



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA**

**MECÁNICA ELÉCTRICA**

“Análisis de indicadores eléctricos en un sistema BMS para reducir el consumo de energía eléctrica en los edificios convencionales de los centros de educación superior PUCP.”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Mecánico Electricista

**AUTOR:**

Vargas Villanueva, Juan Jair (ORCID: 0000-0002-7729-9907)

**ASESOR:**

Dr. Salazar Mendoza, Anibal (ORCID : 0000-0003-4412-8789)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Generación, transmisión y distribución

CHICLAYO – PERÚ

2020

### **Dedicatoria**

A mis hermanas por su solidaridad, cariño y respeto que he recibido en el transcurso del periodo del desarrollo de investigación.

### **Agradecimiento**

Agradezco a mis padres por ser muestra de esfuerzo, superación, paciencia y perseverancia; aquellos que desde muy niño me inculcaron valores y metas, gracias por la muestra de amor y por darme la oportunidad de poder estar aquí en una universidad de prestigio y poder desarrollarme como persona.

## Índice de contenidos

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	vi
Índice de gráficos y figuras.....	vii
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA.....	10
3.1. Tipo y diseño de Investigación. ....	10
3.2. Variables, operacionalización. ....	10
3.3. Población, muestra y muestreo .....	11
3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.....	11
3.5. Procedimientos.....	13
3.6. Método de análisis de datos. ....	14
3.7. Aspectos éticos .....	14
IV. RESULTADOS .....	15
4.1. Evaluación de la situación actual de los sistemas eléctricos en los edificios convencionales del centro de educación superior PUCP.....	15
4.2. Evaluar los indicadores eléctricos implementados en los sistemas de gestión de edificios inteligentes (BMS). ....	28
4.2.1. Especialidad de HVAC, consta de dos modalidades según área derefrigeración.....	28
4.2.2. Especialidad de ventilador forzado .....	33
4.2.3. Especialidad de luminarias .....	34

4.3. Determinación del ahorro de energía eléctrica en los sistemas de gestión de edificios inteligentes (BMS).....	36
4.4. Evaluación económica, mediante un análisis VAN y TIR. ....	38
V. DISCUSIÓN.....	41
VI. CONCLUSIONES.....	45
VII. RECOMENDACIONES.....	46
REFERENCIAS.....	47
ANEXOS .....	51

## Índice de tablas

Tabla 1. Consumo eléctrico promedio, PUCP.....	15
Tabla 2. Máxima demanda eléctrica del edificio convencional, luminarias.....	17
Tabla 3. Corriente de diseño del edificio convencional – PUCP.....	18
Tabla 4. Máxima demanda eléctrica del edificio convencional, HVAC.....	19
Tabla 5. Corriente de diseño del edificio convencional – PUCP – HVAC.....	21
Tabla 6. Máxima demanda eléctrica del edificio, sanitario sótano.....	23
Tabla 7. Corriente de diseño del edificio convencional, sanitario sótano 5. ....	23
Tabla 8. Máxima demanda eléctrica del edificio, planta de tratamiento de agua. 24	
Tabla 9. Corriente de diseño del edificio, planta de tratamiento de agua. ....	24
Tabla 10. Máxima demanda eléctrica del edificio, ventilación forzada. ....	25
Tabla 11. Corriente de diseño del edificio convencional, ventilación forzada. ....	25
Tabla 12. Máxima demanda eléctrica del edificio, proyectores. ....	26
Tabla 13. Corriente de diseño del edificio convencional, proyectores. ....	27
Tabla 14. Análisis del consumo de energía del edificio convencional.....	36
Tabla 15. Análisis del consumo de energía del edificio inteligente.....	37
Tabla 16. Determinación del ahorro de energía eléctrica, sistema BMS.....	37
Tabla 17. Resumen monetario para la implementación de un sistema BMS, aplicado en un edificio convencional. ....	38
Tabla 18. Análisis del costo beneficio, para la implementación de un edificio convencional. ....	39

## Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Centro de Monitoreo.....	1
Figura 2. Arquitectura del Sistema Inteligente.....	6
Figura 3. Esquema de Control de Acceso.....	7
Figura 4. Circuito Cerrado de Televisión.....	8
Figura 5. Diseño de ejecución para desarrollo de la investigación.....	13
Figura 6. Sistema de control y monitoreo de la especialidad HVAC.....	30
Figura 7. Modalidad de HVAC, esquema refrigeración de áreas mayores.....	32
Figura 8. Sistema de control y monitoreo ventilador forzado.....	33
Figura 9. Sistema de control y monitoreo de la especialidad, luminarias.....	34

## **Resumen**

A lo largo del tiempo los edificios han ido innovando diferentes sistemas que permitan a los usuarios satisfacer sus necesidades respetando las condiciones del medio ambiente y evolucionando en temas que permitan gestionar, controlar y monitorear parámetros tanto en sanitarios (con bombas), en la parte eléctrica (monitoreo de energías, control de iluminación), ventilación mecánica (extractores), etc.

Ya que un edificio bien ventilado, iluminado, que tenga consumos mínimos en electricidad son el resultado atractivo para que el consumidor final pueda construir e invertir de manera más garantizada y prolongada.

Teniendo en cuenta esos requerimientos analizaremos estos indicadores eléctricos que intervienen en un sistema de gestión BMS donde se determinará el ahorro eléctrico en sus sistemas implementados para estos edificios inteligentes.

Se propuso en nuestros objetivos específicos el diagnosticar la situación de estos edificios inteligentes tradicionales, luego se propone evaluar indicadores eléctricos que se implementan en los sistemas con gestión BMS, posterior a eso determinar cuánto se ahorra en energía eléctrica y ver la rentabilidad del proyecto utilizando métodos estadísticos que permitan proyectar en cuanto tiempo se recuperará la inversión inicial.

Finalizamos dando conclusiones y recomendaremos algunos puntos que logramos encontrar en el desarrollo de este informe de investigación.

Palabras Claves: ahorro energético, gestión BMS, protocolos de comunicación.

## **Abstract**

Throughout the time the buildings have been innovating different systems that allow the users to satisfy their needs respecting the conditions of the environment and evolving in topics that allow to manage, to control and to monitor parameters as much in toilets (with pumps), in the electrical part (monitoring of energies, control of illumination), mechanical ventilation (extractors), etc.

A well ventilated, illuminated building with minimum electricity consumption is the attractive result for the final consumer to build and invest in a more guaranteed and prolonged way.

Taking into account these requirements we will analyze these electrical indicators that intervene in a BMS management system where we will determine the electrical savings in their systems implemented for these intelligent buildings.

It was proposed in our specific objectives to diagnose the situation of these traditional intelligent buildings, then it is proposed to evaluate electrical indicators that are implemented in the systems with BMS management, after that determine how much is saved in electrical energy and see the profitability of the project using statistical methods that allow to project in how much time the initial investment will be recovered.

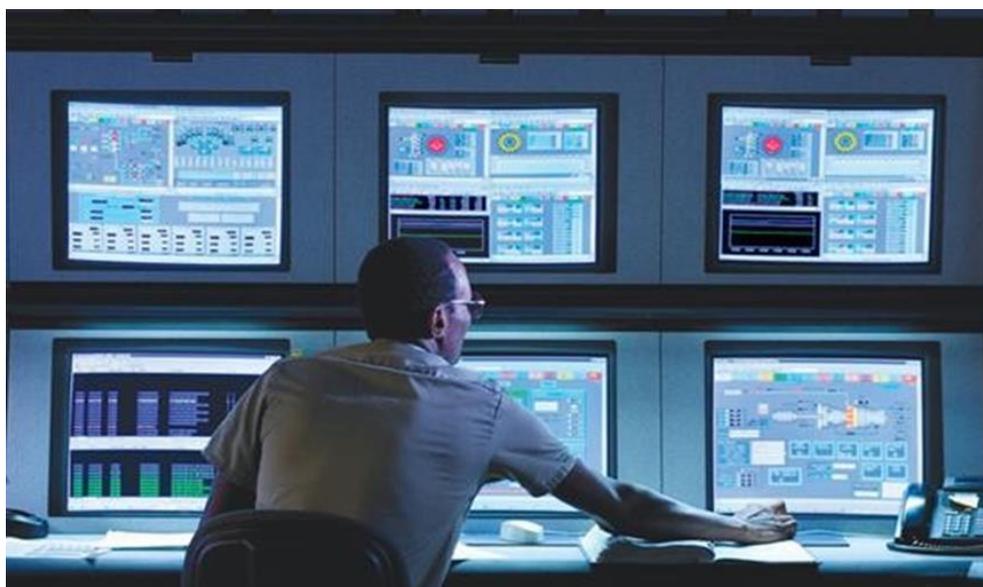
We end by giving conclusions and will recommend some points that we managed to find in the development of this research report.

Keywords: energy saving, BMS management, communication protocols

## I. INTRODUCCIÓN

las nuevas edificaciones más grandes no solamente utilizan sistemas de electrificaciones para la funcionalidad de los mismos si no hacen uso de la tecnología sistemas completos que no solo se encargan desde la seguridad sino también de ascensores, sistemas de refrigeración, etc. Lo que significa la seguridad sea la más garantizada para quien haga uso de las instalaciones de las edificaciones.

El incremento de uso de sistemas heterogéneos en un edificio, genera como resultado una tarea muy estresante y compleja en los administradores para la gestión de todos estos sistemas, sin embargo, los administradores están obligados a buscar la sinergia grupal para cumplir el objetivo. Ante esta necesidad, se diseñó un sistema BMS el cual es una herramienta muy flexible y fácil para controlar, integrar y mantener un acceso a cada uno de ellos, dando como resultado el incremento de la eficiencia, la productividad y el ahorro energético. (Perú, EBD, 2015).



*Figura 1. Centro de Monitoreo*

Fuente: EBD, 2015.

Presentada la problemática, formulamos el problema, con la siguiente pregunta: ¿Cómo reducir el consumo de electricidad a través de los indicadores eléctricos de un sistema BMS en edificios convencionales de los centros de educación superior PUCP?

En el mundo de las edificaciones ha estado en constante desarrollo en cuanto a sistemas integrados e inteligentes para poder realizar edificios inteligentes.

Esta investigación se justificó por las siguientes aspectos: En el aspecto científico, esta investigación logró generar nuevos proyectos de gran magnitud y similitud como el que se viene desarrollando.

En el aspecto económico, el diseño de sistemas que se propuso es sumamente costoso, pero no son comunes en el país, siendo este uno de los primeros a nivel nacional.

Este proyecto se justificó técnicamente, por la tecnología de nuestro país a la vanguardia, donde podemos ahorrar energía eléctrica por medio de estos sistemas de gestión BMS con tecnología actual.

En lo económico, se pudo ver reflejado el ahorro monetario que tienen los edificios gracias a los sistemas de gestión BMS porque controlan y monitorean todos los parámetros eléctricos.

En la parte ambiental al reducir el consumo de electricidad, se evitó no contar con el uso de fuentes alternativas como es el diésel y otros combustibles que al generar electricidad puedan suplir los requerimientos en horas punta

En la parte social se logró mejorar el ornato de la ciudad, dando valoración fomentando la creación de nuevos puestos de trabajo.

El objetivo general para esta investigación fue: analizar los indicadores eléctricos en un sistema BMS para reducir el consumo de energía eléctrica en el edificio convencionales de los centros de educación superior PUCP, donde para dar cumplimiento al objetivo principal, se desarrollaron los siguientes objetivos específicos: (1) Evaluar la situación actual de los sistemas eléctricos en los edificios convencionales del centro de educación superior PUCP. (2) Evaluar los indicadores eléctricos implementados en los sistemas de gestión de edificios inteligentes (BMS). (3) Determinar el ahorro de energía eléctrica en los sistemas de gestión de edificios inteligentes

(BMS) y por ultimo (4) Realizar una evaluación económica mediante un análisis VAN y TIR.

Presentados los objetivos de esta investigación, se plantea la hipótesis; mediante el análisis de los indicadores eléctricos en un sistema BMS se puede reducir el consumo de la energía eléctrica en edificios inteligentes.

## II. MARCO TEÓRICO

Para el sustento de la presente investigación, existen varias investigaciones que argumentan y sustentan esta investigación. A continuación, citaremos algunos proyectos:

En investigaciones realizadas a nivel internacional, se encontró a Astesana y Medina (2016), de la Universidad Católica de Córdoba, quienes desarrollaron su investigación en la ciudad de Córdoba, donde buscaron exponer las posibilidades de control de los sistemas de predios, esta investigación tuvo un enfoque cualitativo, de tipo descriptivo, gracias al análisis documental, se menciona en general el control de todo el predio, los sistemas involucrados y el sistema de monitoreo y gestión.

Por otro lado, Gómez (2018), de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, quien desarrolló su investigación en Diseño de un sistema de control BMS (building management system), para la gestión del bus domótico hdl bus pro, para la generación de macrodatos basado en software libre. Como principales hallazgos, se puede mencionar que los macrodatos generados por el sistema BMS, se pueden utilizar conjuntamente con un sistema basado en Machine Learning, para optimizar el consumo energético de la edificación. Al implementar la comunicación UDP en el sistema BMS, se ejecutó un broadcast en el sistema para el accionamiento de los equipos conectados en el bus; el envío y recepción de los datagramas fue fiable sin pérdidas de datos en el sistema.

En investigaciones realizadas a nivel nacional, se encontró a Alvarado (2018), de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur, quien desarrolló su investigación titulada, diseño e implementación de un BMS para el mantenimiento y ahorro energético de un hospital de la región de San Martín. Como principales hallazgos se puede mencionar, que implementando códigos de programación mediante software de BMS Desigo CC, logrando reducir el 39% de consumo de energía eléctrica en los sistemas de aire acondicionado e iluminación mediante la automatización del horario de apagado y encendido de las luminarias.

Asi mismo, Cruz (2018), de la Universidad César Vallejo, buscó la Aplicación del sistema de BMS para mejorar la productividad en la empresa Mava Proyecta SAC, San Isidro. Desarrollo una investigación pre experimental, de tipo aplicativo y corte longitudinal. Para la recolección de datos, aplicó la técnica de la observación, donde utilizó entrevistas y cuestionarios como instrumentos de recolección de datos. Como principal hallazgo se tiene que la optimización de tiempo antes de la investigación es de 84,88% y en la actualidad es de 92.49%, por lo tanto la aplicación del sistema BMS, mejorará la eficiencia en el servicio de la empresa.

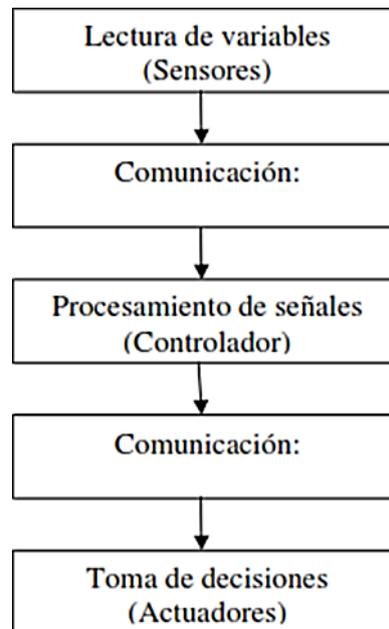
Por otro lado, Urrutia (2019), de la Universidad Tecnologica del Perú, donde buscó el Diseño de iluminación led con control domotico para el ahorro de energía eléctrica y su implementación en las oficinas corporativas del edificio Torre Begonias. Desarrolló una metodología descriptiva y comparativa, el desarrollo de esta investigación de tipo básico, exploratorio y aplicativo. Como principales hallazgos podemos mencionar, que la facturación anual La facturación anual de energía proyectada se reduce notoriamente, así como también el costo por mantenimiento se ven reducidos, obteniendo así un V.A.N. a 10 años de 3,172.94 soles y un T.I.R. a 10 años de 15 %, con una tasa de descuento del 12%, con estos datos se demuestra que el proyecto de uso de una nueva tecnología con control domótico para el alumbrado de interiores en oficinas corporativas de Torre Begonias es económicamente viable.

Para el sustento teórico de esta investigación, se mencionan las teorías relacionadas al tema de la investigación:

La domotica, es la automatización para el funcionamiento para diversas comodidades en una vivienda brindando seguridad y confort el que permitirá además un ahorro de energía (Morrón Fernández, 2019, p. 990).

Imnotica, es el conjunto de elementos necesarios para una automatización y del funcionamiento en general para distintas edificaciones como hospitales, universidades, etc. (Sancho Gómez, 2014, p.7).

La arquitectura de los sistemas inteligentes, en este punto es donde se asocian distintos elementos para el control de todo el sistema, desde donde se tomarán las decisiones para la implementación de un sistema inteligente, en la siguiente figura que podrá observar la arquitectura de un sistema inteligente (Valderrama et al, 2014, p. 226).



*Figura 2. Arquitectura del Sistema Inteligente*

Fuente: Valderrma, 2015.

Los subsistemas de los sistemas inteligentes, Buscando un sistema de bajo ahora y sobre todo cumpliendo con toda la seguridad y confort es que se derivan subsistemas que en su conjunto logran formar lo que en la actualidad se conoce como edificaciones inteligentes: sistema de seguridad, sistema de protección y prevención de incendios y sistema de aire acondicionado.

Los sistemas de seguridad, Es un tema muy importante ya que se busca la seguridad dentro de lo que tenga que ver con una edificación o también en una vivienda, lo cual permite la alerta de robos, vigilancia por videocámaras. Dentro de este sistema podemos encontrar distintas formas de alertas como alarmas internas o externas o alguna acción extraña que se registre (Ortiz Garcés et al, 2020, p.228).

Control de accesos, actualmente la tecnología cuenta, con diversos dispositivos electrónicos desde reconocimiento facial y distinción de voz hasta sensores de movimientos, con precios distintos y cumpliendo el nivel de seguridad que los caracteriza (De La Puente et al, 2014, p.430).

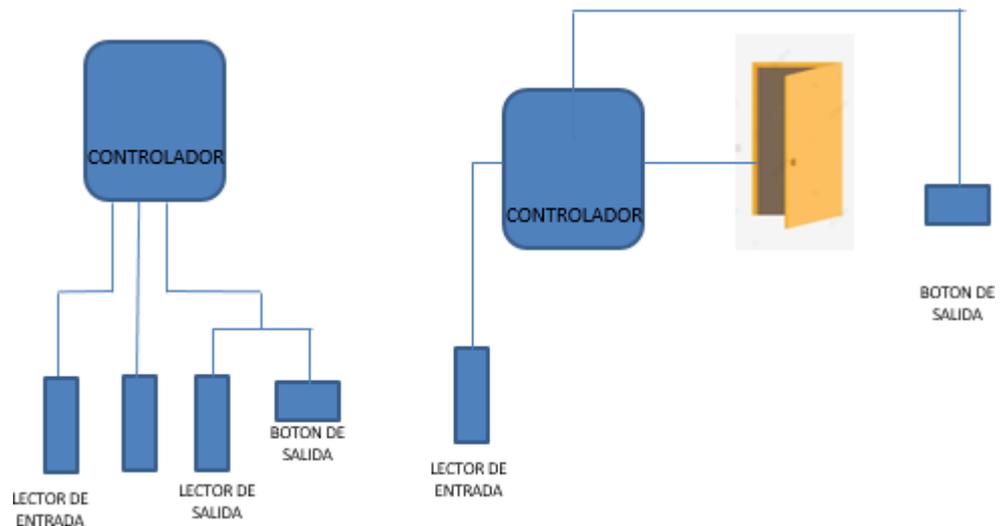


Figura 3. Esquema de Control de Acceso

Fuente: De la Puente, 2014.

Los dispositivos de control de acceso, existen diversos dispositivos componentes electrónicos que cumplen distintas funciones a continuación se listará todos los dispositivos de control de acceso. Estos dispositivos son: dispositivos con teclado, lectores de cinta magnética, tarjetas con código de barras, tarjetas chip, tarjetas de proximidad, lectores de huella digital, lectores de iris de ojo, lectores de reconocimiento facial, lectores de activados por voz (Mariano et al, 2019, p. 571).

Las cerraduras, este sistema permite la apertura o cierre de alguna puerta el cual es necesario un control de acceso, a continuación, se presentará algunas cerraduras que utilizan sistemas inteligentes para la seguridad: cerraduras eléctricas, magnéticas y pestillo eléctrico.

Para lograr la detección de robos dentro de una vivienda o de algunos establecimientos es necesarios varias herramientas para la protección como ventanas y puertas para que no puedan ser violentadas. Estos sistemas

funcionan con la detección de extraños es donde se activará todo tipo de alarmas hasta que la persona encargada reconozca y apague las alarmas.

El circuito cerrado de televisión, este es un sistema de mayor seguridad dentro de una edificación ya que el sistema que se utiliza es CCTV el cual controla cámaras, grabaciones de videos desde una consola o también llamado cuarto de monitoreo el cual vigila áreas de mayor requerimiento de seguridad. (Singh et al, 2020, p. 224).



*Figura 4. Circuito Cerrado de Televisión.*

Fuente: Singh, 2014.

En la actualidad se busca la seguridad total de los seres humanos y bienes de una compañía, no solo de lesiones probables en la cotidianidad de trabajo con maquinaria o dentro de la rutina, sino heridas causadas por fenómenos naturales como es el fuego. Este sistema nos proporciona prevención y protección ante cualquier riesgo de este tipo. Se compone de dos partes principalmente: sistemas de prevención y de protección.

El procedimiento de prevención de incendios tiene como punto resaltante la protección de muchas vidas humanas y de la misma manera resguarda los bienes el edificio. (Hoile, 2020, p. 503)

Los instrumentos de detección, son los instrumentos encargados y responsables de detectar cualquier deflagración que se produzca dentro de

un área determinada del propio edificio dando aviso al centro de monitoreo para tomar las medidas necesarias. Para este tipo de sistema podemos clasificar al sistema de detección en dos partes: la primera la detección manual y la segunda detección automática, dentro de la segunda existe cuatro grupos de detectores: Detectores térmicos, Detectores de humo, detectores de flama y detectores de gas. (Rodríguez et al, 2019, p.484)

Los equipos e instalaciones de protección, la definición de los elementos que se van a tratar puede encajar en cualquier tipo de protección tratado, dependerá de la complejidad del dispositivo y/o su fabricante, estos pueden ser rociadores automáticos, extintores, monitores o mangueras.

El sistema de aire acondicionado, es uno de los sistemas que tiene su propio control, considerando la concentración de toda la información dentro del edificio se encarga de brindar confort en niveles de temperatura y humedad en todas las zonas, cada una de ellas en diferentes niveles de temperatura. Las partes que constituyen un aire acondicionado son: compresor, encargado de comprimir el gas refrigerante y trabaja con un motor; condensador, desarrolla la transferencia del calor absorbido del área, el condensador disipa el calor, mediante flujo de aire frío y el evaporador, este es uno de los elementos encargados de absorber el calor y la humedad del área.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de Investigación.

**Tipo de investigación:** La investigación fue aplicada ya que se emplearon los conocimientos adquiridos durante el periodo de formación académica, para realizar

**Diseño de la investigación:** En este caso de estudio se consideró cuasi experimental. Esta investigación se considera del tipo aplicada y descriptiva.

En esta sección se propone todos los pasos de manera secuencial de la metodología de investigación que se desarrollará para realizar el análisis de indicadores eléctricos en un sistema BMS para reducir el consumo de energía eléctrica en el edificio inteligente.

#### 3.2. Variables, operacionalización.

**Variante independiente:** Consumo de energía eléctrica.

**Variable dependiente:** Indicadores energéticos.

### 3.3. Población, muestra y muestreo

**Población:** La población está dirigida, en el análisis del consumo de la energía en los edificios convencionales, de las sedes del centro de estudios superior PUCP. “La población es la agrupación de todos los casos que coinciden con una secuencia de especificaciones” (Hernández sampieri,2014).

**Muestra:** Se determinó, como muestra el edificio de centro de idiomas de la PUCP. Estando ubicada en el camino real 1037 - San Isidro - Lima. “La muestra es una parte de la población de utilidad para el cual se recogerán datos, y que tiene que definirse y delimitarse de antemano con exactitud, también de que debe ser característicos de la población” (Hernández Sampieri,2014).

**Muestreo:** El muestreo está enfocado únicamente en la torre “A” del edificio del centro de idiomas. El cual, presenta 14 pisos, con un área estimada de 907.15 metros cuadrados. No se aplicó ninguna técnica estadística, por lo tanto el muestreo fue intencionado, por el investigador.

### 3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

**Técnicas de recolección de datos:** Para esta investigación, se utilizaron las siguientes técnicas realizadas en campo:

#### a.) Observación directa

- Se observó detalladamente el sistema eléctrico y se realizó un inventario de las cargas instaladas en diferentes puntos pertenecientes al sistema bms del edificio inteligente.

#### b.) Encuesta

- Se encuestó en el área de gerencia, jefaturas del área de supervisión, SSOMA y operarios; siendo de finalidad recaudar información, respecto

a la necesidad de la implementación de un sistema BMS en los edificios convencionales.

### **Instrumentos de recolección de datos:**

Es muy importante la toma de datos, para esta investigación se utilizarán los siguientes instrumentos, para hacer más sencillo el acopio de datos:

#### **a.) Ficha de registro**

- **Ficha de Inventario:** Mediante la elaboración de una ficha de inventario se obtuvo la cantidad de activos instalados en nuestro edificio convencional.
- **Ficha de estados de equipos:** Se recopiló información sobre el estado en que se encuentran trabajando los equipos.
- **Ficha de recojo de consumo de energía Eléctrica.** Se obtuvo el consumo de energía de cada equipo en toda la instalación del edificio.

### **Validez y confiabilidad:**

**a.) Validez:** La presente propuesta en esta investigación es revisada por especialistas, para lo que concierne a la interpretación correcta y cuidado exhaustivo del proceso metodológico de los resultados que se obtienen en el estudio.

**b.) Confiabilidad:** Grado en que un instrumento produce resultados consistentes y coherentes. Es decir, en que su aplicación repetida al mismo sujeto u objeto produce resultados iguales.

### 3.5. Procedimientos.

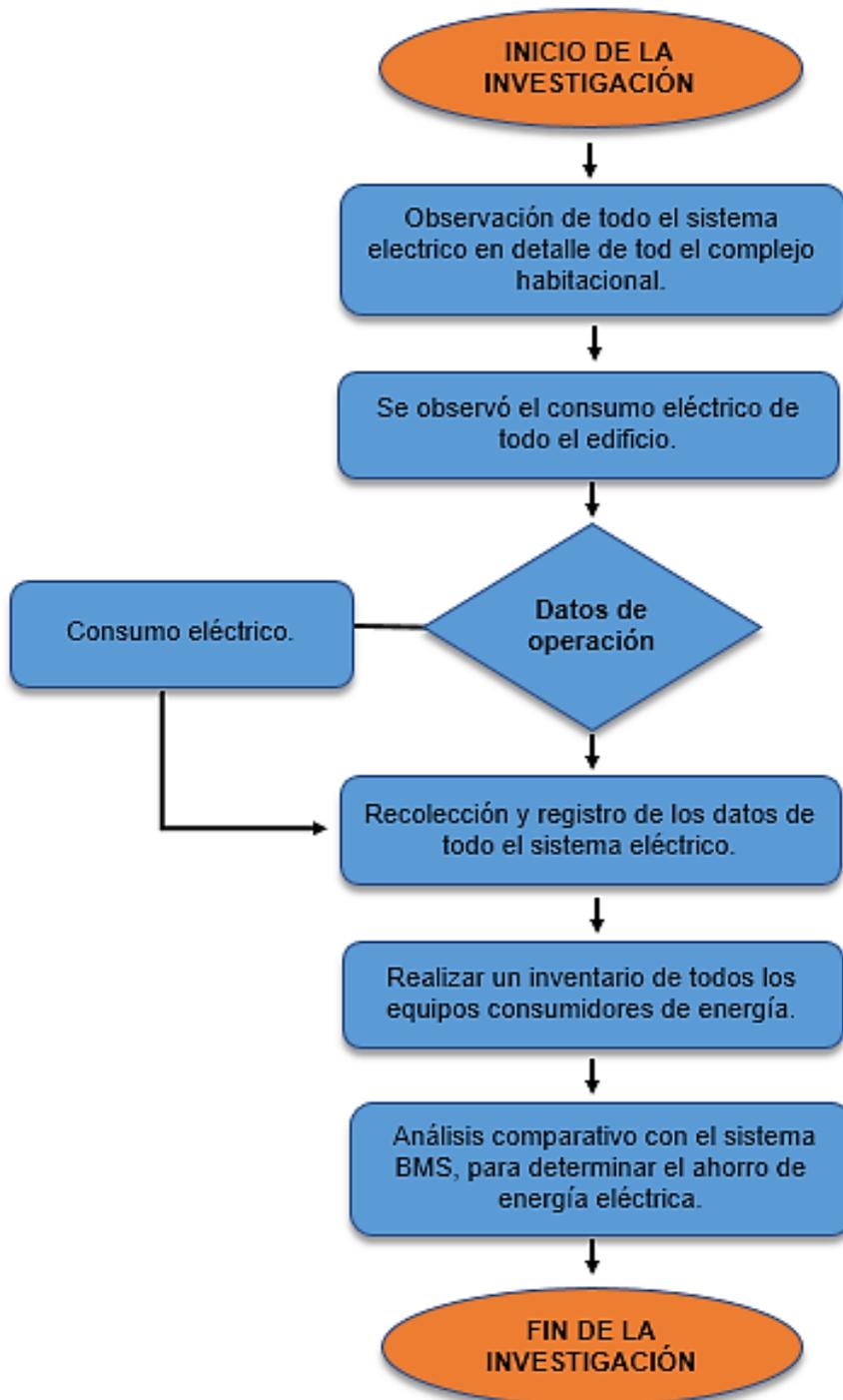


Figura 5. Diseño de ejecución para desarrollo de la investigación.

Fuente: Elaboración propia.

### **3.6. Método de análisis de datos.**

Para el presente trabajo, utilizamos el método inductivo, que obtiene conclusiones generales a partir de premisas particulares. Este método nos permitirá conocer aspectos o eventos particulares con los cuales podemos inferir conclusiones en base a las pruebas efectuadas. Es la manera de cómo se usan los métodos científicos, estos distinguen pasos de manera esencial como: la observación del hecho para su registro, clasificarlos y estudiarlos, así mismo derivarlos de manera inductiva que por medio de los datos permiten realiza generalidades y contrastarlos.

### **3.7. Aspectos éticos**

Se consideran estos aspectos por los derechos de autor y la propiedad intelectual que registran cada uno de los proyectos de investigación de manera que se respeta la autoría de cada uno de ellos para garantizar los resultados y respeta la confidencialidad de esta información, de cómo ser, pensar, creer tanto en religión y cultura.

Por otro lado, aplica instrumentos que recolectan datos, se evitan herir las susceptibilidades de los investigadores, y en este proyecto se respetó todo lo anterior.

El estudio también involucra el análisis de manuales, bibliografías de fabricantes, información que será utilizada bajo los términos respeto a los derechos de autor.

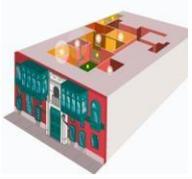
#### IV. RESULTADOS

##### 4.1. Evaluación de la situación actual de los sistemas eléctricos en los edificios convencionales del centro de educación superior PUCP.

El centro de educación superior PUCP, cuenta con 11 sedes en la capital del Perú, con diversos convenios estudiantiles alrededor del mundo. Siendo, uno de los centros de estudios más destacados a nivel nacional, debido a su retórica trayectoria en la plana docente, reconocidos a nivel mundial.

Por ende, para la evaluación de la situación actual de los sistemas eléctricos en los edificios convencionales, fue necesario hacer un estudio de las diversas sedes y determinar su consumo promedio de energía. Siendo expresado en la siguiente tabla.

**Tabla 1.** Consumo eléctrico promedio, PUCP.

NOMBRE	DIRECCION	UNIDADES	INFRAESTRUCTURA	MAXIMA DEMANDA (KW)	IMAGEN
Campus Pando	Av. Universitaria cdra. 18 - San Miguel	Facultades y Unidades Administrativas y de Gobierno	12 PISOS	3200	
Campus CENTRUM Católica	Calle 9 s/n. Los Álamos de Monterrico - Surco	CENTRUM (Centro de Negocios)	3 PISOS	750	
Edificio CCPUCP	Av. Camino Real 1075 - San Isidro	Centro Cultural	4 PISOS	1000	
Casona Riva-Agüero	Jr. Camaná 459 - Lima	Instituto Riva- Agüero	2 PISOS	500	

Casona O'Higgins	Jr. de La Unión Nº 554 - Lima	Instituto Riva-Agüero	2 PISOS	500	
Casa Riva-Agüero	Malecón Grau 477 - Chorrillos		1 PISO	250	
IDIOMAS CATÓLICA San Isidro	Av. Camino Real 1037 - San Isidro	Instituto de Idiomas	14 PISOS	3500	
IDIOMAS CATÓLICA Chacarilla	Prolong. Primavera 907. Chacarilla - Surco	Instituto de Idiomas	2 PISOS	500	
IDIOMAS CATÓLICA Camacho	Av. Javier Prado 5495. Camacho - Surco	Instituto de Idiomas	2 PISOS	500	
IDIOMAS CATÓLICA Camacho	Av. Javier Prado 5495. Camacho - Surco	Instituto de Idiomas	2 PISOS	500	-
IDIOMAS CATÓLICA Pueblo Libre	Av. Universitaria Sur 1921-1923. Pueblo Libre	Instituto de Idiomas	4 PISOS	1000	-

Fuente: Elaboración propia.

Luego, de haber analizado cada una de las sedes del centro de educación superiorly habiendo obtenido una demanda eléctrica aproximada de cada sede. Se obtuvo que la sede del centro de idiomas San Isidro – ubicada en la calle camino real 1037, tiene una demanda eléctrica diferenciada

respecto a sus sedes vecinas. Por lo tanto, es factible realizar un estudio para la implementación de un sistema BMS.

Es así, como se procedió a hacer un análisis exhaustivo que corrobore la máxima demanda y los equipos que intervienen en el interior del edificio para implementar un sistema BMS. Que es expresado en las siguientes tablas.

**Tabla 2.** *Máxima demanda eléctrica del edificio convencional, luminarias.*

CUADRO DE CARGAS DE LUMINARIAS								
INSTALACIONES			CARGA INSTALADA				FACTOR DE DEMANDA	MAXIMA DEMANDA (KW)
			PUNTOS	N.LAMPARAS	POTENCIA (W)	$(P*N_{oL}*P)/1000$		
PISO 1	C-1	DOWNLIGTH LED	64	1	10	0.64	1	0.64
	C-2	DOWNLIGTH LED DIMERIZABLE	8	1	22	0.18	1	0.18
	C-3	DOWNLIGTH LED EMPOTRADO DIMERIZABLE	23	1	15	0.35	1	0.35
PISO 2	C-1	DOWNLIGTH LED	41	1	10	0.41	1	0.41
	C-4	BALDOSAS LED 60 X 60 DIMERIZABLES	97	1	40	3.88	1	3.88
PISO 3	C-1	DOWNLIGTH LED	44	1	10	0.44	1	0.44
	C-4	BALDOSAS LED 60 X 60 DIMERIZABLES	86	1	40	3.44	1	3.44
	C-5	LUMINARIA ESFERICA LED DIMERIZABLE	2	1	10	0.02	1	0.02
PISO 4	C-1	DOWNLIGTH LED	47	1	10	0.47	1	0.47
	C-3	DOWNLIGTH LED EMPOTRADO DIMERIZABLE	9	1	15	0.14	1	0.14
	C-4	BALDOSAS LED 60 X 60 DIMERIZABLES	25	1	40	1.00	1	1.00
	C-5	LUMINARIA ESFERICA LED DIMERIZABLE	2	1	10	0.02	1	0.02
	C-6	LUMINARIA SUSPENDIDA LED	21	1	20	0.42	1	0.42
PISO 5	C-1	DOWNLIGTH LED	28	1	10	0.28	1	0.28
	C-3	DOWNLIGTH LED EMPOTRADO DIMERIZABLE	9	1	15	0.14	1	0.14
	C-4	BALDOSAS LED 60 X 60 DIMERIZABLES	69	1	40	2.76	1	2.76
	C-5	LUMINARIA ESFERICA LED DIMERIZABLE	2	1	10	0.02	1	0.02
	C-1	DOWNLIGTH LED	50	1	10	0.50	1	0.50
	C-3	DOWNLIGTH LED EMPOTRADO DIMERIZABLE	23	1	15	0.35	1	0.35

<b>PISO6</b>	C-4	BALDOSAS LED 60 X 60 DIMERIZABLES	126	1	40	5.04	1	5.04
	C-5	LUMINARIA ESFERICA LED DIMERIZABLE	4	1	10	0.04	1	0.04
	C-1	DOWNLIGTH LED	50	1	10	0.50	1	0.50
<b>PISO 7</b>	C-3	DOWNLIGTH LED EMPOTRADO DIMERIZABLE	23	1	15	0.35	1	0.35
	C-4	BALDOSAS LED 60 X 60 DIMERIZABLES	126	1	40	5.04	1	5.04
	C-5	LUMINARIA ESFERICA LED DIMERIZABLE	4	1	10	0.04	1	0.04
<b>SUB TOTAL</b>			<b>983</b>	<b>25</b>	<b>477</b>	<b>26.44</b>	<b>1</b>	<b>26.44</b>
<b>T-G</b>	TG-1		983	25	477	26.44	1	26.44
	<b>SUB TOTAL</b>		<b>983</b>	<b>25</b>	<b>477</b>	<b>26.44</b>	<b>1</b>	<b>26.44</b>
<b>CARGAS FUTURAS %</b>					<b>0.15</b>	<b>3.97</b>	<b>1</b>	<b>3.97</b>
<b>MAXIMA DEMANDA TOTAL (KW)</b>						<b>30</b>		<b>30</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 3. Corriente de diseño del edificio convencional – PUCP.**

<b>CORRIENTE DE DISEÑO LUMINARIAS</b>								
<b>INSTALACIONES</b>			<b>MAXIMA DEMANDA</b>	<b>VOLTAJE (KV)</b>	<b>COS Ø</b>	<b>I (A)</b>	<b>25% I(A)</b>	<b>ID (A)</b>
<b>PISO1</b>	C-1	DOWNLIGTH LED	0.64	0.22	0.9	3.23	0.81	4.04
	C-2	DOWNLIGTH LED DIMERIZABLE	0.18	0.22	0.9	0.89	0.22	1.11
	C-3	DOWNLIGTH LED EMPOTRADO DIMERIZABLE	0.35	0.22	0.9	1.74	0.44	2.18
<b>PISO 2</b>	C-1	DOWNLIGTH LED	0.41	0.22	0.9	2.07	0.52	2.59
	C-4	BALDOSAS LED 60 X 60 DIMERIZABLES	3.88	0.22	0.9	19.60	4.90	24.49
<b>PISO 3</b>	C-1	DOWNLIGTH LED	0.44	0.22	0.9	2.22	0.56	2.78
	C-4	BALDOSAS LED 60 X 60 DIMERIZABLES	3.44	0.22	0.9	17.37	4.34	21.72
	C-5	LUMINARIA ESFERICA LED DIMERIZABLE	0.02	0.22	0.9	0.10	0.03	0.13
<b>PISO 4</b>	C-1	DOWNLIGTH LED	0.47	0.22	0.9	2.37	0.59	2.97
	C-3	DOWNLIGTH LED EMPOTRADO DIMERIZABLE	0.14	0.22	0.9	0.68	0.17	0.85
	C-4	BALDOSAS LED 60 X 60 DIMERIZABLES	1.00	0.22	0.9	5.05	1.26	6.31
	C-5	LUMINARIA ESFERICA LED DIMERIZABLE	0.02	0.22	0.9	0.10	0.03	0.13
	C-6	LUMINARIA SUSPENDIDA LED	0.42	0.22	0.9	2.12	0.53	2.65
	C-1	DOWNLIGTH LED	0.28	0.22	0.9	1.41	0.35	1.77

<b>PISO 5</b>	C-3	DOWNLIGTH LED EMPOTRADO DIMERIZABLE	0.14	0.22	0.9	0.68	0.17	0.85
	C-4	BALDOSAS LED 60 X 60 DIMERIZABLES	2.76	0.22	0.9	13.94	3.48	17.42
	C-5	LUMINARIA ESFERICA LED DIMERIZABLE	0.02	0.22	0.9	0.10	0.03	0.13
<b>PISO 6</b>	C-1	DOWNLIGTH LED	0.50	0.22	0.9	2.53	0.63	3.16
	C-3	DOWNLIGTH LED EMPOTRADO DIMERIZABLE	0.35	0.22	0.9	1.74	0.44	2.18
	C-4	BALDOSAS LED 60 X 60 DIMERIZABLES	5.04	0.22	0.9	25.45	6.36	31.82
	C-5	LUMINARIA ESFERICA LED DIMERIZABLE	0.04	0.22	0.9	0.20	0.05	0.25
<b>PISO 7</b>	C-1	DOWNLIGTH LED	0.50	0.22	0.9	2.53	0.63	3.16
	C-3	DOWNLIGTH LED EMPOTRADO DIMERIZABLE	0.35	0.22	0.9	1.74	0.44	2.18
	C-4	BALDOSAS LED 60 X 60 DIMERIZABLES	5.04	0.22	0.9	25.45	6.36	31.82
	C-5	LUMINARIA ESFERICA LED DIMERIZABLE	0.04	0.22	0.9	0.20	0.05	0.25
<b>SUB TOTAL</b>			<b>26.44</b>	<b>0.38</b>	<b>0.9</b>	<b>44.64</b>	<b>11.16</b>	<b>55.80</b>
<b>T-G</b>	TG-1		26.44	0.38	0.9	44.64	11.16	55.80
<b>MAXIMA DEMANDA TOTAL</b>			<b>30</b>	<b>0.38</b>	<b>0.9</b>	<b>51.33</b>	<b>12.83</b>	<b>64.17</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4. Máxima demanda eléctrica del edificio convencional, HVAC.**

<b>CUADRO DE CARGAS HVAC</b>								
<b>INSTALACIONES</b>			<b>CARGA INSTALADA</b>				<b>FACTOR DE DEMANDA</b>	<b>MAXIMA DEMANDA (KW)</b>
			<b>PUNTOS</b>	<b>N. EQUIPOS</b>	<b>POTENCIA (W)</b>	<b>(P*N*L*P)/1000</b>		
<b>SOTANO 3</b>	EQ - 01	CHILLER S3 - 01	1	1	492400	492.40	1	492.40
	EQ - 02	BOMBA S3 - 01	1	1	7500	7.50	1	7.50
	EQ - 03	BOMBA S3 - 02	1	1	7500	7.50	1	7.50
	EQ - 04	BOMBA S3 - 03	1	1	11185	11.185	1	11.185
	EQ - 05	BOMBA S3 - 04	1	1	11185	11.185	1	11.185
	EQ - 06	BOMBA S3 - 05	1	1	14914	14.914	1	14.914
	EQ - 07	BOMBA S3 - 06	1	1	14914	14.914	1	14.914
	EQ - 01	CHILLER S2 - 01	1	1	1064200	1064.20	1	1064.20
	EQ - 02	CHILLER S2 - 02	1	1	1064200	1064.20	1	1064.20
	EQ - 03	BOMBA S2 - 01	1	1	22371	22.37	1	22.37
	EQ - 04	BOMBA S2 - 02	1	1	22371	22.37	1	22.37

<b>SOTANO 2</b>	EQ - 05	BOMBA S2 - 03	1	1	22371	22.37	1	22.37
	EQ - 06	BOMBA S2 - 04	1	1	15000	15.00	1	15.00
	EQ - 07	BOMBA S2 - 05	1	1	15000	15.00	1	15.00
	EQ - 08	BOMBA S2 - 06	1	1	15000	15.00	1	15.00
	EQ - 09	BOMBA S2 - 07	1	1	29828	29.83	1	29.83
	EQ - 10	BOMBA S2 - 08	1	1	29828	29.83	1	29.83
	EQ - 11	BOMBA S2 - 09	1	1	29828	29.83	1	29.83
<b>PISO 1</b>	EQ - 01	UMA P1- 01	1	1	7500	7.50	1	7.50
	EQ - 02	UMA P1- 02	1	1	7500	7.50	1	7.50
	EQ - 03	FANCOIL P1 - 01	1	1	396	0.40	1	0.40
	EQ - 04	FANCOIL P1 - 02	1	1	396	0.40	1	0.40
<b>PISO 2</b>	EQ - 01	FANCOIL P2 - 01	1	1	396	0.40	1	0.40
<b>PISO 3</b>	EQ - 01	FANCOIL P3 - 01	1	1	396	0.40	1	0.40
	EQ - 02	FANCOIL P3 - 02	1	1	396	0.40	1	0.40
	EQ - 03	FANCOIL P3 - 03	1	1	396	0.40	1	0.40
<b>PISO 4</b>	EQ - 01	UMA P4- 01	1	1	7500	7.50	1	7.50
	EQ - 02	FANCOIL P4 - 01	1	1	396	0.40	1	0.40
	EQ - 03	FANCOIL P4 - 02	1	1	396	0.40	1	0.40
	EQ - 04	FANCOIL P4 - 03	1	1	396	0.40	1	0.40
<b>PISO 5</b>	EQ - 01	UMA P5- 01	1	1	7500	7.50	1	7.50
<b>PISO 6</b>	EQ - 01	UMA P6 - 01	1	1	7500	7.50	1	7.50
	EQ - 02	UMA P6 - 02	1	1	7500	7.50	1	7.50
<b>PISO 7</b>	EQ - 01	UMA P7 - 01	1	1	7500	7.50	1	7.50
	EQ - 02	UMA P7 - 02	1	1	7500	7.50	1	7.50
<b>PISO 8</b>	EQ - 01	FANCOIL P8 - 01	1	1	396	0.40	1	0.40
<b>PISO 9</b>	EQ - 01	FANCOIL P9 - 01	1	1	396	0.40	1	0.40
<b>PISO 10</b>	EQ - 01	FANCOIL P10 - 01	1	1	396	0.40	1	0.40
<b>PISO 11</b>	EQ - 01	FANCOIL P11 - 01	1	1	396	0.40	1	0.40
<b>PISO 12</b>	EQ - 01	FANCOIL P12 - 01	1	1	396	0.40	1	0.40
<b>PISO 13</b>	EQ - 01	FANCOIL P13 - 01	1	1	396	0.40	1	0.40
<b>SUB TOTAL</b>			<b>52</b>	<b>52</b>	<b>2955535</b>	<b>2955.54</b>	<b>1</b>	<b>2955.54</b>
<b>T-G</b>	TG-1		52	52	2955535	2955.54	1	2955.54
	<b>SUB TOTAL</b>		<b>52</b>	<b>52</b>	<b>2955535</b>	<b>2955.54</b>	<b>1</b>	<b>2955.54</b>
<b>CARGAS FUTURAS %</b>					<b>0.15</b>	<b>443.33</b>	<b>1</b>	<b>443.33</b>

<b>MAXIMA DEMANDA TOTAL (KW)</b>	<b>3399</b>		<b>3399</b>
----------------------------------	-------------	--	-------------

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 5. Corriente de diseño del edificio convencional – PUCP – HVAC.**

<b>CORRIENTE DE DISEÑO HVAC</b>								
<b>INSTALACIONES</b>			<b>MAXIMA DEMANDA</b>	<b>VOLTAJE (KV)</b>	<b>COS <math>\phi</math></b>	<b>I (A)</b>	<b>25% I(A)</b>	<b>ID (A)</b>
<b>SOTANO 3</b>	EQ-01	CHILLER S3 - 01	492.40	0.38	0.9	1439.77	359.94	1799.71
	EQ-02	BOMBA S3 - 01	7.50	0.38	0.9	21.93	5.48	27.41
	EQ-03	BOMBA S3 - 02	7.50	0.38	0.9	21.93	5.48	27.41
	EQ-04	BOMBA S3 - 03	11.19	0.38	0.9	32.70	8.18	40.88
	EQ-05	BOMBA S3 - 04	11.19	0.38	0.9	32.70	8.18	40.88
	EQ-06	BOMBA S3 - 05	14.91	0.38	0.9	43.61	10.90	54.51
	EQ-07	BOMBA S3 - 06	14.91	0.38	0.9	43.61	10.90	54.51
<b>SOTANO 2</b>	EQ-01	CHILLER S2 - 01	1064.20	0.38	0.9	3111.70	777.92	3889.62
	EQ-02	CHILLER S2 - 02	1064.20	0.38	0.9	3111.70	777.92	3889.62
	EQ-03	BOMBA S2 - 01	22.37	0.38	0.9	65.41	16.35	81.77
	EQ-04	BOMBA S2 - 02	22.37	0.38	0.9	65.41	16.35	81.77
	EQ-05	BOMBA S2 - 03	22.37	0.38	0.9	65.41	16.35	81.77
	EQ-06	BOMBA S2 - 04	15.00	0.38	0.9	43.86	10.96	54.82
	EQ-07	BOMBA S2 - 05	15.00	0.38	0.9	43.86	10.96	54.82
	EQ-08	BOMBA S2 - 06	15.00	0.38	0.9	43.86	10.96	54.82
	EQ-09	BOMBA S2 - 07	29.83	0.38	0.9	87.22	21.80	109.02
	EQ-10	BOMBA S2 - 08	29.83	0.38	0.9	87.22	21.80	109.02
	EQ-11	BOMBA S2 - 09	29.83	0.38	0.9	87.22	21.80	109.02
<b>PISO 1</b>	EQ-01	UMA P1- 01	7.50	0.38	0.9	21.93	5.48	27.41
	EQ-02	UMA P1- 02	7.50	0.22	0.9	37.88	9.47	47.35
	EQ-03	FANCOIL P1 - 01	0.40	0.22	0.9	2.00	0.50	2.50

	EQ-04	FANCOIL P1 - 02	0.40	0.22	0.9	2.00	0.50	2.50
<b>PISO 2</b>	EQ-01	FANCOIL P2 - 01	0.40	0.22	0.9	2.00	0.50	2.50
<b>PISO 3</b>	EQ-01	FANCOIL P3 - 01	0.40	0.22	0.9	2.00	0.50	2.50
	EQ-02	FANCOIL P3 - 02	0.40	0.22	0.9	2.00	0.50	2.50
	EQ-03	FANCOIL P3 - 03	0.40	0.22	0.9	2.00	0.50	2.50
<b>PISO 4</b>	EQ-01	UMA P4- 01	7.50	0.38	0.9	21.93	5.48	27.41
	EQ-02	FANCOIL P4 - 01	0.40	0.22	0.9	2.00	0.50	2.50
	EQ-03	FANCOIL P4 - 02	0.40	0.22	0.9	2.00	0.50	2.50
	EQ-04	FANCOIL P4 - 03	0.40	0.22	0.9	2.00	0.50	2.50
<b>PISO 5</b>	EQ-01	UMA P5- 01	7.50	0.38	0.9	21.93	5.48	27.41
<b>PISO 6</b>	EQ-01	UMA P6 - 01	7.50	0.38	0.9	21.93	5.48	27.41
	EQ-02	UMA P6 - 02	7.50	0.38	0.9	21.93	5.48	27.41
<b>PISO 7</b>	EQ-01	UMA P7 - 01	7.50	0.38	0.9	21.93	5.48	27.41
	EQ-02	UMA P7 - 02	7.50	0.38	0.9	21.93	5.48	27.41
<b>PISO 8</b>	EQ-01	FANCOIL P8 - 01	0.40	0.22	0.9	2.00	0.50	2.50
<b>PISO 9</b>	EQ-01	FANCOIL P9 - 01	0.40	0.22	0.9	2.00	0.50	2.50
<b>PISO 10</b>	EQ-01	FANCOIL P10 - 01	0.40	0.22	0.9	2.00	0.50	2.50
<b>PISO 11</b>	EQ-01	FANCOIL P11 - 01	0.40	0.22	0.9	2.00	0.50	2.50
<b>PISO 12</b>	EQ-01	FANCOIL P12 - 01	0.40	0.22	0.9	2.00	0.50	2.50
<b>PISO 13</b>	EQ-01	FANCOIL P13 - 01	0.40	0.22	0.9	2.00	0.50	2.50
<b>SUB TOTAL</b>			<b>2955.54</b>	<b>0.38</b>	<b>0.9</b>	<b>4989.41</b>	<b>1247.35</b>	<b>6236.77</b>
<b>T-G</b>	TG-1		2955.54	0.38	0.9	4989.41	1247.35	6236.77
<b>MAXIMA DEMANDA TOTAL</b>			<b>3399</b>	<b>0.38</b>	<b>0.9</b>	<b>5737.82</b>	<b>1434.46</b>	<b>7172.28</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 6. Máxima demanda eléctrica del edificio convencional, sanitario sótano.**

CUADRO DE CARGAS – SANITARIAS								
INSTALACIONES			CARGA INSTALADA				FACTOR DE DEMANDA	MAXIMA DEMANDA (KW)
			PUNTOS	N. EQUIPOS	POTENCIA (W)	$(P*N*E*L*P)/1000$		
SOTANO 5	EQ - 01	BOMBA S5 - 01	1	1	7500	7.50	1	7.50
	EQ - 02	BOMBA S5 - 02	1	1	7500	7.50	1	7.50
	EQ - 03	BOMBA S5 - 03	1	1	7500	7.50	1	7.50
<b>SUB TOTAL</b>			<b>3</b>	<b>3</b>	<b>22500</b>	<b>22.50</b>	<b>1</b>	<b>22.50</b>
T-G	TG-1		3	3	22500	22.50	1	22.50
	<b>SUB TOTAL</b>		<b>3</b>	<b>3</b>	<b>22500</b>	<b>22.50</b>	<b>1</b>	<b>22.50</b>
<b>CARGAS FUTURAS %</b>					<b>0.15</b>	<b>3.38</b>	<b>1</b>	<b>3.38</b>
<b>MAXIMA DEMANDA TOTAL (KW)</b>						<b>26</b>		<b>26</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 7. Corriente de diseño del edificio convencional, sanitario sótano 5.**

CORRIENTE DE DISEÑO – SANITARIAS								
INSTALACIONES			MAXIMA DEMANDA	VOLTAJE (KV)	COS Ø	I (A)	25% I(A)	ID (A)
SOTANO 5	EQ - 01	BOMBA S5 - 01	7.50	0.38	0.9	21.93	5.48	27.41
	EQ - 02	BOMBA S5 - 02	7.50	0.38	0.9	21.93	5.48	27.41
	EQ - 03	BOMBA S5 - 03	7.50	0.38	0.9	21.93	5.48	27.41
<b>SUB TOTAL</b>			<b>22.50</b>	<b>0.38</b>	<b>0.9</b>	<b>37.98</b>	<b>9.50</b>	<b>47.48</b>
T-G	TG-1		22.50	0.38	0.9	37.98	9.50	47.48
<b>MAXIMA DEMANDA TOTAL</b>			<b>26</b>	<b>0.38</b>	<b>0.9</b>	<b>43.68</b>	<b>10.92</b>	<b>54.60</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 8. Máxima demanda eléctrica del edificio, planta de tratamiento de agua.**

CUADRO DE CARGAS – PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA								
INSTALACIONES			CARGA INSTALADA				FACTOR DE DEMANDA	MAXIMA DEMANDA (KW)
			PUNTOS	N. EQUIPOS	POTENCIA (W)	(P*N <sup>0.5</sup> *L*P)/1000		
SOTANO 5	EQ - 01	BOMBA S5 - 01	1	1	11000	11.00	1	11.00
	EQ - 02	BOMBA S5 - 02	1	1	11000	11.00	1	11.00
	EQ - 03	BOMBA S5 - 03	1	1	11000	11.00	1	11.00
	EQ - 04	BOMBA S5 - 04	1	1	1500	1.50	1	1.50
	EQ - 05	BOMBA S5 - 05	1	1	1500	1.50	1	1.50
	EQ - 06	BOMBA S5 - 06	1	1	1500	1.50	1	1.50
<b>SUB TOTAL</b>			<b>6</b>	<b>6</b>	<b>37500</b>	<b>37.50</b>	<b>1</b>	<b>37.50</b>
T-G	TG-1		6	6	37500	37.50	1	37.50
	<b>SUB TOTAL</b>		<b>6</b>	<b>6</b>	<b>37500</b>	<b>37.50</b>	<b>1</b>	<b>37.50</b>
<b>CARGAS FUTURAS %</b>					<b>0.15</b>	<b>5.63</b>	<b>1</b>	<b>5.63</b>
<b>MAXIMA DEMANDA TOTAL (KW)</b>						<b>43</b>		<b>43</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 9. Corriente de diseño del edificio, planta de tratamiento de agua.**

CORRIENTE DE DISEÑO – PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA								
INSTALACIONES			MAXIMA DEMANDA	VOLTAJE (KV)	COS Ø	I (A)	25% I(A)	ID (A)
SOTANO 5 PISO 1 – 6	EQ - 01	BOMBA S5 - 01	11.00	0.38	0.9	32.16	8.04	40.20
	EQ - 02	BOMBA S5 - 02	11.00	0.38	0.9	32.16	8.04	40.20
	EQ - 03	BOMBA S5 - 03	11.00	0.38	0.9	32.16	8.04	40.20
	EQ - 04	BOMBA S5 - 04	1.50	0.38	0.9	4.39	1.10	5.48
	EQ - 05	BOMBA S5 - 05	1.50	0.38	0.9	4.39	1.10	5.48
	EQ - 06	BOMBA S5 - 06	1.50	0.38	0.9	4.39	1.10	5.48

<b>SUB TOTAL</b>		<b>37.50</b>	<b>0.38</b>	<b>0.9</b>	<b>63.31</b>	<b>15.83</b>	<b>79.13</b>
<b>T-G</b>	TG-1	37.50	0.38	0.9	63.31	15.83	79.13
<b>MAXIMA DEMANDA TOTAL</b>		<b>43</b>	<b>0.38</b>	<b>0.9</b>	<b>72.80</b>	<b>18.20</b>	<b>91.00</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 10.** *Máxima demanda eléctrica del edificio convencional, ventilación forzada.*

<b>CUADRO DE CARGAS – VENTILACIÓN FORZADA</b>								
<b>INSTALACIONES</b>			<b>CARGA INSTALADA</b>				<b>FACTOR DE DEMANDA</b>	<b>MAXIMA DEMANDA (KW)</b>
			<b>PUNTOS</b>	<b>N. EQUIPOS</b>	<b>POTENCIA (W)</b>	<b>(P*NºL*P)/1000</b>		
<b>PISO 14</b>	EQ - 01	INYECTOR P14 - 01	1	1	11185.5	11.19	1	11.19
	EQ - 02	INYECTOR P14 - 02	1	1	11185.5	11.19	1	11.19
	EQ - 03	EXTRACTOR P14 - 01	1	1	3728.5	3.73	1	3.73
	EQ - 04	EXTRACTOR P14 - 02	1	1	3728.5	3.73	1	3.73
<b>SUB TOTAL</b>			<b>4</b>	<b>4</b>	<b>29828</b>	<b>29.83</b>	<b>1</b>	<b>29.83</b>
<b>T-G</b>	TG-1		4	4	29828	29.83	1	29.83
	<b>SUB TOTAL</b>		<b>4</b>	<b>4</b>	<b>29828</b>	<b>29.83</b>	<b>1</b>	<b>29.83</b>
<b>CARGAS FUTURAS %</b>					<b>0.15</b>	<b>4.47</b>	<b>1</b>	<b>4.47</b>
<b>MAXIMA DEMANDA TOTAL (KW)</b>						<b>34</b>		<b>34</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 11.** *Corriente de diseño del edificio convencional, ventilación forzada.*

<b>CORRIENTE DE DISEÑO – VENTILACIÓN FORZADA</b>								
<b>INSTALACIONES</b>			<b>MAXIMA DEMANDA</b>	<b>VOLTAJE (KV)</b>	<b>COS Ø</b>	<b>I (A)</b>	<b>25% I(A)</b>	<b>ID (A)</b>
<b>PISO 14</b>	EQ - 01	INYECTOR P14 - 01	11.19	0.38	0.9	32.71	8.18	40.88
	EQ - 02	INYECTOR P14 - 02	11.19	0.38	0.9	32.71	8.18	40.88
	EQ - 03	EXTRACTOR P14 - 01	3.73	0.38	0.9	10.90	2.73	13.63
	EQ - 04	EXTRACTOR P14 - 02	3.73	0.38	0.9	10.90	2.73	13.63
<b>SUB TOTAL</b>			<b>29.83</b>	<b>0.38</b>	<b>0.9</b>	<b>50.35</b>	<b>12.59</b>	<b>62.94</b>
<b>T-G</b>	TG-1		29.83	0.38	0.9	50.35	12.59	62.94
<b>MAXIMA DEMANDA TOTAL</b>			<b>34</b>	<b>0.38</b>	<b>0.9</b>	<b>57.91</b>	<b>14.48</b>	<b>72.38</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 12. Máxima demanda eléctrica del edificio, proyectores.**

CUADRO DE CARGAS – PROYECTORES								
INSTALACIONES			CARGA INSTALADA				FACTOR DE DEMANDA	MAXIMA DEMANDA (KW)
			PUNTOS	N. EQUIPOS	POTENCIA (W)	$(P*N_{eq}*P)/1000$		
PISO 2	EQ - 01	PROYECTOR P2 - 01	1	1	858	0.86	1	0.86
	EQ - 02	PROYECTOR P2 - 02	1	1	858	0.86	1	0.86
	EQ - 03	PROYECTOR P2 - 03	1	1	858	0.86	1	0.86
PISO 3	EQ - 01	PROYECTOR P3 - 01	1	1	858	0.86	1	0.86
	EQ - 02	PROYECTOR P3 - 02	1	1	858	0.86	1	0.86
	EQ - 03	PROYECTOR P3 - 03	1	1	858	0.86	1	0.86
	EQ - 04	PROYECTOR P3 - 04	1	1	858	0.86	1	0.86
	EQ - 05	PROYECTOR P3 - 05	1	1	858	0.86	1	0.86
PISO 6	EQ - 01	PROYECTOR P6 - 01	1	1	858	0.86	1	0.86
	EQ - 02	PROYECTOR P6 - 02	1	1	858	0.86	1	0.86
	EQ - 03	PROYECTOR P6 - 03	1	1	858	0.86	1	0.86
	EQ - 04	PROYECTOR P6 - 04	1	1	858	0.86	1	0.86
	EQ - 05	PROYECTOR P6 - 05	1	1	858	0.86	1	0.86
PISO 7	EQ - 01	PROYECTOR P7 - 01	1	1	858	0.86	1	0.86
	EQ - 02	PROYECTOR P7 - 02	1	1	858	0.86	1	0.86
	EQ - 03	PROYECTOR P7 - 03	1	1	858	0.86	1	0.86
	EQ - 04	PROYECTOR P7 - 04	1	1	858	0.86	1	0.86
	EQ - 05	PROYECTOR P7 - 05	1	1	858	0.86	1	0.86
<b>SUB TOTAL</b>			<b>18</b>	<b>18</b>	<b>15444</b>	<b>15.44</b>	<b>1</b>	<b>15.44</b>
T-G	TG-1		18	18	15444	15.44	1	15.44
	<b>SUB TOTAL</b>		<b>18</b>	<b>18</b>	<b>15444</b>	<b>15.44</b>	<b>1</b>	<b>15.44</b>
<b>CARGAS FUTURAS %</b>					<b>0.15</b>	<b>2.32</b>	<b>1</b>	<b>2.32</b>
<b>MAXIMA DEMANDA TOTAL (KW)</b>						<b>18</b>		<b>18</b>

**Tabla 13.** Corriente de diseño del edificio convencional, proyectores.

CORRIENTE DE DISEÑO – PROYECTORES								
INSTALACIONES			MAXIMA DEMANDA	VOLTAJE (KV)	COS $\phi$	I (A)	25% I(A)	ID (A)
<b>PISO 2</b>	EQ - 01	PROYECTOR P2 - 01	0.86	0.22	0.9	4.33	1.08	5.42
	EQ - 02	PROYECTOR P2 - 02	0.86	0.22	0.9	4.33	1.08	5.42
	EQ - 03	PROYECTOR P2 - 03	0.86	0.22	0.9	4.33	1.08	5.42
<b>PISO 3</b>	EQ - 01	PROYECTOR P3 - 01	0.86	0.22	0.9	4.33	1.08	5.42
	EQ - 02	PROYECTOR P3 - 02	0.86	0.22	0.9	4.33	1.08	5.42
	EQ - 03	PROYECTOR P3 - 03	0.86	0.22	0.9	4.33	1.08	5.42
	EQ - 04	PROYECTOR P3 - 04	0.86	0.22	0.9	4.33	1.08	5.42
	EQ - 05	PROYECTOR P3 - 05	0.86	0.22	0.9	4.33	1.08	5.42
<b>PISO 6</b>	EQ - 01	PROYECTOR P6 - 01	0.86	0.22	0.9	4.33	1.08	5.42
	EQ - 02	PROYECTOR P6 - 02	0.86	0.22	0.9	4.33	1.08	5.42
	EQ - 03	PROYECTOR P6 - 03	0.86	0.22	0.9	4.33	1.08	5.42
	EQ - 04	PROYECTOR P6 - 04	0.86	0.22	0.9	4.33	1.08	5.42
	EQ - 05	PROYECTOR P6 - 05	0.86	0.22	0.9	4.33	1.08	5.42
<b>PISO 7</b>	EQ - 01	PROYECTOR P7 - 01	0.86	0.22	0.9	4.33	1.08	5.42
	EQ - 02	PROYECTOR P7 - 02	0.86	0.22	0.9	4.33	1.08	5.42
	EQ - 03	PROYECTOR P7 - 03	0.86	0.22	0.9	4.33	1.08	5.42
	EQ - 04	PROYECTOR P7 - 04	0.86	0.22	0.9	4.33	1.08	5.42
	EQ - 05	PROYECTOR P7 - 05	0.86	0.22	0.9	4.33	1.08	5.42
<b>SUB TOTAL</b>			<b>15.44</b>	<b>0.38</b>	<b>0.9</b>	<b>26.07</b>	<b>6.52</b>	<b>32.59</b>
<b>T-G</b>	TG-1		15.44	0.38	0.9	26.07	6.52	32.59
<b>MAXIMA DEMANDA TOTAL</b>			<b>18</b>	<b>0.38</b>	<b>0.9</b>	<b>29.98</b>	<b>7.50</b>	<b>37.48</b>

Fuente: Elaboración propia.

Luego de haber analizado la máxima demanda, obtenemos un total de 3,550 KW por hora. Por tanto, se sabe que, por políticas de la empresa, ejecuta un trabajo de 15 horas consecutivas. Haciendo un consumo aproximado de 53, 250.00 KW por día.

Es así como se evaluó la situación actual del edificio convencional del centro de idiomas con 14 pisos, siendo motivo de análisis para la implementación de un sistema BMS.

## **4.2. Evaluar los indicadores eléctricos implementados en los sistemas de gestión de edificios inteligentes (BMS).**

Se llevó a cabo, una evaluación exhaustiva de los indicadores eléctricos que demandan un consumo de energía considerable. Entre los cuales, son divididos por especialidades:

### **4.2.1. Especialidad de HVAC, consta de dos modalidades según área de refrigeración.**

Modalidad FANCOIL, consta de un área reducida piso 8 al 13 (HALL) y está conformado por los siguientes instrumentos y equipos:

- **CHILLER:** Equipo frigorífico que tiene como funcionalidad refrigerar cualquier tipo de sustancia líquida o en generalmente es agua (para aire acondicionado).
- **BOMBA DE AGUA:** Es aquel dispositivo que permite el traslado de agua helada de chiller hacia los fancoil y de la misma forma realiza su retorno.
- **VALVULA DE TRES VIAS:** Conocida como válvula solenoide tiene una conexión de entrada y salida, la cual se puede accionar de forma manual o por señales eléctricas como el sistema lo permita. (por medio de esta válvula es la que permite que el agua helada pueda pasar hacia los fancoil).
- **FANCOIL:** Es aquel equipo de climatización donde se genera el intercambio de calor, el cual está constituido por ventiladores centrífugos.
- **CONTROLADOR DE UNIDAD TERMINAL CONECTADO ECLYPSE - SERIE ECY-PTU/TU:** Controlador de la marca DISTECH CONTROLS. Este dispositivo es aquel que controla las velocidades del ventilador del fancoil y la válvula de 2 vías que deja

ingresar agua helada.

- TERMOSTATO: Es aquel sensor que se instala en el ambiente para que evidencie la temperatura que registra la zona. (este sensor reporta al BMS).

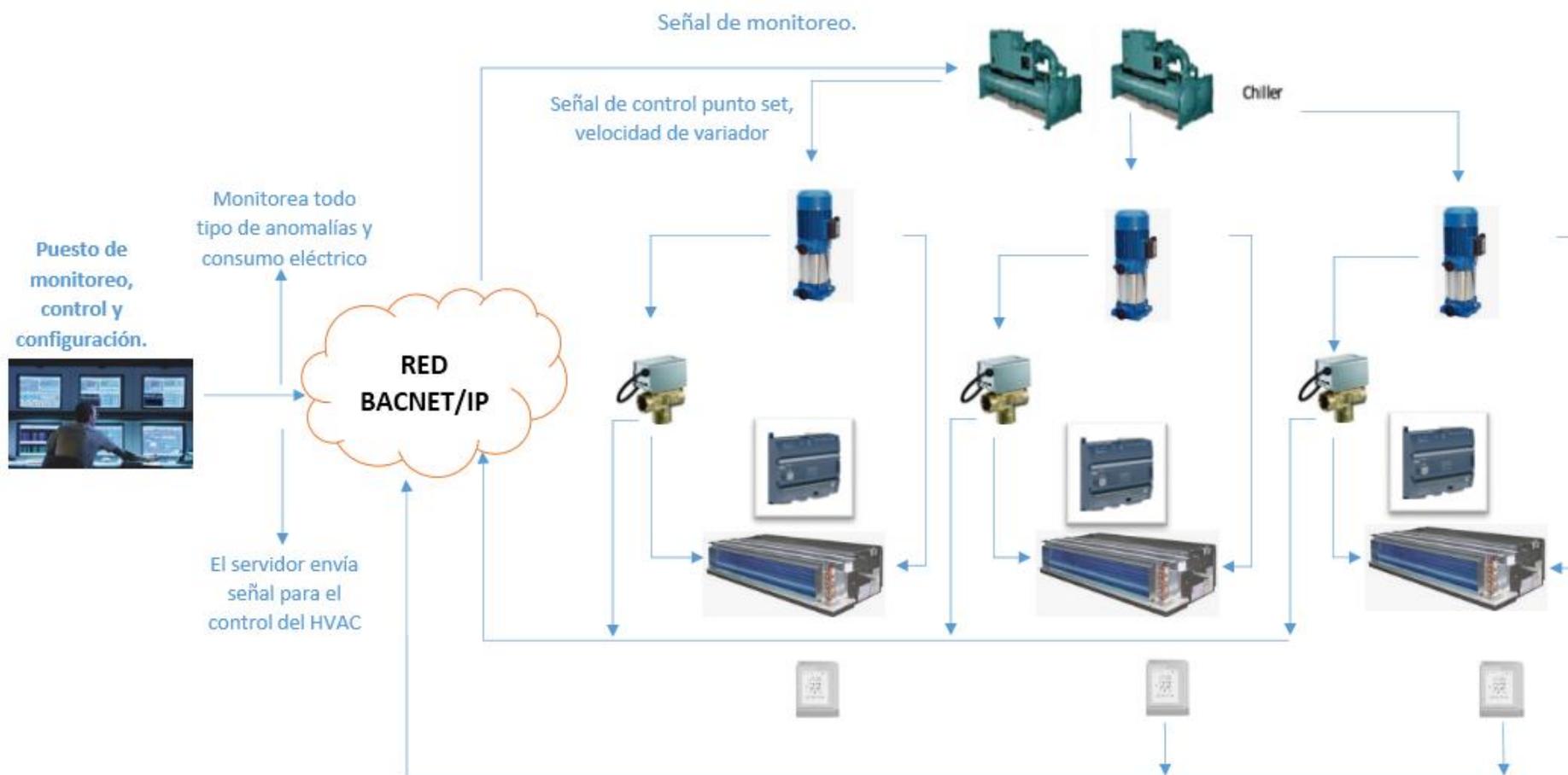


Figura 6. Sistema de control y monitoreo de la especialidad HVAC.

Fuente: Elaboración propia.

**Etapa 1.-** El sistema de refrigeración mediante agua helada (CHILLER), trabaja de acuerdo con horarios programados por el usuario el cual lo administra el sistema BMS implementado en el edificio del centro de idiomas CCPUCP.

**Etapa 2.-** Una vez que el sistema de HVAC este encendido el sensor de zona o conocido como termostato reporta la temperatura actual del ambiente al servidor BMS, el cual es programado, con un punto de seteo, determinado por el usuario. El servidor BMS toma el reporte del sensor de zona y envía una señal al controlador DISTECH, que controla la válvula de 2 vías, la cual se encarga de generar el acceso de agua helada al fancoil.

**Etapa 3.-** Los fancoil haciendo recepción del agua helada proporcionada del chiller. La cual fue impulsada por las bombas y enviada por las tuberías del circuito de refrigeración, donde se realiza el intercambio de calor por medio de los ventiladores centrífugos, los cuales hacen recircular el aire del ambiente pasando por el serpentín o radiador.

**Etapa 4.-** De manera que los fancoil ya no requieran más agua helada; el sistema BMS, bajo sensores de temperatura del mismo chiller, registran una temperatura similar a la de la salida, que el variador que controla el chiller reduzca la frecuencia de trabajo. El compresor del chiller no se apagará con el fin que no haya problemas por desgaste o recalentamiento, así mismo se evitará los picos de energía por arranque del mismo compresor.

**Modalidad UMA, consta de un área mayor Piso 1 al 7 (aulas y hall) y está conformado por los siguientes instrumentos y equipos:**

- UMA: Climatizador o conocido como Unidad Manejadora de Aire, equipo fundamental en el tratamiento de aire en los sistemas de climatización.
- CHILLER: Equipo frigorífico que tiene como funcionalidad refrigerar cualquier tipo de sustancia líquida o en general es agua (para aire acondicionado).

- VAV: Compuerta de que se instala en ductos para regular el flujo de aire hacia los ambientes
- CONTROLADOR DE VAV CONECTADO – SERIE ECY-VAV: Controlacualquier aplicación de volumen de aire variable fuera de la caja.
- TERMOSTATO: Es aquel sensor que se instala en el ambiente para que evidencie la temperatura que registra la zona. (este sensor reporta al BMS).
- VALVULA DE TRES VIAS: Conocida como válvula solenoide tiene una conexión de entrada y salida, la cual se puede accionar de forma manual o por señales eléctricas como el sistema lo permita. (por medio de esta válvula es la que permite que el agua heleada pueda pasar hacia las (UMA´S).
- CONTROLADOR SPYDER PUB6438S: Controlador que permite el control del ventilador centrifugo por medio de sensores y a un variador.

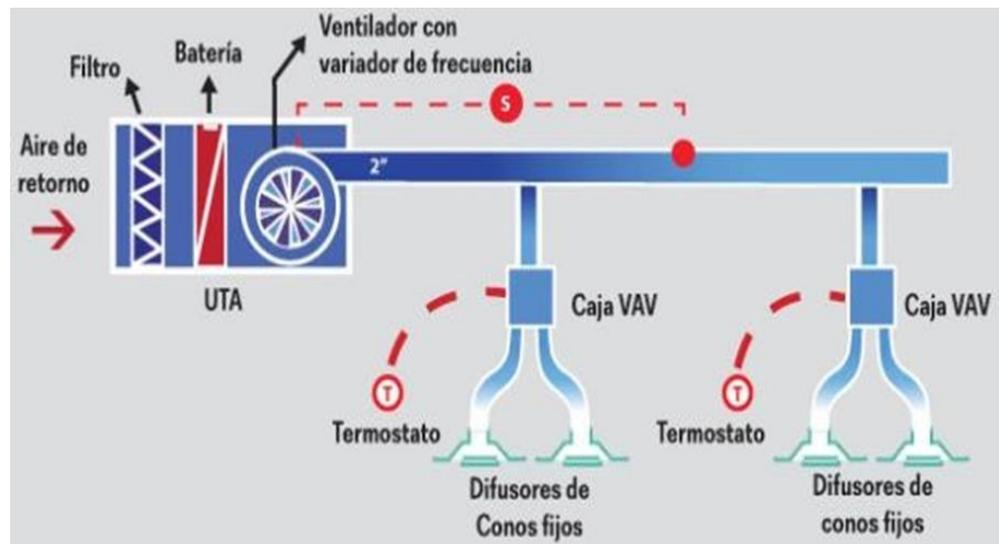


Figura 7. Modalidad de HVAC, esquema para la refrigeración de áreas mayores.

Fuente: Elaboración propia.

Según la figura mostrada, se presentó una modalidad de refrigeración, por medio de un esquema. Siendo dividida por 3 etapas.

**Etapa 1.-** Cuando se energiza la UMA, el sensor de zona reporta al servidor BMS la temperatura en la que se encuentra el ambiente. En caso, de requerir refrigerar el área, el servidor manda señal a la válvula de tres vías para que se aperture y de acceso al agua helada proporcionada por el chiller.

**Etapa 2.-** Una vez que se realiza el intercambio de calor entre el agua helada y la temperatura del aire que retorna del ambiente, el aire refrigerado es trasladado a la zona requerida mediante mangas (ductos).

**Etapa 3.-** Finalmente, cuando los ambientes no requieran el suministro de agua se cierra la válvula de 3 vías y el agua retorna al chiller.

#### 4.2.2. Especialidad de ventilador forzado



Figura 8. Sistema de control y monitoreo ventilador forzado.

Fuente: Elaboración propia.

En el siguiente esquema, se presenta el sistema de control y monitoreo de la especialidad de ventilador. Lo cual, consta de los siguientes equipos e instrumentos.

- CONTROLADOR WEB – 8000 HONEYWELL: El WEB-8000 controlador proporciona control integrado, supervisión, datos registro, alarmas, programación y gestión de red. Este controlador adicional es un lector multiprotocolo.
- CONTROLADOR SPYDER PUB6438S: Elemento que permite el control del ventilador centrífugo por medio de sensores y a un variador.
- VENTILADORES INYECTORES – EXTRACTORES: Son equipos mecánico eléctricos, su función principal es la renovación de aire en un ambiente determinado.

#### 4.2.3. Especialidad de luminarias



Figura 9. Sistema de control y monitoreo de la especialidad, luminarias.

Fuente: Elaboración propia.

En el siguiente esquema, se presenta un sistema de control y monitoreo de la especialidad de luminarias. Lo cual, consta de los siguientes equipos e instrumentos.

- CONTROLADOR WEB – 8000 HONEYWELL: El WEB-8000 controlador proporciona control integrado, supervisión, datos registro, alarmas, programación y gestión de red. Este controlador adicional es un lector multiprotocolo.
- CONTROLADOR SPYDER PUB6438S: Elemento que permite el control del de luminarias dimerizables.
- DETECTOR DE PRESENCIA: Dispositivo electrónico que está integrado por sensores y es capaz de captar cualquier tipo de movimiento en área instalada.
- LUMINARIA DIMERIZABLE: Es una cualidad de los fluorescentes que esta apegada al ahorro de energía pudiendo regularizar la intensidad de consumo según a la red que este instalada.

Se desarrolla en 2 etapas:

**Etap 1.-** Cuando se realiza el energizado del sistema de alumbrado, se activan los detectores de presencia. Por lo cual, el detector reporta la información al SPYDER - JACE 8000, siendo el responsable de derivar la señal al servidor BMS.

**Etap 2.-** Donde finalmente, el servidor BMS teniendo esa información retransmite una señal de encendido, al máximo de capacidad de dichas luminarias dimerizables atreves de los controladores JACE 8000 – SPYDER. Así mismo, cuando el detector de presencia no capta ningún movimiento el servidor BMS regula la capacidad de intensidad y consumo energético, a un mínimo de trabajo establecido por el usuario del edificio.

#### 4.3. Determinación del ahorro de energía eléctrica en los sistemas de gestión de edificios inteligentes (BMS)

Para la determinación del ahorro de energía en los sistemas de gestión de edificios inteligentes, se desarrolló un estudio del consumo actual de energía del edificio convencional, tomando como evaluación el último trimestre del presente año.

**Tabla 14.** Análisis del consumo de energía del edificio convencional

ANÁLISIS DEL CONSUMO DE ENERGÍA DE EL EDIFICIO CONVENCIONAL								CONSUMO PROMEDIO DE ENERGÍA TRIMESTRAL (Kw/mes)
ESPECIALIDADES	MÁXIMA DEMANDA (KW)	HORAS (h)	FACTOR DE SERVICIO (Adm)	ULTIMO TRIMESTRE DEL AÑO 2020				
				SEPTIEMBRE (30 días)	OCTUBRE (31 días)	NOVIEMBRE (30 días)	DICIEMBRE (31 días)	
LUMINARIAS	30	24	1	21893.1	22622.9	21893.1	22622.9	22258.0
HVAC	3399	16	0.8	1131142.4	1174647.8	1131142.4	1174647.8	1152895.1
SANITARIO	26	12	0.75	6986.3	7219.1	6986.3	7219.1	7102.7
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA	43	12	0.8	12420.0	12834.0	12420.0	12834.0	12627.0
VENTILACIÓN FORZADA	34	16	0.8	11415.8	11854.8	11415.8	11854.8	11635.3
PROYECTOR	18	16	0.9	6649.6	6905.3	6649.6	6905.3	6777.4
CONSUMO MENSUAL TRIMESTRAL DE ENERGÍA				1190507.1	1236084.0	1190507.1	1236084.0	1213295.6

Fuente: Elaboración propia.

Habiendo obtenido, un consumo promedio de energía requerida por trimestre de 1. 213 Gw/mes. Se desarrolló, un análisis de consumo promedio de energía aplicando el sistema de gestión BMS. Lo cual indica, que las especialidades a controlar por el sistema BMS son luminarias, HVAC y ventilación forzada. Cuyos factores de servicio son respectivamente: 50%, 70% y 70%.

**Tabla 15. Análisis del consumo de energía del edificio inteligente.**

ANÁLISIS DEL CONSUMO DE ENERGÍA DE EL EDIFICIO INTELIGENTE									CONSUMO PROMEDIO DE ENERGÍA TRIMESTRAL (Kw/mes)
ESPECIALIDADES	MÁXIMA DEMANDA (KW)	HORAS (h)	FACTOR DE SERVICIO BMS	FACTOR DE SERVICIO (Adm)	ULTIMO TRIMESTRE DEL AÑO 2020				
					SEPTIEMBRE (30 días)	OCTUBRE (31 días)	NOVIEMBRE (30 días)	DICIEMBRE (31 días)	
LUMINARIAS	30	24	0.5	1	10800.0	11160.0	10800.0	11160.0	10980.0
HVAC	3399	16	0.24	0.8	271484.9	281926.7	271484.9	281926.7	276705.8
SANITARIO	26	12	-	0.75	7020.0	7254.0	7020.0	7254.0	7137.0
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA	43	12	-	0.8	12384.0	12796.8	12384.0	12796.8	12590.4
VENTILACIÓN FORZADA	34	16	0.24	0.8	2715.6	2820.1	2715.6	2820.1	2767.9
PROYECTOR	18	16	-	0.9	6739.2	6998.4	6739.2	6998.4	6868.8
<b>CONSUMO MENSUAL TRIMESTRAL DE ENERGÍA</b>					<b>311143.8</b>	<b>322956.0</b>	<b>311143.8</b>	<b>322956.0</b>	<b>317049.9</b>

Fuente: Elaboración propia.

Luego, de haber determinado el consumo de energía eléctrica en el edificio con la implementación del sistema BMS, se obtuvo un promedio de energía eléctrica de

317. 049 Mw/mes. Generando, un ahorro significativo de 896 245.7 Kw/mes del consumo promedio de energía eléctrica. Como se aprecia en la siguiente tabla.

**Tabla 16. Determinación del ahorro de energía eléctrica, sistema BMS.**

<b><u>DETERMINACIÓN DEL AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA, APLICANDO UN SISTEMA BMS</u></b>	
<b>ANÁLISIS DEL CONSUMO DE ENERGÍA DE EL EDIFICIO CONVENCIONAL</b>	1213295.6
<b>ANÁLISIS DEL CONSUMO DE ENERGÍA DE EL EDIFICIO INTELIGENTE</b>	<b>317049.9</b>
<b>AHORRO DE ENERGÍA</b>	<b>896245.7</b>

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.4. Evaluación económica, mediante un análisis VAN y TIR.

Para la presente evaluación se realizó una solicitud de proforma por el ente ejecutor SAEG Engineering Group, cuyos valores monetarios presentan fiabilidad y consistencia de un sistema BMS, aplicado en un edificio convencional. La cual se detalla en el Anexo 04.

Por lo tanto, se presenta una tabla resumen del costo monetario para la implementación de un sistema BMS, aplicado en un edificio convencional.

**Tabla 17.** Resumen monetario para la implementación de un sistema BMS, aplicado en un edificio convencional.

ITEM	DETALLE	COSTO
<b>1.00</b>	<b>Equipos y suministros</b>	<b>\$ 121,336.00</b>
1.10	Software del sistema BMS	\$ 2, 135.00
1.20	Sistema central de integración	\$ 24, 039.00
1.30	Sistema HVAC	\$ 62, 066.00
1.40	Sistema de ventilación mecánica	\$ 13, 497.00
1.50	Sistema de electricidad e iluminación	\$ 19, 372.00
<b>2.00</b>	<b>Materiales</b>	<b>\$ 36, 871.00</b>
2.10	Infraestructura común	\$ 16, 564.00
2.20	Cable de control e instrumentación	\$ 20, 307.00
<b>3.00</b>	<b>Mano de obra de instalación</b>	<b>\$ 34, 542.00</b>
3.10	Mano de obra	\$ 23, 178.00
3.20	Puesta en marcha	\$ 11, 364.00
<b>4.00</b>	<b>Gastos generales</b>	<b>\$ 22, 090.85</b>
<b>TOTAL DEL PROYECTO</b>		<b>\$ 214,612.85</b>

Fuente: Elaboración propia.

Luego de haber realizado un detalle económico del costo, para la implementación de un sistema BMS. Se obtuvo un costo total de inversión de S./ 773 464.71

Donde, para el análisis de costo beneficio se determinaron los ingresos netos del edificio convencional y son detallados a continuación:

- **Piso 1 – 7:** Presenta un ingreso fijo, por parte de los estudiantes de ingeniería. Además, de fomentar el estudio del avance tecnológico que el presente proyecto demanda. Donde, presenta un ingreso por aula de 40 estudiantes, presentando un ingreso mensual S/. 192, 000.
- **Piso 8 – 13:** Presenta un ingreso de alquiler, para empresas de interés personal. Donde los alquileres se presentan por piso y con un costo ascendiente al S/. 72, 080.

Finalmente, se ejecutó un análisis presentando el VAN Y TIR, del presente proyecto.

**Tabla 18.** *Análisis del costo beneficio, para la implementación de un edificio convencional.*

<b>PERÍODO / TIEMPO DE RETORNO DE INVERSIÓN DESCONTADO</b>					
<b>Inversión Inicial (\$)</b>		<b>773464.71</b>		<b>Interés Mensual</b>	<b>2.0%</b>
<b>Ganancia Mensual (\$)</b>		<b>72272</b>			
<b>Nº Mes</b>	<b>Flujo de Caja (\$)</b>	<b>3</b>	<b>(P/F, 2%, n)</b>	<b>CFj(P/F, 2%, n) (\$)</b>	<b>Sum (\$)</b>
0	-773464.71	-773464.71	1.00000	-773464.71	-773464.71
1	72272.00	72272.00	0.98039	70854.90	-702609.81
2	72272.00	72272.00	0.96117	69465.59	-633144.22
3	72272.00	72272.00	0.94232	68103.52	-565040.70
4	72272.00	72272.00	0.92385	66768.16	-498272.54
5	72272.00	72272.00	0.90573	65458.98	-432813.56
6	72272.00	72272.00	0.88797	64175.47	-368638.10
7	72272.00	72272.00	0.87056	62917.13	-305720.97
8	72272.00	72272.00	0.85349	61683.46	-244037.52
9	72272.00	72272.00	0.83676	60473.98	-183563.54
10	72272.00	72272.00	0.82035	59288.21	-124275.33
11	72272.00	72272.00	0.80426	58125.70	-66149.63
12	72272.00	72272.00	0.78849	56985.98	-9163.65
13	72272.00	72272.00	0.77303	55868.61	46704.96
14	72272.00	72272.00	0.75788	54773.14	101478.10
15	72272.00	72272.00	0.74301	53699.16	155177.26
16	72272.00	72272.00	0.72845	52646.24	207823.50
17	72272.00	72272.00	0.71416	51613.96	259437.45
18	72272.00	72272.00	0.70016	50601.92	310039.37
19	72272.00	72272.00	0.68643	49609.72	359649.10
20	72272.00	72272.00	0.67297	48636.98	408286.08
21	72272.00	72272.00	0.65978	47683.32	455969.40
22	72272.00	72272.00	0.64684	46748.35	502717.75

23	72272.00	72272.00	0.63416	45831.72	548549.47
24	72272.00	72272.00	0.62172	44933.06	593482.52

<b>Momento de Cambio</b>	
12	-9163.65
13	46704.96

<b>PRI - TIR (meses)</b>	<b>12.1640</b>
<b>Meses</b>	<b>12</b>
<b>Días</b>	<b>5</b>

Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, se determinó que el presente proyecto es viable, debido a que presenta un TIR de 12 meses con 5 días y un VAN del 12.16%. Además, siendo el presente proyecto tema de estudio, fomentando el ahorro de energía y cuidado del medio ambiente.

## V. DISCUSIÓN

1. Analizando los resultados obtenidos, el objetivo principal de esta investigación, fue analizar los indicadores eléctricos en un sistema BMS para reducir el consumo de energía eléctrica en el edificio convencionales de los centros de educación superior PUCP, este trabajo de investigación corrobora lo sustentado por Cruz (2018), en su propuesta en aplicar el sistema de BMS para mejorar la productividad en la empresa Mava Proyecta SAC, San Isidro, donde también realizó la configuración óptima al panel de control de incendios, enlazándolo con el software, priorizando funciones propias del sistema inteligente en todo el edificio.

El tipo de investigación utilizada en este proyecto de mejora se consideró cuasi experimental, del tipo aplicativa y descriptiva, de la misma manera lo corrobora Gómez (2018), de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, quien desarrolló su investigación en Diseño de un sistema de control BMS (building management system), para la gestión del bus domótico hdl bus pro, para la generación de macro datos basado en software libre.

2. En la tabla N°16, se muestran los consumos de energía tanto como en el sistema convencional y el inteligente, donde se logra conseguir un ahorro de más del 70%. Para Alvarado (2018), se implementó códigos de programación mediante software de BMS Desigo CC reduciendo un 39% el consumo de energía eléctrica en los sistemas de aire acondicionado e iluminación mediante la automatización de los horarios de encendido y apagado de los equipos.

De la hipótesis formulada en este trabajo de investigación, donde mediante el análisis de los indicadores eléctricos en un sistema BMS se puede reducir el consumo de la energía eléctrica en edificios inteligentes, lográndose una diferencia considerable de ahorro por consumo eléctrico de 896 245.7 Kw/mes, coincidiendo con los resultados de Urrutia (2019), donde concluyó que una adecuada

complementación al sistema de video vigilancia sería lo más factible para optimizar trabajos y tener un mayor cuidado en el rubro de seguridad.

Asimismo, Medina, 2017; muestra que la eficiencia es la relación entre los resultados obtenidos y los recursos utilizados. Esta mejora se consigue mediante la optimización de recursos y la reducción de tiempos muertos por parada de equipos, falta de materiales, falta de coordinación, retrasos, etc. Esta teoría se confirma en la aplicación del sistema de gestión de edificios de la compañía

3. Para la implementación del sistema BMS se evaluó las sedes del centro de estudios de educación superior PUCP y su consumo promedio, saliendo seleccionada la sede del centro de idiomas San Isidro, se evalúa esta sede por ser la edificación más grandes y esto genera una demanda eléctrica diferenciada respecto a sus sedes vecinas lo cual significaba que la seguridad tendría que ser la más óptima para quien haga uso de las instalaciones del edificio pensando en la efectividad de todo lo antesmencionado se procedió a evaluar la situación actual del edificio convencional con 14 pisos.

Para llegar a concluir el presente trabajo se llevó a cabo, una evaluación exhaustiva de los indicadores eléctricos que demandan un consumo de energía considerable, lo cual nos llevó a desarrollar un sistema integrado para lograr la efectividad de todo el proyecto este se dividió por especialidades las cuales ayudaron a mejorar la eficiencia de la reducción de energía a través de 3 especialidades definidas como lo es La Especialidad de HVAC, la Especialidad de ventilador forzado y la Especialidad de luminarias, con todo esto el sistema de considero eficiente para gestionar y economizar la energía eléctrica a través de la aplicación del sistema inteligente BMS.

4. Para Moreno (2019), En Colombia, no existe una regulación específica o un marco de referencia que brinde orientación sobre cómo aplicar y utilizar soluciones BMS para operaciones de

construcción eficientes. El enfoque presentado en este trabajo de grado presenta un procedimiento que integra aspectos normativos de la norma ISO 16484 Building Automation and Control Systems (BACS) y la norma UNE-EN 15232. Sistemas BMS para mejorar la eficiencia energética y operativa de los edificios y alcanzar los objetivos nacionales de eficiencia energética.

En lo que respecta a la norma ISO 16484 Building Automation and Control Systems (BACS), proporciona recomendaciones para garantizar buenas prácticas durante la fase de implementación de un proyecto BMS, correspondientes a las fases de diseño e ingeniería, estos permiten tomar en cuenta requerimientos como generales, de integración, físicos, ocupacionales, de sistemas, gestión energética, logística, puesta en marcha, etc.) También plan de ejecución, especificaciones técnicas para la fase de ingeniería y aspectos similares del proceso de licitación.

5. Los sistemas BMS ayudan a mejorar la eficiencia energética de los edificios de dos formas: mejorando el funcionamiento de los subsistemas (como aire acondicionado, iluminación, HVAC, etc.) y facilitando la gestión energética, tanto como gestión estratégica de las instalaciones y equipos del edificio como entero. edificio. En este sentido, el sistema BMS proporciona un conjunto de estrategias que permiten monitorear y controlar la demanda energética del edificio manteniendo las condiciones de confort del edificio. La eficiencia energética y el ahorro de costos operativos de un edificio dependen en gran medida de las estrategias de monitoreo utilizadas en el sistema BMS instalado.
6. Otra ventaja es la de detectar y priorizar fallas a través de un BMS es que permite a los operadores optimizar su tiempo y evitar perder tiempo identificando fallas en campo, por otro lado, permite que los operadores de edificios diagnostiquen y evalúen problemas específicos de forma remota, evitando tiempo y costo por reduciendo

el desplazamiento tecnológico en el campo. Las estrategias aplicadas a las operaciones de edificación y desempeño energético a través de los sistemas BMS presentados en este trabajo de grado están diseñadas para mejorar el desempeño energético y operativo de los edificios, incluyendo recomendaciones, reporte de incidentes, relacionados con las funciones de control y/o monitoreo de los principales subsistemas del edificio, fallas detección, etc.

7. Para la presente evaluación se realizó una solicitud de proforma por el ente ejecutor SAEG Engineering Group, cuyos valores monetarios presentan fiabilidad y consistencia de un sistema BMS, aplicado en un edificio convencional.

Por lo tanto, se determinó que el presente proyecto es viable, debido a que presenta un TIR de 12 meses con 5 días y un VAN del 12.16%. Además, siendo el presente proyecto tema de estudio, fomentando el ahorro de energía y cuidado del medio ambiente.

## **VI. CONCLUSIONES**

1. Se cumplió con el objetivo principal el cual es analizar los indicadores eléctricos en un sistema BMS para reducir el consumo de energía eléctrica en el edificio inteligentes y de esta manera llevar un control de sistemas electromecánicos los cuales se vuelven más eficientes al término del proyecto.
2. en el desarrollo del presente proyecto el cual estuvo basado en la sede del centro de idiomas San Isidro, logramos desarrollar el sistema más adecuada través de dos modalidades la FANCOIL que consta de un área y la Modalidad UMA que consta de un área mayor. Todo esto asociado a una encuesta la cual nos permitió recabar información respecto a la necesidad de una estructura necesaria para la aplicación de los datos. Es por ello que se utilizaron diferentes especialidades dependiendo del sistema a trabajar.
3. El haber aplicado una entrevista al personal idóneo, nos facilitó determinar los consumos promedios por el edificio convencional y un edificio inteligente con un sistema (BMS). Lo cual nos generó facilidades al plantear un análisis costo beneficio.
4. La eficacia del presente proyecto estuvo basada en el método inductivo donde se nos permitió obtener las conclusiones generales a partir de premisas particulares, de lo cual se logró deducir conclusiones en base a todas las pruebas efectuadas, las cuales fueron clasificadas y estudiadas de tal manera que fueron contrastadas en los diferentes sistemas a utilizar de tal manera que se garantizaran los resultados.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- 1.** Ampliar la red de control para distintas especialidades que conforman el edificio del centro de estudios PUCP.
- 2.** Implementar un sistema de generación de energía renovable que alimente cargas bajas. Minimizando, así el consumo de energías fósiles.
- 3.** Realizar un plan de mantenimiento preventivo del sistema BMS.

## REFERENCIAS

- CONAUTI. (2019). *Eficiencia Energética e Iluminación inteligente con BMS Hospital Llata Perú. Huánuco, 2019.*
- D.Lázaro, y otros. (2013). *Posibilidades de un modelo sustituto de incendios mediante el empleo de redes neuronales.* [En línea] Setiembre de 2013. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0213131513000308>.
- De La Puente, F., Hernández, PV y Sandoval, (2014). Archer: Acceso corporativo control gestión del sistema y la programación. [En línea] 2014.
- Harkare, A., y otros. (2021). *Metodología para la implementación del sistema de gestión de edificios utilizando iot.* India : Scopus, 2021. págs. 939-948. Vol. 53.
- Hoile, R. (2020). *Gestión de emergencias en la interfaz de salud y seguridad.* [En línea] 1 de agosto de 2020. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0->
- Mariano, O. y otros. (2019). *El papel de la aceptación de la tecnología en las ciudades inteligentes: un estudio de las percepciones de los usuarios uber de Brasil.* [En línea] 1 de enero de 2019.
- Morrón, C. (2019). *Aprendizaje dOmótico basado en prácticas y problemas experimentales.* España: s.n., 2019. págs. 990-1003. Vol. 32.
- Ortiz-Garcés, I., Pérez, D. y Pozo, A. 2020. Implementación de un sistema de seguridad electrónico portátil para tarjetas bancarias sin contacto. [En línea] 2020.

- PERÚ, EBD. 2015. Sistema de gestión de edificios (BMS). *EBD PERÚ*. [En línea] 17 de Febrero de 2015. <https://www.ebdperu.com/sistema-de-gestion-de-edificios-bms/>.
- Rodríguez, JCG, Fajardo-Toro, CH y Sierra, JR. (2019). *La prevención del riesgo de terrorismo en centros comerciales: Hacia una seguridad pública en Colombia para la protección de infraestructuras críticas*. [En línea] Febrero de 2019. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0->
- Rueda F, I. (2013). Pontificia Universidad Católica. *Pontificia Universidad Católica Del Ecuador* [en línea], vol. 96, pp. 179-200. Disponible en: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/6097/A>
- Salazar, R. (2015). *Sistema de detección de intrusos mediante modelado de URI* [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en: <https://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/43353/25974403.pdf?sequence=6&isAllowed=y>.
- Sun, J. (2017). La Conferencia Estadounidense de Control de 2017, del 24 al 26 de mayo, Seattle, pp. 8-9.
- Punnet, O. (2017). *Schneider EcoStruxure Security Expert: solución integrada de gestión de seguridad*.
- Gómez, O. (2018). *Diseño de un sistema de control BMS (building management system), para la gestión del bus domótico HDL bus pro, para la generación de macrodatos basado en software libre*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. (Tesis de grado). Recuperado desde: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/8552>

- Alvarado (2018). *Diseño e implementación de un BMS para el mantenimiento y ahorro energético de un hospital de la región de San Martín*. Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur. (Tesis de grado). Recuperado desde: <http://repositorio.untels.edu.pe/jspui/handle/123456789/345>
- Cruz, C. (2018). *Aplicación del sistema de BMS para mejorar la productividad en la empresa Mava Proyecta SAC, San Isidro*. Universidad César Vallejo. (Tesis de pregrado). Recuperado desde: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/55850?show=full&locale-attribute=es>
- Medina, A. (2016). *Sistema de control centralizado de edificios B.M.S.* Universidad Católica de Córdoba. . (Tesis de posgrado). Recuperado desde: [http://pa.bibdigital.uccor.edu.ar/1370/1/TF\\_Astesana\\_Medina.pdf](http://pa.bibdigital.uccor.edu.ar/1370/1/TF_Astesana_Medina.pdf)
- Urrutia, J. (2019). *Diseño de iluminación LED con control domótico para el ahorro de energía eléctrica y su implementación en las oficinas corporativas del edificio Torre Begonias*. Universidad Tecnológica del Perú. (Tesis de pregrado). Recuperado desde: <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/2468>
- AVELAR, Victor, AZEVEDO Dan, FRENCH, Alan, NETWORK, Emerson. *PUE a comprehensive examination of the metric*. [En línea] En: The green grid. 2012. p. 11.[Consultado 22 de abril de 2020] Disponible en [https://datacenters.lbl.gov/sites/all/files/WP49-PUE%20A%20Comprehensive%20Examination%20of%20the%20Metric\\_v6.pdf](https://datacenters.lbl.gov/sites/all/files/WP49-PUE%20A%20Comprehensive%20Examination%20of%20the%20Metric_v6.pdf)
- Building automation and control systems. (BACS). ISO 16484, 2010. [En línea] En: International Organization for Standardization.

[Consultado el 22 de noviembre de 2018] Disponible en internet:  
<https://www.iso.org/standard/37300.html>

Chen, Han. e tal. *The Design and Implementation of a Smart Building Control System*. En: *IEEE International Conference on e-Business Engineering*, 2009, p. 1-8.

Cui, Brissette, Y Ragaini, Enrico. *Connecting the Last Mile: Demand Response in Smart Buildings*. En: El Sevier, 2017.11. p

TALON, Casey. STROTHER, Neil. *10 Trends for Intelligent Buildings in 2017 and Beyond*. [En línea] En: Navigant, 2017. p. 2.  
[Consultado el 21 de noviembre de 2018] Disponible en internet  
<https://www.smartlocus.com/wp-content/themes/salient/pdf/Navigant-Trends-for-2017-Q1.pdf>

Romero, C.; Vazquez, F. y Castro, C. *Domótica e Inmótica: Viviendas y edificios inteligentes*. 3ª ed. Madrid: Alfaomega, 2011. p. 25.

Talon, C. y Martín. K. *Next-Generation Building Energy Management Systems*. [en línea] En: Navigant research, 2015. p. 2.  
[Consultado el 22 de noviembre de 2018] Disponible en internet:  
[https://www.daikinapplied.com/download/Navigant\\_BEMS\\_White\\_Paper.pdf](https://www.daikinapplied.com/download/Navigant_BEMS_White_Paper.pdf)

MOHAMED, Nader., LAZAROVA-MOLNAR, Sanja., Y AL-JAROODI, Jameela. *CE-BEMS: un sistema de gestión de energía de edificios habilitado para la nube*. En: IEEE, 2016 3ª Conferencia Internacional MEC sobre Big Data y Smart City (ICBDSC), 2016. P1-6.

**ANEXOS**

**Tabla.** Matriz de operacionalización de las variables.

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>Variable Independiente:</b> Consumo de energía eléctrica.	El consumo eléctrico es la cantidad de energía utilizada por un punto de suministro durante un periodo de tiempo determinado. El concepto es facturado por los comercializadores cuando se aplica un precio por kilovatio-hora (kWh), que determinará el monto a pagar por la energía. (Méndez, 2017)	Esta variable será medida mediante la observación del sistema eléctrico en el edificio, se realizó un inventario de las cargas instaladas en diferentes puntos de consumo eléctrico en el todo el edificio.	kWh	Eficiencia	Razón
				Facturación	Razón
				Fallas	Razón

Fuente: Elaboración propia.

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>Variable Dependiente:</b> Indicadores energéticos.	Los indicadores energéticos se utilizan para analizar la interacción entre las actividades económicas y humanas, y el consumo de energía. Estos indicadores permiten identificar dónde se pueden realizar ahorros de energía en la economía a nivel de empresa y agregado. (Mamani, 2018)	Esta variable será medida mediante el guía de observación, para la recopilación de datos se realizaron encuestas y entrevistas.	Eficiencia	Consumo energético/superficie del edificio	Razón
				Consumo energético/horas de trabajo.	Razón
			Mantenimiento	Confiability.	Razón

Fuente: Elaboración propia.

## Formato de encuesta



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### INFORME DE TESIS

Análisis de indicadores eléctricos en un sistema BMS para reducir el consumo de energía eléctrica en los edificios convencionales de los centros de educación superior PUCP.

**ENTREVISTA DIRIGIDA A COLABORADORES SAEG PERU SA**, son aquellos que están ejecutando el proyecto en obra CCPUCP – BMS.

**OBJETIVO:** Obtener información sobre lo que representa el sistema BMS (Building Management System) y el beneficio que representa en cuanto ahorro energético que puede generar.

**INDICACIONES:** Lea cuidadosamente cada interrogante y marque con un aspa (x) las respuestas que considere correctas.

APELLIDOS Y NOMBRES.....

DNI o CE ..... FECHA..... TELEFONO.....

PUESTO..... AREA DE TRABAJO.....

1- ¿CUANTA CARGA INSTALA CUENTA EL EDIFICIO CCPUCP?

---

---

---

---

2- ¿CUAL ES LA INSTRUMENTACION APLICADA EN ESTE EDIFICIO CONVENCIONAL?,¿PORQUÉ?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

3- ¿CUAN FACTIBLE CREE UD. QUE REPRESENTARIA UN SISTEMA BMS APLICADA EN EDIFICIOS CONVENCIONALES?

---

---

---

---

---

4- ¿SEGÚN SU EXPERIENCIA QUE ESPECIALIDADES DEBEN SER CONTROLADAS?,¿PORQUÉ?

---

---

---

---

5- ¿QUE TIPO DE ENERGIA RENOVABLE RECOMIENDA UD. HA EMPLEAR EN EL PRESENTE EDIFICIO?

---

---

---

---

6- MENCIONANDO EL DETALLE ECONOMICO, ¿CUANTO ES EL COSTO ESTIMADO EN LA IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA BMS?

---

---

---

---

7- ¿Cuál es horario en el que se consume mayor o menor cantidad de energía?,¿Cuál es el porcentaje promedio de la energía empleada utilizando un sistema BMS?

---

---

---

---

## Validación de los instrumentos de recolección de datos

### DATOS GENERALES DEL EXPERTO

Apellidos y Nombres:

Odar Pacherez David

Profesión:

Ingeniero Mecánico Electricista

Grado Académico:

Titulado

Mediante la matriz de evaluación, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una X en las columnas de relevancia.

Donde:

MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENA	EXCELENTE
1	2	3	X	5

---

  
DAVID ODAR PACHÉREZ  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
REG CIP 244881

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
Claridad	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales				X	
Objetividad	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre las variables.					X
Actualidad	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovador y legal a las variables.					X
Organización	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a las variables.					X
Suficiencia	Los ítems del instrumento son suficiente en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.				X	
Intencionalidad	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable.				X	
Consistencia	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir la investigación.					X
Coherencia	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de las variables.				X	
Metodología	La relación entre la técnica y el instrumento propuesto responden al propósito y desarrollo de la investigación.				X	
Pertinencia	La redacción de los ítems concuerda con la escala valoradora del instrumento.				X	

  
**DAVID ODAR PACHERREZ**  
 INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA  
 REC. CIP 24488\*

Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "EXCELENTE", sin embargo; un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido, ni aplicable.

PROMEDIO DE VALORACIÓN	44
------------------------	----

¿Qué observaciones y/o sugerencias haría Ud. para mejorar el instrumento de recolección de datos?

Podría mencionar que técnicas e instrumentos aplicará en su investigación, por otro lado deberá analizar y registrar la información, datos, teniendo en cuenta su grado de relevancia y aporte a su investigación.

Le agradecemos por su colaboración en este proyecto de investigación.

Fecha de evaluación 03 Julio, 2020

  
DAVID ODAR PACHÉREZ  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
REG CIP 244881

## Desarrollo de la entrevista



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### ENTREVISTA

#### INFORME DE TESIS

Análisis de indicadores eléctricos en un sistema BMS para reducir el consumo de energía eléctrica en los edificios convencionales de los centros de educación superior PUCP.

**ENTREVISTA DIRIGIDA A COLABORADORES SAEG PERU SA**, son aquellos que están ejecutando el proyecto en obra CCPUCP – BMS.

**OBJETIVO:** Obtener información sobre lo que representa el sistema BMS (Building Management System) y el beneficio que representa en cuanto ahorro energético que puede generar.

**INDICACIONES:** Lea cuidadosamente cada interrogante y responda adecuadamente cada una de ellas.

APELLIDOS Y NOMBRES..... *Lubrita Hernandez Cristian Arnold*.....  
DNI o CE ..... *73.957531*..... FECHA *03/12/20*..... TELEFONO..... *921233492*.....  
PUESTO..... *Programador*..... AREA DE TRABAJO..... *Servicios*.....  
GRADO ACADEMICO..... *Técnico Elect*..... ESPECIALIDAD..... *Automatización*.....

1- ¿CUANTA CARGA INSTALA CUENTA EL EDIFICIO CCPUCP?

*La carga instalada en el edificio de la PUCP es de 3000 Kw/h.*

2- ¿CUAL ES LA INSTRUMENTACION APLICADA EN ESTE EDIFICIO CONVENCIONAL?, ¿PORQUÉ?

*Sensores de temperatura de ducto para VMA, requeridos para encendido y apagado de VMA, apertura y cierre de válvula de agua helada.*

*Sensores de presión de ducto para VMA, requerido para regular la velocidad de los ventiladores de las VMA's según el cierre de los VAV (cajas de volumen variables).*

Switch diferencial de presión, requerido para saber cuando el filtro de la UHA se encuentra obstruido

- 3- ¿CUAN FACTIBLE CREE UD. QUE REPRESENTARIA UN SISTEMA BMS APLICADA EN EDIFICIOS CONVENCIONALES?

Es lo más recomendable para tener un control centralizado y a su vez monitorear todos los equipos, con ello se podrá identificar el estado de los equipos y evaluar el requerimiento de mantenimiento para dichos equipos, a su vez se tendrá un gran ahorro energético

- 4- ¿SEGÚN SU EXPERIENCIA QUE ESPECIALIDADES DEBEN SER CONTROLADAS?, ¿POR QUÉ?

Las especialidades que debían ser controladas podría ser: Sistema HVAC, Sistema de Ventilación y Extracción, Sistema de Iluminación, Sistema de agua potable, agua blanda, y agua residuales.

- 5- ¿QUE TIPO DE ENERGIA RENOVABLE RECOMIENDA UD. HA EMPLEAR EN EL PRESENTE EDIFICIO?

Se recomienda en su mayoría utilizar paneles solares, pero en algunos casos y dependiendo de las condiciones se puede usar la energía eólica

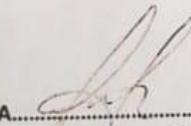
- 6- MENCIONANDO EL DETALLE ECONOMICO, ¿CUANTO ES EL COSTO ESTIMADO EN LA IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA BMS?

Puede variar de acuerdo al alcance que el cliente o usuario dese controlar.  
La implementación se estima en unos 25 mil dólares en adelante.

- 7- ¿Cuál es horario en el que se consume mayor o menor cantidad de energía?, ¿Cuál es el porcentaje promedio de la energía empleada utilizando un sistema BMS?

- Hay mayor consumo de energía en los horarios que hay alumbrado no consume desde las 8:00am - 1pm y después lee se descansa consume desde las 2:00pm - 8:00 pm.
- utilizara parte de su capacidad total (30%).

FRIMA.....

  
Christian Teubista H.  
73957531



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENTREVISTA

### INFORME DE TESIS

Análisis de indicadores eléctricos en un sistema BMS para reducir el consumo de energía eléctrica en los edificios convencionales de los centros de educación superior PUCP.

**ENTREVISTA DIRIGIDA A COLABORADORES SAEG PERU SA**, son aquellos que están ejecutando el proyecto en obra CCPUCP – BMS.

**OBJETIVO:** Obtener información sobre lo que representa el sistema BMS (Building Management System) y el beneficio que representa en cuanto ahorro energético que puede generar.

**INDICACIONES:** Lea cuidadosamente cada interrogante y responda adecuadamente cada una de ellas.

APELLIDOS Y NOMBRES Leonardo José Rojas Lopez  
DNI o CE 003530768 FECHA 03/02/2020 TELEFONO 932844584  
PUESTO Jefe Proyecto AREA DE TRABAJO Proyectos - Pucp.  
GRADO ACADÉMICO Ing Electronica ESPECIALIDAD Automatización - control

1- ¿CUANTA CARGA INSTALA CUENTA EL EDIFICIO CCPUCP?

La carga instalada aproximadamente es de  
3500 Kw /h

2- ¿CUAL ES LA INSTRUMENTACION APLICADA EN ESTE EDIFICIO CONVENCIONAL?, ¿PORQUÉ?

La instrumentación utilizada corresponde al tipo electrónico, Es decir, fueron implementados sensores de temperatura del tipo termistores de 20 K $\Omega$ , sensores ultrasónicos para medición de Nivel en Cisternas, sensores de corriente tipo Hall, sensores de presión; además la implementación de medidores de BTU y consumo de agua acústica.

con transmisión de datos en protocolo de Comunicación M-Bus además de múltiples interacciones con sistemas y Lon works.

3- ¿CUAN FACTIBLE CREE UD. QUE REPRESENTARIA UN SISTEMA BMS APLICADA EN EDIFICIOS CONVENCIONALES?

En principio el nivel de inversión que se va a implementar dependerá del nivel de detalles de los objetivos, políticos, en políticos de ahorro de energía además también influirá el tipo de equipos ha controlar sobre todo los sistemas de HVAC de iluminación son los que representan el uso más común.

4- ¿SEGÚN SU EXPERIENCIA QUE ESPECIALIDADES DEBEN SER CONTROLADAS?, ¿PORQUÉ?

Sistema HVAC: ahorra más del 70% del consumo de energía.  
Sistema Iluminación: logra ahorrar importante cantidad de energía beneficiando a la contaminación del ambiente, de igual forma la ventilación forzada.

5- ¿QUE TIPO DE ENERGIA RENOVABLE RECOMIENDA UD. HA EMPLEAR EN EL PRESENTE EDIFICIO?

Existen certificaciones que controlan el mal disposición en desechos del agua, recirculación o purificación del aire, sistemas de recuperación de calor y máquinas muy puntual como paneles solares (Energía renovable).

6- MENCIONANDO EL DETALLE ECONOMICO, ¿CUANTO ES EL COSTO ESTIMADO EN LA IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA BMS?

Puede variar según los criterios y características de la edificación, puede ir desde los 30 mil USD a 1 millón USD en algunos casos siempre dependerá de los atributos del proyecto.

7- ¿Cuál es horario en el que se consume mayor o menor cantidad de energía?, ¿Cuál es el porcentaje promedio de la energía empleada utilizando un sistema BMS?

El horario de mayor consumo será en las horas de 8am a 1pm, luego de su horario de descanso aumenta la energía desde 2pm hasta los 8pm. Se empleará un porcentaje del 30 al 40% de la capacidad total.

FIRMA.....

Leonardo Rojas Lopez.

## Detalle económico de implementación de un sistema BMS

ITEM	EQUIPOS	MARCA	CODIGO	CANT	UND	P.U	P.P	TOTAL
<b>1.00</b>	<b>EQUIPOS Y SUMINISTROS</b>							<b>\$121,109.00</b>
<b>1.10</b>	<b>SOFTWARE DEL SISTEMA BMS</b>							<b>\$2,135.00</b>
1.1.1	Supervisor with 3 Niagara network connections.	HONEYWELL / DISTECH	SUP-3	1	UND	\$1,536.00	\$1,536.00	
1.1.2	Supervisor 3 - Initial 18 month maintenance must be purchased in conjunction with Supervisor software. Optional 3 or 5 year maintenance may be substituted.	HONEYWELL / DISTECH	SUP-3-SMA-INIT	1	UND	\$234.00	\$234.00	
1.1.3	ADDS ONE ADDITIONAL NIAGARA CONNECTION	HONEYWELL / DISTECH	SUP-UP-1	1	UND	\$365.00	\$365.00	
<b>1.20</b>	<b>SISTEMA CENTRAL-INTEGRACION</b>							<b>\$24,039.00</b>
1.2.1	UNIVERSAL POWER SUPPLY FOR JACE-8000	HONEYWELL / DISTECH	WPM-8000	3	UND	\$73.00	\$219.00	
1.2.2	WEB 8000 - Add-on dual port RS-485 module.	HONEYWELL / DISTECH	NPB-8000-2X-485	3	UND	\$333.00	\$999.00	
1.2.3	WEB 8000 100 Device Core & 5000 Points. Includes standard open drivers. Supports up to 100 devices or 10000 points. Requires Niagara 4.0 or higher.	HONEYWELL / DISTECH	WEB-8100	3	UND	\$5,554.00	\$16662.00	
1.2.4	WEB 8100 - Initial 18 month maintenance must be purchased in conjunction with initial Core software. Optional 3 or 5 year maintenance may be substituted.	HONEYWELL / DISTECH	SMA-8100-1YR-INIT	3	UND	\$1,004.00	\$3012.00	
1.2.5	Switch de comunicación	AT		1	UND	\$289.00	\$289.00	
1.2.6	Monitor LG 32MP58HQ, 32" IPS FHD, 1920x1080, HDMI / VGA	LG		1	UND	\$408.00	\$408.00	
1.2.7	Servidor HPE ProLiant ML30 Gen9, Intel Xeon E3- 1220 v6 3.0 GHz, 8GB DDR4, Tower 4U; Disco duro HPE 861691-B21, 1 TB, SATA 6.0, 7200 RPM, LFF, SC MidLine, 3.5"; SOFTWARE MICROSOFT WINDOWS SERVER ESSENTIALS 2016, 64-BIT	HPE		1	UND	\$2,450.00	\$2450.00	
<b>CONTROLADORES Y EQUIPOS DE CAMPO</b>								
<b>1.30</b>	<b>SISTEMA HVAC</b>							<b>\$62,066.00</b>
1.3.1	Spyder Lon Programmable Controller, 4 Universal/0 Digital Inputs, 2 Analog/4 Digital Outputs (UMAs)	HONEYWELL / DISTECH	PUL4024S/U	13	UND	\$582.00	\$7,566.00	
1.3.2	Spyder Lon Programmable Controller, 4 Universal/0 Digital Inputs, 2 Analog/4 Digital Outputs (Pumps)	HONEYWELL / DISTECH	PUL4024S/U	7	UND	\$582.00	\$4,074.00	
1.3.3	Spyder Lon Programmable Controller, 6 Universal/4 Digital Inputs, 3 Analog/8 Digital Outputs	HONEYWELL / DISTECH	PUL6438S/U	1	UND	\$582.00	\$582.00	
1.3.4	Bluetooth Low Energy communicating room device with room temperature, humidity and CO2 sensors, LCD touchscreen display, Bluetooth mobile connectivity and a white enclosure. For use with ECY series controllers only. (VAV)	DISTECH	Allure UNITOUCH-W-CH	56	UND	\$516.00	\$28,896.00	
1.3.5	Connected VAV Controller with 4UI, 4 DO (Triac) and 2 UO. Built-in differential pressure transducer (0-500Pa, 0-2.0" w.c.) and actuator (5Nm, 45in-pd). Embedded ENVYSION Viewer only. Pre-loaded apps in SI Units.	DISTECH	ECY-VAV (SI)	51	UND	\$327.00	\$16,677.00	
1.3.7	B-BC Connected Terminal Unit Controller for fan coil, heatpump and chilled beam applications with 3 UI, 2 DI, 1 sensor input, 4 DOR (relay), 2 DOT (triac, line-powered), and 4 AO. Embedded ENVYSION Viewer and xpressENVYSION. Pre-loaded apps in SI units. (Fan Coil)	DISTECH	ECY-PTU-207 (SI)	6	UND	\$324.00	\$1,944.00	
1.3.8	Sensores de presión diferencial para filtro saturado	DWYER	EDPS	13	UND	\$36.00	\$468.00	
1.3.9	Sensores de Temperatura para UMA	DWYER	I2-41042	13	UND	\$37.00	\$481.00	
1.3.10	Transmisor diferencial de presión para UMA	DWYER	MS-121	13	UND	\$106.00	\$1,378.00	
<b>1.40</b>	<b>SISTEMA DE VENTILACION MECANICA</b>							<b>\$13,497.00</b>
1.4.1	Spyder Lon Programmable Controller, 6 Universal/4 Digital Inputs, 3 Analog/8 Digital Outputs	HONEYWELL / DISTECH	PUL6438S/U	11	UND	\$582.00	\$6,402.00	
1.4.2	Honeywell floating or (0)2-10 Vdc 44 lb-in., 5 Nm spring return, direct-coupled actuator	HONEYWELL / DISTECH	MS7505A2030/U	33	UND	\$188.00	\$6,204.00	

## Base fotográfica

