propósito de reducir los costos de operación de nuevos proyectos y edificios existentes.

1.2 Alcance

El presente informe divide en cuatro categorías la operación y mantenimiento de un edificio inteligente:

- Eficiencia del Consumo de Energía
- Sistema de aseguramiento de vidas
- Sistemas de Telecomunicaciones
- Automatización de áreas de trabajo

Los edificios existentes de más de 5 u 8 años de antigüedad carecen de facilidades y servicios que hoy en día son necesarios y exigidos por los futuros arrendatarios o propietarios.

Diseñar un proyecto de instalaciones eléctricas, integrando estas cuatro categorías significa que el producto final será más eficiente, seguro y con capacidad de comunicación y totalmente monitoreable y controlable desde un centro de control, y que consumirá la

energía eléctrica que necesita permitiendo conocer los datos de todos los sistemas instalados y monitoreando los valores de operación y programar el mantenimiento con el fin de obtener la máxima utilidad de los mismos.

Un edificio inteligente combina innovaciones tecnológicas y no tecnológicas con administración inteligente de los recursos del mismo, para maximizar el retorno de inversión.

1.2.1 Eficiencia del Consumo de Energía

La reducción del uso de la energía a un mínimo consumo, es el requerimiento principal de los propietarios.

Algunas estrategias usadas para reducir el consumo de energía en edificios inteligentes son:

- Arranque y parada, programado y optimizado.
- Limitante de demanda eléctrica
- Optimización de enfriadoras
- Aislantes térmicos
- Variadores de velocidad
- Calculo de distancias mínimas para el recorrido

1.2.2 Sistema de aseguramiento de vidas

La instalación de la menor cantidad de dispositivos de seguridad maximizando el desempeño de alarma de detección de incendios, sistemas de seguridad y control de accesos, se resume en la reducción de costos y un edificio que reacciona en el menor tiempo ante una emergencia o incidente.

Algunos de los factores que involucraron dentro del sistema de aseguramiento de vidas son:

- Reducir la dependencia de personal
- CCTV
- Control de accesos y alarmas de intrusión
- Detección de humo
- Control de energía de elevadores, aire acondicionado
- Grupo electrógeno

En suma son los sistemas que garantizan el buen comportamiento del edificio ante una emergencia o falta de algún suministro, el sistema de control alarmara de inmediato y entrara en marcha un protocolo de incidentes.

1.2.3 Sistema de telecomunicaciones

Algunos de los sistemas de telecomunicación involucrados son:

- Sistema telefónico PBX
- Cable
- Video texto
- Sistemas de integración con otras categorías

1.2.4 Automatización de áreas de trabajo

Automatizar de manera independiente las oficinas de un edificio inteligente te permite realizar operaciones según el usuario final sin alterar el confort general.

Para la automatización de las áreas de trabajo se toma en cuenta:

- Sistema centralizado de procesamiento de datos
- Servicio de información compartida

1.3 Limitaciones

La principal limitación para realizar un proyecto de instalaciones eléctricas de un edificio inteligente es la falta de conocimiento y falta de decisión.

Para obtener la licencia de construcción de un edificio nuevo, requiere la aprobación municipal del expediente técnico.

- Proyecto de estructuras
- Proyecto de arquitectura
- Proyecto de instalaciones sanitarias
- Proyecto de instalaciones eléctricas
- Proyecto de instalaciones mecánicas

El proyecto de Instalaciones Eléctricas presentado para esta aprobación contiene información básica:

- Calculo de potencia de máxima demanda
- Calculo de alimentadores
- Definición de tablero general
- Calculo de interruptores
- Consideración de cargas de equipos de bombeo
- Consideración de cargas de equipos de ventilación

Las cargas principales del edificio son solamente reservas y los alcances del proyecto para conseguir la aprobación no contempla ningún cálculo, definición, especificaciones y la nota que está en todos los proyectos es: “Definido por equipador”, esto es aprobado por la

municipalidad, lo cual es un grave error, ya que no están los parámetros mínimos exigibles en etapa de compra.

De esta manera es que un edificio inteligente, se hace en el camino, ya que el expediente aprobado para la licencia de construcción carece de esta información.

Cuando nos referimos que un edificio inteligente no se hace por falta de conocimiento, nos referimos a que al no estar preparados los revisores municipales, los proyectistas se limitan a solo definir la canalización para que en la etapa de construcción se definan estos sistemas como parte del equipamiento.

Un segundo limitante es el factor económico, ya que un edificio inteligente significa una mayor inversión inicial, que se espera recuperar en un tiempo que dependerá del ahorro obtenido.

CAPITULO II

DEFINICIONES Y MARCO DE ANÁLISIS

2.1 Eficiencia Energética

El ahorro de energía es el objetivo común que se ha propuesto el mundo para controlar y reducir la tendencia del calentamiento global, la presencia en la atmósfera de CO₂ y de otros gases responsables del efecto invernadero, parte de la radiación solar que llega hasta la Tierra es retenida en la atmósfera lo que es propicio para el desarrollo de la vida en el planeta. No obstante, como consecuencia de la quema de combustibles fósiles y de otras actividades humanas asociadas al proceso de industrialización, la concentración de estos gases en la atmósfera ha aumentado de forma considerable en los últimos años. Esto ha ocasionado que la atmósfera retenga más calor de lo debido.

La participación del recurso hídrico en la producción total de energía eléctrica del SEIN durante el año 2011 representó el 57,94% (20 404,12 GW.h), *gas natural con el 38,23% (13 462,19 GW.h)*, *carbón con el 2,08% (732,36 GW.h)*, *diesel y residual con el 1,51% (531,45 GW.h)* y bagazo y biogás con el 0,25% (87,31 GW.h). Siendo las centrales eléctricas a gas natural, carbón y diesel los principales emisores de CO₂.

Los edificios no emiten CO₂, sin embargo la demanda de energía de todos los edificios tiene su equivalente respectivo. Siendo la relación de 0.75T.CO₂/MWh para una central a gas natural y 0.95T.CO₂/MWh para una central a carbón.

La coyuntura peruana no eliminara definitivamente las centrales que consumen combustible fósil, pero si podemos orientar a diseñar edificios nuevos que minimicen el consumo de energía eléctrica y gradualmente reducir la dependencia de las centrales a carbón y diesel.

La eficiencia energética en edificios inteligentes está definida para este informe como la metodología para optimizar los resultados de operación, confort, utilizando la menor cantidad de energía eléctrica, menores costos de operación, y la producción de menos desperdicios, el uso eficiente de la energía permite consumir menos energía, lo que se traducirá en la reducción de los niveles de contaminación.

La Domótica es la integración de nuevas tecnologías al espacio habitable, formando un todo coherente y medible, aportando al usuario una mayor calidad de vida, (véase fig. 2.1). Esto se manifiesta a través de una mayor funcionalidad, una disminución de riesgos de accidentes y siniestros, mejoramiento de la información con mayor fiabilidad de las comunicaciones, control y asistencia técnica disminuyendo el consumo energético y los gastos de mantenimiento, en armonía con el medio ambiente.

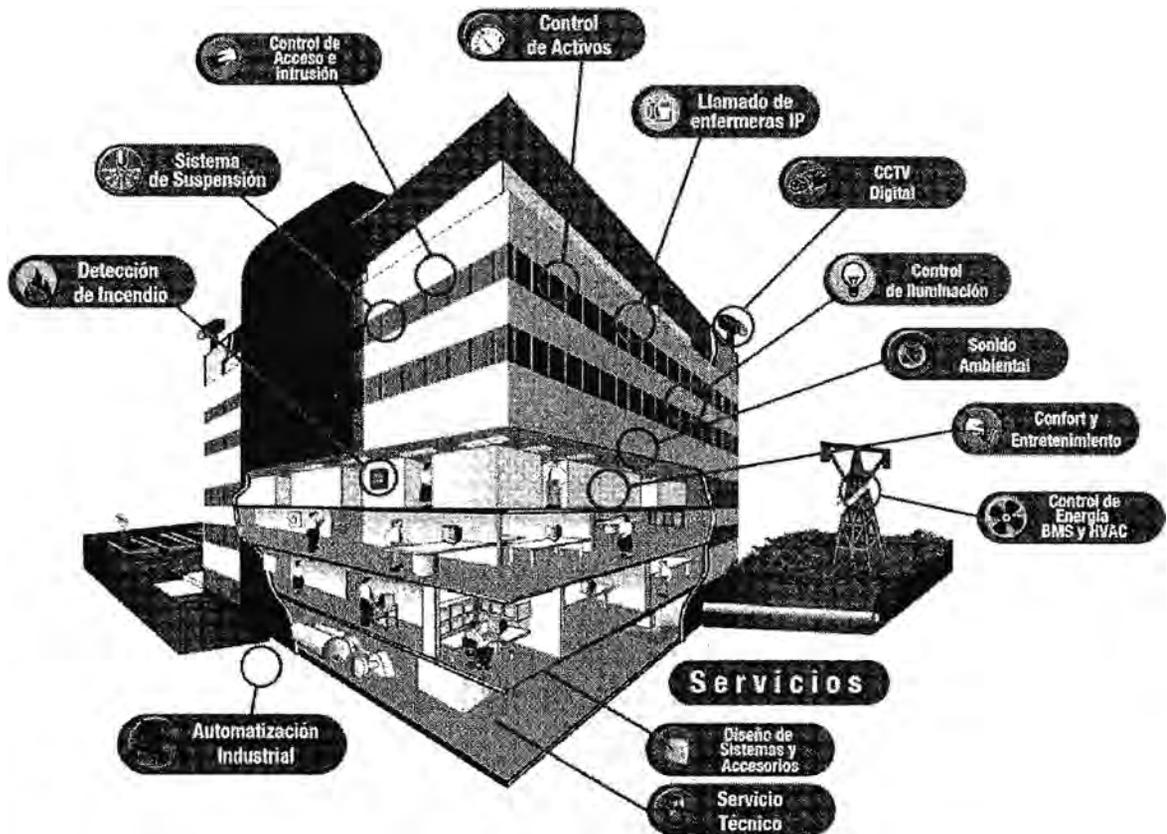


Fig. 2.1 Sistemas que pueden integrarse en un Edificio Inteligente

2.2 Marco Legal Actual Nacional, en materia de Eficiencia Energética.

El Perú es un país que no está ajeno a los acuerdos internacionales en marco del cuidado del medio ambiente, en el presente informe de titulación mencionaremos Decretos Supremos, Resoluciones Ministeriales y acuerdos marco, que comprometen a las entidades del Estado Peruano a tomar medidas y acciones para ahorrar energía, reciclar con el principal objetivo de estandarizar en un futuro criterios de uso de las oficinas oficiales.

a) Decreto Supremo N° 034-2008-EM [1]

Artículo 1°.- Del reemplazo de lámparas. Las entidades del sector público, en la medida que se vaya cumpliendo la vida útil de los equipos de iluminación actualmente en uso, procederán con lo siguiente:

1.1 Reemplazo de las lámparas fluorescentes lineales de 40 W (cuarenta watts) (modelo T12) por las lámparas fluorescentes lineales de 36 W (treinta y seis W) (modelo T8).

1.2. Reemplazo de las lámparas incandescentes por las lámparas fluorescentes compactas (focos ahorradores).

1.3 Reemplazo de los balastos electromagnéticos para fluorescentes por los balastos electrónicos.

Artículo 2°.- Los equipos de iluminación que adquieran las entidades del sector público deberán contar con la etiqueta de eficiencia energética correspondiente, conforme a la Guía de la Etiqueta de Eficiencia Energética que se apruebe al efecto.

b) Resolución Ministerial N° 038-2009-MEM/DM [2]

Artículo 1°.- Aprobar los Indicadores de Consumo Energético, que forman parte integrante de la presente Resolución.

Artículo 2°.- Aprobar la Metodología de Monitoreo de los Indicadores de Consumo Energético, que forma parte integrante de la presente Resolución.

Artículo 3°.- El MEM recepcionará y evaluará anualmente la información proporcionada por cada Sector correspondiente, de acuerdo a la Metodología aprobada en el artículo 2° de la presente Resolución.

c) Decreto Supremo N° 064-2010-EM, [3]

Artículo 1°.- Aprobar la Política Energética Nacional del Perú 2010-2040, contenida en el Anexo del presente Decreto Supremo.

Artículo 2°.- La realización de las acciones necesarias para la implementación a cargo de las entidades del Sector Público de lo establecido en el presente Decreto Supremo, se ejecuta con cargo a lo dispuesto en las Leyes Anuales de Presupuesto, sin demandar recursos adicionales al Tesoro Público.

d) Política Energética Nacional del Perú 2010-2040

VISION, un sistema energético que satisface la demanda nacional de energía de manera confiable, regular, continua y eficiente, que promueve el desarrollo sostenible y se soporta en la planificación y en la investigación e innovación tecnológica continúa.

Objetivos de la Política

a) Contar con una matriz energética diversificada, fuentes renovables, eficiencia energética

b) Contar con un abastecimiento energético competitivo.

c) Acceso universal al suministro energético

d) Contar con la mayor eficiencia en la cadena productiva y de uso de la energía

e) Lograr la autosuficiencia en la producción de energéticos.

- f) Desarrollar un sector energético con mínimo impacto ambiental y bajas emisiones de carbono en un marco de Desarrollo Sostenible.
- g) Desarrollar la industria del gas natural, y su uso en actividades domiciliarias, transporte, comercio e industria así como la generación eléctrica eficiente.
- h) Fortalecer la institucionalidad del sector energético.
- i) Integrarse con los mercados energéticos de la región, que permita el logro de la visión de largo plazo.

e) Decreto Supremo N° 009-2009-MINAM

Medidas de Eco eficiencia para el Sector Publico

Artículo 1°.- Objeto El objeto del presente Decreto Supremo es aprobar Medidas de Eco eficiencia que tienen como efecto el ahorro en el Gasto Público, de acuerdo con lo establecido en el numeral 7.5 del artículo 7° de la Ley N° 29289, Ley del Presupuesto del Sector Público para el Año Fiscal 2009.

Artículo 2°.- Definición de Medidas de Eco eficiencia Las Medidas de Eco eficiencia son acciones que permiten la mejora continua del servicio público, mediante el uso de menos recursos así como la generación de menos impactos negativos en el ambiente. El resultado de la implementación de las medidas se refleja en los indicadores de desempeño, de economía de recursos y de minimización de residuos e impactos ambientales, y se traducen en un ahorro económico para el Estado.

Artículo 3°.- Ámbito de aplicación Las Medidas de Eco eficiencia que se aprueban por el presente dispositivo son de aplicación obligatoria en todas las entidades del sector público, y su cumplimiento es obligación de todas las personas que prestan sus servicios al Estado, independientemente de su régimen laboral o de contratación.

Artículo 4°.- Las Medidas de Eco eficiencia en las entidades del sector público son:

4.1 Primera Etapa.

4.1.1 Ahorro de papel y materiales conexos

4.1.2 Ahorro de energía.

- a) Limpieza periódica de luminarias y de ventanas; el periodo de limpieza será establecido por la Oficina General de Administración, de cada entidad, debiendo llevar un registro de su cumplimiento; asimismo, establecerá una frecuencia mayor de limpieza de ventanas destinadas para iluminación natural durante el día.
- b) Aprovechamiento de la luz y ventilación natural.
- c) Optimización de las horas de funcionamiento de oficinas con luz natural.
- d) Optimización del uso de ventiladores.

- e) Optimización del uso de aire acondicionado de acuerdo a las indicaciones del fabricante, el mantenimiento preventivo y la utilización sólo en ambientes que reúnan las condiciones de carga térmica y hermeticidad.
- f) Racionalizar la iluminación artificial en horas nocturnas.
- g) Apagar los equipos eléctricos y electrónicos cuando no se tenga prevista su inmediata utilización.
- h) La Oficina General de Administración de cada institución establecerá mecanismos técnicos y organizacionales para que los equipos se apaguen automáticamente para garantizar el ahorro energético.
- i) Disponer avisos sobre el buen uso de la energía en la institución.
- j) Uso de la función “protector de pantalla” estático con fondo negro.

4.1.3 Ahorro de agua

4.1.4 Segregación y reciclado de residuos sólidos.

4.2 Segunda Etapa.

Artículo 5º.- Gradualidad en la implementación de las Medidas de Eco eficiencia

Artículo 6º.- Reporte de resultados

Artículo 7º.- Implementación de las Medidas de Eco eficiencia

Artículo 8º.- Informe de eco eficiencia.

Artículo 9º.- Difusión y Sensibilización.

Artículo 10.- Financiamiento

Artículo 11.- Refrendo

2.3 Marco Legal Actual Internacional, en materia de Eficiencia Energética.

En muchos países del mundo ha habido iniciativas de creación de normas para estandarizar los sistemas de gestión energética. En España, ya en el 2007, fue publicada por AENOR la norma pionera UNE 216301:2007. Sistemas de Gestión Energética.

a) ISO 50001 – SISTEMA DE GESTION DE LA ENERGIA [4]

Aprobada en junio de 2011

Objetivo: Habilitar a las organizaciones para que establezcan los sistemas y procesos necesarios para mejorar el rendimiento energético.

Alcance: Especifica los requerimientos aplicables al suministro, usos y consumo de energía, incluida las mediciones. La implementación de esta Norma Internacional está destinada a conducir a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, de los costos de la energía y de otros impactos ambientales relacionados, a través de una gestión sistemática de la energía.

b) EN 16001 – SISTEMAS DE GESTION ENERGETICA [5]

Pretende ayudar a las organizaciones a ahorrar costos de energía y reducir sus emisiones de gases de efecto de invernadero causadas por el consumo de energía, es decir, establece los sistemas y procesos necesarios para mejorar la eficiencia energética en sus operaciones.

Esta norma da las herramientas a una organización para crear un auténtico Sistema de Gestión de la Energía, partiendo del análisis de los distintos procesos, para mejorarlos energéticamente de forma individual, de forma que, sumado a otras mejoras generales, consiga los objetivos planteados.

En ella se especifican los requisitos para un sistema de gestión de la energía, que requiere:
El desarrollo de una política energética.

La identificación del consumo de energía en el pasado, presente y futuro en una organización.

El desarrollo de un plan de medición de la energía. El análisis del consumo de energía actual versus el previsto permitirá a las empresas implantar planes para ayudar a mejorar la eficiencia.

Esta norma anula y sustituye a la anterior norma UNE 216301:2007, y su estructura es muy similar a la de otros sistemas de gestión ya existentes en la organización, para facilitar así su integración en los mismos.

c) Directiva Comunidad Europea 2006/32/CE, Sobre la eficiencia del uso final de la energía y los servicios energéticos.

d) España, Acuerdo del Consejo de Ministros de agosto de 2008 por el que se aprueba el plan de activación del ahorro y la eficiencia energética.

e) Irlanda, Ireland IS 393:2005 Energy Management Systems-Specification with guidance for use and IS 393:2005 Technical guideline (December 2006)

f) Dinamarca, Denmark DS 2403:2001 Energy Management-Specification and DS/INF 136:2001 Energy Management-Specification – Guidance on Energy Management

g) Suecia, Sweden SS 627750:2003 Energy Management Systems-Specification

h) Estados Unidos, United States ANSI/MSE 2000:2005 a Management System for Energy

2.4 Sistemas convencionales de administración de edificios

Un edificio utiliza la electricidad como fuente de energía para su adecuado funcionamiento y prestación de servicios, por lo que administrarlo significa una cantidad de horas hombre y grandes recursos para poder controlarlo, esto ocurre en todos los edificios que tienen una antigüedad mayor a los quince años.

Los edificios que tienen más de quince años de antigüedad, fueron diseñados según los sistemas de comunicación de la época, es decir que no tienen la flexibilidad para adaptarse a las nuevas tecnologías, que cambian muy seguido. Se dice que un edificio tiene un sistema convencional de administración cuando este requiere de un importante número de horas hombre para poder asegurar que no los equipos estén en óptimas condiciones, y al presentarse una situación de emergencia o incidente, las causas o motivos requieren que las personas autorizadas estén en el lugar mismo, no pudiendo saber si este incidente pudo haber sido prevenido o haberse tomado las medidas preventivas del caso.

Sobre la base de las áreas de atención y servicio así como otras complementarias, se puede identificar los principales equipos consumidores de energía.

- Iluminación 24%
- Aire Acondicionado 33%
- Equipos de computo 12%
- Ascensores 8%
- Bombas de agua 7%
- Otros 16%

La administración de un edificio normal es muy compleja y demanda de muchas horas hombre dedicados a la constante revisión y mantenimiento de todos los sistemas indicados, mientras otro grupo trabaja día a día para corregir los malos hábitos de los usuarios y el funcionamiento normal de un edificio que no cuenta con un sistema de control.

- Mantener encendidas las lámparas aun cuando no se utiliza
- Encender todas las lámparas de varias áreas de trabajo con un solo interruptor
- Se encienden todas las lámparas para efectuar tareas de mantenimiento o limpieza en horarios de no atención
- No se retiran las lámparas quemadas de las luminarias, siendo el reactor consumidor eterno de energía
- No se controlan infiltraciones a los ambientes acondicionados
- Los equipos de Aire Acondicionado se encienden y se apagan no permitiendo un control según la demanda
- En horas de descanso las computadoras se dejan encendidas
- Las impresoras y fotocopiadoras se encienden y apagan constantemente

Todos los sistemas instalados en un edificio no inteligente tienen sus tableros independientes, no permitiendo detectar posibles fallas ya que para esto hay que recorrer y

hacer una identificación visual, lo que demanda de más recursos mientras el consumo de energía sigue sin que nada ponga límites.

2.5 Edificios Inteligentes

Un edificio inteligente es aquel que presenta:

- Flexibilidad
- Seguridad
- Confort
- Economía y ecología

Es aquella edificación equipada con una plataforma de comunicaciones que permita a sus ocupantes comunicarse con todos los equipos electromecánicos controlar remotamente o programar de manera independiente cada sistema automatizado por medio de un solo lenguaje, es decir, varias tareas de diferentes sistemas con una sola orden.

Utiliza la tecnología con procesos específicos y tiene el potencial de crear un edificio que sea más seguro y productivo para sus inquilinos y más eficiente operacionalmente para sus propietarios.

Utiliza los recursos naturales disponibles en el medio ambiente para la ventilación, iluminación, calefacción, y el aire acondicionado en conjunto con los métodos artificiales respectivos que requieren consumo de energía.

Diseñar un proyecto de instalaciones eléctricas, integrando estas categorías significa que el producto final será más eficiente, seguro y con capacidad de comunicación, ya que consumirá la energía eléctrica que necesita permitiendo conocer los datos de todos los sistemas instalados y monitoreando los valores de operación y programar el mantenimiento con el fin de obtener la máxima utilidad de los mismos de modo tal que en todo momento están reportando condiciones de trabajo.

Un edificio inteligente combina innovaciones tecnológicas y no tecnológicas con administración inteligente de los recursos del mismo, para maximizar el retorno de inversión, otorgando a la administración la máxima facilidad de modernizarse constantemente y también otorgarle la información de todo el sistema eléctrico y mecánico instalados en el edificio.

La inteligencia de un edificio comienza desde la planificación y el diseño, y debe verificarse hasta su uso, mantenimiento, su flexibilidad a los cambios futuros tales como la incorporación de nuevas tecnologías, actualización de equipos y cambios en la distribución interna de los ambientes; en ese momento se dice que se diseña un E.I. (Méndez, 2002).

El edificio Inteligente es el producto de la convergencia de una gran cantidad de criterios, estos pueden delimitarse en aspectos tecnológicos, sociales y económicos, los criterios tecnológicos existen porque los edificios inteligentes se basan en una serie de sistemas derivados en su mayoría de la electrónica, de los sistemas de seguridad, de los desarrollos utilizados para sustituir funciones humanas, y de las telecomunicaciones todo ello haciendo uso de la capacidad de procesamiento digital progresivo de los diferentes elementos (Ángel, 1993a).

Existen criterios sociales debido a que la domótica se basa en la búsqueda de una mejor calidad de vida de todos los individuos bien sea a través de su vivienda, su lugar de trabajo o en aquellos sitios donde satisfaga alguna necesidad humana (atención, diversión, transporte, entre otras).

En último lugar existe el criterio de la economía visto desde diferentes ópticas; una primera visión se refiere a la reducción significativa del gasto operativo de cualquier edificación en el mediano y largo plazo. Otra visión de la economía la representa la oportunidad de diseñar y masificar elementos de automatización y control que abren un nuevo mercado a nivel mundial.

2.5.1 Objetivos de un Edificio Inteligente

El presente informe de titulación, analizara los objetivos de un edificio inteligente, desde la perspectiva de todas las especialidades que intervienen en el proceso de la construcción de un edificio.

a) Arquitectura

Los edificios inteligentes son aquellas edificaciones en la que se hace intervenir desde la concepción del proyecto, la aplicación integral los conceptos que nos delinea actualmente la arquitectura y la tecnología para provocar los “AMBIENTES” más funcionales y satisfactorios para sus ocupantes.

Al integrar los conceptos arquitectónicos y tecnológicos en un proyecto ejecutivo y en la Aplicación de todas las ingenierías necesarias para el desarrollo de la obra se está dando como resultado una edificación inteligente.

- Satisfacer las necesidades presentes y futuras de los ocupantes, propietarios y operadores del edificio.
- El diseño arquitectónico adecuado y correcto.
- La modularidad de la estructura e instalaciones del edificio.
- Mayor confort para el usuario.
- La no interrupción del trabajo de terceros en los cambios o modificaciones.

- El incremento de la seguridad.
- El incremento de la estimulación en el trabajo.

b) Electrónicos

El concepto de la alta tecnología de los edificios inteligentes fue introducida en Estados Unidos a principio de los 80's. Aunque no existe una definición formal, los edificios inteligentes usan componentes electrónicos y de alta tecnología. De hecho, la Academia Nacional de Ciencias en Washington, DC tiene un comité que se ocupa del manejo electrónico de los edificios, en el reconocimiento de los aspectos electrónicos de un edificio inteligente

- La disponibilidad de medios técnicos avanzados de telecomunicaciones.
- La automatización de las instalaciones.
- La integración de servicios.

c) Ambientales

- La creación de un edificio saludable.
- El ahorro energético.
- El cuidado del medio ambiente.

d) Económicos

- La reducción de los altos costos de operación y mantenimiento.
- Beneficios económicos para la economía del cliente.
- Incremento de la vida útil del edificio.
- La posibilidad de cobrar precios más altos por la renta o venta de espacios, ya que muchas corporaciones en la actualidad exigen que las oficinas cumplan altos estándares.
- La relación costo beneficio.
- El incremento del prestigio de la compañía.

2.6 Análisis comparativos

El consumo promedio de un edificio no Inteligente es:

- Iluminación 24%
- Aire Acondicionado 33%
- Equipos de computo 12%
- Ascensores 8%
- Bombas de agua 7%

El ahorro del consumo de energía de un edificio Inteligente es:

- Iluminación 15%

- Aire Acondicionado 6%
- Equipos de computo 5%
- Ascensores 2%
- Bombas de agua 2%

CAPITULO III

BASES DE DISEÑO

3.1 Niveles de Inteligencia de un Edificio

El Instituto Cerdá, es una fundación privada, que se dedica a asesorar a diversas empresas para el diseño y construcción de edificios inteligentes. Ellos han intentado definir los posibles niveles de inteligencia que se pueden encontrar en un edificio.

El calificativo inteligente asociado, en términos técnicos, a un equipo o sistema, implica la existencia de al menos una unidad de proceso en dicho equipo o sistema y, un edificio será tecnológicamente inteligente si incorpora en su propia infraestructura unidades de proceso interconectadas por medio de un sistema abierto de cableado y equipos de comunicaciones. Para aclarar la diferencia entre edificio automatizado e inteligente se definen cuatro niveles de inteligencia. Estos se obtienen de la combinación de distintos grados de automatización de un edificio con tecnología de la información. (Cerdá, 1989).

Las características tecnológicas de un edificio se pueden separar en dos grupos: (a) Servicios de automatización del Edificio y (b) Servicios basados en Tecnologías de la Información. Estos grupos se pueden separar a su vez en varios niveles.

Servicios de Automatización del Edificio

- Nivel A0: pocas instalaciones técnicas automatizadas, en el mejor de los casos, se lleva a cabo una supervisión de un cierto número de puntos; no existe control, no existe ningún tipo de integración entre los sistemas mecánico y eléctrico.
- Nivel A1: existen sistemas de control centralizado de las instalaciones del edificio, poca o nula integración (sistemas de control funcionando independientemente).
- Nivel A2: todas las instalaciones están controladas centralmente totalmente integradas.

Servicios basados en Tecnologías de la Información

- Nivel I1: existen servicios de automatización de la actividad y sin integración.
- Nivel I2: existen servicios integrados a distintos niveles: cableado, funcionamiento coordinado de los distintos equipos, un entorno digital que integre los diferentes servicios.

Tomando las combinaciones más significativas de estos niveles (A0, A1, A2) con (I1, I2) se obtienen los distintos grados de inteligencia de un edificio:

- (A1, I1): Grado de inteligencia mínimo, requiere mayor esfuerzo de gestión para el mantenimiento de las condiciones óptimas de operación.
- (A2, I1): Grado de inteligencia medio: posibilidad razonable de que se tienda hacia un mayor grado de integración.
- (A2, I2): Grado de inteligencia máximo: requiere mayor inversión, mayor complejidad tecnológica, disponibilidad de herramientas que faciliten la gestión.

La integración de todos los aspectos de comunicación dentro del edificio, tales como teléfono y comunicaciones por computadora, seguridad, control de todos los subsistemas del edificio (calefacción, ventilación y aire-acondicionado) y todas las formas de administración de energía.

Los sistemas inteligentes convergen de un aporte de profesionales de todas las áreas.

Entonces definiremos los alcances que deben tener como premisa los proyectistas como base para conceptualizar el proyecto de instalaciones eléctricas para conseguir la licencia de construcción.

3.2 Sistemas de un Edificio Inteligente

- **Iluminación**, resulta imprescindible el diseñar un proyecto de alumbrado que comprenda un sistema de regulación y control de la iluminación que se ajuste según la situación. Este mismo concepto se debe extender desde las áreas comunes del edificio hasta los propios locatarios, y con la definición de un sistema automático centralizado que regulen el nivel de iluminación interior en función del existente en el exterior. La instalación de sistemas de control reduce los costos por consumo de energía y de mantenimiento de la instalación e incrementa la flexibilidad del sistema de iluminación, permitiendo realizar encendidos selectivos o programados y regulación de luminarias durante diferentes periodos de actividad o según el tipo de actividad.

Siendo los siguientes tipos de regulación y control.

- Regulación y control bajo demanda del usuario, manual, programado o remoto.
- Regulación de la iluminación artificial según aporte de luz natural.
- Control del encendido y apagado según presencia en la sala.
- Regulación y control por un sistema de control centralizado.
- Control centralizado, el diseño de la plataforma de integración de los sistemas instalados en un edificio busca mejorar y facilitar las tareas de control y monitoreo del

edificio en su totalidad, facilitar el acceso a cada uno de los sistemas diseñados a la red LAN del edificio, la selección de equipos, programación independiente o grupal de cada sistema y envío de alertas según los parámetros diseñados, además de visualizar los parámetros de funcionamiento (tensión, corriente, frecuencia, temperatura, presión, etc.) de cada dispositivo de manera independiente a fin de tener información en tiempo real que permita programar mantenimiento predictivo y prever una falla, (véase fig. 3.1)

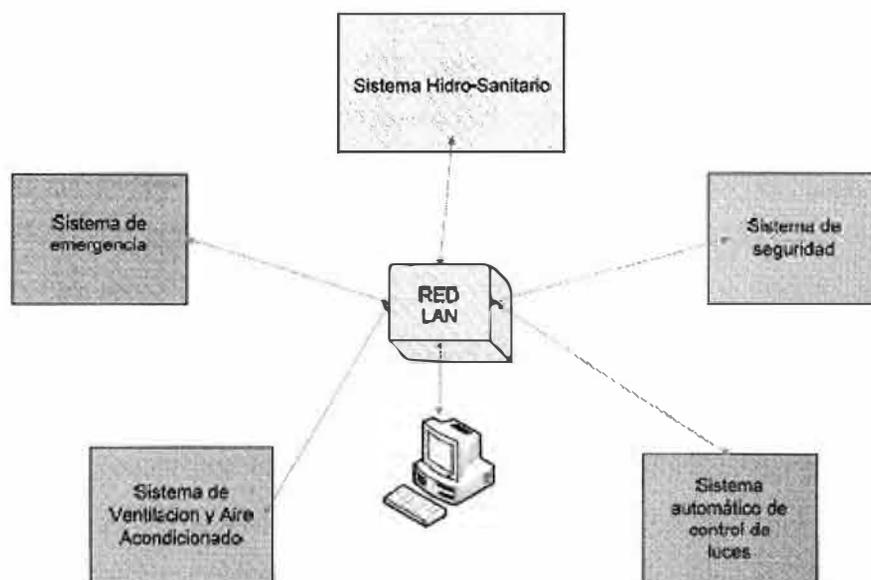


Fig. 3.1, Esquema de la plataforma de control centralizado de un Edificio Inteligente

El control centralizado tiene el poder de controlar todas las funciones. Ya se trate del encendido o la atenuación de la luz, de subir o bajar las persianas según la luz exterior, abrir o cerrar las compuertas de entrada de aire, de verificar la autorización de acceso, etc., todo ello se podrá llevar a cabo desde el centro de control. Adicionalmente, dotar a los controles remotos de un código para permitir el acceso a determinadas funciones solo a personas concretas.

- **Climatización y ventilación,** el acondicionamiento del aire consiste en el monitoreo y control de las condiciones relacionadas con la humedad y temperatura de todos los ambientes según su utilización, que van desde el control del flujo de agua helada, monitoreo y control de termostatos, presurización de las escaleras, extracción de monóxido, etc. Pudiendo regular todos los parámetros desde la estación de control y permitiendo también al usuario controlarlo según su percepción.
- **Detección de incendio,** los diferentes tipos de sensores de detección según la zona que vigilan, deben considerar características particulares que le otorguen al edificio la mayor confiabilidad y seguridad.

- Campo de medida
- Velocidad de respuesta
- Precisión
- Repetibilidad
- Sensibilidad
- Inmunidad al ruido e histéresis

La selección de un tipo determinado de detector depende de distintos factores, entre ellos el desarrollo probable del incendio, altura y volumen de la estancia, la existencia de posibles generadores de falsas alarmas, diferenciación exacta del tipo de señal que recibe (humo, gas, CO, temperatura).

Una CACI para un edificio inteligente, debe indicar con exactitud la ubicación de la alarma, nivel, nombre de ambiente y tipo de alarma, para que pueda ser identificado por el personal del edificio.

- **CCTV**, la tendencia de los edificios corporativos es cada vez a ser más grandes en área y altura, por lo que vigilar grandes áreas y todos los accesos hacia zonas restringidas, merece la instalación de un sistema de video vigilancia que permita, según sea el caso, gravar imágenes en alta definición, almacenar los videos por un periodo de 15 días, según la ubicación y hora las cámaras puedan activarse con un sensor de movimiento, reconocer los rostros y gravar en la oscuridad.

El circuito cerrado de televisión para edificios representa un sistema para resguardar la seguridad de los propietarios y los bienes materiales.

Todas las cámaras proyectadas están conectadas hacia un PC o un DVR y son ellos los encargados de gestionar las imágenes.

- **Controles de acceso**, configurar el sistema de acceso elemental para el control del tiempo y la seguridad, a través de un mando a distancia codificable para programar funciones de vigilancia más extensas, es susceptible de refuerzo mediante un sistema de control de acceso centralizado y operativo a través de PC. Con ello se abarca asimismo la totalidad de movimientos, lo que permite la obtención de información según el recorrido de las autorizaciones asignadas y alertarse cuando se detecten infiltraciones no autorizadas, en un edificio de oficinas es muy importante este sistema ya que permite conocer a la administración de turno a las visitas y separarlos de los trabajadores para un mejor control.
- **Administración del agua**, administrar correctamente el agua, permitirá al edificio utilizar la cantidad exacta que demanda y reutilizar las aguas antes de desecharlas a la red

pública, utilizando la menor cantidad de energía para poder brindar este servicio hasta el usuario más alto.

Esto puede lograrse mediante la instalación de un sistema de bombeo que permita utilizar las bombas según la demanda en un determinado instante, esto se llama Sistema de Bombeo de Presión Constante y Velocidad Variable que permite al sistema utilizar las bombas de manera alternada, y con un sistema de variadores de frecuencia instalados para que las bombas operen según la demanda manteniendo la presión de diseño según lo especificado. Además de monitorear los niveles de agua en las cisternas, el sobre calentamiento de los motores, los posibles desbordes y aniegos.

La instalación de urinarios secos, no utilizan agua lo que significa un ahorro de agua del 7% lo que el bombeo de agua será cada vez menor.

- **Regulación de ACI**, todos los edificios deben tener instalados un sistema de extinción de incendios, ya sea por agua o por agentes limpios, según sea el tipo de información que deseen cuidar.

Un sistema de ACI tiene que ser constantemente monitoreado, a fin de, cuando sea necesario su uso, este no tenga ningún problema, además de sectorizar las redes donde tenga que suministrar el agua bombeada, de tal manera de no activar todos los rociadores de un edificio. Esto se logra instalando manómetros y válvulas que son censados por el sistema de control que activa una válvula ante una variación brusca de la presión del manómetro de un sector determinado.

3.3 Inteligencia y eficiencia energética

Un edificio inteligente que cuente con los sistemas de control automatizado aumenta los niveles de seguridad y comodidad y contribuyen al ahorro de energía y, con ello, a reducir los gastos.

- **Para los administradores:** Un edificio inteligente proporciona a sus administradores un conjunto de facilidades para su mantenimiento, así como para la comunicación hacia dentro y hacia afuera del edificio permitiendo un control eficiente y económico, vigilancia, seguridad contra fuego, monitoreo, sistema de alarma, control de iluminación, etc.
- **Para los usuarios:** Un edificio inteligente ofrece a sus usuarios, en su lugar de trabajo, un ambiente seguro, diseñado ergonómicamente y en función de las personas para aumentar su productividad y estimular su creatividad. Provee también servicios sofisticados de computación y telecomunicaciones.

Inteligencia con respecto a energía en un edificio inteligente consiste de la reducción del uso de energía a un mínimo consumo. El uso de sistemas computarizados para este fin es imprescindible.

Los sistemas, nombrados de muchas maneras: Building Automation System (BAS), Energy Management System (EMS), Energy Management and Control System (EMCS), Central Control and Monitoring System (CCMS) y Facilities Management System (FMS)

3.4 Criterios de diseño

El presente informe de titulación señalo las características, objetivos e implicancias ecológicas y económicas de un Edificio Inteligente, sin embargo no podemos INTENTAR CONSTRUIR un edificio con estas características sin antes decidir hacerlo. Todos los edificios empiezan desde la planificación, desarrollo del expediente técnico, estudio de impacto ambiental, estudio vial, estudio social y mientras menos impacto signifique esta nueva edificación en el medio donde este se ubique haremos una mejor infraestructura y una vez obtenido toda esta información solicitamos una licencia de construcción para iniciar las obras. Esta licencia, debe ser el primer filtro para orientar a que las construcciones nuevas sean amigables con la sociedad el medio ambiente y consigan una eficiencia energética de modo de contribuir con un menor consumo de energía por ende la menor emisión de CO₂.

El presente Informe de Titulación dejara las recomendaciones que todo proyecto nuevo debe tener en el expediente técnico, a fin de que pueda ser aprobado por la entidad competente.

El presente Informe de Titulación dejara las recomendaciones al ente competente y este sepa que parámetros revisar e identificar para que un proyecto sea más rigurosamente analizado de las especialidades vistas orientando al nuevo edificio a un nivel de inteligencia mínimo, que significara para el propietario final en ahorro por consumo de energía y para la ciudad significa menor emisiones de CO₂ y para el mundo una pequeña colaboración en cuidado del medio ambiente, la principal característica de un edificio inteligente es, la flexibilidad, de tal forma que sea susceptible a cambios futuros:

- Incorporación de nuevas tecnologías
- Actualización de equipos
- Cambio en la distribución interna de las oficinas

Para que un edificio tenga flexibilidad, desde el punto de vista eléctrico y comunicaciones, significa que el proyecto debe prever cajas de paso y canalizaciones desde los puntos a

energizar o monitorear (según la especialidad) hasta el ambiente donde se instalara el centro de control, ya que de no tener instaladas estas canalizaciones le negaremos al edificio la implementación de nuevos sistemas según sea su cronograma de implementación, y ocasionaremos doble gasto si esta implementación es necesaria.

La única característica que tienen en común todos los edificios inteligentes es una estructura diseñada para comandar cambios de manera conveniente y económica, esto significa que siempre que se pueda modificar o actualizar algún sistema esta actualización debe permitir operando y controlando al edificio de modo tal que no queden vacíos ni tiempos muertos.

El edificio inteligente incorpora sistemas de manejo de información que soportan el flujo de esta a lo largo de todo el edificio, lo que permite que el edificio ofrezca servicios avanzados de:

- Automatización de actividades
- Telecomunicaciones
- Control automatizado
- Monitoreo
- Administración y mantenimiento de manera local y remota

Un edificio nuevo debe tener desde la aprobación del expediente técnico definidos los equipos de automatización definiendo el número mínimo de componentes a monitorear, esto es muy genérico ya que cada elemento (que puede ser una puerta, un sensor, una luminaria, un ventilador, etc.) debe ser considerado y proyectado porque lo usual en un edificio es que se implemente constantemente y remodelado cada periodo o según el arrendatario o locatario, un expediente debe indicar y definir el tipo de señales que captar, y acciones que tomar, que pueden ser apagar, encender, controlar el variador de frecuencia, temperatura, tensión, corriente y demás señales que indiquen el correcto funcionamiento de un equipo, así como también nos alerte cuando los valores obtenidos pongan en riesgo el correcto funcionamiento del equipo, según estos valores sean programados.

Lo que divide al edificio en aéreas comunes (sótanos, hall de ascensores, escaleras de evacuación, techos, subestación eléctrica) y áreas privadas (oficinas), esto obliga a implementar al propietario del edificio el 100% de las instalaciones de las áreas comunes y prever una canalización para que el locatario final pueda decidir que señales envía al centro de control para que este monitoree y alerte cuando algo falla. Esta división de la implementación permite también a la administración del edificio pueda diferenciar que

accesorios están instalados en el interior de las oficinas y cuales ameritan una alarma general (según sea el caso).

Cuando están definidos las señales y acciones a monitorear y controlar, el edificio sabrá que equipos instalar progresivamente y cuáles son las características mínimas para su implementación, si la administración del edificio no tiene esta información no podrá tomar decisiones correctas y hay más probabilidades de realizar compras equivocadas y consultas erradas, por lo que es vital tener definida esta información por un profesional competente. Se debe definir las condiciones de trabajo, tensión, corriente, tipo de fuente.

Por lo tanto, los criterios base de un edificio inteligente son:

- Interconexión de servicios, cuando el edificio cuenta con una red de comunicaciones interna, para este fin las instalaciones eléctricas y de comunicaciones deben contar con un plano de canalizaciones de control, el cual permita enviar por un lado energía eléctrica y por otro lado corrientes débiles para el respectivo monitoreo, de cada especialidad, esto garantiza al edificio la mayor flexibilidad e implementación según importancia y partida económica.

Este plano define y calcula dimensiones de cajas de paso, tuberías de manera independiente al sistema, y una bandeja común de comunicaciones que le otorga una integración de todo el edificio de manera que puedan recoger información del 100% de la edificación y transportarla hasta un cuarto de control.

- Control centralizado, incluye el puesto central de control y los tableros de control necesarios, pero no incluye los diferentes elementos de campo ya que es responsabilidad de cada sistema equiparlos y estos puedan emitir señales a monitorear. El sistema de control centralizado controla y supervisara las siguientes instalaciones.

- Climatización

- Regulación y estados de los circuitos primarios y secundarios de los sistemas de agua fría en función de los valores de la memoria de cálculo del proyecto de Climatización.

- Regulación y estados de las unidades manejadoras de aire en función de los valores de la memoria de cálculo del proyecto de Climatización.

- Arranque, parada y estados de los equipos de producción de AF.

- Regulación y estados de Arranque y parada de fan coils y cajas de volumen variable.

- Arranque, parada y estados de los ventiladores.

- Estados de las compuertas cortafuegos.

- Electricidad
 - Estado de las salidas de los tableros generales.
 - Estado de alarmas de UPS
 - Estado y alarmas de los vigiladores de aislamiento (si son instalados)
 - Estado de alarmas de transformador y grupo electrógeno
 - Encendido, apagado y estado de circuitos de alumbrado.
 - Arranque, parada y estado de alarmas en ascensores.
- Agua
 - Detectores de flujo en ramales independientes.
 - Medidores de agua
 - Arranque, parada y estado de sistema de bombeo de agua.
 - Niveles de cisternas.
- Seguridad
 - Integración del sistema de control de accesos y CCTV
 - Integración del sistema de detección de incendios

Implementando un control básico y específico de los sistemas indicados, estaremos brindando al edificio la capacidad de conseguir y ofrecer a los usuarios finales condiciones óptimas de confort y gestión energética y de mantenimiento del edificio y que a su vez sea un sistema totalmente ampliable y amigable.

Hardware, el proyecto debe contemplar un conjunto de tableros de control y controladores distribuidos por las diversas plantas del edificio, con el fin de recoger las señales de control de los elementos de campo instalados. Estos tableros de control se interconectan mediante la red Ethernet y funcionan bajo la filosofía de Control Digital directo (DDC) y protocolo BACnet IP, siendo posible conectar en cualquier subestación un terminal lector accesible a todos los datos del edificio.

Software, el proyecto debe permitir una arquitectura cliente-servidor de fácil manejo e intuitiva, por basarse en un funcionamiento interactivo y dirigido desde una computadora normal. El acceso mediante pantallas en modo gráfico y texto proporcionará una visión general del sistema que permitirá una selección rápida de objetos y funciones, así como una fiable e inmediata localización de avisos, el Software debe estar basado en:

- a) Intercambio de datos con programas terceros o propios para acceso remoto como DDE, NET-DDE, OLE, ODBC, CTAPI, OPC, DLL, HTML, Active-X, VNC, etc. Sistema operativo Windows o Linux

b) Comunicaciones, debe poder soportar los protocolos Red Ethernet-TCP/IP, Token Ring, BACnet, EIB, LonMark, Profibus, red telefónica pública e internet.

c) El sistema de control de instalaciones deberá incorporar los siguientes programas de forma estándar en su banco de datos para su utilización en el proceso de gestión de las instalaciones:

- Programa de alarmas y de estado (entrada digital)
- Programa de entrada analógica
- Programa de bloqueo de alarmas
- Programa de arranque/parada de la instalación
- Enclavamientos
- Programa de optimización
- Medición de la energía y programa de cálculos de consumos
- Programa de totalización de cálculos de consumos
- Programa de datos históricos
- Programa de re arranque automático
- Programa de ciclado de cargas
- Programa de control de entalpia
- Programa de restauración del punto de control
- Programa de mando numérico directo (DDC)
- Programa de punto de rotación
- Programa de cambio automático para los accionamientos del régimen normal y de reserva.

La programación del sistema de control debe considerar la identificación del operador mediante códigos personales. De esta forma se hace prácticamente imposible el acceso de personas no autorizadas al sistema. En caso de que no se establezca por parte de la propiedad o el administrador un criterio de niveles de acceso al sistema según organigrama de la institución permitiendo diversificar los reportes, alarmas y además de darles la autoridad de ejecutar alguna orden según sea el caso.

- Nivel 0, Visión de estados sin permiso para modificación.
- Nivel 1, nivel 0 + actuaciones sobre alumbrado
- Nivel 2, nivel 1 + actuaciones sobre climatización
- Nivel 3, nivel 2 + supervisión y mando general
- Nivel 4, nivel 3 + acceso a programación del sistema

Provee todos los servicios de forma óptima y contar con servicios integrados, y controla, administra y programa el mantenimiento de todos los sistemas y servicios por un solo equipo.

Este sistema de control centralizado, recibe toda la información de manera independiente de cada sistema y la almacena y visualiza en una plataforma dedicada y exclusiva.

El sistema de control de alumbrado posee un software que solo controla el encendido programado de luminarias, programa las diferentes escenas de cada ambiente y regula la intensidad luminosa de cada lámpara según sea el caso, este sistema debe ser de la misma marca de las luminarias que se instalen para que exista una compatibilidad entre los accesorios y el lenguaje de programación.

El sistema de control del sistema de aire acondicionado, debe estar definido para un número tal de equipos que puedan brindar el mejor confort a todos los usuarios, controlar el flujo de agua helada o gas refrigerante según la demanda, de modo tal que utilicemos las bombas según lo comande los variadores de frecuencia.

Integración de instalaciones, la memoria descriptiva del proyecto del expediente técnico debe contemplar un sistema de integración de las instalaciones electromecánicas, seguridad y detección de incendios, dividida en tres niveles, inferior, medio y superior. En el nivel inferior están todos los elementos de campo que se encargan de capturar las señales e interactuar sobre el medio (detectores de humo, sondas, contactos magnéticos, etc.) el nivel medio está compuesto por las centrales que se encargan de analizar estas señales y en función de estas entradas y los puntos de consigna asignados y su programación, efectuar determinadas salidas, el nivel superior está compuesta por los sistemas de control global.

- Manejo eficiente de recursos

Se entiende también que los criterios en el desarrollo de proyectos para edificios nuevos considera en equipar un edificio con un sistema sofisticado que en esencia sirven para aprovechar el máximo de los recursos de energía y optimizar el uso, como la iluminación, los sistemas de refrigeración, ventilación, control de humedad, energía alterna, sistemas basado de sensores que permitía inteligentemente detectar cambios de condiciones en las áreas y puedan adaptarse los sistemas a las condiciones presentadas en el área y en el ambiente.

Para optimizar el proyecto integral, partimos de la identificación de los aspectos del proyecto de arquitectura para proyectar los aspectos fundamentales tales como la iluminación natural que ingresa a los ambientes del edificio, de manera tal de considerar las canalizaciones para los sensores de iluminación que controlen de manera automática la

intensidad de manera independiente de las luminarias a fin de conseguir el número mínimo de luxes permitido en el CNE.

- **Sistemas de integración**

Sirven para poder interconectar todos los sistemas inteligentes de un edificio pudiendo controlarlos y monitorearlos, y todo a través de la red de datos e internet y consiste en utilizar un protocolo de comunicación que permita a todos los sistemas inteligentes comunicarse con el controlador o el sistema maestro de control y hacerlos interactuar entre si y que puedan ser mas autónomos y automáticos.

- TCP/IP el protocolo de comunicación más utilizado para integrar diversos sistemas.
- Interfaces RS-232 y RS-485, son los estándares de comunicación que actualmente se utilizan, pero desplazados por TCP-IP.
- El estándar X10, que se utiliza para controlar dispositivos y sistemas inteligentes.
- BACnet, es un protocolo de comunicación estándar para integrar una variedad de sistemas inteligentes de diferentes fabricantes para edificios inteligentes.

3.5 Criterios de operación y mantenimiento

Siendo el objetivo principal del presente informe, diseñar proyectos de instalaciones eléctricas para edificios nuevos, tales que consuman menos energía, recursos y este sea tal que en etapa de operación y mantenimiento se programe de la manera más eficiente.

La fase de funcionamiento de un edificio comercial es considerablemente más larga que la fase de diseño y construcción de un proyecto. El costo del ciclo vital de operación de un edificio está entre el 60 y el 85 por ciento del total del costo del ciclo vital, en tanto que el diseño y la construcción se sitúa entre el 5 y el 10 por ciento. Los costos de la adquisición, la renovación y la disposición están entre el 5 y el 35 por ciento totales del costo del ciclo vital. Cuando los sueldos y los beneficios son incluidos en el costo del ciclo vital, los costos del diseño y de la construcción representan sólo un uno por ciento del costo del ciclo vital. Como la fase de operación de un edificio es más larga e intensiva en costos, el enfoque de la solución es crear un edificio inteligente y de alto rendimiento para la fase de operación y mantenimiento de los edificios comerciales. En esencia, la solución crea un edificio que integra y optimiza en una base de ciclo vital todos los atributos principales de alto rendimiento, incluyendo la conservación de energía y agua, medio ambiente, seguridad, durabilidad, accesibilidad, costo-beneficio, productividad, sostenibilidad y funcionalidad, lo que significa que durante el tiempo de vida del edificio el aporte general al medio ambiente y al propietario resulta satisfactorio.

La instalación de equipos y sistemas altamente eficientes de energía es sólo la base para alcanzar un funcionamiento eficiente de alto rendimiento. Los procesos utilizados para operar y mantener edificios tienen un costo y un impacto aún mayor que el proceso del diseño y construcción. De hecho, la Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado (ASHRAE) indica que un edificio con buenas prácticas de operación y mantenimiento que está mal diseñado a menudo se sitúa por encima de un edificio bien diseñado con operaciones y prácticas de mantenimiento malas. Los procesos deben incluir, pero no se limitan al uso de benchmarking para la toma de decisiones, retro y/o re-puesta en marcha, el uso de técnicas de mantenimiento proactivo, el uso de sistemas de clasificación y certificación, sistemas inteligentes que equilibran la comodidad y la eficiencia de energía.

CAPITULO IV IMPLICANCIAS TECNICO ECONOMICAS

4.1 Caso de estudio, Edificio Don José

El presente informe de Titulación analizará el Proyecto “Edificio Don José”.

El Edificio Don José, es un proyecto inmobiliario ubicado en la calle Grimaldo del Solar #170, Miraflores-Lima, comprende dos edificios de diez pisos, que comparten cinco sótanos de los cuales un edificio será de vivienda donde se habilitaran 49 departamentos y el segundo edificio será corporativo con 59 oficinas para la venta.

Este edificio tiene proyectado instalar los siguientes sistemas:

- En las áreas comunes:
 - Iluminación
 - Ascensores
 - Agua
 - Agua contra incendio
 - Detección de incendio
 - Presurización de escaleras
- En el edificio de oficinas se instalara:
 - El interruptor general para que el locatario final y según sus instalaciones y requerimientos instale su tablero final.
 - Rociadores en los pasadizos, y válvula de conexión para que las oficinas ejecuten sus instalaciones según sus requerimientos.
 - Rociadores en los sótanos.
 - Detectores de incendios en sótanos y pasadizos y un contacto seco en la montante del edificio para que la oficina se conecte al panel del edificio y envíe su señal.
 - Ascensores
 - Extractores de CO y sistema de presurización para las escaleras de evacuación.
 - Sistema de CCTV en el hall de ingreso.
 - Sistema de presión constante y velocidad variable para el bombeo de agua.
- En el edificio de departamentos de instalara:

- Tablero eléctrico, completo y cableado hasta los centros de luz, tomacorrientes y puntos según diseño.
- Montante de agua contra incendio que incluye la válvula angular para la conexión de los bomberos.
- Detectores de temperatura en las cocinas.
- Ascensores
- Extractores de CO y sistema de presurización para las escaleras de evacuación.
- Sistema de presión constante y velocidad variable para el bombeo de agua.

Este edificio no tendrá ningún sistema de automatización y control, el plan de mantenimiento será el que indique el proveedor del equipo y tendrán que contratar personal especialista de cada equipo para poder realizar revisiones de rutina.

El presente informe de titulación estudiara este caso típico de edificaciones que son edificios tradicionales que dejan en manos de la administración del edificio el control y mantenimiento de los equipos instalados, planteara la instalación de un sistema de automatización para el sistema de iluminación, sistema automatizado de inyección de aire y un sistema de gestión y control centralizado para concluir el tiempo de retorno de la inversión y calcular el ahorro anual por consumo de energía.

Dicho análisis consiste en:

- Identificar los sistemas considerados del Proyecto actual en las especialidades de Instalaciones Eléctricas, Instalaciones Mecánicas, de modo tal que todas las cargas estén consideradas en el expediente técnico.
- Evaluar el presupuesto del equipamiento de los sistemas de:
 - a) Alumbrado
 - b) Aire Acondicionado
 - c) Sistema BMS
- Evaluar el plan de mantenimiento del proyecto “Edificio Don José”.
- Evaluar el plan de administración del Edificio Don José.

En base al análisis detallado, analizaremos el mismo edificio equipando a este con un sistema de control y monitoreo inteligente y compararemos:

- Ahorro de energía en el sistema de Alumbrado.
- Ahorro de energía en el sistema de Aire Acondicionado.
- Ahorro de personal por el sistema BMS.
- Ahorro de personal en la administración.

4.2 Evaluación técnico-económica Edificio Don José

El presente informe de titulación analizara proyecto Edificio Don José, este edificio tiene proyectado para su ejecución un sistema eléctrico y de comunicaciones convencional, es decir que no está definido en todo el proyecto aprobado por la municipalidad ningún sistema de automatización y control, por lo que demostraremos que la implementación de un sistema de integración del sistema eléctrico y mecánico representa una inversión que se puede recuperar en menos de tres años.

4.2.1 Proyecto de Instalaciones Eléctricas

El Edificio Don José es un proyecto que contempla dos sectores independientes Edificio Multifamiliar y Oficinas privadas Don José, sobre un área de terreno de 1760.1 m², ubicado en la Calle Grimaldo del Solar N° 170, distrito de Miraflores, provincia de Lima y cuyo propietario es Area S.A.

a) Edificio de oficinas La memoria descriptiva del proyecto de instalaciones eléctricas describe esta zona del edificio como un Edificio de uso de oficinas cuenta con 10 pisos. En total se proyectan 59 Oficinas, 2 en el 1° piso, 1 en el 2° piso, y 7 por cada piso del 3° al 10° piso. Se propone el ingreso al Edificio de Oficinas por la Calle Grimaldo del Solar; y el acceso a los sótanos y salida vehicular mediante 01 rampa de 6.00 m. de ancho. De los estacionamientos: Respecto a los estacionamientos están distribuidos en 04 sótanos y contara con los siguientes suministros eléctricos.

- 1 medidor trifásico de 65.00 kW. (c/u) para Oficinas.
- 1 medidor trifásico de 30.00 kW. (c/u) para Oficinas.
- 32 medidores trifásicos de 10.00 kW. (c/u) para Oficinas.
- 24 medidores trifásicos de 6.00 kW. (c/u) para Oficinas.
- 01 medidor trifásico de 75.00 kW para servicios generales TSG-O
- 01 medidor trifásico de 60.00 kW para el sistema contra incendio T-BCI2

b) Edificio Multifamiliar La memoria descriptiva del proyecto de instalaciones eléctricas describe esta zona del edificio como un Edificio Multifamiliar que cuenta con 10 pisos. En total se proyectan 43 Departamentos. Se propone el ingreso al Edificio Multifamiliar por la Calle Grimaldo del Solar; y el acceso a los sótanos y salida vehicular mediante 01 rampa de 6.00 m. de ancho. Respecto a los estacionamientos están distribuidos en 04 sótanos y contara con los siguientes suministros eléctricos.

- 43 medidores trifásicos de 6.00 kW. (c/u) para los departamentos. Típicos.
- 01 medidor trifásico de 60.00 kW para servicios generales T-SG

- 01 medidor trifásico de 60.00 kW para el sistema contra incendio T-BC11
- c) Alcances del Proyecto** Diseño del sistema de tierra de baja tensión para los bancos de medidores y los ascensores en forma independiente, diseño de los tableros generales y los tableros de servicios comunes, diseño de los tableros de fuerza de las cargas especiales, bombas de consumo de agua, bombas de desagüe, ascensores etc., bancos de medidores para los departamentos, ubicados en la rampa de ingreso al estacionamiento en el primer piso, para un total de 43 departamentos, bancos de medidores para las oficinas, ubicados en la rampa de ingreso al estacionamiento en el primer piso para un total de 59 Oficinas, alimentadores eléctricos desde los bancos de medidores hasta cada uno de los tableros de cada departamento, alimentadores eléctricos desde los bancos de medidores hasta cada oficina, sistema de alumbrado y tomacorrientes de las aéreas comunes del edificio multifamiliar y de oficinas, diseño de las instalaciones eléctricas de cada departamento. esto es, redes de alimentación a los tableros de distribución de cada departamento
- Queda demostrado que para obtener una licencia de obra, el proyecto no requiere mayor definición, la memoria descriptiva del proyecto de Instalaciones Eléctricas solo considera las cargas especiales, como son las bombas de agua, ventiladores, ascensores, pero no define requisitos mínimos de funcionamiento, no indica el modo de operar, no tiene criterios de ahorro de energía, por lo que en la etapa de construcción no habrá un punto de partida para la adquisición de estos sistemas.

4.2.2 Presupuesto de instalaciones del edificio Don José

El presente informe evaluara y comprobara que el presupuesto aprobado para la construcción del edificio comparado por una propuesta para que sea un edificio inteligente, no significa una gran inversión y que esta diferencia puede recuperarse en un corto plazo, lo que nos permitirá concluir con que la implementación de un edificio inteligente genera ahorro desde el primer día de puesta en marcha y colabora con el objetivo mundial, la baja emisión de CO2.

a) Presupuesto y especificaciones del sistema de alumbrado

Según las mediciones del Proyecto de Instalaciones Eléctricas, el edificio Don José, tiene dos zonas de iluminación, los estacionamientos y el hall de ascensores - recepción, en la zona de oficinas y vivienda cuenta con un sistema tradicional, el cual compararemos con un sistema automatizado de iluminación, desde un panel de control también propuesto y demostraremos que el ahorro de energía sugiere un ahorro que en dos años podemos recuperar esta inversión y tiempo después será un ahorro sustancial para el propietario.

Tabla N° 4.1 Consumo de energía y costo de sistema de alumbrado convencional

Zona	Cant.	Sistema de alumbrado sin sistema de control			
		Luminaria	P.U.	P. Parcial	Consumo de energía, kW
Salida de luz en hall de edificios	195	Alpha spot H205, 2x26W, 100%	\$95.47	\$18,616.98	81.12
Salidas de luz en estacionamientos	182	Ahr, T8 - 2x36W + 15W, 100%	\$62.26	\$11,332.08	126.67
Salidas de luz en baños	17	Tpr opal 122 AF, 2x18W, 100%	\$94.72	\$1,610.19	4.90
Salidas de luz en cuartos de maquinas	5	Ahr, T8 - 2x36W + 15W, 100%	\$62.26	\$311.32	3.48
Sistema de control	10	Interruptor simple, on-off	\$28.52	\$285.17	0.00
Sistema de control	1	Interruptor doble, on-off	\$31.16	\$31.16	0.00

Tabla N° 4.2 Consumo de energía y costo de sistema de alumbrado inteligente

Zona	Cant.	Sistema de alumbrado con sistema de control			
		Luminaria	P.U.	P. Parcial	Consumo de energía, kW
Salida de luz en hall de edificios	195	Ultra 2TCD, 26 W EE-Facet. C/Vidrio, 85%	\$118.00	\$23,010.00	34.48
Salidas de luz en estacionamientos	182	Ahr, T5 - 1x28W, dimable-dali, 85%	\$79.30	\$14,432.60	34.65
Salidas de luz en baños	17	Pans hf200, 2x18W, tcde dimable dali, 85%	\$233.21	\$3,964.53	4.16
Salidas de luz en cuartos de maquinas	5	Ahr, T5 - 2x18W, dimable dali, 85%	\$79.30	\$396.50	1.22
Sistema de control	10	Dsi smart ptm, tridonic, sensor de luz, presencia e infrarojo, 5% - 90%	\$267.30	\$2,673.00	0.00
Sistema de control	1	Detector de presencia	\$364.50	\$364.50	0.00

La diferencia fundamental de este cuadro comparativo, es el consumo de energía, ya que con un sistema de control de alumbrado logramos ahorrar un 60-66% de energía, que representa el mayor ahorro para un edificio de oficinas que opera todo el año y considerando que la zona de escaleras no tiene por qué estar encendido al 100% de su capacidad, también se entiende que las luminarias del hall de ascensores debe encenderse solamente cuando ingresa personal.

Tabla N° 4.3 Ahorro y retorno de inversión del sistema de alumbrado inteligente

	Sin sistema de control		Con sistema de control	
Consumo de energía diaria kWh		183.74		47.50
Costo de consumo de energía mensual \$		\$705.23		\$182.32
Ahorro anual por consumo de energía \$				\$6,274.91
Inversión inicial	\$32,186.89		\$44,841.13	
Diferencia de inversión inicial			\$12,654.23	
Tiempo de recuperación de la inversión, años			2.02	24 meses

Ver las especificaciones técnicas del sistema de alumbrado adjuntas en Anexo A

b) Presupuesto y especificaciones del sistema de ascensores

El Proyecto de Instalaciones Eléctricas del edificio Don José define la instalación de dos ascensores.

Tabla N° 4.4 Ahorro y tiempo de retorno de inversión del sistema de ascensor inteligente.

MARCA	OTIS		
	Hidráulico	Tracción 2 velocidades	GeN2
Capacidad, Personas	8	8	8
Velocidad m/s	0,63	1,00	1,00
Potencia kW	11,00	5,00	4,20
Número de viajes al año	80000,00	80000,00	80000,00
Carga promedio kg.	300,00	300,00	300,00
Consumo de energía (80000 viajes al año), kWh/año	2920,00	1470,00	750,00
Iluminación en cabina, kWh/año	980,00	530,00	130,00
Consumo total de energía, kWh/año	3900,00	2000,00	880,00
Costo por energía S/./kWh,	0,3281	0,3281	0,3281
Costo de consumo de energía anual S/./AÑO	S/. 1.279,59	S/. 656,20	S/. 288,73
Ahorro anual por consumo de energía \$	\$378,19	\$140,26	
Inversión de construcción de sala de maquinas	S/. 3.550,00	S/. 1.000,00	S/. 870,00
Costo del ascensor	\$42.160,00	\$47.407,00	\$50.950,00
Costo anual de mantenimiento	\$1.950,00	\$1.050,00	\$670,00
Inversión inicial del ascensor	\$47.660,00	\$49.457,00	\$52.490,00
Diferencia de inversión	\$4.830,00	\$3.033,00	

c) Presupuesto y especificaciones del sistema de bombeo de agua potable y aguas residuales

El proyecto de Instalaciones Eléctricas del edificio Don José, define la instalación de un sistema de presión constante y velocidad variable, considerando tres bombas de agua para cada edificio, y dos bombas sumidero para cada cámara de bombeo, el proyecto considera un arranque controlado por un variador de velocidad pero este no está interconectado con el sistema de comunicaciones del edificio por lo que no se podrá saber sus condiciones de trabajo lo mismo que resulta vital ya que ante una falla del sistema de bombeo los usuarios finales de este inmueble quedarían sin agua para consumo.

Tabla N° 4.5 Ahorro y tiempo de retorno de inversión del sistema de bombeo inteligente.

	Válvula de control	Variador de frecuencia
Potencia (Kw)	7.85	3.50
Consumo de energía (kWh/año)	68766.00	30660.00
Costo de energía (S./kWh)	0.3281	0.3281
Costo por energía anual (\$/año)	\$8,611.50	\$3,839.52
Ahorro anual por consumo de energía (\$)	\$4,771.98	
Inversión inicial (\$)	\$32,500.00	\$37,346.00
Diferencia de inversión inicial (\$)	\$4,846.00	
Tiempo de recuperación de la inversión	1.02	12 meses

Ver las especificaciones técnicas de los variadores de velocidad adjuntas en Anexo C

d) Presupuesto y especificaciones del sistema de inyección y extracción de aire

El proyecto de Instalaciones Eléctricas del edificio Don José, define la instalación de un sistema convencional de movimiento de aire, pero solo están consideradas sus cargas eléctricas y no especifica el tipo de sistema que lo controla, este sistema debe estar completamente definido en un proyecto de instalaciones eléctricas, ya que de este sistema dependen funciones de seguridad, extracción de sótanos, presurización de escaleras e inyección de aire fresco de todo el edificio, estas tres funciones del sistema de movimiento del aire, aseguran niveles de confort mínimos para los ocupantes de un edificio además de brinda las garantías necesarias en caso de siniestros, pero estos no tienen que operar al 100% de su capacidad, pero si podemos hacer que estos se optimicen para cumplir con la normativa y ahorrar energía, esto se consigue definiendo un variador de velocidad inteligente.

Tabla N° 4.6 Ahorro y retorno de inversión del sistema de ventilación inteligente.

	Cant.	Pot kW	Sin monitoreo y control	Con monitoreo y control
Extractores sótano	16.00	1.33	21.28	8.51
Extractores cuarto de maquinas	1.00	0.19	0.19	0.07
Extractor azotea	2.00	1.86	3.72	1.49
Inyectores sótano	8.00	0.80	6.40	2.56
Inyector azotea	2.00	0.56	1.12	0.45
Pot tot kW			32.71	13.08
Consumo de energía (kWh/año)			143254.47	57301.79
Costo energía (S/./kWh)			0.3281	0.3281
Costo energía (\$/año)			\$17,939.62	\$7,175.85
Ahorro anual por consumo de energía (\$)			\$10,763.77	
Inversión inicial			\$87,400.00	\$100,800.00
Diferencia de inversión inicial (\$)			\$13,400.00	
Tiempo de recuperación de la inversión, años			1.24	13 meses

Ver las especificaciones técnicas de los variadores de velocidad adjuntas en Anexo C

e) Presupuesto y especificaciones del sistema de gestión y control BMS

El proyecto del edificio Don José, no tiene definido un sistema de monitoreo BMS, el cual es propuesto y presupuestado para analizarlo, proponemos un sistema de control centralizado de todas las especialidades de un edificio de oficinas, el presente presupuesto varía según los requerimientos del cliente.

El presente informe de titulación propone un sistema acorde a las dimensiones del edificio y cantidad de oficinas y contempla la integración de las instalaciones electromecánicas, seguridad y detección de incendios, esta integración permitirá mediante un único software controlar las distintas instalaciones.

La pantalla principal constara de una imagen del edificio controlado y una serie de botones que corresponderán a los diferentes sistemas, ventilación, iluminación, bombas, etc, estos gráficos serán del tipo esquema, para la representación de maquinaria y sistemas con la indicación activa de puntos monitoreados, posición de actuadores según sea el caso, el esquema de principio de electricidad, de agua contra incendio, alumbrado, detección de incendios, cctv, estos esquemas estarán acompañados de la distribución de planta de cada especialidad indicando la ubicación de cada dispositivo instalado.

Tabla N° 4.7 Ahorro y retorno de inversión del sistema de gestión BMS.

Sistema de automatización EBI			
	Cant	P.U. \$	Precio Parcial
Sistema de control de accesos y seguridad			\$3,907.89
Integración de controladores star II	1	3547.89	
Interface o conversor RS232 A TCP/IP micro cobox	1	360.00	
Sistema de detección de incendio			\$2,550.00
Integración al panel BMS	1	2550.00	
Sistema de control electromecánico			\$5,232.83
Integración Bacnet	1	230.91	
Interface Bacnet	1	946.02	
Integración controladores Cbuc o Lonbus	1	2619.59	
Interface LonBus	1	625.53	
PC para Bacnet cimetrics	1	810.78	
Sistema de control de iluminación			\$4,318.70
LM-EG, Zumtobel	1	1382.80	
LM-BV EO2 BUS	1	823.50	
LM - DALIS, Zumtobel, Equipo de control Dali	1	1084.60	
DSI smart programer, tridonic	1	1027.80	
Sistema BMS			\$10,039.39
Integración	1	1557.89	
Interface modbus, equipos electromecánicos	1	2657.01	
Servidor de ebi	1	1914.20	
Pc para estación ebi	1	1635.29	
Programación ebi	1	2275.00	
Total sistema de automatización			\$26,048.81

Ver las especificaciones técnicas del sistema BMS adjuntas en Anexo D

f) Comparativo de los presupuestos de instalaciones de obra e inteligente

La inversión total de los sistemas, obtendremos la diferencia total de la inversión inicial.

Tabla N° 4.8 Comparativo general de inversión.

Comparativo de inversión		
	Proyecto aprobado	Proyecto inteligente propuesto
Sistema de alumbrado	\$32,186.89	\$44,841.13
Sistema de ascensores	\$45,464.96	\$51,952.06
Sistemas de bombas	\$32,500.00	\$36,346.00
Sistema de ventiladores	\$87,400.00	\$100,800.00
Sistema BMS	\$0.00	\$26,048.81
Inversión inicial	\$197,551.86	\$259,988.00
Diferencia total		\$62,436.14

g) **Consumo de energía entre los sistemas presupuestados para obra e inteligente.**
Se calcula el ahorro total de consumo de energía de un edificio inteligente frente a un edificio convencional.

Tabla N° 4.9 Calculo de ahorro de energía.

Comparativo de consumo de energía kWh/AÑO		
	Proyecto aprobado	Proyecto inteligente aprobado
Sistema de alumbrado	72,799.54	19,319.58
Sistema de ascensores	3,900.00	880.00
Sistema de bombas	68,766.00	30,660.00
Sistema de ventiladores	143,254.47	57,301.79
Sistema BMS	0.00	430.00
Inversión inicial	288,720.01	108,591.37
Diferencia Total		180,128.65

4.3 Evaluación integral

Al revisar la tabla N° 4.9, demostramos el ahorro de energía conseguido con la instalación de un sistema de control y monitoreo para el edificio.

Tabla N° 4.10 Calculo de retorno de inversión.

Tiempo de recuperación de inversión (años)	
Ahorro por consumo de energía anual	\$23,176.55
Tiempo de recuperación de inversión	2.69

Del cuadro se obtiene el tiempo total en el cual se recuperara la inversión de un sistema que automatice los sistemas electromecánicos del Edificio Don José y teniendo en consideración la vida útil de un edificio (40 años) se ahorrara solo por consumo de energía \$864,717.17

La plataforma para el Control Centralizado BMS propuesta permite controlar y monitorear los sistemas que se instalen por etapas, según presupuestos aprobados, lo que brinda al edificio niveles de flexibilidad máximos, de la misma forma se pueden equipar los sistemas electromecánicos, se pueden implementar el tipo de señales por monitorear, actuadores y alarmas. Esto concluye en que una vez instalado el BMS cada vez hay más interés por tener más información ya que permite tener en tiempo real información de funcionamiento de los equipos.

El ahorro de energía calculado en este informe de titulación para el caso estudiado “Edificio Don José” es de 144, 469.68 kWh/año, y cumpliendo con uno de los objetivos del presente informe reducimos la emisión de CO₂ en el orden de 71.50 Ton/año.

4.4 Propuesta normativa

El presente informe tiene como principal objetivo dejar las bases de la implementación gradual de una norma municipal, la cual define lo siguiente

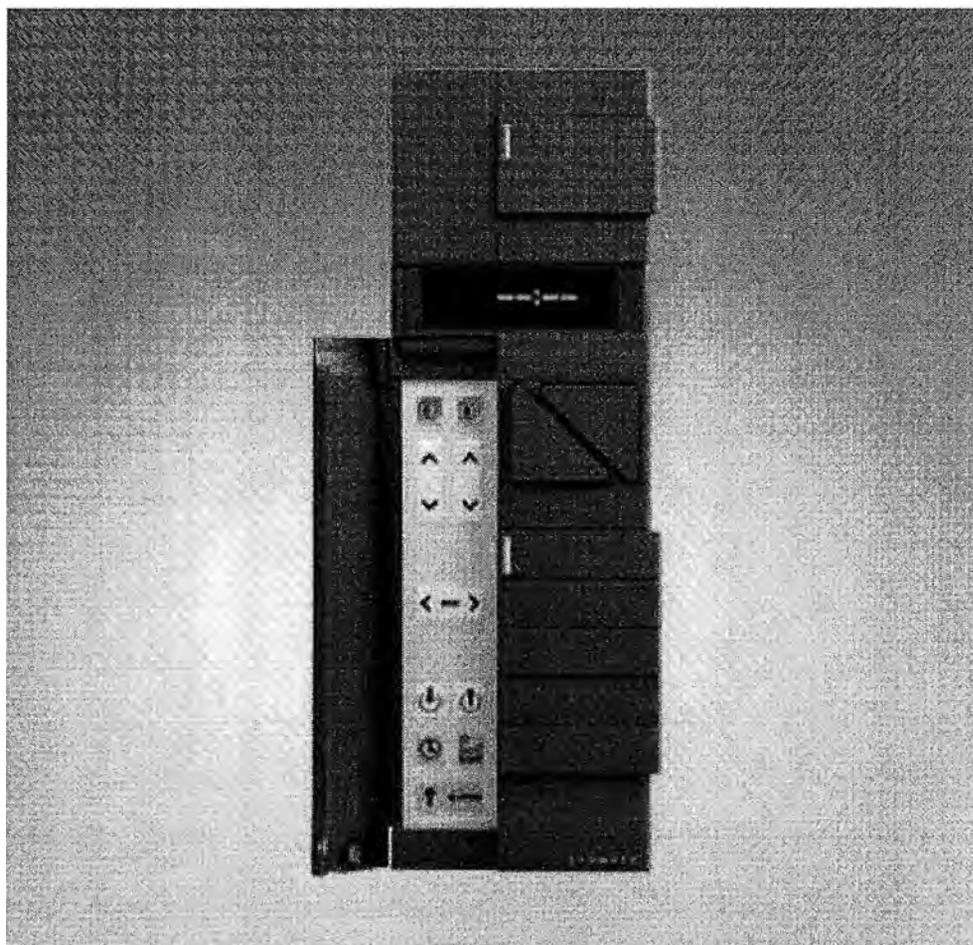
- Todos los proyectos de edificios nuevos deben presentar un cálculo del ahorro de energía en 5 años, 10 años y proyectado a 20 años con la implementación de un sistema de control inteligente.
- Todos los proyectos de edificios nuevos deben contar con un sistema inteligente de control de sistemas eléctrico que le permita al edificio reducir costos de mantenimiento y operación, deberán presentar un cuadro donde se defina las variables de los equipos que deben monitorearse.
- Los proyectos nuevos presentados a las municipalidades deben definir los lenguajes de comunicación de todos los sistemas proyectados.
- Se debe definir los niveles de automatización mínimos de los edificios nuevos, de manera que en un plazo de 10 años el Perú tenga un parque inmobiliario corporativo más eficiente y brinde a sus locatarios niveles de confort y seguridad óptimos garantizando el máximo ahorro por consumo de energía eléctrica.
- Los proyectos de edificios corporativos, deben presentarse para la aprobación municipal con un manual de implementación de los futuros propietarios, lo que garantizara un uso eficiente y uniforme de los recursos proyectados.
- La Memoria Descriptiva y Especificaciones Técnicas de un proyecto nuevo, debe presentar la forma de cómo los sistemas se integran de manera gradual conforme se este implementando.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 1.- La instalación de un sistema de control inteligente que monitoree todas las instalaciones electro mecánicas de un edificio corporativo asegura un ahorro en el consumo de energía y un retorno de inversión proporcional a la magnitud del edificio.
- 2.- La instalación de un sistema de control inteligente permite visualizar en tiempo real y de manera simultánea variables de operación de todos los sistemas instalados.
- 3.- La instalación de un sistema de control inteligente permite reducir costos de operación (administración) de un edificio corporativo.
- 4.- Un sistema de control centralizado permite integrar los sistemas de CCTV, detección de incendio, control de accesos y aire acondicionado, logrando tener en una sola plataforma y bajo un mismo lenguaje de programación la administración del 100% del edificio.
- 5.- La instalación de un sistema de control inteligente, por su flexibilidad permite implementar de manera independiente, gradual y según sea el requerimiento y presupuesto destinado la automatización de un sistema determinado, lo que permite dotar al edificio niveles de inteligencia dependiendo de la tecnología del momento.
- 6.- El sistema que mayor ahorro genera es el “alumbrado”
- 7.- El cálculo y dimensionamientos de equipos y sistemas que le brindaran autonomía al proyecto, dependerá del nivel de automatización o la certificación que se quiera conseguir.
- 8.- La inversión inicial para la implementación de un sistema de control inteligente es recuperado en un periodo no mayor a los 30 meses.

ANEXOS

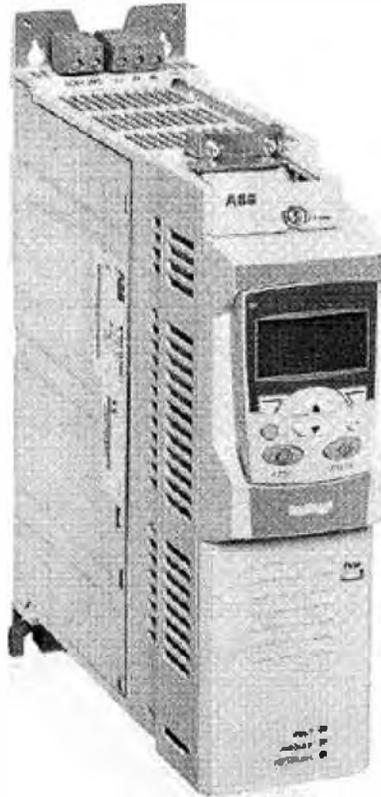
ANEXO A: Panel LM-EG GY (Control y direccionamiento de alumbrado)



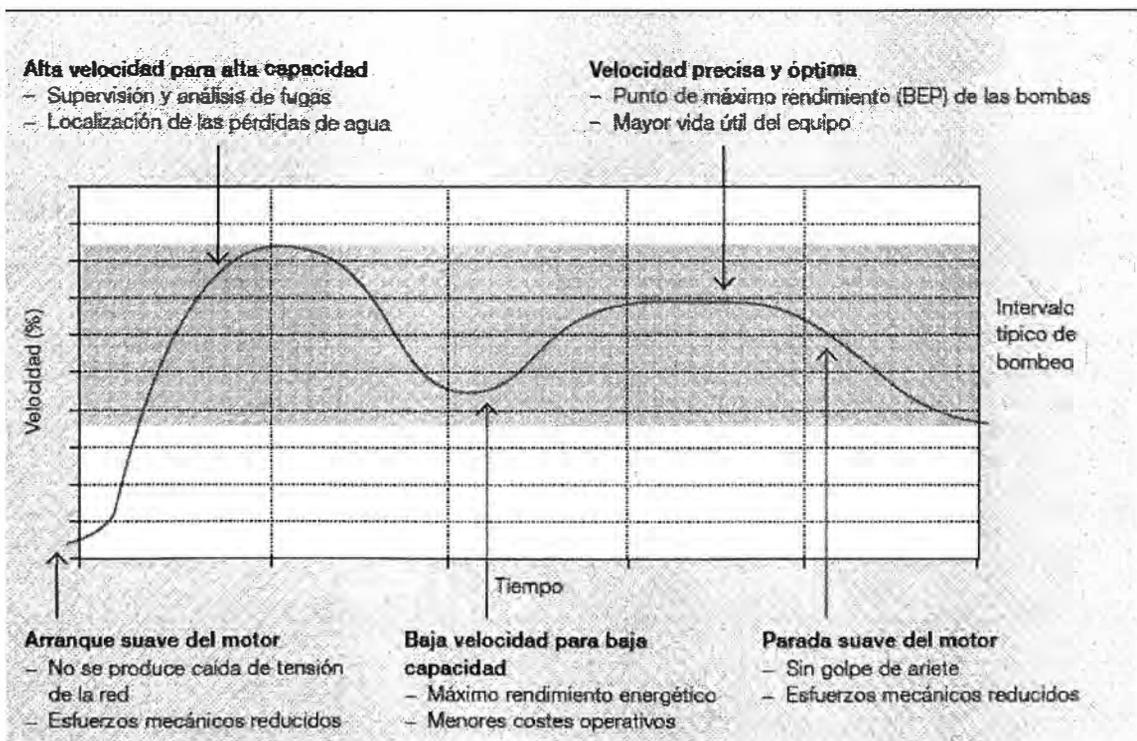
Datos técnicos

Peso	aprox. 0.4 kg
Temperatura ambiente adm.	0...+50°C
Dimensiones	247 x 83 x 52mm
Entradas	bus LUXMATE (B1, B2)
Tensión de entrada adm.	207...264V AC, 50...60Hz
Tensión nominal	230/240V AC, 50/60Hz
Bornes de conexión	0,5...1,5mm ²
Montaje	En cajas de instalación de pared dobles ... triples (DIN 49073-GC-P2) sin travesaño central
Clase de protección	el chasis de montaje debe estar puesto a tierra
Manejo	Tecla de encendido/apagado, 5 teclas de escenas, 2 teclas de regulación, selección de función y grupo bajo tapa
Indicador	Pantalla de cristal líquido 16 x 60 puntos
Potencia de consumo	< 3W
Direccionamiento	Dirección de sala
Material de la carcasa	Plástico, sin halógenos
Clase de protección	SC2
Color de la carcasa	gris basalto (RAL 7012)
Tipo de protección	IP20

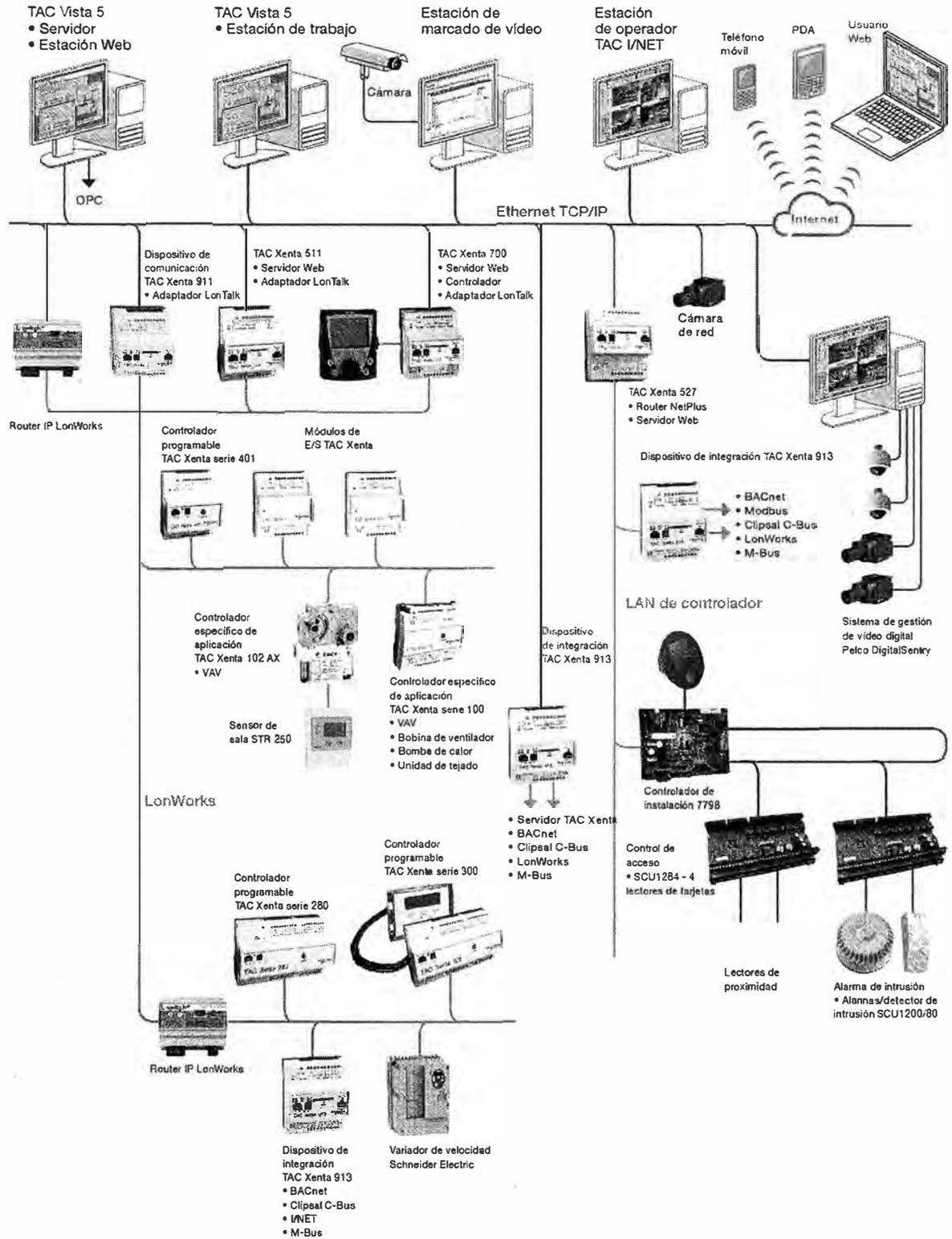
ANEXO B: Variador de velocidad VSD



Resumen de las ventajas del VSD en diversos puntos de funcionamiento del motor



ANEXO C: Arquitectura BMS



Bibliografía

- [1] Diario El Peruano, Normas Legales – Lima jueves 19 de junio de 2008 – D.S. N° 034-2008 EM
- [2] Diario El Peruano, Normas Legales – Lima miércoles 21 de enero de 2009 – R.M. N° 038-2009 MEM/DM
- [3] Diario El Peruano, Normas Legales – Lima miércoles 24 de noviembre de 2010 – D.S. N° 064-2010 EM
- [4] ISO – 50001, Sistemas de Gestión de la Energía
- [5] EN – 16001, Sistema de Gestión Energética