

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA- ENERGÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ENERGÍA**



**“DIAGNOSTICO ENERGÉTICO PARA LA  
ELABORACIÓN DEL PLAN DE AHORRO DE  
ENERGÍA ELÉCTRICA EN EDIFICIOS  
PÚBLICOS – LIMA”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO EN ENERGÍA**

**CARLOS ENRIQUE GONZALES VARGAS**

**Callao, setiembre, 2014**

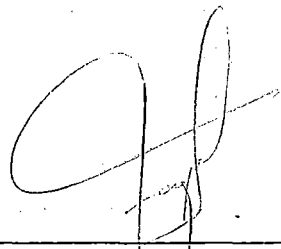
**PERÚ**

## INFORME

El Presidente del Jurado Evaluador del I ciclo de tesis, informa que la sustentación de la tesis titulada: **“DIAGNOSTICO ENERGÉTICO PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN DE AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EDIFICIOS PÚBLICOS - LIMA”**, presentado por el bachiller **GONZÁLES VARGAS, Carlos Enrique**, realizado el día 22 de setiembre del 2014; el mismo que fue aprobado como consta en el acta correspondiente.

Se emite el presente informe para los fines pertinentes.

Bellavista, 29 de setiembre del 2014



---

Mg. Félix Alfredo Guerrero Roldan  
Presidente del Jurado Evaluador  
I ciclo de tesis

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA - ENERGÍA**

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

En el Auditorio "AUSBERTO ROJAS SALDAÑA", sito en la Av. Juan Pablo II N° 306 del distrito de Bellavista-Callao, siendo las 6:40:00 PM horas del día lunes 22 de setiembre del 2014, se reunieron los miembros del Jurado Evaluador del I Ciclo de Tesis (TITULACIÓN POR LA MODALIDAD DE TESIS CON CICLO DE TESIS) de la Facultad de Ingeniería Mecánica - Energía de la Universidad Nacional del Callao

Presidente : Mg. FÉLIX ALFREDO GUERRERO ROLDÁN  
Secretario : Dr. JOSÉ HUGO TEZÉN CAMPOS  
Vocal : Ing. HÉCTOR ALBERTO PAZ LÓPEZ  
Suplente : Ing. MARTÍN TORIBIO SIHUAY FERNÁNDEZ

Designados por Resolución de Consejo de Facultad N° 069-2014-CF-FIME de fecha 10.07.14, a fin de proceder al acto de evaluación de la tesis titulada "**DIAGNOSTICO ENERGÉTICO PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN DE AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EDIFICIOS PÚBLICOS - LIMA**" presentada por el Señor Bachiller **GONZÁLES VARGAS, Carlos Enrique**.

Contando con la presencia del Supervisor General, Dr. JOSÉ RAMON CACERES PAREDES, Vicerrector de Investigación de la Universidad Nacional del Callao; Supervisor de la Facultad, Dr. Isaac Pablo Patrón Yturry, Decano de la Facultad de Ingeniería Mecánica-Energía; y, el Representante de la Comisión de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Mecánica-Energía, Ing. JUAN GUILLERMO MANCCO PEREZ.

A continuación, se dio inicio a la sustentación de la Tesis de acuerdo a lo normado por el Capítulo X (numerales 10.1 al 10.4) de la "Directiva para la Titulación Profesional por la Modalidad de Tesis con Ciclo de Tesis en la Universidad Nacional del Callao", aprobada por Resolución Rectoral N° 754-2013-R, de fecha 21 de agosto del 2013, modificada por la Resolución Rectoral N° 777-2013-R de fecha 29 de agosto del 2013, la resolución Rectoral N° 281-2014-R del 14 de abril del 2014 con la que se modifica el artículo 4.5 del capítulo IV de la organización del ciclo de tesis de la directiva N° 012-2013-R así como también de acuerdo a lo normado, en la parte pertinente, por el Reglamento de Grados y Títulos de Pregrado de la Universidad Nacional del Callao, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 082-2011-CU de fecha 29 de abril del 2011.

Culminado el acto de exposición, los señores miembros del Jurado Evaluador procedieron a formular las preguntas al indicado Bachiller, las mismas que fueron absueltas satisfactoriamente.

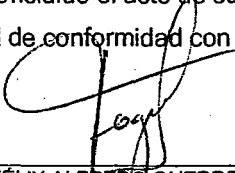
Luego de un cuarto intermedio, para la deliberación en privado del Jurado respecto a la evaluación de la tesis, se ACORDÓ: CALIFICAR la tesis sustentada por el Señor Bachiller **GONZÁLES VARGAS, Carlos Enrique**, para optar el Título Profesional de Ingeniero en Energía por la modalidad de tesis con Ciclo de Tesis, según la puntuación cuantitativa y cualitativa que a continuación se indica:

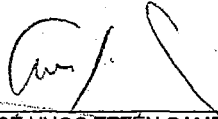
CALIFICACIÓN CUANTITATIVA	CALIFICACIÓN CUALITATIVA
13 (TRECE)	BUENO

Finalmente, se procedió a leer en público el acta de sustentación.

Siendo las 7:15:00 PM horas del día lunes 22 de setiembre del dos mil catorce, el señor Presidente del Jurado dio por concluido el acto de sustentación de tesis.

En señal de conformidad con lo actuado, se levanta la presente Acta.

  
Mg. FÉLIX ALFREDO GUERRERO ROLDÁN  
PRESIDENTE

  
Dr. JOSÉ HUGO TEZÉN CAMPOS  
SECRETARIO

  
Ing. HÉCTOR ALBERTO PAZ LÓPEZ  
VOCAL

  
Ing. MARTÍN TORIBIO SIHUAY FERNÁNDEZ  
SUPLENTE

## **DEDICATORIA**

A mis padres quienes me han apoyado para llegar a esta instancia de mis estudios, ya que siempre han estado presentes para apoyarme moral y psicológicamente. A mis hermanos quienes han sido mi mayor motivación para no rendirme en los estudios y ser un ejemplo para ellos.

## **AGRADECIMIENTO**

A mis padres por darme la oportunidad de existir, y por luchar día a día para que logre mis objetivos trazados.

A mi tío Mateo Gonzales Frías que por cosas del destino tuvo que partir de manera temprana y no pudo ver mis objetivos realizados pero sus consejos fueron de gran ayuda en este largo camino por recorrer.

A mis amigos que siempre estuvieron presentes en mis ideas y por estar siempre con esa palabra de aliento para hacer que todo se vea más sencillo y productivo.

A mi amigo Carlos Morales por su notable e incondicional apoyo, y a una persona muy especial que supo estar a mi lado para levantarme y darme fuerzas cuando flaqueaba en mi camino.

A mi asesor Oscar Tacza Casallo, por su participación y guiarme en la culminación exitosa de este esfuerzo.

A los profesores que compartieron sus conocimientos durante años y así terminar con éxito este proyecto, Muchas gracias a todos y que Dios les llene de bendiciones.

## ÍNDICE

<b>CONTENIDO DE TABLAS</b>	5
<b>INDICE DE GRAFICAS</b>	9
<b>INDICE DE FIGURAS</b>	11
<b>RESUMEN</b>	12
<b>ABSTRACT</b>	13
<b>I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN</b>	
1.1 Identificación del problema	14
1.2 Formulación del problema	16
1.3 Objetivos de la Investigación	16
1.3.1 Objetivo General	16
1.3.2 Objetivos Específicos	16
1.4 Justificación	17
1.5 Importancia	18
<b>II. MARCO TEORICO</b>	
2.1 Antecedentes de estudio	19
2.2 Marco conceptual	22

2.2.2	Importancia de la Eficiencia Energética	22
2.2.3	Objetivo de la Eficiencia Energética	22
2.2.4	Tecnología de gestión	24
2.2.5	Ahorro de energía eléctrica	25
2.2.6	Pautas para un ahorro de energía	26
2.2.7	Edificio publico	28
2.2.8	Equipos y dispositivos eléctricos en edificios	31
2.2.9	Instrumentos Utilizados en un Diagnostico Energético	39
2.3	Normatividad	44
<b>III. VARIABLES E HIPOTESIS</b>		
3.1	Variables de la Investigación	46
3.2	Operacionalizacion de variables	46
3.3	Hipótesis	46
3.3.1	Hipótesis General	46
3.3.2	Hipótesis Específicas	47
<b>IV. METODOLOGÍA</b>		
4.1	Tipo de Investigación:	48
4.2	Diseño de la Investigación	48
4.2.1	Parámetros básicos de investigación	48

4.2.2 Etapas de la Investigación	49
4.2.3 Detalles de la investigación	50
4.3 Población y muestra	106
4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	106
4.5 Procedimiento de recolección de datos	107
4.6 Procesamiento estadístico y análisis de datos	107
<b>V. RESULTADOS</b>	
VI. DISCUSION DE RESULTADOS	121
6.1 Contrastación de la hipótesis con los resultados	121
6.2 Contrastación de resultados con otros estudios similares	122
<b>VII. CONCLUSIONES</b>	123
<b>VIII. RECOMENDACIONES</b>	124
<b>IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b>	126
<b>ANEXOS</b>	128
Anexo A: Matriz de consistencia	129
Anexo B: Formato de mediciones eléctricas	130
Anexo C: Formato de inventarios de equipos eléctricos	131
Anexo: D Formatos de encuesta de hábitos de consumo de energía eléctrica Formulario de encuesta por Google Drive	132



Anexo E: Formulario de encuesta vía correo electrónico	133
Anexo F: Formato para recopilación de información	134
Anexo G: Superficies de los pisos del edificio	135
Anexo H: Estándares para la climatización e iluminación	138
Anexo I: Normativa europea de eficiencia energética de edificios	145
Anexo J: Ley 27345 promoción del uso eficiente de la energía	151
Anexo K: Costo de implementación del diagnóstico.	152

## CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 2.1	Objetivos Generales de la Eficiencia Energética	23
Tabla 2.2	Pautas Para el Ahorro de Energía	27
Tabla 2.3	Emisiones al Ambiente por Consumo de Energía en Edificios Públicos	42
Tabla 3.4	Operacionalización de Variables	46
Tabla 4.5	Etapas de la Investigación	49
Tabla 4.6	Datos RetsCreen para el Edificio de la Sede Central de Osinergmin	51
Tabla 4.7	Datos RetsCreen para la Ciudad de Lima	52
Tabla 4.8	Datos del Suministro del Edificio	57
Tabla 4.9	Variación Mensual del Consumo de Energía Eléctrica 2012 – 2013	58
Tabla 4.10	Cargo por Energía Activa	59
Tabla 4.11	Cargo por Potencia Contratada	60
Tabla 4.12	Cargo por Potencia Activa de Generación	60
Tabla 4.13	Costo de la Potencia de Generación - Tarifa MT3	62
Tabla 4.14	Costo de la Energía Activa - Tarifa MT3	62
Tabla 4.15	Costo de la Potencia Contratada	62

Tabla 4.16	Calificación Tarifaria	63
Tabla 4.17	GLP Utilizado para la Generación de Electricidad	65
Tabla 4.18	Energía Eléctrica Generada y Consumida en la sede Central	66
Tabla 4.19	Mediciones en tableros eléctricos	67
Tabla 4.20	Mediciones Eléctricas – Tablero General	68
Tabla 4.21	Mediciones Eléctricas – Tablero CPD	68
Tabla 4.22	Carga en tableros eléctricos	69
Tabla 4.23	Comparación de Cargas en Tableros Eléctricos	70
Tabla 4.24	Relación de Equipos Consumidores de Energía Eléctrica	72
Tabla 4.25	Consumo y Horas de uso de Equipos Consumidores de Energía Eléctrica	73
Tabla 4.26	Consumo de Energía Eléctrica por Pisos	74
Tabla 4.27	Consumo Promedio Mensual (nuevos soles) por piso y Equipos	75
Tabla 4.28	Consumo de Energía Eléctrica por Equipos	76
Tabla 4.29	Ahorros de energía	89
Tabla 4.30	Ahorro de energía al año	90
Tabla 4.31	Reducción de Potencia	90

Tabla 4.32	Beneficio Económico por Ahorro de Energía	90
Tabla4.33	Beneficio Económico por Ahorro de Potencia de Generación	91
Tabla4.34	Beneficio Económico por Ahorro de Potencia Contratada	91
Tabla 4.35	Beneficio Económico Total Anual	91
Tabla 4.36	Costo de Equipos	92
Tabla 4.37	Retorno de Inversión	92
Tabla4.38	Resultados Flujo Neto de Efectivo Sistema de Climatización	93
Tabla 4.39	Valores Usados para el Cálculo de VAN, B/C Y TIR (tasa de descuento: 12%)	94
Tabla 4.40	Resultados Flujo neto de Efectivo Equipos de alta Eficiencia	95
Tabla 4.41	Valores Usados para el Cálculo de VAN, B/C Y TIR (tasa de descuento: 12%)	96
Tabla 4.42	Consumo per cápita de Energía por Colaborador	101
Tabla 4.43	Consumo per cápita de Energía por Colaborador	102
Tabla 4.44	Consumo de Energía por metro Cuadrado [kwh/m2]	103
Tabla 4.45	Factor de Emisión Utilizado	104
Tabla 4.46	Emisiones GEI por consumo de energía eléctrica	104

Tabla 4.47	Emisiones GEI Reducidas	105
Tabla 4.48	Técnicas ,Instrumentos de recolección de datos	106
Tabla 4.49	Visitas de Identificación de Hábitos de Consumo	108
Tabla 4.50	Numero de Colaboradores de Osinergmin	109
Tabla 4.51	Numero de Colaboradores a encuestar	109
Tabla 4.52	Estimación del Consumo extra Generado por Malas Prácticas en el uso de la Iluminación	112
Tabla 4.53	Estimación de Ahorros Obtenidos por Cambio a Luminarias LED	113
Tabla 4.54	Estimación del Consumo de Energía Eléctrica extra Generado por Usuarios Remoto	117
Tabla 4.55	Consumo extra Generado por malas Prácticas en el uso de Equipos Ofimáticos.	118

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Grafico 2.1 Áreas de un Edificio Público	29
Gráfico 4.2 Histórico de Consumo de Energía Eléctrica	58
Gráfico 4.3 Diagrama de Cargas Sede Central	64
Gráfico 4.4 Consumo de Energía Eléctrica Sede Central	66
Gráfico 4.5 Comparación de Carga 2010 – 2013 Sede Central	71
Gráfico 4.6. Consumo de Energía Eléctrica por Equipos – Sede Central	76
Gráfico 4.7 Modelo de Sombras NNE	78
Gráfico 4.8 Modelo de Sombras SSE	79
Gráfico 4.9 Zonificación del Edificio pisos 1 – 6	81
Gráfico 4.10 Zonificación del Edificio pisos 7 – 12	83
Gráfico 4.11 Situación con Respecto a la Costa	86
Gráfico 4.12 Aperturas en la Fachada	87
Gráfico 4.13 Consumo per Cápita de Energía [kwh/colaborador]	101
Gráfico 4.14 Utilización de la Luz Natural – Sede Central	106
Gráfico 4.15 Iluminación en las Oficinas – Sede Central	111
Gráfico 4.16 Uso de las Computadoras Terminada la Jornada laboral – Sede Central	116

Gráfico 4.17	Hábitos de Consumo de Energía en Monitores	118
Gráfico 4.18	Uso del Aire Acondicionado	119

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1	Lámpara de Sodio de alta Presión	31
Figura 2.2	Balastro Electrónico	32
Figura 2.3	Luminarias Estancas para Fluorescentes Lineales	32
Figura 2.4	Control de Encendido y Apagado	32
Figura 2.5	Equipos de Aire Acondicionado	34
Figura 2.6	Fachada del Edificio de la sede Central de Osinergmin	38
Figura 2.7	Multímetro	39
Figura 2.8	Luxómetro	40
Figura 2.9	Analizadores y Registradores de parámetros Eléctricos	41
Figura 2.10	Anemómetro Digital	41
Figura 2.11	Termómetro Digital	42
Figura4.12	Ubicación de la Sede Central del edificio de OSINERGMIN	77
Figura 4.13	Fachada Nor-Nor Este	78
Figura 4.14	Fachada Sur Este- Este	79



## RESUMEN

La investigación realizada es de tipo tecnológica y de nivel aplicada, de un diseño no experimental, para lograr los resultados del diagnóstico energético se emplearon instrumentos eléctricos así como análisis estadísticos. La eficiencia energética en los edificios es un tema primordial hoy en día, todas las instituciones buscan ser lo más eficiente posibles con la finalidad de ahorrar energía y ser amigables con el medio ambiente, es así como OSINERGMIN, dentro de sus actividades e coeficientes de este año, desarrolló un *“Diagnóstico para mejoras de eficiencia energética”* para el edificio de la sede central, para cumplir con la meta de brindar el mismo servicio de calidad con el uso de menos recursos energéticos, Para definir la tecnología se definieron una serie de opciones de eficiencia energética que sean técnica, económica y ambientalmente rentables con el objetivo de ahorrar energía eléctrica manteniendo o mejorando el confort de los colaboradores.

Este informe detalló un diagnóstico energético actual del edificio e incluyó un análisis estadístico de los hábitos de consumo de energía eléctrica de los colaboradores. Finalmente se propusieron medidas de ahorro energético que han sido elaboradas siguiendo las diferentes metodologías para desarrollar eficiencia energética y diagnósticos energéticos en residencial y edificios.

**Palabras Claves:** Diagnostico Energético, plan de ahorro, energía eléctrica.

## **ABSTRACT**

The research conducted is applied technological type and level of non-experimental design, to achieve the results of electrical energy assessment instruments were used and statistical analysis. Energy efficiency in buildings is a key issue today, all institutions seek to be as efficient as possible in order to save energy and be friendly to the environment, so as OSINERGMIN within their activities and coefficients of this year, developed a "Diagnosis for energy efficiency improvements" to the building of the headquarters, to meet the goal of providing the same quality service using less energy resources, to define the technology a number of options were defined energy efficiency that are technically, economically and environmentally profitable in order to save energy while maintaining or improving the comfort of employees.

This report detailed a current building energy assessment and included a statistical analysis of the habits of electricity reviewers. Finally energy saving measures which have been prepared following different methodologies to develop energy efficiency and energy audits in residential buildings were proposed.

**Keywords:** Diagnosis Energy, savings plan, electricity.

## I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.1. Identificación del Problema

En los últimos años la situación energética se ha ido agravado cada día más, desde que llego a su punto más alto en la década del 70 allí también ha sido su punto de quiebre, en el presente buscamos ser lo más eficientes posibles ya sea ahorrando energía de distintas fuentes, cambiando nuestros distintos dispositivos, mejorando los hábitos del consumo de energía o aplicando diferentes tecnologías, esto con la finalidad de ser eficientes energéticamente y a la vez conservando y cuidando el medio ambiente, por qué bien se sabe que el sector energético es la fuente más importante de emisiones de gases de efecto invernadero .

Existen empresas que adoptan dichas medidas con la intención de disminuir el costo de la facturación. No obstante, para efectuar estas alternativas es necesario realizar un diagnóstico energético que permita establecer indicadores de hábitos de consumo, operación y uso de los diferentes equipos e instalaciones eléctricas.

Es así como OSINERGMIN, dentro de sus actividades ecoeficientes de este año, decidió desarrollar un *“estudio y diagnóstico para mejoras de eficiencia y ahorro energético”* como un tema primordial que le permitirá amalgamar esfuerzos para

cumplir con la meta de brindar el mismo servicio de calidad con el uso de menos recursos energéticos, minimizando los impactos sobre el ambiente, con este proyecto se buscó y se logró ahorrar energía eléctrica en el edificio de Osinergmin sede central, de esta manera se redujeron también las emisiones de gases de efecto invernadero, para esto se desarrolló un diagnóstico y estudio minucioso de todos sus equipos eléctricos con los que cuenta el edificio(luminarias, equipos de aire acondicionado, bombas, termas eléctricas, etc.), esto con el objetivo de determinar en qué puntos se centraba la mayor pérdida de energía y cuáles eran las mayores fuentes de consumo de energía eléctrica en el edificio .

## **1.2. Formulación del problema**

¿Cuál es el diagnóstico energético para obtener un plan de ahorro de energía eléctrica en un edificio público -Lima?

### **1.2.1. Problemas específicos**

- ¿Cómo se va a Analizar y Establecer dónde y cómo son utilizadas las fuentes de energía que utiliza la sede central?
- ¿Cómo se va a Determinar cuántos kW de energía es desperdiciada y Definir medidas para ahorrar energía y reducir costos energéticos, evaluados técnica y económicamente?
- ¿cómo se va a Proveer el plan para aprovechar las oportunidades de ahorro y mejorar las operaciones del edificio en cuanto al uso de los rubros energéticos?

## **1.3. Objetivos de la Investigación**

### **1.3.1. Objetivo General**

Realizar un diagnóstico energético mediante un análisis sistemático para obtener un plan de ahorro de energía eléctrica en un edificio público-lima.

### **1.3.2. Objetivos específicos:**

- Analizar y Establecer dónde y cómo son utilizadas las fuentes de energía que utiliza la sede central.
- Determinar cuánta kW de energía es desperdiciada y Definir posibles medidas y proyectos para ahorrar energía y reducir costos energéticos; evaluados técnica y económicamente.

- Proveer un plan para aprovechar las oportunidades de ahorro y mejorar las operaciones del edificio en cuanto al uso de los rubros energéticos.

#### **1.4. Justificación**

A lo largo de los últimos años se ha incrementado el uso de la energía eléctrica para satisfacer no sólo el consumo actual mundial sino también el creciente desarrollo tecnológico en las diferentes áreas profesionales, por tal motivo desde hace aproximadamente dos décadas, países de diferentes continentes se han reunido con el compromiso de buscar alternativas y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, El Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático ha establecido ciertas directrices, en los países suscritos, sobre el porcentaje que deben reducir en la emisión de dichos gases. Por tal razón se vio en la necesidad de realizar un Plan Nacional de Racionamiento Eléctrico, muchas empresas e instituciones en vista de la problemática de la continuidad del suministro de energía eléctrica decidieron implementar planes de ahorro energético no sólo para cumplir con la normativa sino también para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, se propondrán medidas para que sean implantadas en sus planes de ahorro energético.

### **1.5. Importancia**

Este proyecto es importante porque permite el ahorro y el uso eficiente de la energía eléctrica, nos permitió elaborar diagnósticos de eficiencia energética en un edificio para el caso particular del edificio de osinergmin la sede-central y cuáles son los pasos que se siguieron para elaborarlo, además que ayudó a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero, el estudio y diagnóstico permitió elaborar un plan de mejoramiento energético con el cual se genera el ahorro de energía así como también económico lo cual se vio reflejado mensualmente en la facturación, se buscó también brindar el mismo servicio y conservar el mismo confort empleando menos consumo de energía.

## II. MARCO TEORICO

### 2.1. Antecedentes de estudio

- En la biblioteca Central de la Universidad Simon Bolivar-Venezuela se encuentra la Tesis Auditoria energética del Sistema de iluminación de una Entidad Bancaria”, cuyo autor es Luis Arias Sanchez, que presento y sustento para obtener el grado de Ingeniero Electricista, en el año 2011.

En el trabajo de titulación se evalúa el potencial de ahorro energético en el sistema de Iluminación del edificio principal de la entidad bancaria BANESCO C.A, lo que les proporcionara información del consumo energético en este sistema así como sus posibles fallas. la evaluación comprende actividades como recolección del historial de facturas, planos de ubicación, aplicación de encuesta, entre otros. Se realizaron actividades como Instalación de equipos de medición, analizadores de circuitos electricos registro de carga y estudios de luminotecnica que seran utiles para la elaboración de las recomendaciones finales de los ahorros posibles en el sistema de Iluminación adicionalmente se espera crear conciencia en los usuarios de esta entidad bancaria.

- En la Biblioteca Central de la Universidad de Carabobo-España, se encuentra la Tesis Diseño del Plan de Ahorro Energético en el Edificio Escorpio, Universidad de Carabobo”, cuyo autor es Eva Mona-



gas, quien presento y sustento para obtener el grado de Ingeniero Electrónico, en el año 2010.

El siguiente estudio consta del diseño preliminar del Plan de Ahorro Energético de las dependencias de la Universidad de Carabobo ubicadas en Edificio Escorpio para su aprobación, en virtud de dos inspecciones realizadas al edificio que arrojaron una ineficiencia considerable y pérdidas de energía y dinero se adecuo la implementación de un plan energético para optimizar los equipos eléctrico y lograr una eficiencia energética.

- En la Biblioteca Central de la Universidad Politécnica de Latacunga-Ecuador, se encuentra la Tesis Auditoría Energética de la Escuela Politécnica del Ejercito”, cuyo autor es Franklin Marcelo Núñez Salguero, quien presentó y sustentó para obtener el grado de Ingeniero de Ejecución en Electromecánica, en el año 2005.

Realizar una campaña del uso racional de la energía eléctrica, en la cual intervengan todos los miembros de la ESPE - LATACUNGA, ya que una adecuada cultura de consumo puede llegar hacer fundamental al momento de reducir costos por facturación de energía eléctrica.

El objetivo de este trabajo es la concientización sobre el uso racional de la energía eléctrica; es por ello que los proyectos de ahorro de energía se proponen el uso de equipos de alta eficiencia, cuyos costos son superiores a los equipos estándar. En nuestro medio es

necesario que el personal de la Institución tengan su mente abierta y reconozcan los beneficios técnicos y económicos de los equipos de alta eficiencia, los mismos que producen importantes ahorros.

- En la Biblioteca Central de la Universidad Valladolid-España, se encuentra la tesis "Reducción del Consumo Energético y Emisiones de Anhídrido Carbónico en Edificios Combinando Enfriamiento Evaporativo, enfriamiento gratuito Y recuperación de Energía en Sistemas todo Aire", cuyo autor es Ana Tejero González, quien presentó y sustentó para obtener el grado de Doctora.

La justificación de este tipo de sistemas de bajo consumo energético, se basa en el pre acondicionamiento del aire de ventilación impulsado a los locales para cumplir los requisitos establecidos de Calidad del Aire Interior, dentro del contexto de conciencia global sobre eficiencia energética orientada a combatir la extinción de recursos y el impacto medioambiental, manteniendo las prestaciones exigidas a las instalaciones de acondicionamiento de aire. Por este motivo, se introducen los conceptos más relevantes sobre confort térmico y calidad del aire, a fin de definir con claridad los objetivos últimos de la operación de los sistemas.

## **2.2. Marco Conceptual**

### **2.2.1. Eficiencia Energética**

Se entiende por eficiencia energética<sup>1</sup> a la mejora del aprovechamiento de la energía manteniendo el mismo nivel de servicios energéticos, es decir usar menos energía para obtener el mismo confort además de preservar el ambiente mediante la reducción o aprovechamiento al máximo de los recursos naturales.

### **2.2.2. Importancia de la Eficiencia Energética**

Al aprovecharse al máximo los consumos de energía<sup>2</sup> se obtienen los siguientes beneficios:

- Reducción en los costos de la factura eléctrica mensual.
- Aumento de la competitividad por el desarrollo de buenas prácticas ambientales.
- Protección del ambiente mediante la conservación de los recursos naturales (combustibles fósiles) y reducción en las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).

### **2.2.3. Objetivos de la Eficiencia Energética**

La eficiencia energética tiene tres objetivos generales que se describen a continuación en la Tabla siguiente:

---

<sup>1</sup> Guía de Orientación del Uso Eficiente de la Energía y de Diagnósticos Energéticos Edificios Públicos - MINEM

<sup>2</sup> Guía de Orientación del Uso Eficiente de la Energía y de Diagnósticos Energéticos Edificios Públicos - MINEM

**TABLA 2.1**

**OBJETIVOS GENERALES DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA**

Reducir el consumo de energía eléctrica.	Incluye minimizar el consumo energético en edificios.
Reducir el impacto ambiental.	Incluye minimizar emisiones e incluye el aprovechamiento de los recursos naturales (iluminación y climatización).
Suministrar más valor con el servicio.	Significa dar más beneficios a los usuarios, por medio de la funcionalidad, la flexibilidad y la modularidad del servicio de tal forma que el usuario satisfaga sus necesidades, con un menor consumo de materiales y

*Fuente: Guía de Eco eficiencia (Ministerio del Ambiente)*

Así pues la eficiencia energética conduce a beneficios económicos de instituciones, personales y colectivos, entre los que se citan a continuación:

- Menores costos de producción.
- Mayor capacidad de generación disponible: Esto permite la disponibilidad y utilización del sistema eléctrico para otros usos específicos o improvisados.
- Generación de una actividad económica y oportunidades de aprendizaje tecnológico en los nuevos mercados relacionados con la eficiencia energética.
- Menor pérdida de energía y polución relacionada con los gases de efecto invernadero.
- De esta manera la eficiencia energética es una alternativa viable y de bajo costo para contribuir con un mejor uso de la energía eléc-

trica, permitiendo la productividad y competitividad de la empresa y reduciendo la emisión de gases de efecto invernadero.

#### **2.2.4. Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía.**

Actualmente, la eficiencia energética desempeña un papel fundamental en la creación o mejora de los diferentes sistemas energéticos, debido a que hace uso más consciente de la energía eléctrica, obteniendo ahorros económicos y menos emanaciones de gases de efecto invernadero. Así pues, el uso promueve un uso racional e identifica los potenciales de ahorro energético. Sin embargo, se hace necesario una gestión de control que permite una evaluación continua del consumo y hábitos de los consumidores para que perdure en el tiempo estas prácticas. “la TGTEE consiste en herramientas y software especializado, que aplicadas de forma Continua, con la filosofía de la gestión total de la calidad, permiten establecer nuevos hábitos de dirección, control, diagnóstico y uso de la energía, dirigidos al aprovechamiento de todas las oportunidades de ahorro y conservación de la energía y a la reducción de los costos energéticos y la contaminación ambiental asociada” .

Por lo que se tendrá un procedimiento de análisis, registro, evaluación, acción Correctiva sobre los equipos, áreas, procesos y personal para así, reducir los consumos y gastos energéticos en una planificación de corto, mediano y largo plazo.

### **2.2.5. Ahorro de Energía Eléctrica**

Se conoce como ahorro de energía<sup>3</sup> a la práctica que la persona o ente realiza para disminuir el uso de energía eléctrica, la cual sufre un aumento del capital ambiental, financiero, seguridad nacional y el confort humano. Es importante el ahorro de energía ya que ayuda a reducir costos energéticos y ayuda a mantener la economía. En las mayorías de los hogares y edificios públicos existe mucho el consumo de la energía eléctrica, en donde el 40% de sus ingresos son utilizados para pagar este consumo.

#### **Importancia del Ahorro de Energía Eléctrica**

Actualmente el uso de la electricidad es fundamental para realizar gran parte de nuestras actividades; gracias a este tipo de energía tenemos una mejor calidad de vida. Con tan solo oprimir botones obtenemos luz, calor, frío, imagen o sonido. Su uso es indispensable y difícilmente nos detenemos a pensar acerca de su importancia y de los beneficios al utilizarla eficientemente.

El ahorro de energía eléctrica es un elemento fundamental para el aprovechamiento de los recursos energéticos; ahorrar equivale a disminuir el consumo de combustibles en la generación de electricidad.

---









<sup>3</sup> [portalsej.jalisco.gob.mx/ahorro-energia](http://portalsej.jalisco.gob.mx/ahorro-energia)

### **2.2.6 Pautas para lograr un Ahorro de Energía**





Ahorrar y usar eficientemente la energía eléctrica, así como cuidar el medio ambiente, no son sinónimo de sacrificar o reducir nuestro nivel de bienestar o el grado de satisfacción de nuestras necesidades cotidianas, por el contrario, un cambio de hábitos y actitudes pueden favorecer una mayor eficiencia en el uso de la electricidad, el empleo racional de los recursos energéticos, la protección de la economía familiar y la preservación de nuestro entorno natural. A continuación se muestra la tabla 2.2 pautas para lograr un ahorro de energía:

**TABLA 2.2**

**PAUTAS PARA EL AHORRO DE ENERGÍA**

	<p style="text-align: center;"><b>Apagar los equipos eléctricos</b></p> <p>Establecer como regla que las computadoras, impresoras, ventiladores, calentador/enfriador de agua y hasta las cafeteras, estén apagadas y en lo posible desconectados al término de la jornada laboral.</p>
	<p style="text-align: center;"><b>Limpiar con frecuencia los filtros del aire acondicionado</b></p> <p>Establecer en forma permanente un programa de mantenimiento y limpieza al equipo eléctrico, por ejemplo, de lámparas y aires acondicionados.</p>
	<p style="text-align: center;"><b>Apagar los monitores de las computadoras</b></p> <p>Puede ahorrar mucha energía eléctrica si apaga el monitor; éste utiliza un alto consumo de electricidad.</p>
	<p style="text-align: center;"><b>Aprovechar la energía solar</b></p> <p>Permita que el sol se filtre hacia las oficinas, levantando cortinas y/o persianas.</p>
	<p style="text-align: center;"><b>No permitir que se desperdicie energía por las ventanas</b></p> <p>Si la oficina cuenta con aire acondicionado, asegúrese que las ventanas estén bien cerradas.</p>
	<p style="text-align: center;"><b>Apagar las luces</b></p> <p>Apagar las luces siempre que las oficinas estén desocupadas.</p>
	<p style="text-align: center;"><b>Recordatorio para apagar los equipos</b></p> <p>Colocar recordatorios ayuda a adquirir esta importante costumbre. Hacer nuevos recordatorios cada cierto tiempo, para volver a llamar la atención del usuario.</p>
	<p style="text-align: center;"><b>Encender sólo lo necesario</b></p> <p>Si trabaja durante la noche, ilumine sólo las áreas que necesite y apague los equipos que no esté utilizando.</p>



	<p style="text-align: center;"><b>Emplear tecnología que ahorre energía eléctrica</b></p> <p>Una empresa siempre debe de elegir un servidor con la mayor eficiencia energética disponible.</p>
	<p style="text-align: center;"><b>Mantenimiento de centros de cómputo</b></p> <p>Los administradores de centros de cómputo deben mejorar la eficiencia de sus instalaciones para asegurar que todos los equipos estén funcionando de manera óptima y disminuir los requerimientos de enfriamiento.</p>
	<p style="text-align: center;"><b>Detectores de presencia</b></p> <p>Utilizar sensores de presencia. Estos apagan las lámparas automáticamente cuando no se encuentra persona alguna.</p>
	<p style="text-align: center;"><b>Verificación de encendido</b></p> <p>Solicitar a las últimas personas que se retiran de la oficina, apagar las luces o den aviso para que se apaguen.</p>
	<p>Evitar el consumo de electricidad en espera desconectar la carga, retirando la clavija del contacto. Usar un interruptor manual o un multi contacto desde el cual se puede cortar la corriente de suministro</p>

*Fuente: portalsej.jalisco.gob.mx/ahorro-energía*

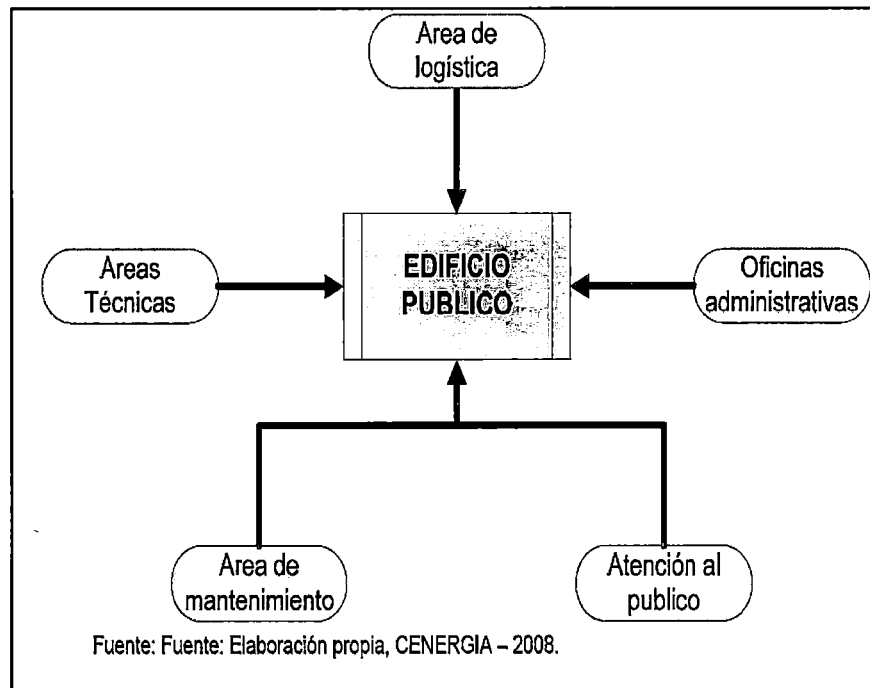
### 2.2.7. Edificio Público

Un edificio público es una construcción dedicada a albergar distintas actividades humanas: vivienda, templo, teatro, comercio, instituciones.

#### **Equipos Principales de un edificio público:**

- Equipos de aire acondicionado.
- Sistemas de iluminación.
- Equipos de cómputo

GRAFICO 2.1  
ÁREAS DE UN EDIFICIO PÚBLICO



### Fuentes y costos de energía en un Edificio Público

En un Edificio Público se utiliza generalmente la electricidad como fuente de energía. Para su adecuado funcionamiento y prestación de servicios

### Análisis y Diagnóstico Energético en un Edificio Público

El análisis y diagnóstico<sup>4</sup> energético de línea base captura y describe el estado del Sistema energético en el momento de su desarrollo. Es importante anotar que existen servicios con características dinámicas que pueden producir variaciones en el Diagnóstico dependiendo del momento de

<sup>4</sup> Guía de Orientación del Uso Eficiente de la Energía y de Diagnósticos Energéticos Edificios Públicos - MINEM

su elaboración. Lo importante es que el Diagnóstico establezca una línea base contra la cual se deberán evaluar los efectos e impactos de posibles mejoras a proponer e implementar. El establecimiento de la línea de base permite evaluar el impacto de las recomendaciones asociadas con buenas prácticas de mínima inversión y mejoras tecnológicas con grado de inversión orientadas a reducir costos de operación y mejorar la calidad del servicio.

La línea base deberá estar expresada en forma cuantitativa y ser consistente con la Situación real del sistema energético a efectos de comparación en un período determinado. Esto resulta de particular importancia para análisis relacionados con Protocolos de medición y verificación en proyectos de uso eficiente de la energía que son financiados a través de mecanismos de contrato por desempeño. El consumo de energía varía a lo largo de los meses, Estas variaciones se deben a diversos factores, en particular a la cantidad de personas en el edificio, aspectos de control y operación de los equipos, y condiciones climáticas (aire acondicionado).

### **Oportunidades de Ahorro de Energía en un Edificio Público**

En términos de oportunidades de mejoramiento existen por un lado las buenas prácticas que requieren mínima inversión y, por otro el reemplazo de equipos que requieren un determinado grado de inversión.

## 2.2.8. Equipos y dispositivos eléctricos en edificios

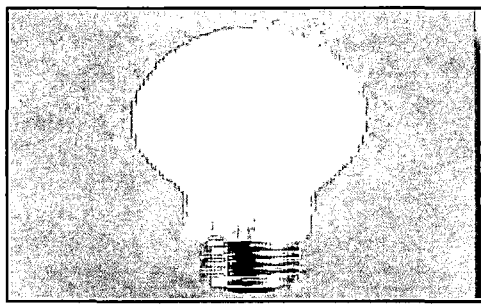
### a. Sistemas de iluminación

El sistema de iluminación se define como "los números dispositivos que convierten la Energía eléctrica en luz .Éstos pueden ser sencillos o complejos, sin embargo la mayoría están compuestos por el balastro, la lámpara, la luminaria y el control.

**b. Lámpara:** Es la fuente de luz que puede ser un bombillo incandescente, fluorescente, halógeno, leds, sodio de alta o baja presión, fluorescente compacto, entre otros.

FIGURA 2.1

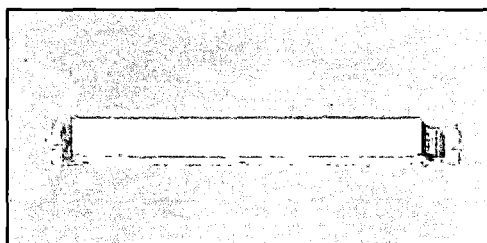
### LÁMPARA DE SODIO DE ALTA PRESIÓN



Fuente auditoria energética-ingeniero Luis Arias Sánchez

**c. Balastro:** Es el dispositivo que regula la cantidad de corriente y tensión de la Lámpara fluorescente. Éste puede ser electromagnético o electrónico.

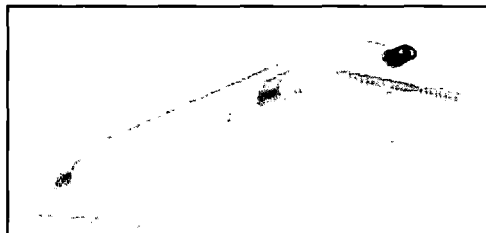
**FIGURA 2.2**  
**BALASTRO ELECTRÓNICO**



*Fuente auditoria energética-ingeniero Luis Arias Sánchez*

**d. Luminaria:** Aparatos que distribuyen, filtran o transforman la luz emitida por una O varias lámparas y que contienen todos los accesorios necesarios para fijarlas, protegerlas y conectarlas al circuito de alimentación”

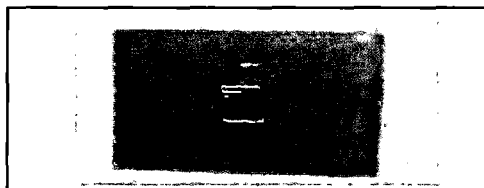
**FIGURA 2.3**  
**LUMINARIAS ESTANCAS PARA FLUORESCENTES LINEALES**



*Fuente auditoria energética-ingeniero Luis Arias Sánchez*

**e. Control:** Es el dispositivo que controla el encendido y apagado de las lámparas De forma manual o automática.

**FIGURA 2.4**  
**CONTROL DE ENCENDIDO Y APAGADO**



*Fuente: auditoria energética-ingeniero Luis Arias Sánchez*

**f. Incandescente:** Lámparas cuya luz se produce al pasar una corriente eléctrica por un filamento de tungsteno, hasta alcanzar una temperatura tan elevada que emite radiaciones visibles. Para evitar que el filamento haga combustión se recubre con una ampolla de vidrio sellada al vacío o con un gas.

**g. Halógenos:** Funciona bajo el mismo principio de la lámparas incandescentes pero en este caso la ampolla posee un componente halógeno agregado al gas que, trabaja como elemento regenerativo.

#### **h. Aire Acondicionado**

El acondicionamiento de aire <sup>5</sup>es el proceso que se considera más completo de tratamiento del aire ambiente de los locales habitados; consiste en regular las condiciones en cuanto a la temperatura (calefacción o refrigeración), humedad, limpieza (renovación, filtrado) y el movimiento del aire dentro de los locales.

Entre los sistemas de acondicionamiento se cuentan los autónomos y los centralizados. Los primeros producen el calor o el frío y tratan el aire (aunque a menudo no del todo). Los segundos tienen un/unos acondicionador/es que solamente tratan el aire y obtienen la energía térmica (calor o frío) de un sistema centralizado. En este último caso, la producción de calor suele confiarse a calderas que funcionan con combustibles. La de frío a máquinas frigoríficas, que funcionan por compresión o

---

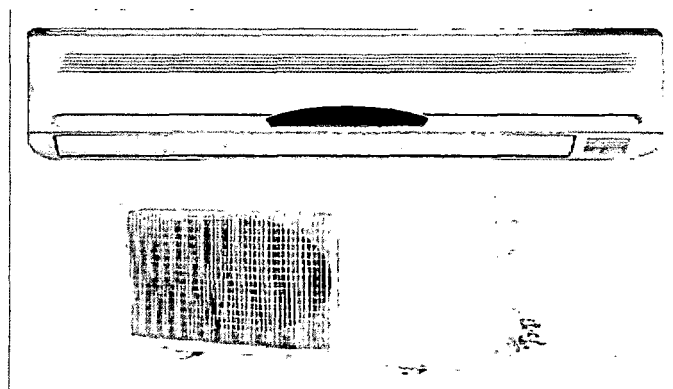
<sup>5</sup> es.wikipedia.org/wiki/Acondicionamiento\_de\_aire

por absorción y llevan el frío producido mediante sistemas de refrigeración.

La expresión aire acondicionado suele referirse a la refrigeración, pero no es correcto, puesto que también debe referirse a la calefacción, siempre que se traten (acondicionen) todos o algunos de los parámetros del aire de la atmósfera. Lo que ocurre es que el más importante que trata el aire acondicionado, la humedad del aire, no ha tenido importancia en la calefacción, puesto que casi toda la humedad necesaria cuando se calienta el aire, se añade de modo natural por los procesos de respiración y transpiración de las personas. De ahí que cuando se inventaron máquinas capaces de refrigerar, hubiera necesidad de crear sistemas que redujesen también la humedad ambiente.

**FIGURA 2.5**

**EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO**



*Fuente: es.wikipedia.org/wiki/Acondicionamiento\_de\_aire*

## **i. Equipos ofimáticos**

Monitores, CPU, impresoras, fotocopadoras, fax, son sin duda elementos imprescindibles en el funcionamiento de una oficina, pero al mismo tiempo causan conocidos daños al medio ambiente y al consumo energético esto se debe al mal funcionamiento de los equipos y una cultura deficiente de ahorro de energía.

- ✓ Los componentes han de tener un consumo de energía bajo, esto puede asegurarse a partir de aparatos con certificación de eficiencia energética disponibles.
- ✓ Deben disponer de dispositivos automáticos de ahorro energético para los momentos en que no se utilicen.
- ✓ Los monitores de pantalla plana (LCD) consumen menos energía y emiten menos radiaciones.
- ✓ El único protector de pantalla que ahorra energía es el negro. Es deseable configurarlo para que se active tras un tiempo determinado de inactividad.
- ✓ Apagar la pantalla del ordenador cuando no se esté utilizando (reuniones, desayuno) y el ordenador fuera de las horas de trabajo.
- ✓ Los equipos consumen una energía mínima incluso apagados, por lo que es deseable desconectar también el alimentador de corriente al final de la jornada.
- ✓ Fotocopiar e imprimir sólo cuando sea necesario, no encender en forma repetida.



## **Climatología**

La climatología <sup>6</sup>es la ciencia que estudia el clima y sus variaciones a lo largo del tiempo, su objetivo es estudiar las características climáticas a largo plazo. Para la simulación energética de edificios se utilizaron datos de estadísticos existentes que permitirán evaluar el comportamiento climatológico del mismo.

## **Año Climatológico**

Mediante los años climatológicos podemos alimentar a los distintos software que utilizan variables climatológicas (temperatura, radiación, velocidad del viento, humedad, presión barométrica, etc.) distribuidas en el tiempo (hora, día, mes, año).*Por citar una empresa Meteonorm*, de la empresa Meteotesr es un software que nos permite acceder a múltiples fuentes de datos climatológicos y generar años climatológicos para cualquier lugar del mundo.

Mediante este programa se genera un año climatológico utilizando los valores que las instituciones peruanas comparten con la "*World Meteorological Organization*" (WMO ) y se interpolan los datos de estaciones cercanas para corregir los datos que se tienen de la NASA y NREL. De este programa se obtiene el año climatológico en formato TMY2 con el que se alimentará el programa de diseño y evaluación de sistemas de climatización.

---

<sup>6</sup> es.[wikipedia.org/wiki/Climatología](http://wikipedia.org/wiki/Climatología)

## **La Radiación solar en Lima**

El año climatológico obtenido en formato TMY2, es cargado en la herramienta "*WeatherTool*"<sup>7</sup> del Software Autodesk® Ecotect® Analysis.

Este archivo nos proporciona los siguientes datos: localización, posición solar, diagrama psicrométrico, análisis de vientos, datos climatológicos por hora, semana y mes.

Los índices de incidencia de radiación solar sobre un sitio tienen un impacto determinante en sus características climáticas. Después de todo, es la radiación solar la que proporciona prácticamente toda la energía que genera los fenómenos atmosféricos.

### **Envolvente**

Una buena cantidad de energía puede desaprovecharse por completo si el edificio no tiene una envolvente con un diseño que considere técnicas de ahorro pasivas que formen parte del diseño arquitectónico: la orientación, el tamaño de las ventanas, la disposición y características del vidrio y la carpintería, el aprovechamiento de la luz natural, la conservación del calor, la protección solar, la inercia térmica. El edificio debe entonces disponer de una envolvente de características tales que, limiten

---

<sup>7</sup> *Weather Tool*, permite analizar claramente y de manera gráfica todas las variables de diseño pasivo que se debe tomar en cuenta para explorar el diseño ambiental de un edificio nuevo o existente.

adecuadamente la demanda energética necesaria para alcanzar el bienestar térmico, higrométrico y lumínico.

**FIGURA 2.6**

**FACHADA DEL EDIFICIO OSINERGMIN**



*Fuente: Google Maps*

### **Diagnóstico Energético**

El diagnóstico energético tiene por objetivo principal identificar oportunidades de uso Eficiente de la energía y establecer una línea base contra la cual se deberán evaluar los beneficios obtenidos como resultado de la implementación de las mejoras y Recomendaciones asociadas con las oportunidades identificadas. Existen diagnósticos de diferente profundidad que están en función del tamaño del edificio público y a la disponibilidad de recursos para su ejecución.

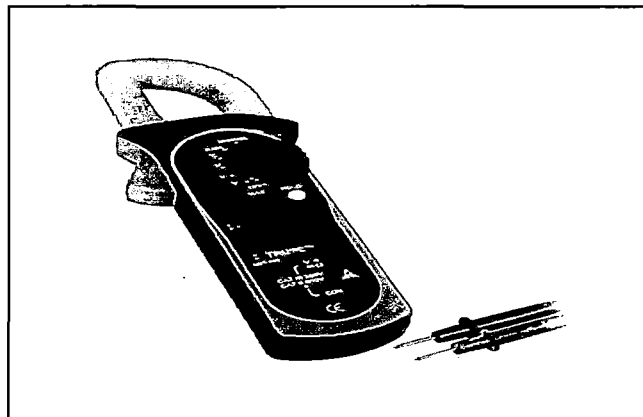
### 2.2.9. Instrumentos utilizados en un diagnóstico energético

Los instrumentos que se suelen utilizar en un diagnóstico energético<sup>8</sup> dependen del alcance de la misma. El edificio de Osinergmin analizado en este informe se enfoca al estudio del sistema de iluminación por lo que los instrumentos utilizados comprenden:

**a. Multímetro:** Instrumento de medición que se utiliza para registrar los valores de tensión AC/DC, corriente AC/DC, resistencia, continuidad, frecuencia entre otras funciones. Existen multímetros que tienen asociado una pinza amperímetro, resultando de gran utilidad pues se evita interrumpir los circuitos para la medición de la corriente.

FIGURA 2.7

MULTÍMETRO



*Fuente: Gestión Energética en el Sector Productivo y los Servicios.*

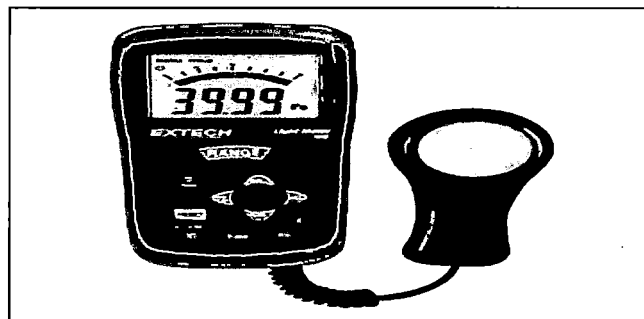
---

<sup>8</sup> Auditoria energética del Sistema de Iluminación de una Entidad Bancaria”, Cuyo autor es Luis Arias Sanchez

**b. Luxómetro:** Instrumento que permite medir el nivel de iluminación de un ambiente. La unidad de medida es lux (lx) . Este equipo Contiene una celda fotoeléctrica que capta la luz y la convierte en impulsos eléctricos.

**FIGURA 2.8**

**LUXÓMETRO**



*Fuente: Gestión Energética en el Sector Productivo y los Servicios.*

**c. Cámara fotográfica:** Equipos que se utilizan para registrar fotografías.

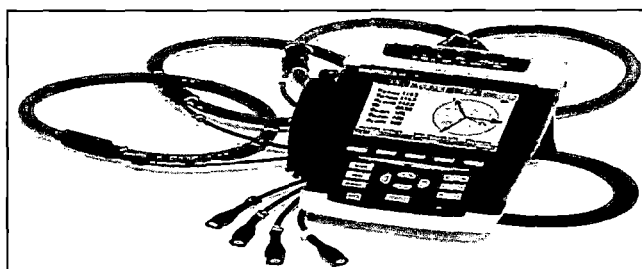
**d. Analizadores y registradores de parámetros eléctricos:** Instrumentos de medición<sup>9</sup> y registro de variables eléctricas como tensión, corriente, potencia activa y reactiva, factor de potencia, energía consumida, *flickers*, desequilibrios y distorsión armónica total.

---

<sup>9</sup> Auditoria energética del Sistema de Iluminación de una Entidad Bancaria", Cuyo autor es Luis Arias Sanchez

FIGURA 2.9

ANALIZADORES Y REGISTRADORES DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS

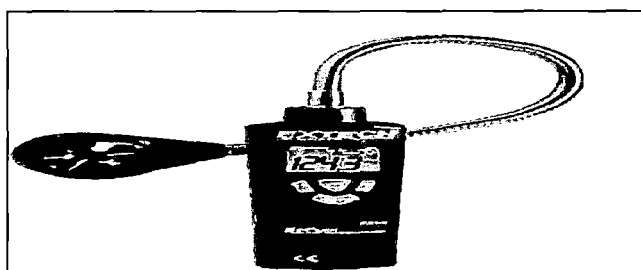


*Fuente: Gestión Energética en el Sector Productivo y los Servicios.  
Cienfuegos: Editorial Universidad Cienfuegos, 2006*

**e. Anemómetro:** Instrumento que permite registrar la velocidad y dirección del viento.

FIGURA 2.10

ANEMÓMETRO DIGITAL



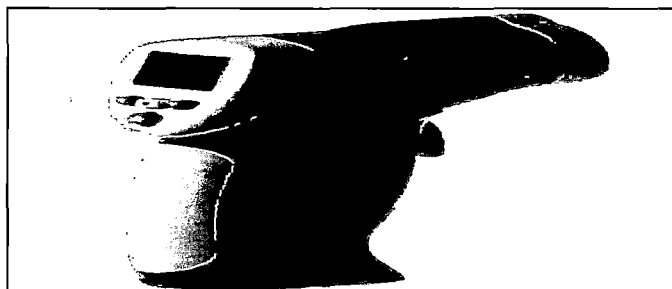
*Fuente: Energética en el Sector Productivo y los Servicios.*

**f. Termómetro:** Instrumento<sup>10</sup> que mide la temperatura. Actualmente, se suele utilizar los termómetros digitales que funcionan por infrarrojo y cesan la temperatura con o sin contacto.

---

<sup>10</sup> Auditoria energética del Sistema de Iluminación de una Entidad Bancaria”, Cuyo autor es Luis Arias Sanchez

**FIGURA 2.11**  
**TERMÓMETRO DIGITAL**



*Fuente: Gestión Energética en el Sector Productivo y los Servicios.  
Cienfuegos: Editorial Universidad Cienfuegos, 2006*

### **Consumo de energía y la contaminación ambiental**

El consumo de energía genera emisiones contaminantes<sup>11</sup> entre las cuales se encuentran: dióxido de carbono, monóxido de carbono, metano, óxidos de nitrógeno, óxidos de azufre y emisión de partículas.

**TABLA 2.3**

#### **EMISIONES AL AMBIENTE POR CONSUMO DE ENERGÍA EN EDIFICIOS PÚBLICOS**

Contaminante	Emisiones
Dióxido de Carbono(CO2)	200 toneladas
Metano (CH4)	200 toneladas
Óxidos de Azufre (SOX)	1000 toneladas
Partículas	500 toneladas

*Fuente: BNE -2006, MEM-Elaboración propia*

<sup>11</sup> Guía de Orientación del Uso Eficiente de la Energía y de Diagnósticos Energéticos Edificios Públicos - MINEM

### **Evaluación del costo de implementación y retorno de inversión**

El costo de implementación <sup>12</sup>asociado con la recomendación que originará el ahorro de energía esperado deberá ser calculado sobre la base de cotizaciones de proveedores que proporcionen un estimado del orden de magnitud involucrado. En este costo deberá considerarse, principalmente, el costo de inversión inicial (una sola vez), mientras que los costos de operación y mantenimiento (periódicos) deberán ser descontados del beneficio económico (calculado en base al ahorro de energía).

Existen varios métodos para establecer el retorno de inversión de las oportunidades y recomendaciones para el ahorro de energía y obtención de beneficio económico. Entre ellos, se incluyen:

- Retorno de inversión (RI)
- Valor actual neto (VAN)
- Tasa interna de retorno (TIR)

El periodo de retorno simple es lo suficientemente apropiado para evaluar costo-beneficio en proyectos con retornos menores a los 2 ó 3 años. A medida que este retorno se hace más prolongado, se hace necesario considerar los otros dos métodos, VAN y TIR.

---

<sup>12</sup> Guía de Orientación del Uso Eficiente de la Energía y de Diagnósticos Energéticos  
Edificios Públicos - MINEM



### 2.3 Normatividad

El desarrollo se hizo siguiendo la normativa vigente para la eficiencia energética en edificios públicos, además de las normas y reglamentos de construcción en Perú, a continuación se mencionan algunos de ellos:

- Ley de Promoción del Uso Eficiente de la Energía (Ley N° 27345)
- Reglamento de Ley para la promoción del Uso Eficiente de la Energía en el País (Decreto Supremo N° 053-2007-EM)
- Reglamento Nacional de Edificaciones (Decreto Supremo N° 011-2006 - VIVIENDA, del 05.05.2006)
- Código Nacional de Electricidad (Resolución Ministerial N° 366-2001-EM/VME)
- Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo (Decreto Supremo N° 009-2005-TR) y del Sector Electricidad (Resolución Ministerial N°263-2001-EM-VME)
- Normas Técnicas Peruanas Obligatorias <sup>(13)</sup>
- Decreto supremo 009-2009- MINAM. Implementación de las medidas de ecoeficiencia.
- Guía N° 14: Elaboración de Proyectos de Guías de Orientación del Uso Eficiente de la Energía y de Diagnóstico Energético.

---

<sup>(13)</sup> [http://www.indecopi.gob.pe/0/modulos/JER/JER\\_Interna.aspx?ARE=0&PFL=14&JER=718](http://www.indecopi.gob.pe/0/modulos/JER/JER_Interna.aspx?ARE=0&PFL=14&JER=718)

Además se tomará como referencia la normativa vigente a nivel internacional, en particular:

- Directiva de Eficiencia Energética de los Edificios (Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2002) <sup>(14)</sup>
- Código Técnico de la Edificación (CTE España) <sup>(15)</sup>.
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en la Edificación (RITE) <sup>(16)</sup> y documentos reconocidos del RITE.
- Normas UNE-EN citadas en estos reglamentos.

La aplicación de esta normativa estará supeditada a un análisis de costo / beneficio que determinará su uso en Perú.

---

<sup>(14)</sup> <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32002L0091:ES:HTML>

<sup>(15)</sup> <http://www.codigotecnico.org/web/>

<sup>(16)</sup> <http://www.idae.es/index.php/mod.pags/mem.detalle/relcategoria.1030/id.27/relmenu.53>

### III VARIABLES E HIPOTESIS

#### 3.1. Variables de la Investigación

- VD : Plan de ahorro de energía eléctrica
- VI : Diagnostico energético

#### 3.2. Operacionalizacion de Variables:

TABLA 3.4

#### OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

variables	indicadores	medición
V. Independiente Diagnostico energético	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ equipos eléctricos</li><li>➤ Perdida de energía.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Facturación eléctrica mensual.</li><li>➤ Luxómetro.</li><li>➤ Eficiencia</li></ul>
V. Dependiente Plan de ahorro de energía eléctrica	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Puntos de consumo y pérdida de energía.</li><li>➤ Pérdida económica</li><li>➤ Edificio eficientemente energético.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Instrumentos de medición eléctrica.</li><li>➤ indicadores económico(TIR,VAN,RI)</li></ul>

Fuente: Elaboración propia

#### 3.3. Hipótesis

##### 3.3.1. Hipótesis General

Si se elabora sistemáticamente un diagnostico energético se obtendrá un plan de ahorro en energía eléctrica en un edificio público - lima.

### **3.3.2. Hipótesis Específicas**

- Si se analiza los equipos eléctricos entonces se determinara el consumo de energía eléctrica en el edificio.
- Si se determina la perdida de energía se podrá cuantificar la pérdida económica.
- se elabora el plan de ahorro de energía entonces se obtendrá un uso eficiente de energía eléctrica en el edificio.

## **IV. METODOLOGÍA**

### **4.1. Tipo de Investigación:**

La investigación realizada es de tipo tecnológica y de nivel aplicada, esto según la definición de Ciro Espinoza Montes en su libro Metodología de Investigación Tecnológica quien define a la investigación tecnológica<sup>17</sup> como aquella que tiene el propósito de aplicar el conocimiento científico para solucionar los diferentes problemas que benefician a la sociedad, sus niveles son experimentación y aplicación

### **4.2 Diseño de la investigación**

Diseño no experimental

#### **4.2.1 parámetros básicos de investigación**

- Sistema eléctrico de carga e iluminación del edificio
- Equipos de aire acondicionado del edificio.
- Bombas de agua con las que cuenta el edificio
- Equipos ofimáticos (computadoras, CPU, fax).
- Facturación eléctrica.
- Ascensores.

---

<sup>17</sup> Ciro Espinoza Montes, Metodología de Investigación Tecnológica.

### 4.2.2 Etapas de la investigación

TABLA NÚMERO 4.5

ETAPAS DE LA INVESTIGACIÓN

Objetivos Secundarios	Descripción de la actividad	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13
<b>Diagnóstico Energético</b>	1. Recopilación y análisis de información preliminar	■	■											
	2. Revisión de la factura eléctrica y compra de combustibles		■	■										
	3. Identificación de equipos y áreas consumidoras de energía eléctrica			■	■	■								
	4. Identificación de hábitos de consumo			■	■	■	■							
	5. Identificación de oportunidades de mejoras						■	■						
	6. Recomendaciones para el ahorro de energía eléctrica por cambio de hábitos de consumo							■	■	■				
<b>Análisis Energético de la envolvente</b>	7. Simulación				■	■	■	■	■					
	8. Propuestas de mejora								■	■	■			
<b>Diseño conceptual de las instalaciones</b>	9. Revisión de documentación de obra						■	■	■					
	10. Propuestas de mejoras								■					
<b>Mejoras a las condiciones previstas</b>	11. Análisis costo beneficio									■	■			
	12. Indicadores energéticos											■	■	■

Fuente: elaboración propia

### **4.2.3 Detalles de la Investigación**

#### **a. Guía de orientación del uso eficiente de la energía y de diagnóstico energético - MINEM**

A partir de la aprobación de las Leyes referentes a la eficiencia energética, el Ministerio de Energía y Minas elaboró guías con los procedimientos necesarios para la elaboración de Diagnósticos Energéticos.

#### **b. Metodología de ASHRAE**

Metodología establecida por ASHRAE para el análisis tipo “Level I—Walk Through Analysis”(atraves de análisis): Determinación del costo y la eficiencia energética del edificio analizando las facturas energéticas y realizando una visita no exhaustiva de toma de datos. También se utilizará la metodología del análisis tipo “Level II—“Survey and Analysis”(encuesta y análisis): Este análisis es más detallado que el anterior. Se proporcionarán una serie de medidas buscando una disminución significativa del uso de la energía dentro del edificio.

Siguiendo la metodología propuesta, se analizan los flujos de energía al interior del edificio y se identifican oportunidades para el uso eficiente de la energía a través de buenas prácticas o implantación de nuevas tecnologías.

### c. Datos RETScreen

El Software de Análisis de Proyectos de Energía Limpia RETScreen<sup>18</sup> es una herramienta de apoyo para la toma de decisiones, desarrollada con la contribución de numerosos expertos del gobierno, industria, y académicos. El software se utiliza para evaluar la producción de energía y ahorros, costos de ciclo de vida, reducción de emisiones GEI, aspectos financieros y de riesgo de varios tipos de tecnologías de energía eficiente y renovables. Del programa de RETScreen obtenemos los siguientes datos:

**TABLA 4.6**  
**DATOS RETSCREEN PARA EL EDIFICIO DE LA SEDE CENTRAL**

	<b>Unit</b>	<b>Climate data location</b>	<b>Project location</b>
Latitude	°N	-12.0	-12.0
Longitude	°E	-77.1	-77.1
Elevation	m	13	13
Heating design temperature	°C	14.6	
Cooling design temperature	°C	28.2	
Earth temperature amplitude	°C	8.7	

*Fuente: RETScreen*

---

<sup>18</sup> Disponible en: <http://www.etscreen.net/es/centre.php>



TABLA 4.7

DATOS RETSCREEN PARA LA CIUDAD DE LIMA

Month (mes)	Air temperature (temperatura del aire)	Relative humidity (humedad relativa)	Daily solar radiation – horizontal (radiación solar)	Atmospheric pressure (Presión atmosférica)	Wind speed (velocidad del viento)	Earth temperature (temperatura de la tierra)
	°C	%	kWh/m <sup>2</sup> /d	kPa	m/s	°C
January	22.7	80.0%	7.14	89.6	4.4	22.6
February	23.4	79.9%	7.15	89.6	3.9	22.8
March	22.9	80.4%	7.04	89.5	3.7	23.1
April	21.0	82.6%	6.33	89.5	3.4	23.2
May	19.1	83.5%	4.93	89.6	3.2	22.3
June	17.9	82.8%	3.39	89.6	3.0	21.2
July	17.2	82.4%	3.24	89.6	3.1	20.9
August	16.8	83.0%	3.58	89.6	3.2	21.5
September	17.0	83.2%	4.32	89.6	3.5	22.6
October	17.8	81.9%	5.29	89.6	3.7	23.4
November	19.2	80.6%	6.01	89.5	4.0	23.6
December	21.2	79.8%	6.80	89.6	4.3	23.3
<b>Annual</b>	<b>19.7</b>	<b>81.7%</b>	<b>5.43</b>	<b>89.6</b>	<b>3.6</b>	<b>22.5</b>
Measured at					10.0	0.0

Fuente: RETScreen

#### ➤ **D. Diagnóstico energético del edificio de la Sede Central**

Previo a las visitas, se recopiló información de:

- Información de la infraestructura del edificio, la cual proporcionó datos generales del inmueble: Dirección, monto mensual promedio de mantenimiento, año de construcción, área total y área construida del terreno, personas promedio por área construida, personas promedio por área.
- Planos del edificio: plano arquitectónico y diagrama unifilar.
- Facturas de energía eléctrica del edificio del año 2012 (enero a diciembre) y 2013 (enero a junio).
- Informes de estudios anteriores: “Estudio técnico definitivo de un programa de seguridad y ahorro de energía eléctrica” y el “Inventario de Gases de Efecto Invernadero 2011”.

#### **Estudio de cargas eléctricas 2010**

El año 2010, OSINERGMIN contrató el servicio de consultoría para “la elaboración del estudio de cargas ahorro de energía eléctrica”. Este informe aportó datos sobre el consumo de energía en la sede central, principalmente se tomó en cuenta el estudio de cargas realizado, de lo cual se puede resumir lo siguiente:

- Para el primer piso, en el análisis del diagrama de carga total, se observa un consumo continuo de 4kW entre las 00:00 a 06:00 horas los que se explican por el encendido de luces y cámaras de se-

guridad usados por Vigilancia. Entre las 10:00 y 17:00 horas el consumo promedio es de 9kW (jornada laboral) y hay picos de hasta 11kW entre las 18:00 y 20:00 horas ¿en general o por persona?

- Entre las 00:00 a 08:00 horas se produce un consumo de aproximadamente 1.5kW (cargas que quedan conectadas toda la noche). Entre las 10:00 y 17:00 horas el consumo promedio es de 17 kW (jornada laboral, incluye el uso del aire acondicionado), pasadas las 17:00 horas va descendiendo la carga hasta llegar a 1.5kW.
- En el segundo piso, el consumo promedio entre las 00:00 a 08:00 horas es de 2kW (cargas conectadas) y durante la jornada laboral entre las 09:00 y las 18:00 horas el consumo promedio es de 10 kW.
- Para el tercer piso la carga activa entre las 00:00 y 08:00 horas es de 1kW y durante la jornada laboral es de 11kW aproximadamente.
- En el cuarto piso, la carga durante la noche es de casi 0.5 kW (entre las 00:00 y 08:00 horas) y durante la jornada laboral es de 3 kW aproximadamente.
- Para el quinto piso la carga conectada durante la noche (00:00 y 08:00 horas) es de 0.5kW y durante la jornada laboral hasta las 18:00 horas es de 11kW aproximadamente. Pero entre las 20:00 y 22:00 horas hay picos de hasta 14 kW, esto se explica porque en horarios de la noche se hace la limpieza del local.

- En el sexto piso la carga durante la madrugada (00:00 y 08:00 horas) es de 2 kW y durante la jornada laboral es de 15 kW aproximadamente, carga que va disminuyendo en la noche.
- El diagrama de carga para el séptimo piso (oficinas) es muy parecido a la de los otros pisos. Durante la madrugada se deja conectada una carga casi constante de 1 kW y durante la jornada laboral, la carga es de 14 kW aproximadamente. En este piso se encuentra ubicado el centro de proceso de datos (CPD), aquí existe un tablero en el lado norte, el cual es un circuito independiente y con consumo de energía estabilizada para esta área, con un consumo uniforme y continuo de un promedio de 25kW durante las 24 horas del día.
- En el octavo piso, entre las 00:00 a 08:00 horas la carga conectada es de 1kW y durante la jornada laboral (entre las 09:00 y las 18:00 horas) el consumo promedio es de 9 kW, muy parecido al de otros pisos.
- Para el noveno piso, el consumo promedio es menor al de otros pisos, ya que entre las 00:00 y 00:08 horas existe una carga de 0.5 kW y durante la jornada laboral es de 5 kW, menor al de otros pisos del edificio.
- El décimo primer piso presenta un diagrama de carga parecido al de otros pisos, durante la madrugada es de casi 0,1 kW y durante la jornada laboral el promedio de carga conectada es de 9kW.

- Para el décimo segundo piso, entre las 00:00 y 08:00 horas el consumo promedio es de 2kW y durante el día el consumo oscila entre 4kW y 6 kW.

**El informe presentado también incluye el análisis de cargas de otros equipos eléctricos, aquí un resumen de ellos:**

- Para los circuitos de aire acondicionado, las cargas oscilan entre 1 kW y 3.5 kW; y en algunos casos se presentan picos de hasta 10 kW.
- El diagrama de carga del transformador del UPS presenta, un régimen uniforme constante con una potencia aproximada de 36 KW a lo largo de las 24:00 horas.
- El diagrama de carga de la bomba presenta entre las 8:30 horas hasta las 20:00 horas aproximadamente de régimen uniforme variable con los picos de arranque periódicos, producto del arranque de la electrobomba para el abastecimiento de la cisterna de agua de consumo, con una potencia máxima de 5 kW.
- El diagrama de carga de los TVSS (Supresor de Transitorios de Voltaje) presenta, un régimen uniforme constante con picos muy pequeños a lo largo de las 24:00 horas, con una potencia promedio de 0.12 KW, debido a los elementos electrónicos de los sistemas de protección eléctrica propio del diseño de los TVSS.

- El diagrama de carga del circuito ND presenta, un régimen uniforme variable con picos de corriente que oscilan entre los 8 y 10 KW a lo largo de las 24:00 horas.

#### e. Revisión y análisis de la factura eléctrica

Para esta actividad se recopiló información acerca del consumo energético de la Sede Central de los años 2012 y 2013. A manera de resumen se presentan en la siguiente Tabla los datos del suministro:

**TABLA 4.8**

#### **DATOS DEL SUMINISTRO**

PROVEEDOR	Edelnor
SUMINISTRO	628737
TARIFA	MT3
POTENCIA MAX CONTRATADA	250
MODALIDAD FACTURACIÓN	Potencia Contratada
TENSIÓN	10KV - MT

*Fuente: Recibos de energía eléctrica Sede Central – Proveedor: Edelnor*

#### **Consumo de Energía Eléctrica en la Sede Central**

El consumo de energía eléctrica en un inmueble varía a lo largo de los meses. Estas variaciones se deben a diversos factores, en particular a la cantidad de personas en los diferentes ambientes del edificio, aspectos de control y operación de los equipos y condiciones climáticas (aire acondicionado). Es así que, tomando un año base (julio 2012 a junio 2013), el consumo de energía eléctrica en la sede central fue de **1,011,720 kWh** (Recibos de energía eléctrica).

**TABLA 4.9**

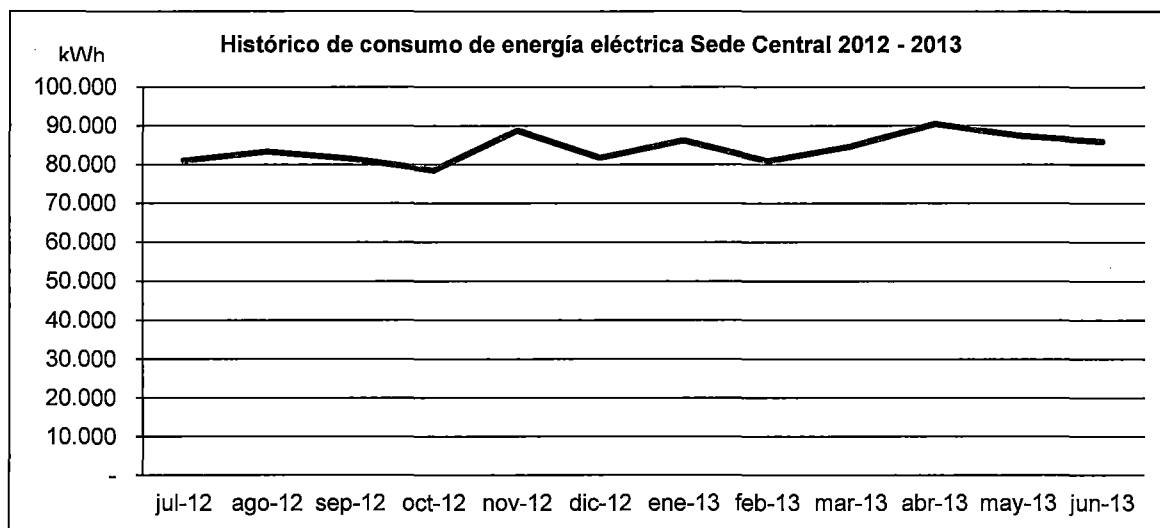
**VARIACIÓN MENSUAL DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA 2012 – 2013**

	<b>TOTAL DE ENERGÍA CONSUMIDA [kWh]</b>
jul-12	81,140.00
ago-12	83,430.00
sep-12	81,610.00
oct-12	78,680.00
nov-12	88,890.00
dic-12	81,830.00
ene-13	86,280.00
feb-13	80,940.00
mar-13	84,780.00
abr-13	90,560.00
may-13	87,610.00
jun-13	85,970.00

*Fuente: Recibos de energía eléctrica Sede Central – Proveedor: Edelnor*

**GRÁFICO 4.2**

**HISTÓRICO DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA**



*Fuente: Recibos de energía eléctrica Sede Central – Proveedor: Edelnor*

## Otros parámetros de facturación

**Cargo por energía activa:** Es la facturación del consumo de energía activa en horas punta (HP) y fuera de punta (FP) del periodo de facturación.

TABLA 4.10

### CARGO POR ENERGÍA ACTIVA

	Energía activa FP [kWh]	Precio Unitario FP [S/.]	Importe Total FP [S/.]	Energía activa HP [kWh]	Precio Unitario HP [S/.]	Importe Total HP [S/.]
jul-12	67720.00	S/. 0.13	S/. 8,898.41	13420.00	S/. 0.15	S/. 2,061.31
ago-12	69350.00	S/. 0.14	S/. 9,417.73	14080.00	S/. 0.16	S/. 2,227.46
sep-12	67800.00	S/. 0.14	S/. 9,336.06	13810.00	S/. 0.16	S/. 2,210.98
oct-12	65110.00	S/. 0.14	S/. 8,965.65	13570.00	S/. 0.16	S/. 2,172.56
nov-12	73900.00	S/. 0.14	S/. 10,168.64	14990.00	S/. 0.16	S/. 2,447.87
dic-12	67970.00	S/. 0.14	S/. 9,257.51	13860.00	S/. 0.16	S/. 2,153.84
ene-13	71870.00	S/. 0.14	S/. 9,853.38	14410.00	S/. 0.16	S/. 2,299.84
feb-13	67240.00	S/. 0.14	S/. 9,332.91	13700.00	S/. 0.16	S/. 2,181.04
mar-13	70590.00	S/. 0.14	S/. 9,854.36	14190.00	S/. 0.16	S/. 2,259.05
abr-13	76150.00	S/. 0.14	S/. 10,630.54	14410.00	S/. 0.16	S/. 2,294.07
may-13	72730.00	S/. 0.13	S/. 9,745.82	14880.00	S/. 0.16	S/. 2,310.86
jun-13	71300.00	S/. 0.14	S/. 9,718.19	14670.00	S/. 0.16	S/. 2,328.13

Fuente: Recibos de energía eléctrica Sede Central – Proveedor: Edelnor

**Cargo por potencia contratada:** aquella potencia activa máxima que puede utilizar el suministro. Para el caso de la sede central, la potencia máxima contratada es de 250 kW.



**TABLA 4.11**

**CARGO POR POTENCIA CONTRATADA**

	Potencia FP [kW]	Potencia HP [kW]	Potencia Contratada HP [kW]	Precio Unitario [S/.]	Importe Total [S/.]
jul-12	204.00	178.00	240.50	S/. 11.36	S/. 2,732.08
ago-12	189.00	162.00	238.50	S/. 10.24	S/. 2,442.69
sep-12	189.00	169.00	229.50	S/. 10.22	S/. 2,345.86
oct-12	189.00	170.00	217.00	S/. 10.18	S/. 2,208.41
nov-12	192.00	167.00	210.00	S/. 10.10	S/. 2,121.44
dic-12	201.06	174.00	202.30	S/. 10.09	S/. 2,041.21
ene-13	221.00	185.00	211.00	S/. 10.02	S/. 2,114.49
feb-13	234.00	189.00	227.50	S/. 10.34	S/. 2,351.46
mar-13	240.00	201.00	237.00	S/. 10.33	S/. 2,447.45
abr-13	210.00	182.00	237.00	S/. 9.97	S/. 2,362.89
may-13	201.00	168.00	237.00	S/. 9.97	S/. 2,361.73
jun-13	195.00	171.00	237.00	S/. 9.98	S/. 2,366.09

*Fuente: Recibos de energía eléctrica Sede Central – Proveedor: Edelnor*

**Cargo por potencia activa de generación en horas punta:** Esta dada por la demanda máxima mensual multiplicado por el precio unitario de potencia activa de generación.

**TABLA 4.12**

**CARGO POR POTENCIA ACTIVA DE GENERACIÓN**

	Potencia de Generación HP [kW]	Precio Unitario [S/.]	Importe Total [S/.]
jul-12	217.00	S/. 23.68	S/. 5,138.56
ago-12	189.00	S/. 21.34	S/. 4,032.71
sep-12	189.00	S/. 21.35	S/. 4,035.15
oct-12	189.00	S/. 21.31	S/. 4,027.21
nov-12	192.00	S/. 21.91	S/. 4,206.78
dic-12	201.03	S/. 21.99	S/. 4,419.91
ene-13	221.00	S/. 22.11	S/. 4,885.43
feb-13	234.00	S/. 14.54	S/. 3,402.36
mar-13	240.00	S/. 15.25	S/. 3,661.10
abr-13	210.00	S/. 24.99	S/. 5,247.90
may-13	201.00	S/. 23.61	S/. 4,746.39
jun-13	195.00	S/. 23.56	S/. 4,594.40

*Fuente: Recibos de energía eléctrica Sede Central – Proveedor: Edelnor*

**Cargo por facturación de energía reactiva:** Cargo correspondiente al consumo de energía reactiva que exceda el 30% de la energía activa total mensual.

### **Calificación tarifaria**

Como se describe en la "Tabla 4.8: Datos del suministro", el edificio cuenta con el Suministro Eléctrico N° 0628737 con una Potencia Eléctrica Contratada de 250 kW en Media Tensión, con opción Tarifa MT3 y Modalidad de Facturación de Potencia Contratada.

Esta opción tarifaria está dirigida para aquellos usuarios cuyos consumos de potencia se da durante las 24 horas al día o aquellos usuarios cuyo turno de trabajo empieza en horas de la mañana y acaban pasadas las 18:00 h. Esta tarifa considera precios diferenciados para las facturaciones de potencia, según si los usuarios se encuentran calificados como presentes en punta o presentes en fuera de la punta.

La calificación tarifaria del usuario será efectuada por la concesionaria según el grado de utilización de la potencia en horas punta o fuera de punta del usuario. Para determinar la calificación tarifaria se utiliza la siguiente relación:

$$\text{Calificación Tarifaria} = \frac{EA \text{ HP mes}}{M.D. \text{leída mes} \times \# \text{ HP mes}}$$

Dónde:

EA HP mes: Energía activa consumida en horas punta del mes.

M.D. leída mes: Máxima demanda leída del mes.

#HP mes: Número de horas punta del mes.

- Si el resultado es  $\geq 0,5$ , el usuario es considerado como cliente presente en punta.
- Si el resultado es  $< 0,5$ , el usuario es considerado como cliente fuera de punta.
- La diferencia se ser un usuario presente en punta o fuera de punta, está en el costo de la potencia de generación, tal como se muestra en las siguientes tablas:

**TABLA 4.13**

**COSTO DE LA POTENCIA DE GENERACIÓN - TARIFA MT3**

Prom. Pot. de Gen. FP [\$/kW]	Prom. Pot. De Gen. PP [\$/kW]	Prom. Costo de Pot. Act. De Gen. [\$/kW]
S/. 14.90	S/. 22.48	S/. 18.69

Fuente: Elaboración propia a partir de los recibos de energía eléctrica – Edelnor

**TABLA 4.14**

**COSTO DE LA ENERGÍA ACTIVA - TARIFA MT3**

Prom. Energ. Activa FP [\$/kWh]	Prom. Energ. Activa HP [\$/kWh]	Prom. Costo energía activa [\$/kWh]
0.14	0.16	0.15

Fuente: Elaboración propia a partir de los recibos de energía eléctrica – Edelnor

**TABLA 4.15**

**COSTO DE LA POTENCIA CONTRATADA**

[\$/kW]
S/. 10.15

Fuente: Recibos de Energía Eléctrica Sede Central – Proveedor EDELNOR

La siguiente Tabla presenta los resultados de la calificación tarifaria en OSINERGMIN, sólo en los meses de febrero y marzo calificó como “*Cliente Fuera de Punta*”, nótese la diferencia en el costo unitario de la potencia de generación cuando se califica como tal:

**TABLA 4.16**  
**CALIFICACIÓN TARIFARIA**

	<b>Factor de Calificación</b>	<b>Calificación Tarifaria</b>	<b>Costo unitario de la potencia de generación</b>
jul-12	0.51	Presente en Punta	S/. 23.68
ago-12	0.58	Presente en Punta	S/. 21.34
sep-12	0.57	Presente en Punta	S/. 21.35
oct-12	0.56	Presente en Punta	S/. 21.31
nov-12	0.61	Presente en Punta	S/. 21.91
dic-12	0.54	Presente en Punta	S/. 21.99
ene-13	0.51	Presente en Punta	S/. 22.11
feb-13	0.46	Fuera de Punta	S/. 14.54
mar-13	0.46	Fuera de Punta	S/. 15.25
abr-13	0.54	Presente en Punta	S/. 24.99
may-13	0.58	Presente en Punta	S/. 23.61
jun-13	0.59	Presente en Punta	S/. 23.56

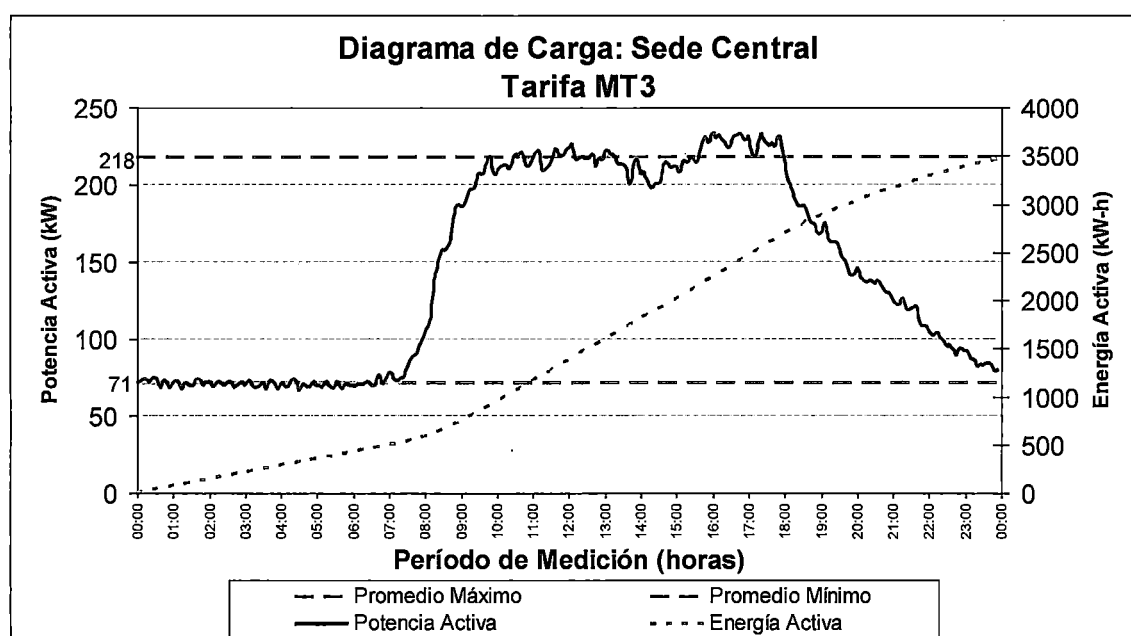
*Fuente: Elaboración propia a partir de los recibos de energía eléctrica – Edelnor*

Entre las 00:00 a 07:30 horas además de la potencia consumida por los circuitos de servicios, aire acondicionado UPS, bomba de agua, TVSS y ND; que da una carga conectada toda la noche que corresponde a los equipos de cómputo que no fueron apagados en su totalidad, alguno de ellos quedan en estado de hibernación y algunos otros sólo se apagó el monitor.

De 07:30 a 9:30 horas se produce un incremento de carga debido al inicio de la jornada laboral, eso se debe al encendido progresivo de los equipos de iluminación y oficina. Entre 09:30 a 18:00 horas, horario laboral, el

consumo de energía es casi constante, hasta pasadas las 18:00 cuando los colaboradores empiezan a retirarse de la oficina. Pero aun así, existen picos de incremento de carga ya que por las noches se realiza la limpieza de las oficinas del edificio, se encienden las luces y se utilizan equipos de limpieza. Pasadas las 20:00 horas la carga disminuye hasta las 00:00 que vuelve a ser constante.

**GRÁFICO 4.3**  
**DIAGRAMA DE CARGAS SEDE CENTRAL**



Fuente: Estudio de cargas OSINERGMIN – 2010

Del análisis realizado, concluimos que la tarifa actual con la que cuenta la Sede Central, sigue siendo la mejor opción tarifaria, pero aun así se podría obtener ahorros ya que está siendo calificada como “*presente en punta*” esto debido a que se registra un alto consumo energético entre las 18:00 y 23:00 horas (hora punta). Si se mejoraran los hábitos de consumo

de energía durante el día y sobretodo pasadas las 18:00 podría calificar como "fuera de punta", obteniéndose un ahorro económico importante

### **Combustibles para la generación de electricidad**

En la Sede Central se utiliza Gas Licuado de Petróleo (GLP) para la generación de electricidad. Según la información dada por el Área de Seguridad y Aspectos Ambientales, el grupo electrógeno utiliza un balón de 45 kg de GLP semanales. A partir de este dato se estimó la cantidad de energía eléctrica generada y utilizada en el edificio.

**TABLA 4.17**

#### **GLP UTILIZADO PARA LA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD**

<b>Tiempo</b>	<b>Cantidad de balones de GLP</b>	<b>Capacidad [kg]</b>	<b>GLP consumido [kg]</b>
<b>Semana</b>	1	45	45
<b>Año</b>	48	45	2160

*Fuente: Información ASAM – OSINERGMIN*

Para estimar la energía eléctrica generada por el grupo electrógeno, se ha considerado que su eficiencia sea la más óptima (sin pérdidas) y el valor calórico neto del GLP es igual a 13.71 kWh/kg de acuerdo a las hojas técnicas de Repsol para este combustible en Perú<sup>19</sup>.

---

<sup>19</sup> Disponible e [http://www.repsol.com/pe\\_es/productos\\_y\\_servicios/productos/refino/](http://www.repsol.com/pe_es/productos_y_servicios/productos/refino/)

**TABLA 4.18**

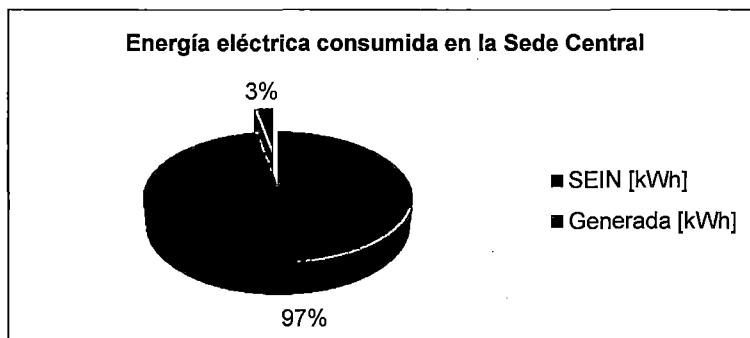
**ENERGÍA ELÉCTRICA GENERADA Y CONSUMIDA EN LA SEDE CENTRAL**

Tiempo	SEIN <sup>20</sup> [kWh]	Generada [kWh]
<b>Año</b>	1,011,720.00	29,622.72

*Fuente: Elaboración propia*

**GRÁFICO 4.4**

**CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA SEDE CENTRAL**



*Fuente: Elaboración propia*

De las estimaciones realizadas, concluimos que anualmente sólo se está generando el 3% del total de energía eléctrica que es consumida en el edificio. Si consideramos las pérdidas por generación de electricidad en el grupo electrógeno -como es normal en todo sistema-, la energía generada sería menor a la estimada, lo cual no representa mayores oportunidades de ahorro energético, por lo tanto en esta consultoría no se considerarán estrategias para la eficiencia energética en el uso de combustibles para la generación de energía eléctrica.

<sup>20</sup> Facturas de energía eléctrica del proveedor: Edelnor

## Mediciones eléctricas realizadas

Con la finalidad de tener un registro del consumo de energía eléctrica en el edificio de la Sede Central, se realizaron mediciones de tensión y corriente con una pinza amperimétrica en los cables que alimentan los tableros generales y de distribución, así como el del centro de proceso de datos (CPD)<sup>21</sup>.

Es importante señalar el día y la hora en la que se realizaron las mediciones, ya que la carga en el edificio varía en el tiempo debido a la utilización de los equipos eléctricos y electrónicos. La siguiente Tabla resume los datos registrados en el “Formato b - Mediciones eléctricas<sup>22</sup>”:

**TABLA 4.19**  
**MEDICIONES EN TABLEROS ELÉCTRICOS**

Fecha	Hora	Objetivo
Lunes 26/05/2014	09:20 a.m.	Mediciones en tableros eléctricos de la Sede Central.

*Fuente: Formato B – elaboración propia*

Las Tablas 20 y 21 muestran los resultados de las mediciones:

---

<sup>21</sup> Las mediciones eléctricas se realizaron el día 20 de agosto 2014.

<sup>22</sup> Ver Anexo B: “Formato B– Mediciones eléctricas”.



**TABLA 4.20**  
**MEDICIONES ELÉCTRICAS – TABLERO GENERAL**

Corriente en fases		
R =	345	Amperios
S =	405	Amperios
T =	309	Amperios
Tensión		
R-S=	218	Voltios
R-T=	219	Voltios
S-T=	220	Voltios

*Fuente: Formato 2 – elaboración propia*

**TABLA 4.21**  
**MEDICIONES ELÉCTRICAS – TABLERO CPD**

Corriente en fases		
R =	18	Amperios
S =	17	Amperios
T =	1.3	Amperios

*Fuente: Formato 2 – elaboración propia*

Para el consumo eléctrico en el Centro de Proceso de Datos, se adicionan cerca de 25 kW que corresponde al consumo de los UPS y aire acondicionado, que al igual que los servidores, están encendidos las 24 horas del día los 365 días del año.

También se hicieron mediciones en los tableros de distribución de todos los pisos (lado sur y lado norte) y ascensores (principal y lateral), aire acondicionados, bombas de agua, donde los consumos variaban entre 1 y 6 kW.

Con los datos obtenidos se procedió a estimar la carga en el edificio de la Sede Central, los resultados se muestran a continuación:

**TABLA 4.22**  
**CARGA EN TABLEROS ELÉCTRICOS**

<b>Tableros eléctricos - 2013</b>	<b>Carga [kW]</b>
Tablero CPD	32.9
Tablero: Piso 1 al Piso 6 - NORTE	42.7
Tablero: Piso 1 al Piso 6 - SUR	55.0
Tablero: Piso 7 al Piso 13 - NORTE	50.0
Tablero: Piso 7 al Piso 13 - SUR	31.4
Tablero: Ascensor lateral	5.5
Tablero: Ascensor principal	1.1
Otros	13.3
<b>Tablero General</b>	<b>231.9</b>

*Fuente: Elaboración propia*

Con los datos obtenidos, podemos comparar la carga que fue estimada en el año 2010 con la de este año. Tomando los datos del diagrama de carga (*Gráfico 4 – Diagrama de cargas – Sede Central*) del “*estudio técnico definitivo de un programa de seguridad y ahorro de energía eléctrica - 2010*” para las 09:20 horas, se compararon las cargas actuales con las que fueron medidas en ese año. La siguiente Tabla muestra los resultados obtenidos:

**TABLA 4.23**

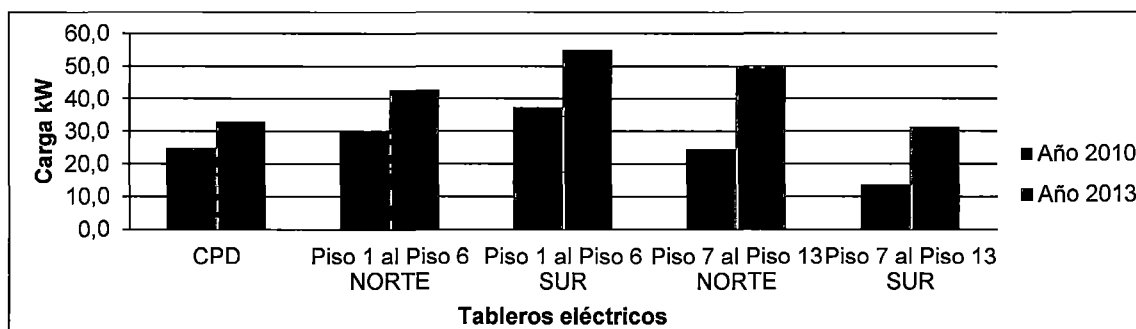
**COMPARACIÓN DE CARGAS EN TABLEROS ELÉCTRICOS**

Comparación tableros eléctricos 2010 - 2013	Carga 2010 [kW]	Carga 2013 [kW]	Diferencia 2010 - 2013 [Δ%]
CPD	25.0	32.9	32%
Piso 1 al Piso 6 NORTE	30.3	42.7	41%
Piso 1 al Piso 6 SUR	37.4	55.0	47%
Piso 7 al Piso 13 NORTE	24.7	50.0	102%
Piso 7 al Piso 13 SUR	13.6	31.4	131%
<b>Tablero General</b>	<b>218.0</b>	<b>231.9</b>	<b>6%</b>

*Fuente: elaboración propia*

La *Tabla 4.23* y el *Gráfico 4.5* muestran a manera de resumen los resultados obtenidos. La demanda total del edificio ha aumentado en un 6%. Esto se debe a una serie de variables: el aumento del personal, de equipos eléctricos, aire acondicionado, climatología, etc. Una de las principales variables a tomar en cuenta en la estimación de la potencia total y por pisos del edificio, es el momento en que fueron realizadas las mediciones, ya que los ascensores, bombas de agua y aire acondicionado cuentan con arranques periódicos, haciendo picos de potencia en diferentes horas del día. Los demás cálculos son referenciales, ya que en la actualidad se están haciendo mejoras en algunos pisos del edificio, y los colaboradores de los pisos en remodelación han sido trasladados a otras áreas, eso explica el aumento de más del 100% de carga para los pisos 7 al 13.

**GRÁFICO 4.5**  
**COMPARACIÓN DE CARGA 2010 – 2013 SEDE CENTRAL**



Fuente: *Elaboración propia*

### a. Análisis Energético

#### a.1. Identificación de equipos consumidores de energía

Para identificar los equipos consumidores de energía eléctrica, llevó a cabo visitas técnicas en todos los ambientes y pisos de la Sede Central, con la finalidad de hacer un inventario de equipos eléctricos y electrónicos que se encuentren en funcionamiento, establecer su potencia, realizar un cálculo teórico y compararlo con el consumo actual de energía eléctrica del edificio. La Tabla 4.24 muestra los equipos eléctricos y electrónicos identificados en el edificio de la Sede Central y descritos en el “*Formato 3 – Inventario de equipos eléctricos*”<sup>23</sup>.

<sup>23</sup> Ver Anexo C: “*Formato 3 – Inventario de equipos eléctricos*”.

**TABLA 4.24**  
**RELACIÓN DE EQUIPOS CONSUMIDORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

	<b>Equipo</b>
<b>Iluminación</b>	T8
	Lámpara
	Lámpara Halógena
	Dicroico
<b>Computadoras</b>	Desktop
	Laptop
	Monitor extra
<b>Centro de Proceso de Datos CPD</b>	Servidores y AA
<b>Otros equipos ofimáticos</b>	Scanner
	Impresora
	Plotter
	TV
<b>Otros equipos</b>	Horno microondas
	Dispensador
	Cafetera
	Refrigerador
<b>Ascensores</b>	Lateral y principal

*Fuente: Formato 3 – Elaboración propia*

**a.2. Primera estimación de reparto de consumos – Sede Central**

Con los datos obtenidos en las actividades descritas anteriormente, se calculó el consumo de energía eléctrica del edificio de la Sede Central, se asumieron potencias (kW) y tiempo de uso promedio (horas diarias). La siguiente Tabla resume estos datos:

**TABLA 4.25**  
**CONSUMO Y HORAS DE USO DE EQUIPOS CONSUMIDORES DE ENERGÍA**  
**ELÉCTRICA**

	Equipo	Potencia promedio [kW]/H	Horas/ días [h]
<b>Iluminación</b>	lampara	0.018	14
	Lámpara T8	0.036	14
	Lámpara	0.018	14
	Lámpara	0.05	14
	Lámpara	0.02	14
	Lámpara Halógena	0.25	14
	Dicroico	0.05	14
<b>Computadoras</b>	Desktop	0.2	12
	Monitor extra	0.05	14
	Laptop	0.09	10
<b>Centro de Proceso de Datos CPD</b>	Servidores y AA	32.91	24
<b>Otros equipos ofimáticos</b>	TV	0.2	8
	Impresora	0.9	5
	Plotter	0.15	5
	Scanner	0.02	5
<b>Otros equipos</b>	Dispensador	0.05	24
	Refrigerador	0.35	24
	Cafetera	0.72	4
	Horno microondas	1.2	4
<b>Ascensores</b>	Lateral y principal	6.57	8

*Fuente: elaboración propia*

Además se promediaron los consumos de energía eléctrica del 2012 (enero – diciembre) y 2013 (enero – junio), considerándose un consumo de **84,310 kWh**. Es así que, según el inventario realizado, las mediciones hechas, potencias y horas al día asumidas, se estimó el porcentaje promedio de energía consumida por los equipos eléctricos por pisos en la Sede Central. La Tabla 4.26 resume los resultados obtenidos:

**TABLA 4.26**

**CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR PISOS**

	Nivel	Área [m2]	Iluminación	Computadoras	Otros equipos ofimáticos	Otros equipos	Ascensores	CPD	Aire Acondicionado
Piso 1	Lado SUR	313.67	2%	2%	1%	0%			
	Lado NORTE	267.87	1%	0%	0%	0%			
Piso 2	Lado SUR	317.64	3%	1%	0%	1%			
	Lado NORTE	253.02	1%	1%	1%	1%			
Piso 3	Lado SUR	264.79	1%	1%	0%	0%			
	Lado NORTE	287.78	1%	1%	0%	0%			
Piso 4	Lado SUR	165.42	1%	1%	0%	0%			
	Lado NORTE	207.32	1%	1%	0%	0%			
Piso 5	Lado SUR	159.27	1%	1%	1%	0%			
	Lado NORTE	157.63	1%	0%	0%	0%			
Piso 6	Lado SUR	158.66	1%	2%	0%	0%			
	Lado NORTE	182.28	1%	1%	0%	0%			
Piso 7	Lado SUR	155.82	1%	1%	0%	0%			
	Lado NORTE	193.20	1%	1%	0%	0%			
Piso 8	Lado SUR	150.30	0%	1%	0%	0%			
	Lado NORTE	175.05	1%	1%	0%	1%			
Piso 9	Lado SUR	154.77	1%	1%	0%	0%			
	Lado NORTE	188.43	1%	2%	0%	0%			
Piso 10	Lado SUR	156.68	1%	1%	0%	0%			
	Lado NORTE	185.90	1%	1%	0%	0%			
Piso 11	Lado SUR	244.89	1%	1%	0%	0%			
	Lado NORTE	302.90	0%	1%	0%	0%			
Piso 12	Lado SUR	175.90	0%	0%	0%	0%			
	Lado NORTE	127.40	0%	0%	0%	1%			
Piso 13	Azotea	382.35	1%	0%	0%	0%			
			22%	25%	6%	4%	1%	28%	13%

Fuente: elaboración propia

TABLA 4.27

CONSUMO PROMEDIO MENSUAL (NUEVOS SOLES) POR PISO Y EQUIPOS

[kWh/mes]	Nivel	Área [m <sup>2</sup> ]	Iluminación	Computadoras	Otros equipos ofimáticos	Otros equipos	Ascensores	CPD	Aire Acondicionado	
Piso 1	Lado SUR	313.67	1,812.72	2,086.00	1,264.00	120.00				
	Lado NORTE	267.87	883.68	288.00	90.00	-				
Piso 2	Lado SUR	317.64	2,410.80	576.00	154.00	460.80				
	Lado NORTE	253.02	687.68	576.00	604.00	460.80				
Piso 3	Lado SUR	264.79	695.52	864.00	122.00	460.80				
	Lado NORTE	287.78	584.64	768.00	32.00	-				
Piso 4	Lado SUR	165.42	635.04	720.00	180.00	-				
	Lado NORTE	207.32	554.40	1,104.00	180.00	-				
Piso 5	Lado SUR	159.27	645.12	1,248.00	488.00	-				
	Lado NORTE	157.63	564.48	336.00	-	-				
Piso 6	Lado SUR	158.66	796.32	1,358.00	270.00	-				
	Lado NORTE	182.28	826.56	1,248.00	-	-				
Piso 7	Lado SUR	155.82	635.04	1,152.00	302.00	-				
	Lado NORTE	193.20	907.20	768.00	270.00	-				
Piso 8	Lado SUR	150.30	403.20	720.00	90.00	-				
	Lado NORTE	175.05	604.80	1,008.00	302.00	460.80				
Piso 9	Lado SUR	154.77	705.60	816.00	180.00	-				
	Lado NORTE	188.43	715.68	1,266.00	90.00	-				
Piso 10	Lado SUR	156.68	846.72	1,200.00	227.00	-				
	Lado NORTE	185.90	866.88	1,104.00	92.00	-				
Piso 11	Lado SUR	244.89	584.64	768.00	274.00	-				
	Lado NORTE	302.90	413.28	1,140.00	-	-				
Piso 12	Lado SUR	175.90	331.52	-	32.00	-				
	Lado NORTE	127.40	357.28	48.00	-	1,032.00				
Piso 13	Azolea	382.35	473.76	-	-	-				
			18,942.56	21,162.00	5,243.00	2,995.20	1,050.72	23,698.56	11,217.94	84,310.00

Fuente: Elaboración propia



En la Tabla 4.28 se presenta de manera porcentual el consumo de energía eléctrica por equipos en la Sede de Central de OSINERGMIN:

**TABLA 4. 28**

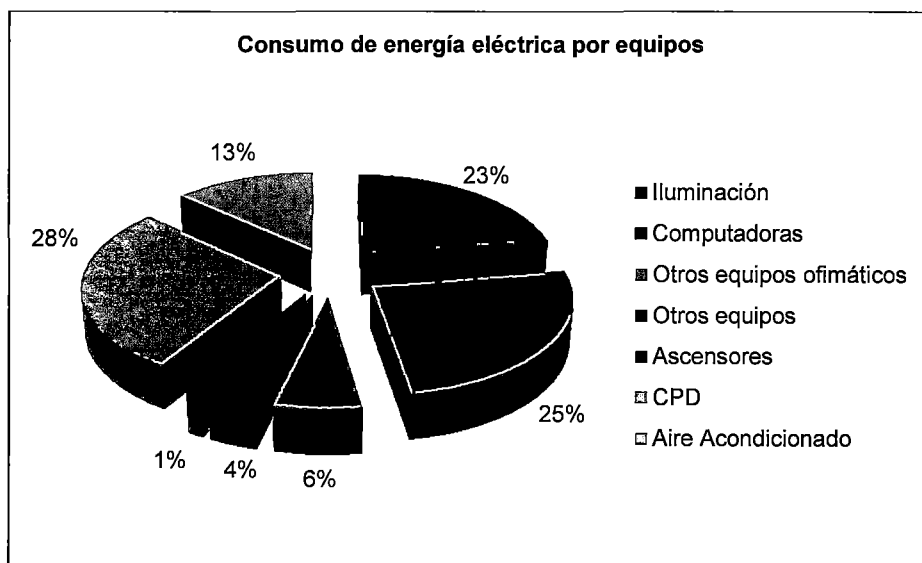
**CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR EQUIPOS**

Iluminación	Computadoras	Otros equipos ofimáticos	Otros equipos	Ascensores	CPD	Aire Acondicionado
22%	25%	6%	4%	1%	28%	13%

*Fuente: elaboración propia*

**GRÁFICO 4.6.**

**CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR EQUIPOS – SEDE CENTRAL**

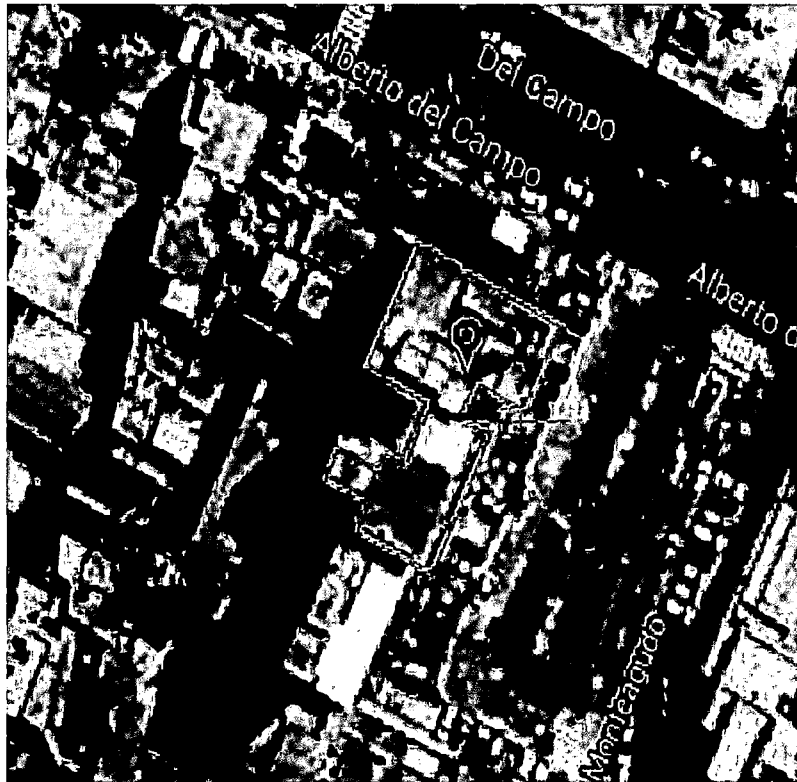


*Fuente: Elaboración propia*

➤ **Análisis de sombras**

Mediante la modelización simplificada del edificio en el programa Autodesk® Ecotect® Analysis24 se analiza el soleamiento en ambas fachadas. Se parte de la situación de edificio:

**FIGURA 4.12**  
**UBICACIÓN DE LA SEDE CENTRAL DE OSINERGMIN**

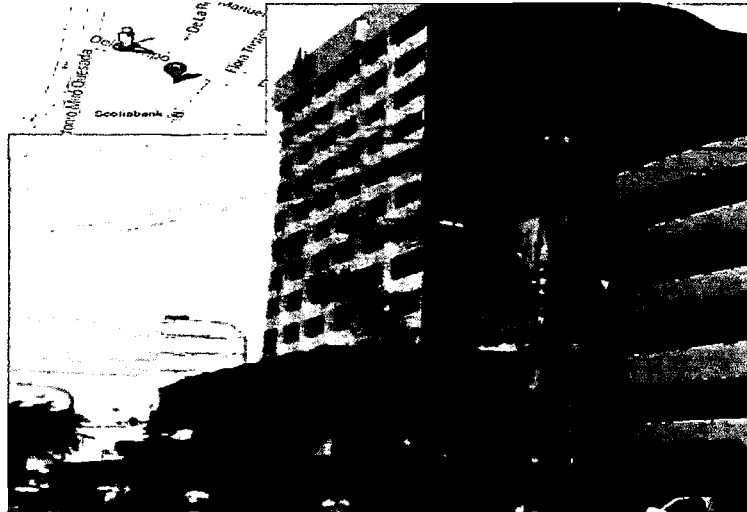


*Fuente: Google Maps*

---

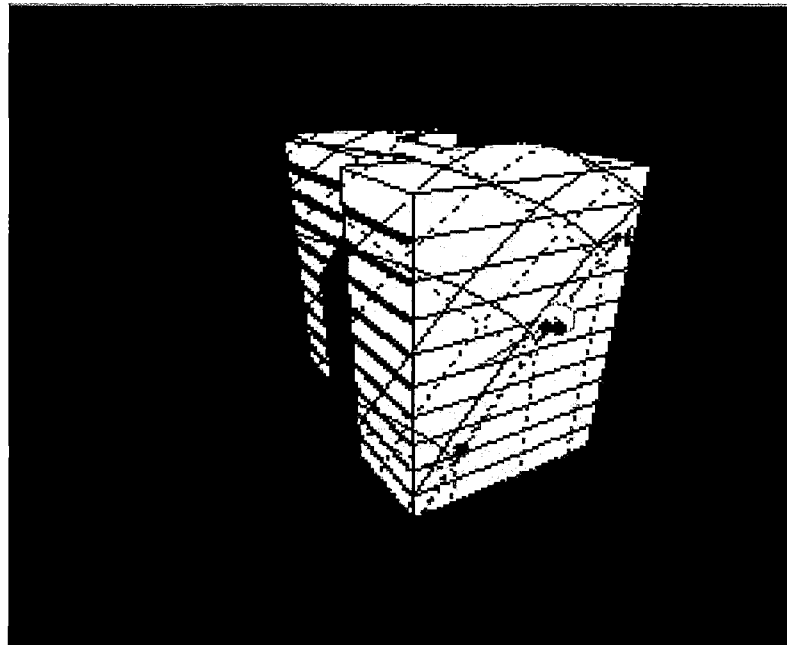
<sup>24</sup> Software de análisis de diseño sustentable. Ofrece una amplia gama de simulaciones y análisis de funcionamiento energético que permite mejorar el rendimiento. <http://usa.autodesk.com/ecotect-analysis/>

**FIGURA 4.13**  
**FACHADA NOR-NOR ESTE**



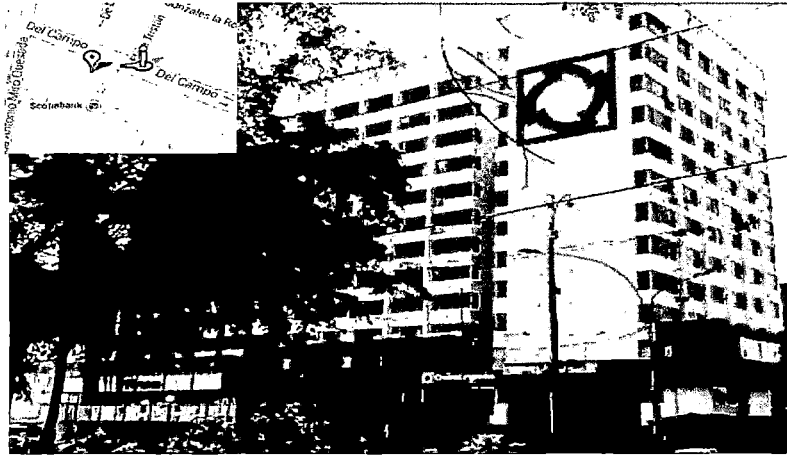
*Fuente: Google Maps*

**GRÁFICO 4.7**  
**MODELO DE SOMBRAS NNE**



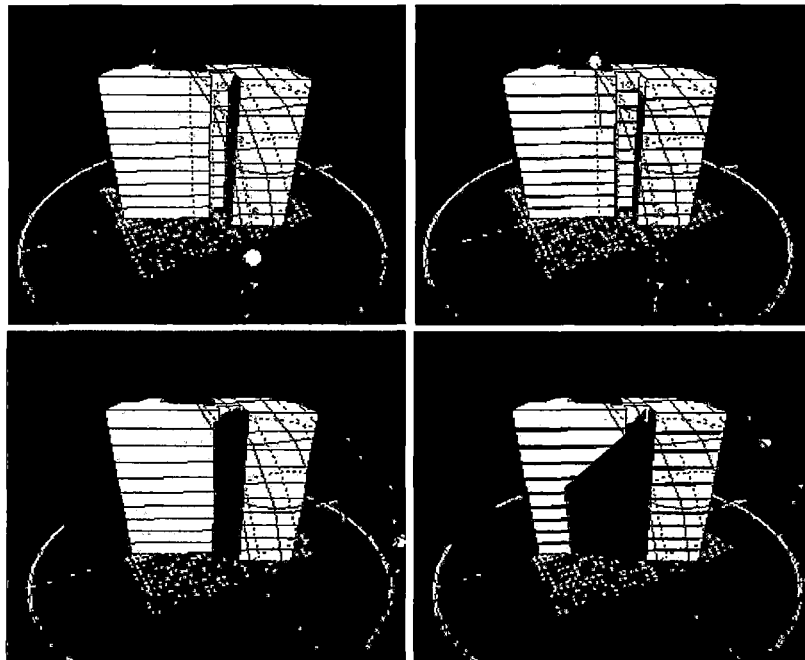
*Fuente: Elaboración propia*

**FIGURA 4.14**  
**FACHADA SUR ESTE- ESTE**



*Fuente: Google Maps*

**GRÁFICO 4.8**  
**MODELO DE SOMBRAS SSE**



*Fuente: Elaboración propia*

De las figuras anteriores podemos concluir:

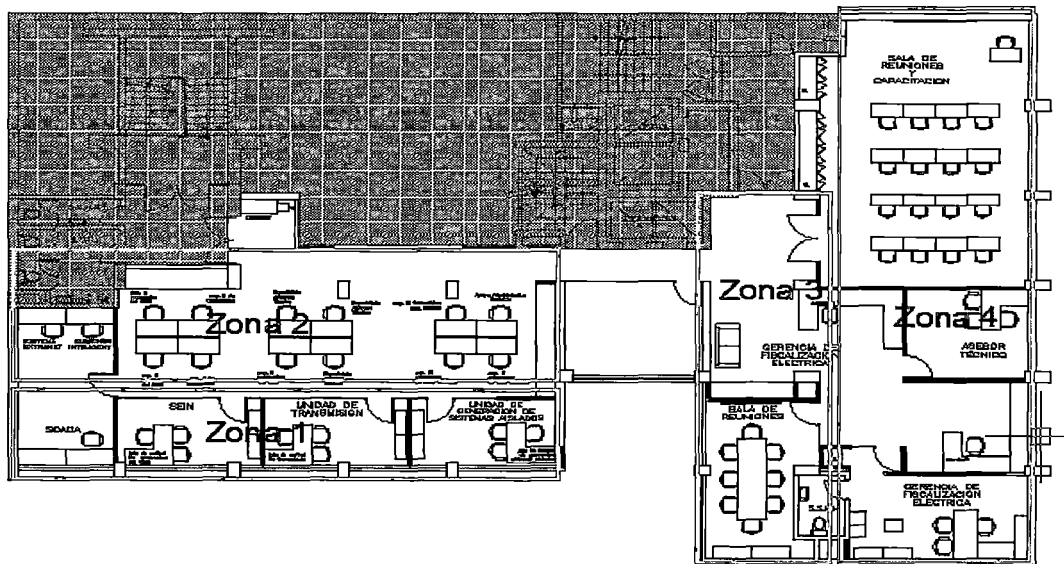
- La fachada principal del edificio tiene un soleamiento muy importante en verano. De acuerdo al comportamiento de la radiación solar en Lima durante el verano se tienen muchos días soleados.
- Las ventanas ocupan aproximadamente un 30% de la fachada. Si bien la radiación es muy importante durante las mañanas la ganancia podría ser combatida mediante equipos de climatización.
- El deslumbramiento durante las mañanas tendría que ser atenuado utilizando, preferentemente, elementos exteriores (láminas) ya que estos actuarían disminuyendo la ganancia solar y por ende la potencia de los equipos de climatización.

### **Simulación Energética**

#### **➤ Zonificación**

Para realizar el análisis se zonifica una planta del edificio:

GRÁFICO 4.9  
ZONIFICACIÓN DEL EDIFICIO PISOS 1 - 6



Fuente: Planos arquitectónicos Sede Central

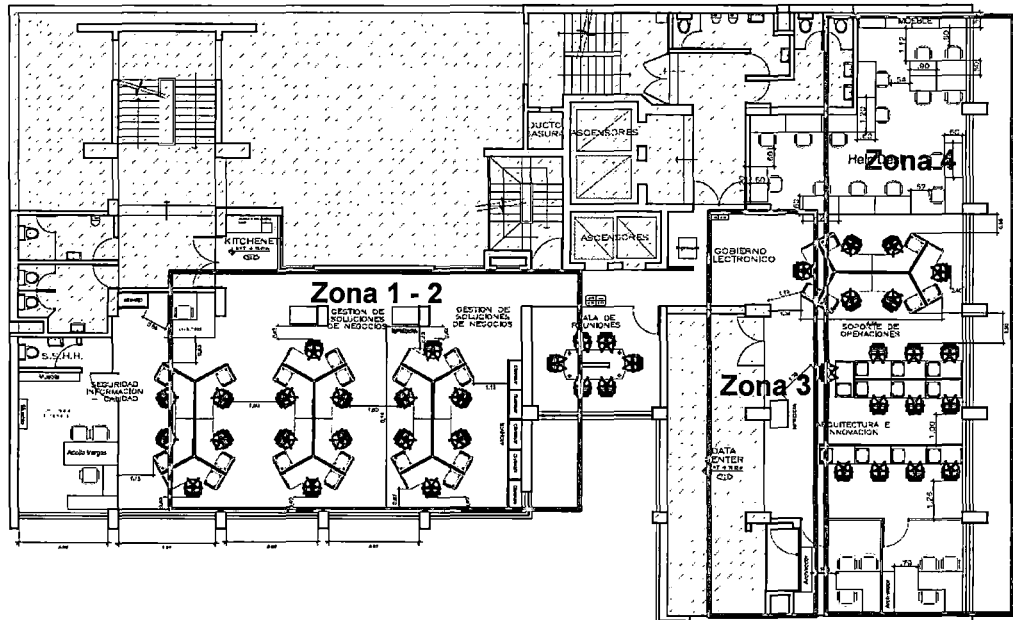
Del análisis térmico concluimos:

- La radiación y la ventilación, La zona 1 tendrá una carga térmica debida a la radiación incidente en verano. En el caso de que se tengan oficinas cerradas en esa fachada, el calor deberá ser combatido mediante equipos de aire acondicionado.

Otro efecto al cerrar esa zona es que la ventilación natural se “corta” puesto que el aire proveniente de esa fachada, al abrir las ventanas, no puede fluir a través de la zona 2 llevándose el calor hacia la fachada posterior.

- La zona 4 tiene una radiación incidente mucho menor, a lo largo del año, y prácticamente nula en la época de verano.
- La ventilación natural de esa zona tampoco es efectiva puesto que la zona 3, al estar cerrada, impide que el aire fluya llevándose el calor.
- Nuevamente vemos que el aire acondicionado sería necesario para mantener el confort en esa zona pese a que prácticamente no está insolada.
- La ocupación y el uso, normalmente las oficinas cerradas colonizan las fachadas del edificio.
- La zona más apropiada para este tipo de oficinas, desde el punto de vista térmico para minimizar la potencia de los equipos de aire acondicionado, es la zona 4 debido a la baja radiación incidente.
- La distribución de las oficinas en los pisos superiores del edificio de la Sede Central (piso 7 al 12) no es la misma del "Gráfico 4.9". Para estos pisos ya no se consideran oficinas cerradas en la fachada sur del edificio, sino un solo ambiente para las zonas 1 y 2 como se muestran en el Gráfico 4.10:

**GRÁFICO 4.10**  
**ZONIFICACIÓN DEL EDIFICIO PISOS 7 - 12**



*Fuente: Planos arquitectónicos Sede Central*

- Para estos pisos, la zona 1 y 2 es una sola área de trabajo, por lo que al abrir las ventanas en esta zona genera ruidos molestos por el golpe que hacen las persianas con los vidrios. Aun así, con una estrategia y equipos difusores de aire adecuados, se podría climatizar naturalmente los pisos 7 al 12.
- **Estimaciones de potencia frigorífica.**

Actualmente en el edificio se han ido implementando en distintas zonas sistemas de aire acondicionado partidos (splits). Si bien la potencia térmica actual es muy baja se está incrementado.



Es de esperar que dicha potencia siga incrementándose debido, principalmente, a los siguientes factores:

- Aumento de personal. El aumento de colaboradores obliga a hacer un uso más eficiente de la superficie del edificio.
- Cambio en los hábitos de consumo de energía eléctrica de los colaboradores. Cada vez más lugares en Lima están siendo climatizados por lo que la “tolerancia” de las personas, en cuanto a la temperatura y humedad, está disminuyendo.

Para realizar una aproximación de la potencia térmica y la consiguiente potencia eléctrica utilizamos los siguientes ratios:

- Oficinas 150W/m<sup>2</sup>
- Salas de reuniones 200W/m<sup>2</sup>
- Salas de espera.

Considerado las superficies de todos los locales, según se describen en el “Anexo G”, tendríamos la siguiente potencia térmica:

- 800 kW frigoríficos (unas 170 Ton de Refrigeración)

Con unas máquinas de aire acondicionado de baja eficiencia (EER<sup>25</sup> = 2,2) tendríamos:

- $800 \text{ kWf} / 2.2 = 366.6 \text{ kW (eléctricos)}$

---

<sup>25</sup> *Energy Efficiency Ratio* – El Índice de Eficiencia Energética (EER) de un equipo de refrigeración. Está definido como la relación entre la energía térmica útil proporcionada por el equipo y la energía consumida por el mismo, generalmente eléctrica.

➤ Por lo que con un  $\cos\phi=0,85$ :

➤  $270\text{kW}/0,85 = 431 \text{ kVA}$ .

Cuando el edificio cuente con todas las oficinas climatizadas, requerirá un transformador de más de 400 kVA solo para el aire acondicionado.

Si comparamos con los datos del estudio eléctrico del 2010<sup>26</sup> vemos que la potencia eléctrica para el aire acondicionado se multiplica por 4 y en esa situación habría que ampliar la sub estación del edificio a más del doble de lo existente el 2010.

#### ➤ **Propuesta y evaluación de mejoras**

##### **a. Aperturas en la fachada (ventanas)**

La situación del edificio para realizar una ventilación natural es satisfactoria dado que está muy próximo al océano por lo que aprovecharía el viento predominante en verano desde la costa:

---

<sup>26</sup> Servicio de consultoría para la elaboración del estudio técnico definitivo de un programa de seguridad y ahorro de energía eléctrica, CONTRATO DE LOCACIÓN DE SERVICIOS N° 056-2010

**GRÁFICO 4.11**  
**SITUACIÓN CON RESPECTO A LA COSTA**

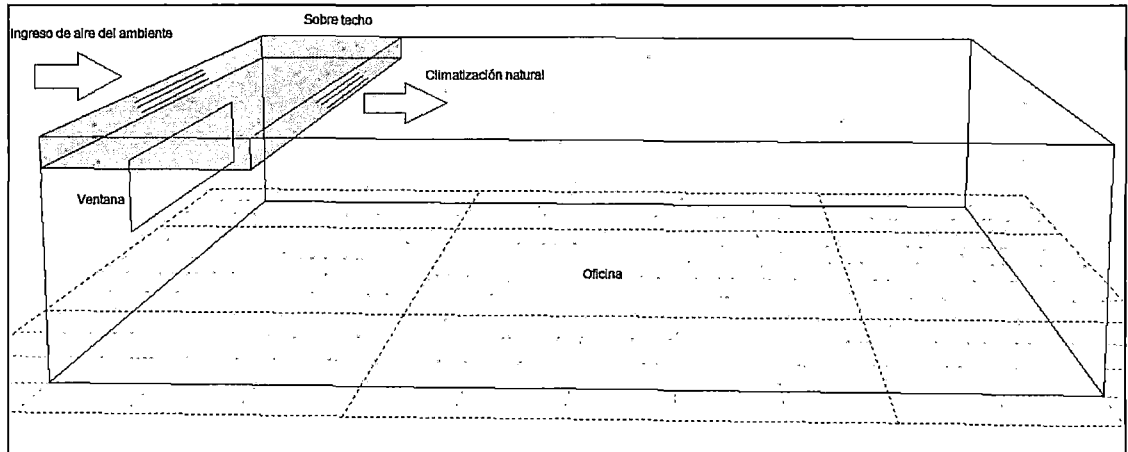


Fuente: Google Maps

Esta estrategia no limita a la implantación de aire acondicionado. Son estrategias de climatización compatibles. Para hacerla efectiva, se recomienda intentar no “cerrar” con oficinas privadas la fachada de la zona 1 e intentar solo utilizar la zona 4 para oficinas cerradas<sup>27</sup>. Para los pisos 7 al 12 donde no se tiene de oficinas en la fachada - así como para el resto de pisos (1 al 6)- la estrategia de climatización recomendada es la apertura de pequeñas ventanas en la fachada las cuales serán cubiertas con un sobre techo, y con los difusores adecuados, permitirán que el aire fluya a través de ellos; permitiendo direccionar el aire que entra del exterior. De esta forma se evitaría que el ingreso del aire del exterior - a través de las ventanas- cause ruidos molestos al chocar las persianas con el vidrio.

<sup>27</sup> Ver “Gráfico 12: Zonificación del edificio Pisos 1 – 7”

**GRÁFICO 4.12**  
**APERTURAS EN LA FACHADA**



*Fuente: Elaboración propia*

### **b. Climatización**

Con los equipos de alta eficiencia ( $EER=4,29^{28}$ ) se obtiene:

- $600kW/4,29=140kW$
- Y el transformador con un  $\cos\phi=0,95$  (dado que serían equipos inverter)

La capacidad del transformador, en cuanto al requerimiento para el aire acondicionado, se duplicaría.

### **c. Potencial solar en la cubierta**

Se podría aprovechar parte de la superficie de la cubierta para acompañar las reformas que se están proyectando. Dichas reformas contemplarían quitar los actuales recintos de la cubierta y generar otras áreas. Estas

---

<sup>28</sup> Equivalencia en SEER superior a 15.

áreas podrían ser cubiertas con paneles fotovoltaicos para la producción de electricidad.

Como vemos en el análisis de insolación y sombras la cubierta del edificio tiene una buena insolación. Por tanto la implantación de esta tecnología podría ser una alternativa para la producción de energía térmica y eléctrica.

La radiación solar promedio para Lima es de 5,43 kWh/m<sup>2</sup>/año, mayor que otras ciudades de Europa. Por ejemplo Madrid cuenta con una radiación promedio de 4.57 kWh/m<sup>2</sup>/año <sup>(29)</sup>, siendo España uno de los países que más aprovechan la energía fotovoltaica.

Si bien es cierto, en Lima aún no se ha masificado la implementación de proyectos de energía fotovoltaica, OSINERGMIN como ente regulador de la energía en el Perú, debería promover el uso de esta tecnología para la generación de electricidad utilizando la cubierta de sus edificios institucionales, ya que ésta conllevaría a aportar un ahorro energético anual importante y sobre todo serviría como ejemplo a otras empresas públicas y privadas, consolidándose como una institución ambientalmente sostenible.

#### ➤ **Valoración y análisis de viabilidad**

El ahorro de energía atribuible a las recomendaciones que fueron descritas en este capítulo, las cuales están asociadas con el reemplazo

---

<sup>29</sup> Según datos RETScreen

de equipos de climatización y fotovoltaica en la cubierta; está en función a su eficiencia, capacidad, horas de operación y diversas condiciones relacionadas con la naturaleza de los procesos que se realicen en la Sede Central.

A continuación se realizará una estimación de ahorro de energía y reducción de la demanda eléctrica, relacionado con las mejoras anteriormente descritas.

➤ **Evaluación técnico – Económica**

➤ **Evaluación del ahorro de energía proyectado**

Tomando como referencia los ahorros anteriormente descritos y en función de un periodo de un año, se hará una evaluación técnico – económica de las recomendaciones dadas. La siguiente tabla, resume los ahorros potenciales:

**TABLA 4.29**

**AHORROS DE ENERGÍA**

<b>Medida</b>	<b>kWh/año</b>
Sistema de climatización de alta eficiencia	170,000
Fotovoltaica en la cubierta	62,000

*Fuente: Elaboración propia*

Ahorro de energía – AE (kWh/año), operando a 8,760 horas al año, el ahorro anual de energía es:

**TABLA 4.30  
AHORRO DE ENERGÍA AL AÑO**

<b>Ahorro de energía (AE) [kWh/año]</b>		
Sistema de climatización de alta eficiencia	170,000	kWh/año
Fotovoltaica en la cubierta	62,000	kWh/año

*Fuente: Elaboración propia*

Reducción de potencia – AP (kW)

**TABLA 4.31  
REDUCCIÓN DE POTENCIA**

<b>Reducción de Potencia (AP) [kW]</b>		
Sistema de climatización de alta eficiencia	19.41	kWh/año
Fotovoltaica en la cubierta	7.08	kWh/año

*Fuente: Elaboración propia*

➤ **Evaluación del beneficio económico esperado**

Al igual que el ahorro de energía, el cálculo del beneficio económico será expresado para un periodo de un año.

Beneficio económico esperado:

Se considerarán los costos promedios de: energía activa, potencia activa de generación y potencia contratada para horas punta y fuera de punta en la Tarifa MT3 (opción tarifaria actual de la Sede Central) que fueron descritos en el “capítulo 3.1.3.- Revisión y análisis de la factura eléctrica”.

**TABLA 4.32  
BENEFICIO ECONÓMICO POR AHORRO DE ENERGÍA**

<b>Beneficio Económico por ahorro de energía (BE) [\$/año]</b>		
Sistema de climatización de alta eficiencia	25,101.21	\$/año
Fotovoltaica en la cubierta	9,154.56	\$/año

*Fuente: Elaboración propia.*

**TABLA 4.33**  
**BENEFICIO ECONÓMICO POR AHORRO DE POTENCIA DE GENERACIÓN**

<b>Beneficio Económico por reducción de potencia de generación [S/año]</b>		
Sistema de climatización de alta eficiencia	4,352.65	S./año
Fotovoltaica en la cubierta	1,587.44	S./año

*Fuente: Elaboración propia*

**TABLA 4.34**  
**BENEFICIO ECONÓMICO POR AHORRO DE POTENCIA CONTRATADA**

<b>Beneficio Económico por reducción de potencia contratada[S/año]</b>		
Sistema de climatización de alta eficiencia	2,363.61	S./año
Fotovoltaica en la cubierta	862.02	S./año

*Fuente: Elaboración propia*

Considerando el ahorro de energía (AE) y la reducción de potencia de generación y distribución (AP), se calculó el beneficio económico total anual:

**TABLA 4.35**  
**BENEFICIO ECONÓMICO TOTAL ANUAL**

<b>Beneficio Económico TOTAL anual [S/año]</b>		
Sistema de climatización de alta eficiencia	31,817.47	S./año
Fotovoltaica en la cubierta	11,604.02	S./año

*Fuente: Elaboración propia*

### **Evaluación del costo de implementación y retorno de inversión**

El costo de implementación de las propuestas de mejora, será calculado sobre la base de precios promedio de los equipos en el mercado nacional e internacional. La siguiente tabla describe el costo de equipos (valor presente "P"):



**TABLA 4.36**  
**COSTO DE EQUIPOS**

Medida	Número de equipos	Precio por unidad [USA]	Costo total [S.] *
Sistema de climatización de alta eficiencia	5,300	\$15.00	S/. 214,650
Fotovoltaica en la cubierta	40	\$3,000.00	S/. 324,000

\* Precios promedio del mercado nacional para el mes de mayo 2014  
Considerando el tipo de cambio e S/.2.7 el dólar USA

El retorno de inversión (RI) y el tiempo de vida de los equipos se describen en la siguiente tabla:

**TABLA 4.37**  
**RETORNO DE INVERSIÓN**

Medida	kWh/año	Ahorro S./año	Costo Total	Retorno de la inversión (años)	Tiempo de vida (años)
Sistema de climatización de alta eficiencia	170,000	S/. 31,817.47	S/. 214,650	6.75	15
Fotovoltaica en la cubierta	62,000	S/. 11,604.02	S/. 324,000	27.92	30

*Fuente: Elaboración propia*

En cuanto al cálculo del Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR), se involucran las siguientes variables de análisis:

P = Valor Presente, A = Valor Anual, F = Valor Futuro, n = Vida Útil, i = Tasa de Interés, F = Valor Futuro.

El cálculo de la VAN, TIR y la relación Costo/Beneficio para la medida "sistema de climatización de alta eficiencia" se muestra en la siguiente tabla:

**TABLA 4.38**

**RESULTADOS FLUJO NETO DE EFECTIVO PARA CLIMATIZACIÓN**

<b>Año de Operación</b>	<b>Ahorros totales (S/.)</b>	<b>Inversiones para el proyecto (S/.)</b>	<b>Flujo Neto de Efectivo (S/.)</b>
0		214,650.00	-214,650.00
1	S/. 31,817.47		31,817.47
2	S/. 31,817.47		31,817.47
3	S/. 31,817.47		31,817.47
4	S/. 31,817.47		31,817.47
5	S/. 31,817.47		31,817.47
6	S/. 31,817.47		31,817.47
7	S/. 31,817.47		31,817.47
8	S/. 31,817.47		31,817.47
9	S/. 31,817.47		31,817.47
10	S/. 31,817.47		31,817.47
11	S/. 31,817.47		31,817.47
12	S/. 31,817.47		31,817.47
13	S/. 31,817.47		31,817.47
14	S/. 31,817.47		31,817.47
15	S/. 31,817.47		31,817.47

*Fuente: Elaboración propia*

En este contexto, es posible definir factores que permitan transformar el valor presente en anualidades o valor futuro, tal como se muestra a continuación:

$$\left(\frac{P}{F}\right) = \frac{1}{(1+i)^n}$$

Para una tasa de interés de 12% en un periodo de tiempo de vida de 15 años, los valores para el VAN, TIR y la relación Costo/Beneficio es:

**TABLA 4.39**

**VALORES USADOS PARA EL CÁLCULO DE VAN, B/C Y TIR (TASA DE DESCUENTO: 12%)**

Año de Operación	Costos totales (S/.)	Beneficios totales (S/.)	Factor de actualización 12.0%	Costos actualizados (S/.)	Beneficios actualizados (S/.)	Flujo neto de efectivo act. (S/.)
0	214,650	0	1.000	214,650.00	0.00	-214,650.00
1	0	31,817	0.893	0.00	28,408.45	28,408.45
2	0	31,817	0.797	0.00	25,364.69	25,364.69
3	0	31,817	0.712	0.00	22,647.04	22,647.04
4	0	31,817	0.636	0.00	20,220.57	20,220.57
5	0	31,817	0.567	0.00	18,054.08	18,054.08
6	0	31,817	0.507	0.00	16,119.72	16,119.72
7	0	31,817	0.452	0.00	14,392.61	14,392.61
8	0	31,817	0.404	0.00	12,850.54	12,850.54
9	0	31,817	0.361	0.00	11,473.70	11,473.70
10	0	31,817	0.322	0.00	10,244.37	10,244.37
11	0	31,817	0.287	0.00	9,146.76	9,146.76
12	0	31,817	0.257	0.00	8,166.75	8,166.75
13	0	31,817	0.229	0.00	7,291.74	7,291.74
14	0	31,817	0.205	0.00	6,510.48	6,510.48
15	0	31,817	0.183	0.00	5,812.93	5,812.93
<b>Total</b>	<b>214,650</b>	<b>477,262</b>		<b>214,650.00</b>	<b>216,704.44</b>	<b>2,054.44</b>

Fuente: Elaboración propia

Los indicadores financieros que arroja la medida “sistema de climatización de alta eficiencia” son:

<b>VAN=</b>	<b>2,054.44</b>	<b>Se acepta</b>
<b>TIR =</b>	<b>12.18%</b>	<b>Se acepta</b>
<b>B/C =</b>	<b>1.01</b>	<b>Se acepta</b>

Fuente: Elaboración propia

Para la mejora de “Fotovoltaica de la cubierta”, el tiempo de vida útil promedio de los paneles fotovoltaicos es de más de 30 años. Considerando una degradación anual de 0.8% en la producción de energía (24% de degradación tras 30 años de funcionamiento - escenario conservador). La siguiente tabla muestra los flujos netos efectivos en cada año:

TABLA 4.40

RESULTADOS FLUJO NETO DE EFECTIVO PARA FOTOVOLTAICA EN CUBIERTA

Año de Operación	Ahorros totales (S/.)	Inversiones para el proyecto (S/.)	Flujo Neto de Efectivo (S/.)
0		324,000.00	-324,000.00
1	S/. 11,604.02		11,604.02
2	S/. 11,511.18		11,511.18
3	S/. 11,418.35		11,418.35
4	S/. 11,325.52		11,325.52
5	S/. 11,232.69		11,232.69
6	S/. 11,139.86		11,139.86
7	S/. 11,047.02		11,047.02
8	S/. 10,954.19		10,954.19
9	S/. 10,861.36		10,861.36
10	S/. 10,768.53		10,768.53
11	S/. 10,675.70		10,675.70
12	S/. 10,582.86		10,582.86
13	S/. 10,490.03		10,490.03
14	S/. 10,397.20		10,397.20
15	S/. 10,304.37		10,304.37
16	S/. 10,211.53		10,211.53
17	S/. 10,118.70		10,118.70
18	S/. 10,025.87		10,025.87
19	S/. 9,933.04		9,933.04
20	S/. 9,840.21		9,840.21
21	S/. 9,747.37		9,747.37
22	S/. 9,654.54		9,654.54
23	S/. 9,561.71		9,561.71
24	S/. 9,468.88		9,468.88
25	S/. 9,376.05		9,376.05
26	S/. 9,283.21		9,283.21
27	S/. 9,190.38		9,190.38
28	S/. 9,097.55		9,097.55
29	S/. 9,004.72		9,004.72
30	S/. 8,911.88		8,911.88

Fuente: Elaboración propia

Los indicadores financieros de la medida: “Fotovoltaica de la cubierta” hacen que su implementación **no sea viable**; sin embargo, como se describió en el capítulo “4.3 Potencial solar en la cubierta”, el principal objetivo de la implementación de esta tecnología, es que OSINERGMIN se convierta en el principal referente de sostenibilidad ambiental.

Indicadores Económicos (VAN, TIR y Costo/Beneficio), con una tasa de descuento de 12% y en un periodo de vida de 30 años:

**TABLA 4.41**  
**VALORES USADOS PARA EL CÁLCULO DE VAN, B/C Y TIR (TASA DE DESCUENTO: 12%)**

Año de Operación	Costos totales (S/.)	Beneficios totales (S/.)	Factor de actualización 12.0%	Costos actualizados (S/.)	Beneficios actualizados (S/.)	Flujo neto de efectivo act. (S/.)
0	324,000	0	1.000	324,000.00	0.00	-324,000.00
1	0	11,604	0.893	0.00	10,360.73	10,360.73
2	0	11,511	0.797	0.00	9,176.65	9,176.65
3	0	11,418	0.712	0.00	8,127.36	8,127.36
4	0	11,326	0.636	0.00	7,197.57	7,197.57
5	0	11,233	0.567	0.00	6,373.73	6,373.73
6	0	11,140	0.507	0.00	5,643.80	5,643.80
7	0	11,047	0.452	0.00	4,997.11	4,997.11
8	0	10,954	0.404	0.00	4,424.21	4,424.21
9	0	10,861	0.361	0.00	3,916.72	3,916.72
10	0	10,769	0.322	0.00	3,467.18	3,467.18
11	0	10,676	0.287	0.00	3,069.01	3,069.01
12	0	10,583	0.257	0.00	2,716.36	2,716.36
13	0	10,490	0.229	0.00	2,404.04	2,404.04
14	0	10,397	0.205	0.00	2,127.47	2,127.47
15	0	10,304	0.183	0.00	1,882.57	1,882.57
16	0	10,212	0.163	0.00	1,665.72	1,665.72
17	0	10,119	0.146	0.00	1,473.73	1,473.73
18	0	10,026	0.130	0.00	1,303.76	1,303.76
19	0	9,933	0.116	0.00	1,153.29	1,153.29
20	0	9,840	0.104	0.00	1,020.10	1,020.10
21	0	9,747	0.093	0.00	902.21	902.21
22	0	9,655	0.083	0.00	797.88	797.88
23	0	9,562	0.074	0.00	705.54	705.54
24	0	9,469	0.066	0.00	623.83	623.83
25	0	9,376	0.059	0.00	551.53	551.53
26	0	9,283	0.053	0.00	487.56	487.56
27	0	9,190	0.047	0.00	430.97	430.97
28	0	9,098	0.042	0.00	380.91	380.91
29	0	9,005	0.037	0.00	336.63	336.63
30	0	8,912	0.033	0.00	297.46	297.46
<b>Total</b>	<b>324,000</b>	<b>307,739</b>		<b>324,000.00</b>	<b>88,015.63</b>	<b>-235,984.37</b>

Fuente: Elaboración propia

Los indicadores financieros que arroja la medida: "Fotovoltaica de la cubierta", son:

<b>VAN=</b>	<b>-235,984.37</b>
<b>TIR =</b>	<b>-0.34%</b>
<b>B/C =</b>	<b>0.27</b>

Fuente: Elaboración propia

### **Adquisición de los equipos descritos**

Los Sistemas de Climatización de Caudal Variable de Refrigerante son relativamente modernos en comparación con otros sistemas (sistemas todo aire, todo agua, etc.) que se han venido utilizando desde hace ya muchos años. En la actualidad son varios los fabricantes en el mundo que ofrecen este tipo de sistemas al mercado del aire acondicionado. Las patentes de los sistemas de Caudal Variable de Refrigerante (CVR) o en inglés VRF (Variable Refrigerant Flow), VRV (Variable Refrigerant Volume) pertenecen a empresas multinacionales que han incorporado sus avances en materia electrónica y de control a este tipo de sistemas de climatización. Estos sistemas cumplen a la perfección con lo que se demanda hoy en día a un sistema de climatización: facilidad de diseño, flexibilidad, eficiencia energética, fiabilidad, facilidad de instalación, reducido mantenimiento, silencioso, facilidad de uso y respetuoso al medio ambiente. En los últimos años se están dando altos crecimientos de este tipo de climatización, por cuanto al uso de refrigerantes ecológicos como R-407 o R 410.

En el Perú esta tecnología aún es poco común, sólo algunas empresas nacionales han apostado por importar este tipo de equipos. Durante el desarrollo de esta consultoría se encontraron proveedores del extranjero, pero para efectos de cotizaciones, se solicitaron las características y hojas técnicas de los equipos VRF a la empresa "REFRIGERACION CLASSIC S.A.C.". A continuación se detallan los datos de contacto:

NOMBRE: REFRIGERACION CLASSIC S.A.C.
RUC: 20506488428
DIRECCION: Ricardo Flores N°. 231 – La Victoria - Lima 13
TELÉFONO: (511) 265-5706
PÁG. WEB.: <a href="http://www.refrigeracionclassic.com">www.refrigeracionclassic.com</a>
REP. LEGAL: Eduardo Cisneros Molina
CONTACTO: Richard Michael Jones Lazarte - Director Gerente

## ➤ **Desarrollo conceptual de la propuesta**

### **Climatización**

Se plantea un sistema de caudal de refrigerante variable con las siguientes características:

- Un EER de 4,29.
- Una potencia térmica total instalada de 800 kW frigoríficos (unas 170 Toneladas de refrigeración)
- Una máquina exterior (sustituye al chiller en los sistemas de agua fría) alimenta a las máquinas interiores de idéntica potencia frigorífica.
- Este sistema no requiere bomba de agua puesto que utiliza refrigerante y aprovecha la presión del condensador. En el chiller se desperdicia dicha presión ya que en ambos se requiere para poder condensar (mayor presión, mayor temperatura para evacuar el calor).

- Se seleccionan máquinas de alto rendimiento. El rendimiento depende principalmente de:

Tipo de los compresores. Existe en el mercado una gama de compresores por lo que se opta por máquinas con compresores de alto rendimiento.

Ventiladores de la máquina exterior. Los ventiladores consumen una gran cantidad de energía por lo que su selección varía el rendimiento.

Diseño del intercambiador de aletas. Si se opta por un intercambiador pequeño se requiere más presión (temperatura de condensación) por lo que se consume más energía.

Se propone un control centralizado que integra todas las anteriores posibilidades de ahorro. Este control trabaja no solo para encender y apagar las máquinas asignando horarios. Es un control que permite ver y registrar principalmente:

- Temperaturas en unidades interiores
- Consumos de energía
- Históricos de funcionamiento hora a hora de cada máquina
- Cálculo del gasto de energía

### **Fotovoltaica en cubierta**

Se plantea un sistema fotovoltaico en la cubierta del edificio. Dicho sistema trabajaría conectado a la red mediante inversores que evacuarían



la energía producida en el tablero principal del edificio en baja tensión con las siguientes características:

- Los inversores garantizarían que el sistema no evacúe energía en caso de corte de la energía en la red (efecto isla).
- El sistema fotovoltaico estaría dotado de un contador de modo que se pueda determinar la cantidad de energía que este produce.
- Los paneles están soportados en estructuras fijadas a la cubierta con una inclinación de 10 grados.
- Se dispuso de un sistema de monitorización de los paneles conectado a internet.

➤ **Indicadores**

- **Consumo de energía per cápita por colaborador (kWh/colaborador)**

Tomando un año base (jul 2012 – junio 2013) se calculó el per cápita de energía consumida (kWh/colaborador). El promedio de colaboradores para este año base fue de 730 personas, la energía consumida promedio fue de 84,310 kWh y el consumo per cápita promedio fue de 115.71 kWh/colaborador

**TABLA 4.42**

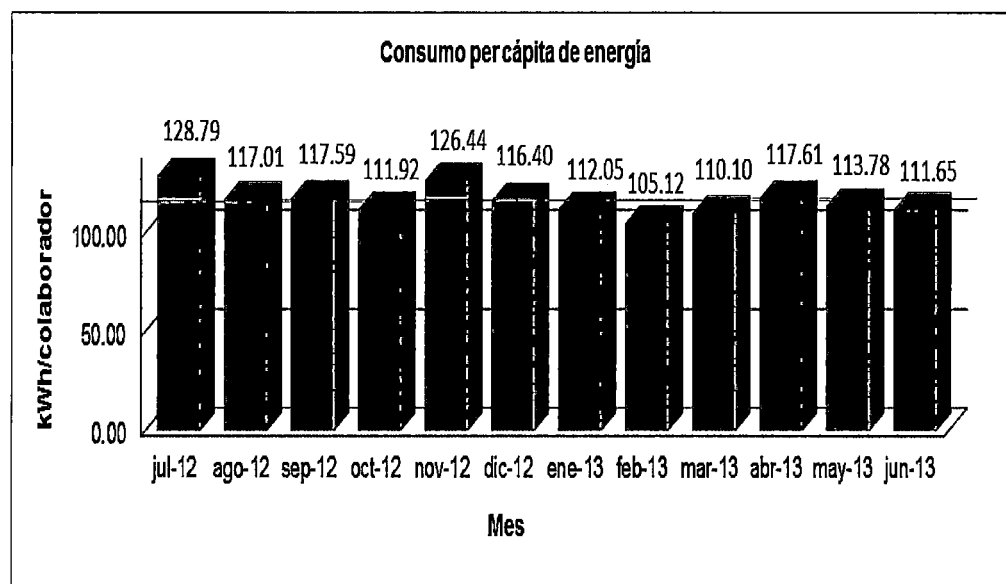
**CONSUMO PER CÁPITA DE ENERGÍA POR COLABORADOR**

Período	Nº de colaboradores	Total de energía consumida [kWh]	Consumo Per Cápita de Energía [KWh/colaborador]
jul-12	630	81,140	128.79
ago-12	713	83,430	117.01
sep-12	694	81,610	117.59
oct-12	703	78,680	111.92
nov-12	703	88,890	126.44
dic-12	703	81,830	116.40
ene-13	770	86,280	112.05
feb-13	770	80,940	105.12
mar-13	770	84,780	110.10
abr-13	770	90,560	117.61
may-13	770	87,610	113.78
jun-13	770	85,970	111.65

Fuente: Elaboración propia

**GRÁFICO 4.13**

**CONSUMO PER CÁPITA DE ENERGÍA [KWH/COLABORADOR]**



Fuente: Elaboración propia

➤ **Costo de energía per cápita por colaborador (S./colaborador)**

El costo promedio de la factura eléctrica mensual en la Sede Central para el año base (julio 2012 – junio 2013) fue de S/. 22,573.55 nuevos soles, con un promedio de 730 personas laborando por mes.

Se estimó el costo per cápita promedio por colaborador, este fue de S/.31 nuevos soles mensuales como se indica en la siguiente tabla:

**TABLA 4.43**

**CONSUMO PER CÁPITA DE ENERGÍA POR COLABORADOR**

Período	N° de colaboradores	Monto total facturado [S/.]	Costo Per Cápita de Energía [S. / colaborador]
jul-12	630	23,554.91	37.39
ago-12	713	22,042.00	30.91
sep-12	694	21,869.55	31.51
oct-12	703	21,113.39	30.03
nov-12	703	22,966.84	32.67
dic-12	703	21,583.77	30.70
ene-13	770	23,337.42	30.31
feb-13	770	21,121.45	27.43
mar-13	770	22,043.20	28.63
abr-13	770	24,859.30	32.28
may-13	770	23,271.44	30.22
jun-13	770	23,119.32	30.03

*Fuente: Elaboración propia*

➤ **Energía consumida por metro cuadrado (kWh/m<sup>2</sup>)**

Se calculó el consumo de energía por metro cuadrado. Para esta estimación se utilizaron las superficies descritas en el “Anexo G Superficies de los pisos del edificio”. La siguiente tabla resume los resultados obtenidos:

**TABLA 4.44**

**CONSUMO DE ENERGÍA POR METRO CUADRADO [KWH/M<sup>2</sup>]**

	Nivel	Área [m <sup>2</sup> ]	Energía consumida por piso [kWh]	Consumo de energía por m <sup>2</sup> [kWh/m <sup>2</sup> ]
Piso 1	Lado SUR	313.67	5,282.72	16.84
	Lado NORTE	267.87	1,261.68	4.71
Piso 2	Lado SUR	317.64	3,601.60	11.34
	Lado NORTE	253.02	2,328.48	9.20
Piso 3	Lado SUR	264.79	2,142.32	8.09
	Lado NORTE	287.78	1,384.64	4.81
Piso 4	Lado SUR	165.42	1,535.04	9.28
	Lado NORTE	207.32	1,838.40	8.87
Piso 5	Lado SUR	159.27	2,381.12	14.95
	Lado NORTE	157.63	900.48	5.71
Piso 6	Lado SUR	158.66	2,424.32	15.28
	Lado NORTE	182.28	2,074.56	11.38
Piso 7	Lado SUR	155.82	2,089.04	13.41
	Lado NORTE	193.20	1,945.20	10.07
Piso 8	Lado SUR	150.30	1,213.20	8.07
	Lado NORTE	175.05	2,375.60	13.57
Piso 9	Lado SUR	154.77	1,701.60	10.99
	Lado NORTE	188.43	2,071.68	10.99
Piso 10	Lado SUR	156.68	2,273.72	14.51
	Lado NORTE	185.90	2,062.88	11.10
Piso 11	Lado SUR	244.89	1,626.64	6.64
	Lado NORTE	302.90	1,553.28	5.13
Piso 12	Lado SUR	175.90	363.52	2.07
	Lado NORTE	127.40	1,437.28	11.28
Piso 13	Azotea	382.35	473.76	1.24
<b>Edificio Sede Central</b>		<b>7,305.42</b>	<b>84,310.00</b>	<b>11.54</b>

*Fuente: Elaboración propia*

**Emisiones Gases de Efecto Invernadero por consumo de energía eléctrica (tCO<sub>2</sub>e)**

En un Inventario de Gases de Efecto Invernadero (GEI), comúnmente llamado "Huella de Carbono", el consumo de energía eléctrica es una fuente de emisión que es clasificada en el Alcance 2. El cálculo de estas emisiones viene dado por el siguiente factor de emisión:

**TABLA 4.45**  
**FACTOR DE EMISIÓN UTILIZADO**

<b>Factor de Emisión:</b>	
<b>0.3132</b>	<b>tCO<sub>2</sub>e/MWh</b>

*Fuente: Elaboración propia*

A partir de este factor, se calculan las emisiones mensuales de Gases de Efecto Invernadero, resultado expresado en toneladas de dióxido de carbono equivalente (tCO<sub>2</sub>e).

**TABLA 4.46**  
**EMISIONES GEI POR CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

Mes	Consumo mensual de energía eléctrica [kWh]	Emisiones GEI mensuales [tCO <sub>2</sub> e]
jul-12	81,140.00	25.42
ago-12	83,430.00	26.13
sep-12	81,610.00	25.56
oct-12	78,680.00	24.65
nov-12	88,890.00	27.84
dic-12	81,830.00	25.63
ene-13	86,280.00	27.03
feb-13	80,940.00	25.35
mar-13	84,780.00	26.56
abr-13	90,560.00	28.37
may-13	87,610.00	27.44
jun-13	85,970.00	26.93
		<b>316.92</b>

*Fuente: Elaboración propia*

### **Reducción de emisiones GEI por medida**

En un Inventario de Gases de Efecto Invernadero (Huella de Carbono), una de las fuentes de mayor emisión es el consumo de energía eléctrica (Alcance 2), pero también es una de las fuentes que brinda oportunidades para aplicar estrategias para su reducción.

El *Inventario de Gases de Efecto Invernadero 2011* de OSINERGMIN, contempla las emisiones de la institución para el Alcance 1 y 2. Para el Alcance 2 (emisiones indirectas por consumo de electricidad) se calcularon un total de 1,037.60 tCO<sub>2</sub>e, del cual el 59% de éstas, pertenecen a la Sede Central (612.18 tCO<sub>2</sub>e).

La implementación de medidas que mejoren la de eficiencia energética del edificio de la Sede Central, reducirían las emisiones GEI en las próximas huellas de carbono de la institución. Si se implementaran las medidas para el ahorro de energía descritas en el “*capítulo 4. Propuesta y evaluación de mejoras*”, se reducirían un total de 72.67 tCO<sub>2</sub>e anuales <sup>(30)</sup>. La siguiente Tabla muestra las emisiones GEI reducidas de acuerdo a cada medida planteada:

**TABLA 4.47**  
**EMISIONES GEI REDUCIDAS**

Medida	Energía eléctrica ahorrada [kWh/año]	Emisiones GEI reducidas [tCO <sub>2</sub> e]
Sistema de climatización de alta eficiencia	170,000	53.25
Fotovoltaica en la cubierta	62,000	19.42
<b>TOTAL</b>		<b>72.67</b>

*Fuente: Elaboración propia*

<sup>30</sup> Se ha considerado el factor de emisión de 0.3132 tCO<sub>2</sub>e/MWh

### 4.3 Población y muestra.

Para el caso de la investigación la población es el edificio central de Osinergmin ubicado en Bernardo Monteagudo 222 Magdalena del Mar- lima, que cuenta con 770 personas.

#### Muestra

$N$	770
$\alpha$	10.0%
$Z_{\alpha/2}$	-1.64
$\sigma \approx S$	1
$\varepsilon$	10.0%
$n'$	188

Fuente: Elaboración propia

Para el caso de la investigación por intermedio de la formula estadística se obtuvo del total de personas 770 la muestra que fue 188 personas, además van a ser todos los equipos y sistemas eléctricos analizados durante el diagnostico de eficiencia energética realizado en el edificio de Osinergmin.

### 4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

TABLA 4.48

#### TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Técnicas	Instrumentos
Observación	Fichas, guías
Entrevistas	Cuestionarios
Encuesta	Cuestionario
Mediciones convencionales	Unidades de medida
Descripción	Material de descripción

Fuente: Elaboración propia

#### **4.5 Procedimiento de recolección de datos.**

- Recopilación de información preliminar: Planos del edificio plano arquitectónico y diagrama unifilar, Información de la infraestructura del edificio, la cual proporcionó datos generales del inmueble como Dirección, monto mensual promedio de mantenimiento, año de construcción, área total y área construida del terreno, personas promedio por área construida, personas promedio por área.
  
- Revisión y análisis de la factura eléctrica, Facturas de energía eléctrica del edificio del año 2012 (enero a diciembre) y 2013 (enero a junio).
  
- Recorrido de las instalaciones y visitas al edificio.
  
- Mediciones eléctricas, recolección de datos del consumo de energía eléctrica.
  
- Evaluación de registros:
  
- Encuestas físicas y online, cámaras fotográficas

#### **4.6 Análisis Estadísticos de Datos**

Para lograr un análisis estadístico, se realizaron una serie de visitas a la Sede Central con la finalidad de comprobar “in situ” los hábitos de consumo de energía eléctrica de los colaboradores. La Tabla 4.49, resume el día, la hora y el objetivo de cada visita.



**TABLA 4.49**

**VISITAS DE IDENTIFICACIÓN DE HÁBITOS DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

Fecha	Hora	Objetivo
Viernes 09/05/2014	07:00 p.m.	Equipos consumidores de energía eléctrica que son dejados encendidos terminada la jornada laboral.
Jueves 15/05/2014	08:00 a.m.	Equipos consumidores de energía eléctrica que fueron dejados encendidos el día anterior.
Viernes 16/05/2014	01:00 p.m.	Equipos consumidores de energía eléctrica que se dejaron encendidos durante la hora de almuerzo.

*Fuente: Elaboración propia*

Con la finalidad de contrastar los resultados obtenidos en estas visitas, se aplicó una encuesta a los colaboradores de la Sede Central con el fin de evaluar sus hábitos referentes al consumo de energía eléctrica. Además se puso a prueba el grado de responsabilidad de los colaboradores ya que esta encuesta fue aplicada vía correo electrónico y por un formulario creado en Google Drive<sup>31</sup>.

**Los parámetros utilizados para el cálculo del tamaño muestral fueron:**

**Parámetros utilizados para el cálculo del tamaño muestral**

$$n' = \frac{Z^2 \sigma^2 N}{e^2 (N - 1) + Z^2 \sigma^2}$$

$\alpha$	10.0%
$Z_{\alpha/2}$	-1.64
$\sigma \approx S$	1
$\epsilon$	10.0%

*Fuente: Estimaciones – Elaboración propia*

<sup>31</sup> Ver anexo D: Formatos de encuesta de hábitos de consumo de energía eléctrica

El total de colaboradores en OSINERGMIN se ve representado en la siguiente tabla:

**TABLA 4.50**  
**NÚMERO DE COLABORADORES OSINERGMIN 2013**

Local	Número Total de Colaboradores
Sede Central	770
<b>TOTAL</b>	<b>770</b>

*Fuente: Información preliminar OSINERGMIN*

Según la fórmula, tenemos el tamaño muestra considerado:

**Tamaño de la muestra**

$N$	770
$\alpha$	10.0%
$Z_{\alpha/2}$	1.64
$\sigma \approx S$	1
$\varepsilon$	10.0%
$n'$	<b>188</b>

*Fuente: Elaboración propia*

Dónde:

$N$ : es el número total de personas en el edificio

$n$ : es la muestra a encuestar.

La encuesta se repartió de la siguiente manera:

**TABLA 4.51**  
**NÚMERO DE COLABORADORES A ENCUESTAR**

Local	Número de Colaboradores a encuestar
Sede Central	188
<b>TOTAL</b>	<b>188</b>

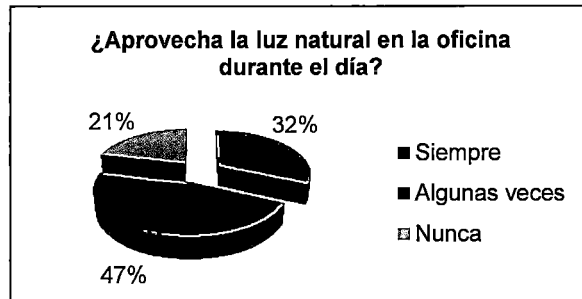
*Fuente: Elaboración propia*

Del tamaño muestral considerado sólo se obtuvieron 64 respuestas. Algunos colaboradores (39 personas) respondieron al correo electrónico designado (*eficienciaenergética@atwog.com*) y 25 colaboradores prefirieron utilizar el formulario cargado en el Google Drive. Las respuestas de la encuesta fueron contrastadas con los datos obtenidos en las visitas realizadas y a partir de ahí se obtuvieron los siguientes resultados:

➤ **Iluminación**

La luz natural no es utilizada con mucha frecuencia en las diferentes áreas de la Sede Central, como se muestra en el Gráfico 14, el 32% de los colaboradores la aprovecha como medio de iluminación en su jornada laboral. Es necesario sensibilizar y educar a los colaboradores en las buenas prácticas de uso de la iluminación, recordemos que el 23% de todo el consumo energético de la Sede Central es debido al uso de luz artificial durante el día. En algunos ambientes se utiliza la natural y artificial a la vez, esto se debe a que existen interruptores que encienden una cantidad importante de luminarias de toda la oficina, por lo tanto, los colaboradores que están cerca a la ventana, por más que quieran apagar la luminaria más próxima, no lo pueden hacer debido a que dejarían con poca iluminación al resto de sus compañeros de oficina.

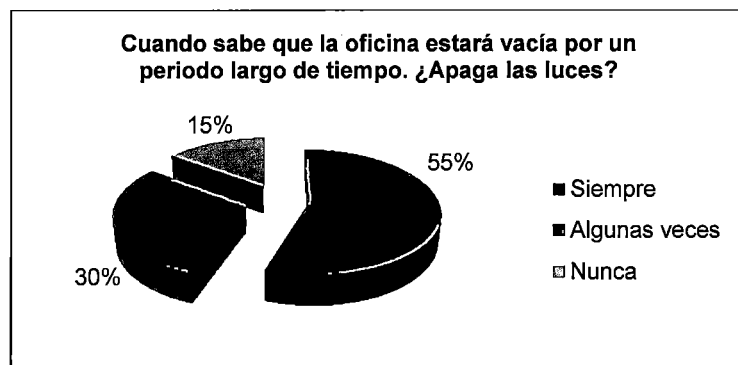
**GRÁFICO 4.14**  
**UTILIZACIÓN DE LA LUZ NATURAL – SEDE CENTRAL**



*Fuente: Elaboración propia*

Según los resultados obtenidos, el 55% de los encuestados respondieron que siempre apagan las luces cuando salen de sus oficinas. Esto fue comprobado durante las visitas realizadas sólo cuando los colaboradores se retiran de la oficina terminada la jornada laboral; y si quedaran encendidas algunas luminarias, son apagadas por el personal de vigilancia. Pero durante el día, en la hora del almuerzo o durante reuniones, la mayoría de los colaboradores no apaga las luces de su oficina.

**GRÁFICO 4.15**  
**ILUMINACIÓN EN LAS OFICINAS – SEDE CENTRAL**



*Fuente: Elaboración propia*

El 45% de los colaboradores no siempre apagan las luces de sus oficinas cuando salen a una reunión o en la hora del almuerzo. Esto nos brinda una oportunidad para el ahorro de energía por cambio de hábitos de consumo en el uso de la iluminación.

Se estimó el consumo extra de energía eléctrica generado por dejar encendidas el 45% de las luminarias de las oficinas de la Sede Central en un determinado tiempo (horas), el consumo eléctrico y el costo en la facturación mensual aumentaría según se describe en la siguiente tabla:

**TABLA 4.52**  
**ESTIMACIÓN DEL CONSUMO EXTRA GENERADO POR MALAS PRÁCTICAS EN EL USO DE LA ILUMINACIÓN**

Tiempo en el cual las luminarias están encendidas innecesariamente	Aumento de energía eléctrica mensual %	Aumento en el costo de la factura eléctrica mensual <sup>32</sup> S/.
1 hora	0.80%	S/. 95.00
2 horas	1.50%	S/. 190.00
3 horas	2.30%	S/. 280.00
5 horas	3.00%	S/. 375.00
8 horas	3.80%	S/. 470.00

*Estimación elaboración propia basada en 320 Kit luminarias: 639 tubos fluorescente encendidos, lo cual representa el 45% del total de luminarias existentes en la Sede Central.*

Actualmente en la Sede Central se usan tubos fluorescentes para iluminar los diferentes ambientes, éstos resultan ser muy económicos en precio de compra pero muy contaminantes en caso de que se rompan, ya que contienen vapor de mercurio.

---

<sup>32</sup> Se ha considerado un costo promedio de la energía activa de 0.15 S/. /kWh – Ver Tabla 11.

En los últimos años la tecnología de iluminación LED viene siendo implementada con mayor frecuencia en oficinas por su bajo consumo energético, reducción de la temperatura en el ambiente (disminuyendo la demanda térmica de los equipos de aire acondicionado) y por supuesto aumenta la vida útil en relación con los tubos fluorescentes convencionales. Si bien es cierto, el cambio de iluminación fluorescente por iluminación LED es un proyecto que involucra a diversas áreas de la empresa, ya que se toman en cuenta factores como: ubicación de oficinas, escritorios, alturas de luminarias con respecto al área de trabajo, etc.; en el siguiente ejemplo se estimará la reducción de energía y costos en la factura eléctrica mensual si cambiáramos cierto porcentaje de tubos fluorescentes por fluorescentes LED con luminiscencia parecida.

**TABLA 4.53**

**ESTIMACIÓN DE AHORROS OBTENIDOS POR CAMBIO A LUMINARIAS LED**

Luminarias cambiadas	Energía eléctrica reducida	Ahorro mensual
10%	0.5%	S/. 85.00
30%	1.6%	S/. 250.00
50%	2.6%	S/. 420.00
70%	3.8%	S/. 585.00
100%	5.5%	S/. 835.00

*Fuente: Elaboración propia*

Para realizar las estimaciones descritas en la tabla anterior se ha considerado el cambio de luminarias fluorescentes de 36 W a fluorescentes LED de 20 W (220 v), éstas poseen características físicas similares al tubo fluorescente T8 que se utiliza en la Sede Central, lo cual permitirá ser reemplazadas fácilmente por el personal de mantenimiento.

En el mercado actual existen luminarias LED de mayor eficiencia y menor consumo, que conllevarán a ahorros sustanciales para OSINERGMIN, pero la implementación de éstas requerirá de un proyecto de iluminación diferente para cada oficina, ya que se tendrá que considerar los espacios de trabajo, mueblería, altura de la iluminación con respecto al escritorio, etc., es por ello que se recomienda que antes de adquirir luminarias LED se realice un estudio de iluminación integral ya que éste conllevará a un eficiente uso de la iluminación LED, obteniendo ahorros energéticos de mayor importancia que los obtenidos en el ejemplo descrito en la Tabla 30.

En las visitas realizadas, se observó que en el primer piso de la Sede Central aún se usan lámparas dicróicas incandescentes, las cuales se caracterizan por su alto consumo eléctrico y por elevar la temperatura del ambiente que están iluminando. Si se requiere seguir las usando de la misma manera y con la misma distribución, se recomienda el cambio de estas lámparas por dicróicas LED con un consumo entre 4W y 8W, que serán fácilmente cambiadas por el personal de mantenimiento, ya que no requerirá del cambio del cableado eléctrico ni en el socket de conexión<sup>33</sup>.

---

<sup>33</sup> Se recomienda revisar el socket antes de la instalación de la lámpara dicróica LED, puede presentar quemaduras debido a la alta temperatura de funcionamiento del dicróico incandescente.

### ➤ Equipos de Cómputo

Cuando no se tiene activado el modo de ahorro de energía en nuestro computador, el consumo de energía eléctrica es constante; es decir consume la misma potencia todo el tiempo que esté encendida, se esté usando o no. Si se tuviera activado el modo de ahorro de energía, no sería necesario apagar la computadora cuando se sale de la oficina por periodos cortos.

De establecerse una política de ahorro de energía, se recomienda que la misma se habilite por GPO<sup>34</sup> a través del dominio.

Cuando no se tiene activado algún modo de ahorro de energía en las computadoras, dependerá del usuario apagarla cuando sale de la oficina o cuando termina su jornada laboral. De acuerdo a los resultados de la encuesta y las visitas realizadas, el 89% de los colaboradores apaga su computadora al terminar el día. Se atribuye que el 11% que no lo hace, es porque trabaja durante la noche o los fines de semana desde un escritorio remoto vía Citrix.

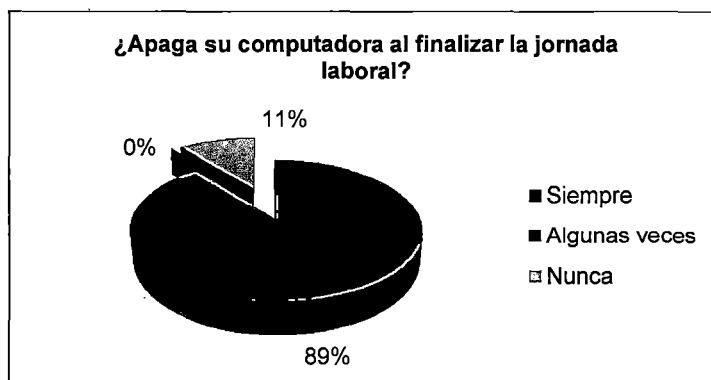
---

<sup>34</sup> Directiva de Grupo es una característica de Windows NT, familia de Sistemas Operativos. Es un conjunto de reglas que controlan el ambiente de trabajo de cuentas de usuario y cuentas de equipo.



GRÁFICO 4.16

USO DE LAS COMPUTADORAS TERMINADA LA JORNADA LABORAL – SEDE CENTRAL



Fuente: Elaboración propia

Al deshabilitar los modos de ahorro de energía en la computadora para una acceso remoto vía Citrix, la potencia consumida de ésta, será constante todo el tiempo ya que quedará encendida para su acceso durante las noches o los fines de semana. A continuación se estimará el porcentaje de energía eléctrica consumida y los costos por energía activa extra, si las computadoras de los 125 usuarios con permiso para el uso de escritorio remoto vía Citrix dejaran encendidas su computador en las madrugadas y/o los fines de semana, considerando un consumo de 150w por cada una (suponiendo que el monitor este apagado).

**TABLA 4.54**  
**ESTIMACIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EXTRA GENERADO POR**  
**USUARIOS DE ESCRITORIO REMOTO**

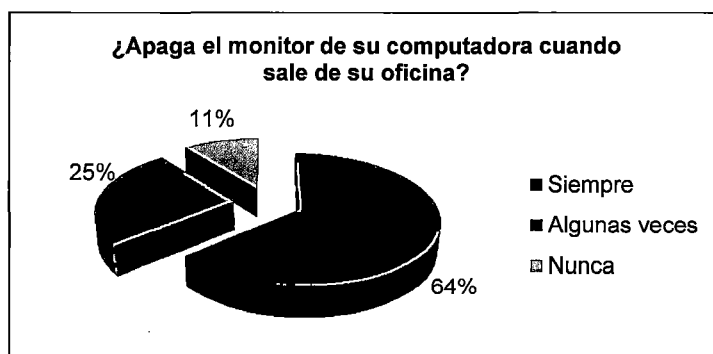
Tiempo de uso de escritorio remoto	Solo fines de semana	5 días a la semana	Todos los días
Horas estimadas	24 horas	12 horas	12 h semanales + 24 h fin de semana
Aumento de energía eléctrica mensual [%]	4%	5%	9%
Aumento en el costo de la factura eléctrica [S/.]	S/. 497.95	S/. 622.44	S/. 1,120.39

*Estimación en basada en 125 USUARIOS*

Si se dejara encendido un monitor LCD de 17" por una hora consume un promedio de 50 watts, la cuarta parte del consumo de energía de una computadora de escritorio. Apagar el monitor cuando no está en uso, es uno de las mejores hábitos; especialmente si no se tiene activado un modo de ahorro energético en la computadora. En las visitas realizadas al edificio de la Sede Central se comprobó este buen hábito de consumo de energía por una parte de los colaboradores, el 64% de ellos apaga el monitor de su computadora, pero un 25% no lo hace. El Gráfico 19, muestra los resultados:

**GRÁFICO 4.17**

**HÁBITOS DE CONSUMO DE ENERGÍA EN MONITORES**



Fuente: Elaboración propia

El 36% de los colaboradores no siempre apaga sus monitores cuando salen de su oficina, este porcentaje representa otra oportunidad de ahorro energético por cambio de hábitos de consumo. A continuación se estimará el porcentaje de energía eléctrica extra mensual que es consumida por dejar encendida su computadora durante un determinado periodo de tiempo.

**TABLA 4.55**

**ESTIMACIÓN DEL CONSUMO EXTRA GENERADO POR MALAS PRÁCTICAS EN EL USO DE EQUIPOS OFIMÁTICOS**

Horas de consumo	Aumento de energía eléctrica mensual (%) por dejar encendido:			Aumento en el costo de la factura eléctrica mensual [S.]
	CPU	Monitor	Ambos	
<b>1 hora</b>	0.6%	0.2%	0.7%	<S/.25 - S/.88>
<b>2 horas</b>	1.1%	0.4%	1.5%	<S/.50 - S/.187>
<b>3 horas</b>	1.7%	0.6%	2.2%	<S/.75 - S/.274>
<b>5 horas</b>	2.7%	0.9%	3.6%	<S/.113 - S/.449>
<b>8 horas</b>	4.3%	1.5%	5.7%	<S/.187 - S/.710>

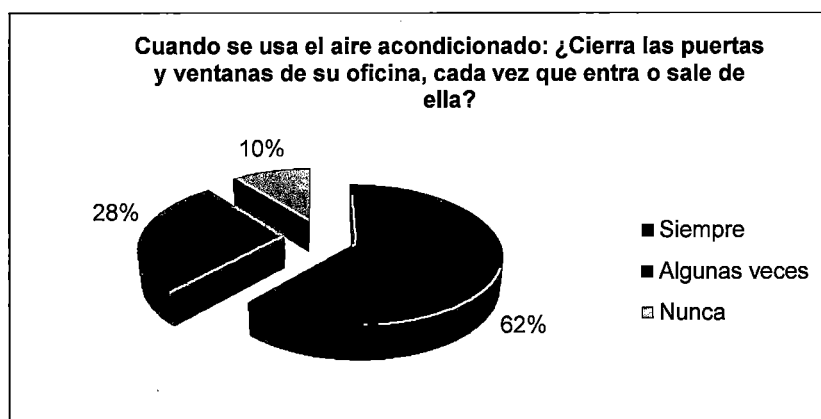
Estimación en basada en 158 USUARIOS (36% del total)

➤ **Aire Acondicionado**

El 62% de las personas encuestadas, mantienen las puertas o ventanas de su oficina cerradas cuando el aire acondicionado está encendido. Este hábito es importante, ya que si se dejan abiertas, los equipos requerirán mayor potencia para enfriar el ambiente, aumentando el consumo de energía eléctrica.

**GRÁFICO 4.18**

**USO DEL AIRE ACONDICIONADO**



Fuente: Elaboración propia

➤ **Cambio de hábitos de consumo de energía eléctrica en el tiempo**

El “estudio técnico definitivo de un programa de seguridad y ahorro de energía eléctrica” realizado el 2010, también contempla en uno de sus capítulos los hábitos de consumo de energía eléctrica de los colaboradores de OSINERGMIN ese año.

Para el 2010 se definió de forma general lo siguiente: “no existe una cultura de ahorro de energía por parte del personal, así se aprecia que al término de sus labores no realizan el apagado completo de los equipos de oficina, en algunos casos los dejan totalmente encendidos, y tampoco realizan el apagado de la iluminación de la oficina, en donde apreciamos que se mantiene el encendido de los equipos inclusive tras el retiro de todo el personal de oficina”.

Como análisis final de los hábitos de energía eléctrica en la Sede Central de OSINERGMIN, se puede concluir que éstos han ido cambiando en el tiempo. Ahora existe una menor cantidad de personas que dejan encendidas sus computadoras, luminarias y otros equipos de la oficina. Estos hábitos se comprobaron durante las visitas realizadas por a la sede central terminada la jornada laboral. Pero muchos de ellos aún no los practican, ya que también se comprobó que en las horas de almuerzo o cuando los colaboradores salen a reuniones, los equipos ofimáticos quedan encendidos; y cuando termina la jornada laboral, el personal de limpieza y de seguridad son los encargados de apagar monitores y luminarias en algunas oficinas.

Es por ello que se recomienda ahondar en temas de eficiencia energética con los colaboradores, recordemos que el cambio de hábitos de consumo de energía es progresivo y además estas actividades brindan oportunidades de ahorro, que al ser aplicadas, se ven reflejadas en ahorros económicos en la factura de energía al finalizar el mes

## V. RESULTADOS

Los resultados obtenidos durante el diagnóstico y estudio de eficiencia energética realizado al edificio de Osinergmin se muestran en la siguiente tabla:

Medida	Energía eléctrica ahorrada [kWh/año]
Sistema de climatización de alta eficiencia	170,000
Fotovoltaica en la cubierta	62,000

## VI DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 6.1 Contrastación de la hipótesis con los resultados

De acuerdo a la normativa utilizada y comparado con las hipótesis previamente planteadas durante el desarrollo del proyecto se determina que los resultados obtenidos para el diagnóstico de eficiencia energética son similares con los planteados, en la hipótesis se mencionó que se va lograr el ahorro de energía y luego de finalizar el diagnostico se demostró el ahorro obtenido en consumo de energía en kwh/año, esto se logró aplicando las recomendaciones hechas durante el diagnostico aplicando un sistema de climatización de alta eficiencia se obtuvo el ahorro de 170,000kwh/año y aplicando fotovoltaica en cubierta se obtuvo el ahorro de 62,000kwh/año.

## **6.2 Contrastación de los resultados con otros estudios similares**

Los resultados obtenidos en el diagnóstico y estudio de eficiencia energética realizado para el edificio de osinergmin sede-central en el año 2014, fueron comparados con el estudio de cargas realizado en el año 2010, tal como se muestran en la tabla 4.23 ubicado en la página 74, y el grafico 4.5 ubicado en la página 75. Comparando los resultados se logró obtener un mayor ahorro de energía tal como se muestran en las tablas mencionadas.

## **VII. CONCLUSIONES**

- A.** Se concluye que a partir del análisis sistemático realizado para la investigación y aplicando las medidas recomendadas se logró el ahorro de energía eléctrica para el edificio, se obtiene un ahorro anual de 170,000 kwh/año, fotovoltaica en cubierta que genera un ahorro de 62,000 kw.h/año.
- B.** Luego del análisis realizado se determinó que uno de los mayores consumos de energía eléctrica se debe a que en muchas áreas del edificio existe lámparas comandadas por un mismo interruptor.
- C.** Se desperdicia gran cantidad de energía debido a que el personal deja encendido las luminarias de manera irresponsable, esto es por falta de hábitos en ahorro de energía eléctrica, generándose pérdidas de 5112 kw al mes, como medidas para reducir las pérdidas se propone realizar campañas de sensibilización.
- D.** A partir de los resultados obtenidos del diagnóstico se ha generado el mejoramiento del consumo y de la eficiencia energética, dentro de un plan a realizar que no requiere mucha inversión sería realizar campañas de sensibilización constante para mejorar los hábitos del consumo de energía en todo el personal .



## VIII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda inculcar temas de eficiencia energética cambio de hábitos de consumo y realizar campañas de sensibilización en el uso de la energía esto de manera constante y progresivo, estas actividades brindan oportunidades de ahorro, que al ser aplicadas, se ven reflejadas en ahorros económicos en la factura de energía al finalizar el mes y se reducen emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).
- Se deben realizar mediciones eléctricas de corriente y tensión periódicas, mínimo una vez al mes, en los tableros generales, y tableros de distribución del edificio de la Sede Central. Esto permitirá elaborar un perfil de carga del edificio.
- Aprovechar la luz natural en las oficinas que se encuentran cerca de las ventanas , siempre y cuando no se afecte el confort de los usuarios, permitiendo interactuar con la luz natural y bajar el consumo de energía eléctrica cuando no se requiera de la iluminación artificial.
- Para los pisos 7 al 12 donde no se tiene de oficinas en la fachada - así como para el resto de pisos (1 al 6)- la estrategia de climatización recomendada es la apertura de pequeñas ventanas en la fachada las cuales serán cubiertas con un sobre techo, y con los difusores adecuados, permitirán que el aire fluya a través de ellos; permitiendo direccionar el aire que entra del exterior. De esta

forma se evitaría que el ingreso del aire del exterior - a través de las ventanas- cause ruidos molestos al chocar las persianas con el vidrio.

- Integrar al sistema de iluminación, sensores de presencia para las oficinas cerradas, evitando el malgasto de energía eléctrica en los puestos de trabajo vacíos.
- promover una campaña para el apagado de la lámpara individual en la hora de almuerzo o ausencia temporal del puesto de trabajo. Análogamente, se recomienda el mismo procedimiento con el monitor y, al finalizar la jornada laboral, el completo apagado del monitor y CPU, así como de impresoras y fotocopiadoras.

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- **ÁLVAREZ CARLOS A. Guía didáctica para el desarrollo de Auditorías Energéticas.** Colombia: Unidad de Planificación Minero Energética (UPME). 2007.
- **ARANDA USON ALFONSO; IGNACIO ZABALZA BRIBIAN. Eficiencia Energética en Instalaciones y Equipamiento de Edificios.** Zaragoza. Prensas Universitarias de Zaragoza. 2010.
- **ARIAS SÁNCHEZ LUIS L. auditoría energética del sistema de iluminación de una entidad bancaria.** Sartenejas, Marzo de 2011.
- **BORROTO, ANÍBAL. Gestión Energética en el Sector Productivo y los Servicios.** Cienfuegos : Editorial Universidad Cienfuegos, 2006.
- **DE ARMAS, MARCO, PADRÓN, ARTURO Y VIEGO, PERCY. Ahorro de Energía en Sistemas de Suministro Eléctrico Industrial.** Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos. 2002.
- **ESPINOZA MONTES CIRO. Metodología de la investigación tecnológica.** Huancayo ,Perú
- **FERNANDEZ SALGADO JOSE MARIA. Eficiencia Energética en Edificios.** Madrid-España. Antonio Madrid Vicente. 2011.
- **PEREZ COBOS SERGIO. Certificación energética en edificios existentes.** Caracas Marcombo.2013.

- REY MARTINES FRANCISCO JAVIER Y VELASCO GOMEZ ELOY. **Eficiencia Energética en Edificios**. Madrid-España. Paraninfo .2006

#### **Cita de Publicaciones Web**

- DIRECCIÓN GENERAL DE ELECTRICIDAD MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS. **Guía de Orientación del Uso Eficiente de la Energía y de Diagnósticos Energéticos Edificios Públicos**. Disponible en : [www.minem.gob.pe](http://www.minem.gob.pe) \_consultado el 25 de mayo del 2014.
- MINISTERIO DEL AMBIENTE. **Guía de Eco eficiencia**
- MINETUR. **Certificación de Eficiencia Energética**. Disponible en: <http://www.minetur.gob.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/CertificacionEnergetica/> \_consultado el 15 de junio del 2014.
- WIKIPEDIA. **Certificación de eficiencia energética en edificios**. Disponible en: [http://es.wikipedia.org/wiki/Certificaci%C3%B3n\\_energ%C3%A9tica\\_de\\_edificios](http://es.wikipedia.org/wiki/Certificaci%C3%B3n_energ%C3%A9tica_de_edificios) . Consultado el 17 de junio del 2014.
- [portalsej.jalisco.gob.mx/ahorro-energi](http://portalsej.jalisco.gob.mx/ahorro-energi)<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32002L0091:ES:HTML>
- <http://www.codigotecnico.org/web/>
- <http://www.idae.es/index.php/mod.pags/mem.detalle/recategoria.1030/id.27/reلمenu.53>

# **ANEXOS**

## Anexo A: Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGIA
<p><b>Problema principal</b> ¿Cuál es el diagnóstico energético para obtener un plan de ahorro de energía eléctrica en un edificio públicos de lima?</p> <p><b>Problemas específicos</b></p> <p>P1: ¿Cómo se va analizar y establecer donde y como son utilizados las fuentes de energía usados en la sede central?</p> <p>P2: ¿Cómo se va determinar cuántos kW de energía es desperdiciada y definir medidas para ahorrar energía y reducir costos energéticos evaluados técnica y económicamente?</p> <p>P3: ¿Cómo se va proveer el plan para aprovechar las oportunidades de ahorro y mejoras las operaciones del edificio en cuanto al uso de la energía?</p>	<p><b>Objetivo general</b> Realizar un diagnóstico energético mediante un análisis sistemático para obtener un plan de ahorro de energía eléctrica en un edificio público-lima.</p> <p><b>Objetivos específicos</b></p> <p>O1: Analizar y Establecer dónde y cómo son utilizadas las fuentes de energía que utiliza la sede central.</p> <p>O2: Determinar cuánta kW de energía es desperdiciada y Definir posibles medidas y proyectos para ahorrar energía y reducir costos energéticos, evaluados técnica y económicamente.</p> <p>O3: proveer un plan para aprovechar las oportunidades de ahorro y mejorar las operaciones del edificio en cuanto al uso de los rubros energéticos.</p>	<p><b>Hipótesis general</b> Si se elabora sistemáticamente un diagnóstico energético se obtendrá un plan de ahorro en energía eléctrica en un edificio público-lima.</p> <p><b>Hipótesis específicas</b></p> <p>H1: Si se analiza los equipos eléctricos entonces se determinara el consumo de energía eléctrica en el edificio.</p> <p>H2: Si se determina la pérdida de energía se podrá cuantificar la pérdida económica.</p> <p>H3: Se elabora el plan de ahorro de energía entonces se obtendrá un uso eficiente de energía eléctrica en el edificio.</p>	<p><b>Variable independiente</b> X: Diagnóstico energético</p> <p><b>Indicadores</b></p> <p>X1: equipos eléctricos X2: Perdida de energía. X3: Eficiencia.</p> <p><b>Variable Dependiente</b></p> <p>Y: Plan de ahorro de energía eléctrica trabajadores</p> <p><b>Indicadores</b></p> <p>Y1: Puntos de consumo y pérdida de energía. Y2: Pérdida económica Y3: Edificio eficientemente energético</p>	<p><b>Tipo de investigación</b> La investigación realizada es de tipo tecnológico.</p> <p><b>Nivel</b> aplicada</p> <p><b>Método</b> Descriptivo, observación</p> <p><b>Diseño</b> No experimental</p> <p><b>Población y muestra</b> Para el caso de la investigación la población es el edificio central de Osinergmin</p> <p><b>Muestra</b> La muestra van a ser todos los equipos y sistemas eléctricos analizados durante el diagnóstico de eficiencia.</p> <p><b>Instrumentos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Guía de observación</li> <li>✓ Guía a Análisis Documental</li> <li>✓ Encuesta</li> <li>✓ Unidades de medida.</li> <li>✓ Material de descripción</li> <li>✓ cuestionarios</li> </ul>

**Fuente: Elaboración propia**

## Anexo B: Formato de mediciones eléctricas



### ESTUDIO Y DIAGNÓSTICO PARA MEJORAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

#### FORMATO 2: MEDICIONES ELÉCTRICAS

##### Tablero General:

###### Corriente en fases:

Fase R:

Fase S

Fase T

###### Tensión:

R - S:

R - T:

S - T:

##### Tablero del Centro de Proceso de Datos:

###### Tablero 1:

###### Corriente en fases:

Fase R:

Fase S

Fase T

###### Tensión:

R - S:

R - T:

S - T:

--

## Anexo C: Formato de inventarios de equipos eléctricos



ESTUDIO Y DIAGNOSTICO PARA MEJORAS DE EFICIENCIA ENERGETICA  
FORMATO 3: Identificación de equipos consumidores de energía eléctrica



	Área 2	Área 3	Área 4	Área 5
Número de computadoras	Número de computadoras	Número de computadoras	Número de computadoras	Número de computadoras
Número de luminarias luminaria (2 fluorescentes)	Número de luminarias	Número de luminarias	Número de luminarias	Número de luminarias
Luminaria (1 fluorescente)				
Equipos encontrados:	Otros equipos encontrados:	Otros equipos encontrados:	Otros equipos encontrados:	Otros equipos encontrados:
Climatizadas de aire acondicionado:	<input type="checkbox"/> Áreas Climatizadas	<input type="checkbox"/> Áreas Climatizadas	<input type="checkbox"/> Áreas Climatizadas	<input type="checkbox"/> Áreas Climatizadas
NO Climatizadas	<input type="checkbox"/> Áreas NO Climatizadas	<input type="checkbox"/> Áreas NO Climatizadas	<input type="checkbox"/> Áreas NO Climatizadas	<input type="checkbox"/> Áreas NO Climatizadas
Número de computadoras	Área 2 Número de computadoras	Área 3 Número de computadoras	Área 4 Número de computadoras	Área 5 Número de computadoras
Número de luminarias luminaria (2 fluorescentes)	Número de luminarias	Número de luminarias	Número de luminarias	Número de luminarias
Luminaria (1 fluorescente)				
Equipos encontrados:	Otros equipos encontrados:	Otros equipos encontrados:	Otros equipos encontrados:	Otros equipos encontrados:
Climatizadas de aire acondicionado:	<input type="checkbox"/> Áreas Climatizadas	<input type="checkbox"/> Áreas Climatizadas	<input type="checkbox"/> Áreas Climatizadas	<input type="checkbox"/> Áreas Climatizadas
NO Climatizadas	<input type="checkbox"/> Áreas NO Climatizadas	<input type="checkbox"/> Áreas NO Climatizadas	<input type="checkbox"/> Áreas NO Climatizadas	<input type="checkbox"/> Áreas NO Climatizadas



**Anexo: D Formatos de encuesta de hábitos de consumo de energía eléctrica Formulario de encuesta por Google Drive**

## Encuesta de Eficiencia Energetica

Muchas gracias por su participación, los resultados de esta encuesta nos ayudarán a identificar mejoras de eficiencia energética en OSINERGMIN

\*Obligatorio

**¿En que sede se encuentra? \***

- Central
- GART

**¿Apaga su computadora al finalizar la jornada laboral? \***

- Siempre
- Algunas Veces
- Nunca

**¿Apaga el monitor de su computadora cuando sale de su oficina? \***

- Siempre
- Algunas Veces
- Nunca

**Quando sabe que la oficina estará vacía por un periodo largo de tiempo. ¿Apaga las luces? \***

- Siempre
- Algunas Veces
- Nunca

**¿Aprovecha la luz natural en la oficina durante el día? \***

- Siempre
- Algunas Veces

Nunca envíes contraseñas a través de Formularios de Google.

Con la tecnología de  
**Google** Drive

Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google.  
[Informar sobre abusos](#) - [Condiciones del servicio](#) - [Otros términos](#)

## Anexo E: Formulario de encuesta vía correo electrónico

### ENCUESTA - DIAGNOSTICO ENERGETICO

Marque con un aspa (X) una de las alternativas de cada pregunta


	Central	GART
Sede	X	

Pregunta	Siempre	Algunas Veces	Nunca
¿Apaga su computadora al finalizar la jornada laboral?			X
¿Apaga el monitor de su computadora cuando sale de su oficina?	X		
Cuando sabe que la oficina estará vacía por un periodo largo de tiempo. ¿Apaga las luces?	X		
¿Aprovecha la luz natural en la oficina durante el día?			X
Cuando se usa el aire acondicionado: ¿Cierra las puertas y ventanas de su oficina, cada vez que entra o sale de ella?	X		

Muchas gracias por su participación, los resultados de esta encuesta nos ayudarán a identificar mejoras de eficiencia energética en OSINERGMIN

Saludos cordiales,  
ASAM

## Anexo F: Formato para recopilación de información

							
<b>INFORMACION COMPLEMENTARIA INFRAESTRUCTURA</b>							
Nombre de la Entidad: <b>ORGANISMO SUPERVISOR DE LA INVERSION EN ENERGIA MINERIA - OSINERGHIN</b>							
Tipo de Informe IARC <input checked="" type="checkbox"/> IFRC <input type="checkbox"/>							
1 DEPENDENCIA/LOCAL	<b>SEDE CENTRAL</b>						
2 DIRECCION	<b>CALLE BERNARDO MONTEAGUDO 222</b>						
3 URBANIZACION	-						
4 DISTRITO	<b>MAGDALENA DEL MAR</b>						
5 PROVINCIA	<b>LIMA</b>						
6 DEPARTAMENTO	<b>LIMA</b>						
7 Cuenta con saneamiento físico legal	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO						
8 ¿Esta en trámite?	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO						
9 Fecha e inicio de trámite	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>dd</td> <td>mm</td> <td>aa</td> </tr> </table>	dd	mm	aa			
dd	mm	aa					
10 Área encargada del saneamiento físico legal	-						
11 El inmueble es propio o alquilado (marcar con una "X")	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>Propio</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Alquilado</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Cesión en uso</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	Propio	<input checked="" type="checkbox"/>	Alquilado	<input type="checkbox"/>	Cesión en uso	<input type="checkbox"/>
Propio	<input checked="" type="checkbox"/>	Alquilado	<input type="checkbox"/>	Cesión en uso	<input type="checkbox"/>		
12 Monto del alquiler mensual	0.00						
13 Monto mensual promedio de mantenimiento	214,469.00						
14 Año de Construcción del inmueble	1,979						
15 Área total del terreno	1,070.40						
16 Área total construida	7,305.42						
17 Personas promedio por área construida	0.05						
18 Personas promedio por área	0.37						
19 El local se usa para lo que fue construido	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO						
20 Local planificado para ser usado como:	<b>SEDE INSTITUCIONAL</b>						

## Anexo G: Superficies de los pisos del edificio

Nivel	Local	Denominación	Descripción del local	Uso	m <sup>2</sup>
00P1-LS	1	Correspondencia	00P1-LS-1-Correspondencia	Oficina	20,36
00P1-LS	2	Baños	00P1-LS-2-Baños		12,48
00P1-LS	3	Oficinas LS	00P1-LS-3-Oficinas LS	Oficina	30,07
00P1-LS	4	Videovigilancia	00P1-LS-4-Videovigilancia	Oficina	8,34
00P1-LS	5	Pasillo LS	00P1-LS-5-Pasillo LS	Pasillos y escaleras	77,92
00P1-LS	6	Almacen	00P1-LS-6-Almacen	Almacenes	63,83
00P1-LS	7	Oficinas LS2	00P1-LS-7-Oficinas LS2	Oficina	66,02
00P1-LC	8	Ingreso	00P1-LC-8-Ingreso	Pasillos y escaleras	34,66
00P1-LN	9	Baños	00P1-LN-9-Baños		14,43
00P1-LN	10	Auditorio	00P1-LN-10-Auditorio	Sala de reuniones	165,52
00P1-LN	11	Almacen	00P1-LN-11-Almacen	Almacenes	13,96
00P1-LN	12	Logística	00P1-LN-12-Logística	Oficina	8,06
00P1-LN	13	Seguridad	00P1-LN-13-Seguridad	Oficina	7,64
00P1-LN	14	Pasillo LN	00P1-LN-14-Pasillo LN	Pasillos y escaleras	58,26
01ME-LS	1	Cocina	01ME-LS-1-Cocina	Cocina	21,46
01ME-LS	2	Baños	01ME-LS-2-Baños		16,25
01ME-LS	3	Presidencia	01ME-LS-3-Presidencia	Oficina	54,34
01ME-LS	4	Pasillo LS	01ME-LS-4-Pasillo LS	Pasillos y escaleras	36,12
01ME-LS	5	Espera LS	01ME-LS-5-Espera LS	Sala de espera	30,60
01ME-LS	6	Asesor Prot.	01ME-LS-6-Asesor Prot.	Oficina	8,33
01ME-LS	7	Asesor 2	01ME-LS-7-Asesor 2	Oficina	9,83
01ME-LS	8	Alta direc.	01ME-LS-8-Alta direc.	Oficina	23,32
01ME-LS	9	Sala	01ME-LS-9-Sala	Sala de reuniones	37,80
01ME-LS	10	Asesor 3	01ME-LS-10-Asesor 3	Oficina	11,99
01ME-LS	11	Asesor de alta	01ME-LS-11-Asesor de alta	Oficina	11,22
01ME-LS	12	Asesor político	01ME-LS-12-Asesor político	Oficina	16,80
01ME-LS	13	Asesor técnico	01ME-LS-13-Asesor técnico	Oficina	24,54
01ME-LC	14	Oficina LC	01ME-LC-14-Oficina LC	Oficina	7,53
01ME-LC	15	Oficina LC2	01ME-LC-15-Oficina LC2	Oficina	7,52
01ME-LN	16	Pasillo LN	01ME-LN-16-Pasillo LN	Pasillos y escaleras	24,52
01ME-LN	17	Baños	01ME-LN-17-Baños		13,50
01ME-LN	18	Planeamiento	01ME-LN-18-Planeamiento	Oficina	46,36
01ME-LN	19	Espera LN	01ME-LN-19-Espera LN	Sala de espera	51,21
01ME-LN	20	Asesores	01ME-LN-20-Asesores	Oficina	22,11
01ME-LN	21	Gerente	01ME-LN-21-Gerente	Oficina	43,99
01ME-LN	22	Jefatura	01ME-LN-22-Jefatura	Oficina	22,54
01ME-LN	23	Cocina	01ME-LN-23-Cocina	Cocina	11,85
01ME-LN	24	Sala	01ME-LN-24-Sala	Sala de reuniones	16,93
02P2-LS	1	Cocina	02P2-LS-1-Cocina	Cocina	11,11
02P2-LS	2	Baños	02P2-LS-2-Baños		12,80
02P2-LS	3	Oficina LS	02P2-LS-3-Oficina LS	Oficina	102,49
02P2-LS	4	Oficina 2	02P2-LS-4-Oficina 2	Oficina	12,00
02P2-LS	5	Pasillo	02P2-LS-5-Pasillo	Pasillos y escaleras	34,57
02P2-LS	6	Oficina 3	02P2-LS-6-Oficina 3	Oficina	12,97
02P2-LS	7	Oficina 4	02P2-LS-7-Oficina 4	Oficina	28,02
02P2-LS	8	Oficina 5	02P2-LS-8-Oficina 5	Oficina	12,05
02P2-LS	9	Oficina 6	02P2-LS-9-Oficina 6	Oficina	10,97
02P2-LS	10	Oficina 7	02P2-LS-10-Oficina 7	Oficina	12,85
02P2-LC	11	Sala	02P2-LC-11-Sala	Sala de reuniones	14,96
02P2-LN	12	Pasillo	02P2-LN-12-Pasillo	Pasillos y escaleras	24,49
02P2-LN	13	Baños	02P2-LN-13-Baños		14,22
02P2-LN	14	Sala LN	02P2-LN-14-Sala LN	Oficina	122,85
02P2-LN	15	Secretaría	02P2-LN-15-Secretaría	Oficina	14,36
02P2-LN	16	Archivo	02P2-LN-16-Archivo	Almacenes	26,89
02P2-LN	17	Oficina 8	02P2-LN-17-Oficina 8	Oficina	16,26
02P2-LN	18	Oficina 9	02P2-LN-18-Oficina 9	Oficina	16,50
02P2-LN	19	Oficina 10	02P2-LN-19-Oficina 10	Oficina	16,69
02P2-LN	20	Oficina 11	02P2-LN-20-Oficina 11	Oficina	16,65
02P2-LN	21	Gerente	02P2-LN-21-Gerente	Oficina	18,90

03P3-LS	1	Baños	03P3-LS-1-Baños		15,29
03P3-LS	2	Oficina 1	03P3-LS-2-Oficina 1	Oficina	15,59
03P3-LS	3	Pasillo	03P3-LS-3-Pasillo	Pasillos y escaleras	32,73
03P3-LS	4	Oficina LS	03P3-LS-4-Oficina LS	Oficina	56,00
03P3-LS	5	Oficina 2	03P3-LS-5-Oficina 2	Oficina	12,76
03P3-LS	6	Oficina 3	03P3-LS-6-Oficina 3	Oficina	8,30
03P3-LS	7	Oficina 4	03P3-LS-7-Oficina 4	Oficina	8,13
03P3-LS	8	Oficina 5	03P3-LS-8-Oficina 5	Oficina	7,64
03P3-LC	9	Sala	03P3-LC-9-Sala	Sala de reuniones	8,98
03P3-LN	10	Baños	03P3-LN-10-Baños		13,54
03P3-LN	11	Pasillo	03P3-LN-11-Pasillo	Pasillos y escaleras	32,80
03P3-LN	12	Coordinador	03P3-LN-12-Coordinador	Oficina	11,39
03P3-LN	13	Asesor	03P3-LN-13-Asesor	Oficina	15,88
03P3-LN	14	Jefe de unidad	03P3-LN-14-Jefe de unidad	Oficina	11,75
03P3-LN	15	Oficina LN	03P3-LN-15-Oficina LN	Oficina	89,30
03P3-LN	16	Sala	03P3-LN-16-Sala	Oficina	13,80
03P3-LN	17	Gerencia	03P3-LN-17-Gerencia	Oficina	18,86
05P5-LS	1	Baños	05P5-LS-1-Baños		12,36
05P5-LS	2	Oficina 1	05P5-LS-2-Oficina 1	Oficina	17,72
05P5-LS	3	Pasillo	05P5-LS-3-Pasillo	Pasillos y escaleras	26,02
05P5-LS	4	Oficina LS	05P5-LS-4-Oficina LS	Oficina	52,19
05P5-LS	5	SEIN	05P5-LS-5-SEIN	Oficina	11,32
05P5-LS	6	Transmisión	05P5-LS-6-Transmisión	Oficina	11,43
05P5-LS	7	Generación	05P5-LS-7-Generación	Oficina	11,26
05P5-LC	8	Oficina	05P5-LC-8-Oficina	Oficina	16,97
05P5-LN	9	Fiscalización	05P5-LN-9-Fiscalización	Oficina	44,38
05P5-LN	10	Sala	05P5-LN-10-Sala	Sala de reuniones	62,96
05P5-LN	11	Asesor	05P5-LN-11-Asesor	Oficina	13,15
05P5-LN	12	Sala	05P5-LN-12-Sala	Sala de reuniones	19,24
05P5-LN	13	Gerencia	05P5-LN-13-Gerencia	Oficina	17,90
06P6-LS	1	Baños	06P6-LS-1-Baños		14,89
06P6-LS	2	Sala	06P6-LS-2-Sala	Sala de reuniones	8,57
06P6-LS	3	Oficina	06P6-LS-3-Oficina	Oficina	6,66
06P6-LS	4	Pasillo	06P6-LS-4-Pasillo	Pasillos y escaleras	23,46
06P6-LS	5	Sala LS1	06P6-LS-5-Sala LS1	Oficina	47,47
06P6-LS	6	Sala LS2	06P6-LS-6-Sala LS2	Oficina	37,40
06P6-LS	7	Jefatura ASAM	06P6-LS-7-Jefatura ASAM	Oficina	6,93
06P6-LC	8	Jefatura	06P6-LC-8-Jefatura	Oficina	13,28
06P6-LN	9	Baños	06P6-LN-9-Baños		15,08
06P6-LN	10	Pasillo	06P6-LN-10-Pasillo	Pasillos y escaleras	22,86
06P6-LN	11	Administración	06P6-LN-11-Administración	Oficina	25,03
06P6-LN	12	Coordinación	06P6-LN-12-Coordinación	Oficina	9,58
06P6-LN	13	Oficina	06P6-LN-13-Oficina	Oficina	11,67
06P6-LN	14	Oficina LN	06P6-LN-14-Oficina LN	Oficina	74,80
06P6-LN	15	Jefatura	06P6-LN-15-Jefatura	Oficina	23,25
07P7-LS	1	Baños	07P7-LS-1-Baños		16,22
07P7-LS	2	Jefe	07P7-LS-2-Jefe	Oficina	16,38
07P7-LS	3	Oficina LS	07P7-LS-3-Oficina LS	Oficina	91,57
07P7-LS	4	Pasillo	07P7-LS-4-Pasillo	Pasillos y escaleras	15,98
07P7-LC	5	Sala	07P7-LC-5-Sala	Oficina	15,67
07P7-LN	6	Baños	07P7-LN-6-Baños		14,96
07P7-LN	7	Pasillo	07P7-LN-7-Pasillo	Pasillos y escaleras	21,30
07P7-LN	8	CPD	07P7-LN-8-CPD		33,87
07P7-LN	9	Mesa de ayuda	07P7-LN-9-Mesa de ayuda	Oficina	34,50
07P7-LN	10	Oficina LN	07P7-LN-10-Oficina LN	Oficina	88,56
08P8-LS	1	Baños	08P8-LS-1-Baños		16,31
08P8-LS	2	Gerencia	08P8-LS-2-Gerencia	Oficina	13,78
08P8-LS	3	Oficina LS	08P8-LS-3-Oficina LS	Oficina	64,77
08P8-LS	4	Pasillo	08P8-LS-4-Pasillo	Pasillos y escaleras	22,55
08P8-LS	5	Recepción	08P8-LS-5-Recepción	Oficina	10,21
08P8-LS	6	Jefe	08P8-LS-6-Jefe	Oficina	9,89
08P8-LC	7	Sala	08P8-LC-7-Sala	Sala de reuniones	12,79
08P8-LN	8	Cocina	08P8-LN-8-Cocina	Cocina	8,94
08P8-LN	9	Baños	08P8-LN-9-Baños		14,55

08P8-LN	10	Oficina LN	08P8-LN-10-Oficina LN	Oficina	39,41
08P8-LN	11	Oficina LN 2	08P8-LN-11-Oficina LN 2	Oficina	76,69
08P8-LN	12	Sala	08P8-LN-12-Sala	Sala de reuniones	21,68
08P8-LN	13	Jefe	08P8-LN-13-Jefe	Oficina	13,79
09P9-LS	1	Baños	09P9-LS-1-Baños		16,76
09P9-LS	2	Gerencia	09P9-LS-2-Gerencia	Oficina	13,84
09P9-LS	3	Oficina LS	09P9-LS-3-Oficina LS	Oficina	75,66
09P9-LS	4	Pasillo	09P9-LS-4-Pasillo	Pasillos y escaleras	11,38
09P9-LS	5	Jefe 1	09P9-LS-5-Jefe 1	Oficina	10,28
09P9-LS	6	Jefe 2	09P9-LS-6-Jefe 2	Oficina	10,96
09P9-LC	7	Sala	09P9-LC-7-Sala	Sala de reuniones	15,89
09P9-LN	8	Pasillo	09P9-LN-8-Pasillo	Pasillos y escaleras	23,91
09P9-LN	9	Baños	09P9-LN-9-Baños		11,79
09P9-LN	10	Oficina LN	09P9-LN-10-Oficina LN	Oficina	112,02
09P9-LN	11	Sala	09P9-LN-11-Sala	Sala de reuniones	23,56
09P9-LN	12	Jefatura	09P9-LN-12-Jefatura	Oficina	8,65
09P9-LN	13	Oficina	09P9-LN-13-Oficina	Oficina	8,50
10P10-LS	1	Baños	10P10-LS-1-Baños		14,96
10P10-LS	2	Oficina LS	10P10-LS-2-Oficina LS	Oficina	66,62
10P10-LS	3	Pasillo	10P10-LS-3-Pasillo	Pasillos y escaleras	13,53
10P10-LS	4	Gerencia	10P10-LS-4-Gerencia	Oficina	22,76
10P10-LS	5	Oficina	10P10-LS-5-Oficina	Oficina	23,27
10P10-LC	6	Oficina P.	10P10-LC-6-Oficina P.	Oficina	15,53
10P10-LN	7	Pasillo	10P10-LN-7-Pasillo	Oficina	33,82
10P10-LN	8	Baños	10P10-LN-8-Baños		14,81
10P10-LN	9	Oficina LN	10P10-LN-9-Oficina LN	Oficina	54,55
10P10-LN	10	Oficina	10P10-LN-10-Oficina	Oficina	18,65
10P10-LN	11	Control	10P10-LN-11-Control	Oficina	46,45
10P10-LN	12	Oficina	10P10-LN-12-Oficina	Oficina	17,62
11P11-LS	1	Baños	11P11-LS-1-Baños		24,67
11P11-LS	2	Secretaria	11P11-LS-2-Secretaria	Oficina	24,81
11P11-LS	3	Oficina	11P11-LS-3-Oficina	Oficina	33,10
11P11-LS	4	Sala	11P11-LS-4-Sala	Oficina	26,69
11P11-LS	5	Pasillo	11P11-LS-5-Pasillo	Pasillos y escaleras	23,00
11P11-LS	6	Oficina 2	11P11-LS-6-Oficina 2	Oficina	52,12
11P11-LS	7	Capacitación	11P11-LS-7-Capacitación	Oficina	35,74
11P11-LC	8	Contabilidad	11P11-LC-8-Contabilidad	Oficina	24,75
11P11-LN	9	Pasillo	11P11-LN-9-Pasillo	Pasillos y escaleras	53,74
11P11-LN	10	Baños	11P11-LN-10-Baños		22,93
11P11-LN	11	Oficina LN	11P11-LN-11-Oficina LN	Oficina	54,87
11P11-LN	12	Proyecto	11P11-LN-12-Proyecto	Oficina	67,23
11P11-LN	13	COR	11P11-LN-13-COR	Oficina	41,35
11P11-LN	14	Consultorio	11P11-LN-14-Consultorio	Oficina	35,73
11P11-LN	15	Almacén	11P11-LN-15-Almacén	Almacenes	27,06
12P12-LS	1	Baños	12P12-LS-1-Baños		16,38
12P12-LS	2	Comedor	12P12-LS-2-Comedor	Comedor	159,51
12P12-LN	3	Baños	12P12-LN-3-Baños		18,77
12P12-LN	4	Cocina	12P12-LN-4-Cocina	Cocina	71,42
12P12-LN	5	Atención	12P12-LN-5-Atención	Comedor	37,22
13P13	1	Cubierta	13P13-1-Cubierta	Almacenes	382,35
			--		
			--		5328,96

## **Anexo H: Estándares para la climatización e iluminación**

### **➤ Normativa internacional**

#### **➤ Confort térmico**

Existe confort térmico cuando las personas no experimentan sensación de calor ni de frío; es decir, cuando las condiciones de temperatura, humedad y movimientos del aire son favorables a la actividad que desarrollan.

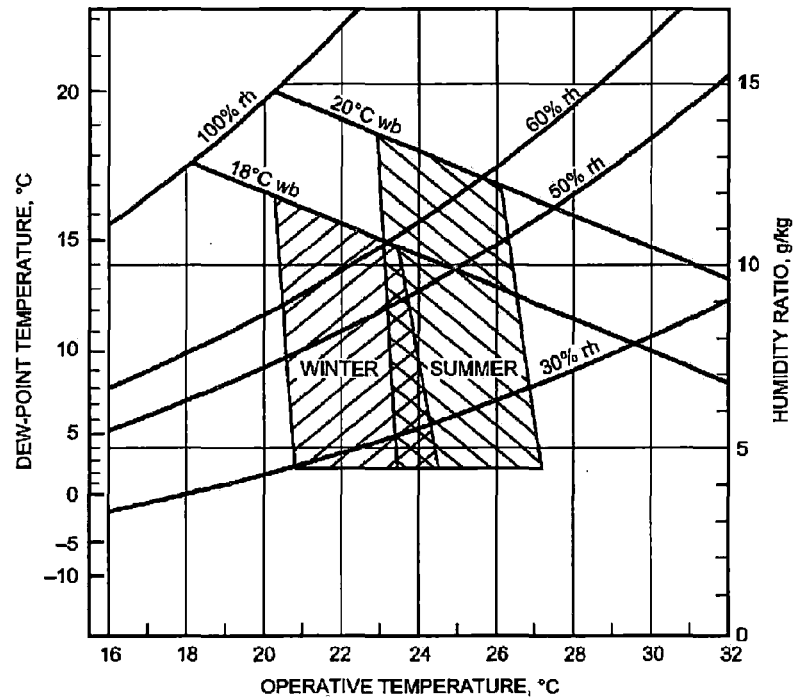
Evaluar el confort térmico es una tarea compleja, ya que valorar sensaciones conlleva siempre una importante carga subjetiva; no obstante, existen unas variables modificables que influyen en los intercambios térmicos entre el individuo y el ambiente y que contribuyen a la sensación de confort, éstas son: la temperatura del aire, la temperatura de las paredes y objetos que nos rodean, la humedad del aire, la actividad física, la clase de vestido y la velocidad del aire.

En la siguiente figura se presentan las zonas de bienestar según la Norma de Confort 55 de ASHRAE en términos de temperatura efectiva, basadas en actividades sedentaria y grados de vestimenta típicos para verano (0,5 clo) e invierno (0,9 clo)<sup>35</sup>

---

<sup>35</sup> El "clo" es una unidad usada para especificar el efecto de aislamiento producido por la vestimenta. Para un cuerpo desnudo corresponde un clo=0 y para un traje típico de trabajo compuesto por saco, chaleco, camisa y pantalón, corresponde un clo=1.

## Zonas de confort para verano e invierno según ASHRAE



Se observa la amplitud de ambas zonas, sobre todo en lo que se refiere a la humedad relativa. Su valor afecta al bienestar de las personas dentro de los límites antes indicados y en las proximidades de la neutralidad térmica.

Los niveles superiores e inferiores de humedad relativa para dichas zonas de confort son menos precisos. A baja humedad se puede secar la piel y las superficies mucosas dando lugar a quejas sobre el confort debido a la sequedad de la nariz, la garganta, los ojos y la piel, es por ello que el Estándar 55 de ASHRAE recomienda que la temperatura del punto de rocío en espacios ocupados no debe de ser menor a 2,22°C.



De la misma forma cuando la humedad es alta la sensación térmica por sí sola no es un índice confiable del confort térmico. El malestar al parecer es debido a la sensación de humedad en sí, al aumento de fricción entre la piel y la ropa y otros factores. Para prevenir esto, se recomienda que en las zonas de confort la humedad relativa no debe exceder el 60%, Ref. 5.

Los estándares para el confort térmico en Europa está dada por la norma técnica UNE EN ISO 7730:2006, éstos son muy parecidos a los estándares establecidos por ASHRAE, consideran rangos de temperatura operativa, velocidad del aire, humedad relativa y resistencia térmica del vestido.

#### **Condiciones para el confort térmico según norma UNE EN ISO 7730**

<b>CONDICIONES</b>	<b>INVIERNO</b>	<b>VERANO</b>
Temperatura operativa	20 °C - 24 °C	23 °C - 26 °C
Velocidad del aire	< 0,15 m/s	< 0,25 m/s
Humedad relativa	50%	50%
Resistencia térmica del vestido	1 clo	0,5 clo

#### **➤ Confort lumínico**

A continuación se presentan los niveles recomendados por la guía técnica del ICONTEC GT-08 – Colombia: “Principios de Ergonomía Visual, Iluminación para ambientes de Trabajo en Espacios Cerrados”. En la siguiente Tabla se presentan los niveles de iluminación referidos a los requisitos visuales según el tipo de tarea.

## Niveles Recomendados de Iluminancia

TIPO DE TAREA, TAREA O ACTIVIDAD	INTERVALOS DE ILUMINANCIA (Lux)		
	BAJO	MEDIO	ALTO
Circulación exteriores y áreas de trabajo general	20	30	50
Áreas uso no continuo a propósitos de trabajo	100	150	200
Tareas con requisitos visuales simples	200	300	500
Tareas con requisitos visuales medianos	300	500	750
Tareas con requisitos visuales exigentes	500	750	1000
Tareas con requisitos visuales difíciles 7	700	1000	1500
Tareas con requisitos visuales especiales	1000	1500	2000
Realización de tareas visuales muy exactas	Más de 2000		

En la siguiente Tabla, se presentan los criterios de valoración, que permiten una comparación cualitativa de los niveles encontrados, con el grado de peligrosidad que se puede generar por dicha exposición.

### Criterios de Valoración

GRADO	% DEL VALOR REQUIDO	CALIFICACIÓN DE LA ILUMINACIÓN
Cansancio visual	Mayor a 105	EXCESIVA
No produce patología	90 - 105	ADECUADA
No produce patología pero no es óptimo	60 - 89	ACEPTABLE
Produce patología a mediano o largo plazo	30 - 59	DEFICIENTE
Modificación Urgente	0 - 29	MUY DEFICIENTE

#### a. Normativa peruana

Por Resolución Ministerial N° 375-2008-TR., se aprobó la “Normas Básicas de Ergonomía y Procedimiento de evaluación de riesgo disergonómico”. Esta norma regula de manera general los aspectos básicos de ergonomía, tales como: manipulación manual de carga, posturas, equipos y herramientas, condiciones ambientales como ruido, temperatura, iluminación, radiaciones, sustancias químicas, organización de trabajo, identificación de riesgos disergonómicos, entre otros.

➤ **Confort térmico**

Art. 26. El ambiente térmico se medirá con el índice WBGT (West Bulb Globe Temperatura):

**Trabajo al aire libre con carga solar**

$$WBGT = 0.7 T_{bh} + 0.2 T_g + 0.1 T_{bs}$$

**Trabajo al aire libre sin carga solar o bajo techo**

$$WBGT = 0.7 T_{bh} + 0.3 T_g$$

Siendo:

$T_{bh}$  = Temperatura de bulbo húmedo

$T_{bs}$  = Temperatura de bulbo seco

$T_g$  = Temperatura de globo

Art. 27. Los valores límite de WBGT – Norma ISO 7247, son los siguientes:

RUBRO CATEGORÍA DE TRABAJO	ACLIMATADO				NO ACLIMATADO			
	Leve	Moderada	Pesada	Muy pesada	Leve	Moderada	Pesada	Muy pesada
100% DE TRABAJO	29.5	27.5	26		27.5	25	22.5	
75% DE TRABAJO 25% DE DESCANSO	30.5	28.5	27.5		29	26.5	24.5	
50% DE TRABAJO 50% DE DESCANSO	31.5	29.5	28.5	27.5	30	28	26.5	25
25% DE TRABAJO 75% DE DESCANSO	32.5	31	30	29.5	31	29	28	26.5

Fuente: American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH).

Art. 28. La velocidad del aire tendrá las siguientes características.

- 0,25 m/s para trabajo en ambientes no calurosos.
- 0,50 m/s para trabajos sedentarios en ambientes calurosos.
- 0,75 m/s para trabajos no sedentarios en ambientes calurosos.

Art. 29. En los lugares de trabajo donde se usa aire acondicionado la humedad relativa se situará entre 40% (cuarenta) por ciento y 90 % (noventa) por ciento.

➤ **Confort lumínico**

Art. 30. En todos los lugares de trabajo debe haber una iluminación homogénea y bien distribuida, sea del tipo natural o artificial o localizada, de acuerdo a la naturaleza de la actividad, de tal forma que no sea un factor de riesgo para la salud de los trabajadores al realizar sus actividades.

Art. 31. Los niveles mínimos de iluminación que deben observarse en el lugar de trabajo son los valores de iluminancias establecidos por la siguiente tabla:

TAREA VISUAL	DEL PUESTO DE TRABAJO	ÁREA DE TRABAJO (Lux)
En exteriores: distinguir el área de tránsito,	Áreas generales exteriores: patios y estacionamientos	20
En interiores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos	Áreas generales interiores: almacenes de poco movimiento, pasillos, escaleras, estacionamientos cubiertos, labores en minas subterráneas, iluminación de emergencia.	50
Requerimiento visual simple: inspección visual, recuento de piezas, trabajo en banco máquina	Áreas de servicios al personal: almacenaje rudo, recepción y despacho, casetas de vigilancia, cuartos de compresores y calderos.	200
Distinción moderada de detalles: ensamble simple, trabajo medio en banco y máquina, inspección simple, empaque y trabajos de oficina.	Talleres: áreas de empaque y ensamble, aulas y oficinas	300
Distinción clara de detalles: maquinado y acabados delicados, ensamble e inspección moderadamente difícil, captura y procesamiento de información, manejo de instrumentos y equipo de laboratorio.	Talleres de precisión: salas de cómputo, áreas de dibujo, laboratorios.	500
Distinción fina de detalles: maquinado de precisión, ensamble e inspección de trabajos delicados, manejo de instrumentos y equipo de precisión, manejo de piezas pequeñas.	Talleres de alta precisión: de pintura y acabado de superficies, y laboratorios de control de calidad.	750
Alta exactitud en la distinción de detalles: Ensamble, proceso e inspección de piezas pequeñas y complejas y acabado con pulidos finos.	Áreas de proceso: ensamble e inspección de piezas complejas y acabados con pulido fino.	1000
Alto grado de especialización en la distinción de detalles.	Áreas de proceso de gran exactitud.	2000

## **Anexo I: Normativa europea de eficiencia energética de edificios**

**Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2002, relativa a la eficiencia energética de los edificios**

*Diario Oficial n° L 001 de 04/01/2003 p. 0065 - 0071*

### **Artículo 1**

#### **Objetivo**

El objetivo de la presente Directiva es fomentar la eficiencia energética de los edificios de la Comunidad, teniendo en cuenta las condiciones climáticas exteriores y las particularidades locales, así como los requisitos ambientales interiores y la relación coste-eficacia.

La presente Directiva establece requisitos en relación con:

- a) el marco general de una metodología de cálculo de la eficiencia energética integrada de los edificios;
- b) la aplicación de requisitos mínimos de eficiencia energética de los edificios nuevos;
- c) la aplicación de requisitos mínimos de eficiencia energética de grandes edificios existentes que sean objeto de reformas importantes;
- d) la certificación energética de edificios, y
- e) la inspección periódica de calderas y sistemas de aire acondicionado de edificios y, además, la evaluación del estado de la instalación de calefacción con calderas de más de 15 años.

### **Artículo 2**

#### **Definiciones**

A efectos de la presente Directiva se entenderá por:

- 1) edificio: una construcción techada con paredes en la que se emplea energía para acondicionar el clima interior; puede referirse a un edificio en su conjunto o a partes del mismo que hayan sido diseñadas o modificadas para ser utilizadas por separado,
- 2) eficiencia energética de un edificio: la cantidad de energía consumida realmente o que se estime necesaria para satisfacer las distintas necesidades asociadas a un uso estándar del edificio, que podrá incluir, entre otras

cosas, la calefacción, el calentamiento del agua, la refrigeración, la ventilación y la iluminación. Dicha magnitud deberá quedar reflejada en uno o más indicadores cuantitativos calculados teniendo en cuenta el aislamiento, las características técnicas y de la instalación, el diseño y la orientación, en relación con los aspectos climáticos, la exposición solar y la influencia de construcciones próximas, la generación de energía propia y otros factores, incluidas las condiciones ambientales interiores, que influyan en la demanda de energía,

3) certificado de eficiencia energética de un edificio: un certificado reconocido por el Estado miembro, o por una persona jurídica designada por él, que incluye la eficiencia energética de un edificio calculada con arreglo a una metodología basada en el marco general figura en el anexo,

4) cogeneración (producción combinada de calor y electricidad): la conversión simultánea de combustibles primarios en energía mecánica o eléctrica y térmica, según determinados criterios de calidad de eficiencia energética,

5) sistema de aire acondicionado: la combinación de todos los elementos necesarios para proporcionar un tipo de tratamiento del aire en el que se controla o puede reducirse la temperatura, posiblemente en combinación con el control de la ventilación, la humedad y la pureza del aire,

6) caldera: la combinación de caldera y quemador diseñada para transmitir al agua el calor de la combustión,

7) potencia nominal efectiva (expresada en kW): la potencia calorífica máxima expresada y garantizada por el fabricante para obtenerse en régimen de funcionamiento continuo, respetando el rendimiento útil expresado por el fabricante,

8) bomba de calor: un dispositivo o instalación que extrae calor a baja temperatura del aire, del agua o de la tierra y lo transfiere al edificio.

### Artículo 3

#### Adopción de una metodología

Los Estados miembros aplicarán, a escala nacional o regional, una metodología de cálculo de la eficiencia energética de los edificios, cuyo marco general se expone

en el anexo. Las partes 1 y 2 de dicho marco se adaptarán a los avances técnicos con arreglo al procedimiento indicado en el apartado 2 del artículo 14, teniendo en cuenta las normas o regulaciones aplicadas en el Derecho interno de los Estados miembros.

Dicha metodología se establecerá a escala nacional o regional.

La eficiencia energética de un edificio se expresará de una forma clara y podrá incluir un indicador de emisiones de CO<sub>2</sub>.

#### Artículo 4

##### Requisitos de eficiencia energética

1. Los Estados miembros tomarán las medidas necesarias para garantizar que se establezcan unos requisitos mínimos de eficiencia energética de los edificios, sobre la base de la metodología a que se refiere el artículo 3. Cuando establezcan los requisitos, los Estados miembros podrán distinguir entre edificios nuevos y edificios existentes, así como entre diferentes categorías de edificios. Estos requisitos deberán tener en cuenta las condiciones ambientales generales interiores, para evitar posibles efectos negativos, como una ventilación inadecuada, así como las particularidades locales, el uso a que se destine el edificio y su antigüedad. Estos requisitos serán revisados periódicamente en intervalos no superiores a 5 años y, en caso necesario, actualizados con el fin de adaptarlos a los avances técnicos del sector de la construcción.

2. Los requisitos de rendimiento energético se aplicarán con arreglo a lo dispuesto en los artículos 5 y 6.

3. Los Estados miembros podrán decidir no establecer o no aplicar los requisitos a que se hace referencia en el apartado 1 a las siguientes categorías de edificios:

- edificios y monumentos protegidos oficialmente por ser parte de un entorno declarado o en razón de su particular valor arquitectónico o histórico, cuando el cumplimiento de tales requisitos pudiese alterar de manera inaceptable su carácter o aspecto,
- edificios utilizados como lugares de culto y para actividades religiosas,



- construcciones provisionales con un plazo previsto de utilización igual o inferior a dos años, instalaciones industriales, talleres y edificios agrícolas no residenciales de baja demanda energética y edificios agrícolas no residenciales que estén siendo utilizados por un sector cubierto por un acuerdo nacional sectorial sobre eficiencia energética,
- edificios de viviendas que estén destinados a utilizarse durante menos de cuatro meses al año,
- edificios independientes con una superficie útil total inferior a 50 m<sup>2</sup>.

#### Artículo 5

##### Edificios nuevos

Los Estados miembros tomarán las medidas necesarias para garantizar que los edificios nuevos cumplan los requisitos mínimos de rendimiento energético mencionados en el artículo 4.

En los edificios nuevos con una superficie útil total de más de 1000 m<sup>2</sup>, los Estados miembros velarán por que la viabilidad técnica, medioambiental y económica de sistemas alternativos como:

- sistemas descentralizados de producción de energía basados en energías renovables,
- cogeneración (producción combinada de calor y electricidad),
- calefacción o refrigeración central o urbana, cuando esta última esté disponible,
- bombas de calor en determinadas condiciones,

se consideren y se tengan en cuenta antes de que se inicie la construcción.

#### Artículo 6

##### Edificios existentes

Los Estados miembros tomarán las medidas necesarias para garantizar que, cuando se efectúen reformas importantes en edificios con una superficie útil total superior a 1000 m<sup>2</sup>, se mejore su eficiencia energética para que cumplan unos requisitos mínimos siempre que ello sea técnica, funcional y económicamente viable. Los Estados miembros calcularán esos requisitos mínimos de

acuerdo con los requisitos establecidos para los edificios en el artículo 4. Los requisitos podrán establecerse, bien para el conjunto del edificio reformado, o bien para los sistemas o componentes reformados cuando sean parte de una renovación que se lleva a cabo en un período de tiempo limitado, con el objetivo mencionado anteriormente de mejorar la eficiencia energética global del edificio.

#### Artículo 7

##### Certificado de eficiencia energética

1. Los Estados miembros velarán por que, cuando los edificios sean construidos, vendidos o alquilados, se ponga a disposición del propietario o, por parte del propietario, a disposición del posible comprador o inquilino, según corresponda, un certificado de eficiencia energética. La validez del certificado no excederá de 10 años.

Para las viviendas o para los locales destinados a uso independiente situados en un mismo edificio, la certificación podrá basarse:

- en una certificación única de todo el edificio, en el caso de aquellos edificios que dispongan de un sistema de calefacción centralizado, o
- en la evaluación de una vivienda representativa del mismo edificio.

Los Estados miembros podrán excluir de la aplicación del presente apartado las categorías contempladas en el apartado 3 del artículo 4.

2. El certificado de eficiencia energética de un edificio deberá incluir valores de referencia tales como la normativa vigente y valoraciones comparativas, con el fin de que los consumidores puedan comparar y evaluar la eficiencia energética del edificio. El certificado deberá ir acompañado de recomendaciones para la mejora de la relación coste-eficacia de la eficiencia energética.

El objetivo de los certificados se limitará al suministro de información, y cualesquiera efectos de los mismos en acciones judiciales o de otro tipo se decidirán de conformidad con las normas nacionales.

3. Los Estados miembros tomarán medidas que garanticen que en los edificios con una superficie útil total superior a 1000 m<sup>2</sup> ocupados por autoridades públicas o

instituciones que presten servicios públicos a un número importante de personas y que, por consiguiente, sean frecuentados habitualmente por ellas, se exhiba, en lugar destacado y claramente visible por el público, un certificado energético de antigüedad no superior a 10 años.

También podrán exhibirse claramente la gama de temperaturas interiores recomendadas y las registradas en cada momento y, en su caso, otros factores climáticos pertinentes.

#### Artículo 9

##### Inspección de los sistemas de aire acondicionado

En relación con la reducción del consumo de energía y la limitación de las emisiones de dióxido de carbono, los Estados miembros tomarán las medidas necesarias para la realización de una inspección periódica de los sistemas de aire acondicionado con una potencia nominal efectiva superior a 12 kW.

La inspección incluirá una evaluación del rendimiento del aire acondicionado y de su capacidad comparada con la demanda de refrigeración del edificio. Se asesorará debidamente a los usuarios sobre la sustitución del sistema de aire acondicionado, las mejoras que se puedan aportar o sobre soluciones alternativas.

La Comisión, con la asistencia del Comité establecido por el artículo 14, evaluará la presente Directiva a la luz de la experiencia adquirida durante su aplicación y, si procede, hará propuestas, entre otras cosas con respecto a lo siguiente:

- a) posibles medidas complementarias relativas a las reformas en los edificios con una superficie útil total inferior a 1000 m<sup>2</sup>;
- b) incentivos de carácter general para nuevas medidas de eficiencia energética de los edificios.

Anexo J: Ley 27345 promoción del uso eficiente de la energía



# NORMAS LEGALES

Director: Manuel Jesús Ordoñez <http://www.elperuano.com.pe>  
 "AÑO DE LA UNIDAD ECONÓMICA, LA MUEBLERÍA Y EL TURISMO"  
 Lima, viernes 6 de septiembre de 2008 AÑO XXIII - N.º 242 Pág. 991655

## CONGRESO DE LA REPUBLICA

### LEY N.º 27345

EL PRESIDENTE DE LA REPUBLICA

DECLARANDO:

El Congreso de la República ha dado la Ley siguiente:

EL CONGRESO DE LA REPUBLICA:

Ha dado la Ley siguiente:

### LEY DE PROMOCIÓN DEL USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA

**Artículo 1.º.- Objeto de la Ley**  
 El presente es el texto final de promulgación de la Ley Eficiente de la Energía (LEEE) para asegurar el suministro de energía, proteger el medio ambiente, fomentar la competitividad de la actividad industrial y reducir el impacto ambiental negativo del uso y consumo de los energéticos.

**Artículo 2.º.- De la sectorialidad competente**  
 La competencia de la Ley y el Marco de la Eficiencia Energética del Estado para la promoción del uso eficiente de la energía, con cargo a cada una de ellas:

- a) Promover la creación de una cultura orientada al mejor uso racional de los recursos energéticos para la producción de bienes y servicios del país y la economía en general, fomentando la conservación del medio ambiente y el desarrollo sostenible;
- b) Promover la mayor integración del mercado de la energía, mediante el desarrollo de la producción de la oferta energética y de la formulación y ejecución de programas, dirigidos al proceso, tecnológico y otros recursos energéticos compatibles con el DUE;
- c) Desarrollar, diseñar, administrar y ejecutar programas y proyectos de cooperación internacional para el desarrollo del DUE;
- d) La elaboración y ejecución de planes y programas orientados a eficiencia energética;
- e) Promover la mercadotecnia de empresas de servicios energéticos (PSEME), así como la colaboración técnica a instituciones públicas y privadas, y la concertación con organizaciones de investigación y actividades relacionadas;
- f) Coordinar con los niveles locales y las entidades públicas y privadas el desarrollo de políticas de uso eficiente de la energía; y
- g) Promover el consumo eficiente de energéticos en casas, edificios y empresas.

**Artículo 3.º.- Derechos de la información**

- 3.1. Los registros y archivos que requieran suministro de energéticos deberán ser sus registros, libros, expedientes y toda la información sobre su consumo respectivo en actividades productivas de eficiencia energética, bajo la posibilidad de sus producciones y/o importaciones.
- 3.2. La aplicación de esta disposición para cada tipo de ocupación y actividad requerirá la previa aprobación de los planes y licencias que se corresponden por parte de la Comisión de Cooperación de la Competencia Desconcentrada del Instituto de Defensa del Consumidor y de la Presidencia Industrial (INDECOPI); y la determinación de sus estándares de consumo energético por parte de los correspondientes Directores Generales del Ministerio de Energía y Minas.

3.3. Para efectos de adherencia a la disposición en el presente artículo, el promotor y/o promotor tendrán un plazo de 90 (noventa) días calendario contados a partir de la fecha de quiebra o que no utilice el párrafo precedente, siendo la responsabilidad de su verificación por parte del promotor la Comisión de Cooperación de la Competencia Desconcentrada del INDECOPI.

Comuníquese al señor Presidente de la República para su promulgación.

En Lima, a los seis de septiembre de dos mil

ocho mil ochocientos ochenta y cinco años

Firmado y rubricado en el despacho de la

Presidencia del Congreso de la República

MARIANELLA AMORAL NEAITA

Segunda Vicepresidenta del Congreso

de la República

AL SEÑOR PRESIDENTE CONSTITUCIONAL

DE LA REPUBLICA

DECLARANDO:

El texto es auténtico y correcto.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los cinco días del mes de septiembre del año dos mil

ocho mil ochocientos ochenta y cinco años

Firmado y rubricado en el despacho de la

Presidencia del Poder Ejecutivo

ALBERTO FUENTES MORALES

Presidente Constitucional de la República

JOSÉ RICARDO VÁSQUEZ SANCHEZ

Ministro de Energía y Minas

DISEÑA

## PCM

### Automizan viaje de asesor de PROMPEX para participar en la Feria del Mueble Internacional Panamá 2008

RESOLUCIÓN SUPLENTE N.º 120-2008-PCM

Lima, 5 de septiembre del 2008

Mediante Decreto N.º 28011 PROMOCIÓN del Gobierno Nacional de la Comisión para la Promoción de Exportaciones - PROMEX y:

**DECLARANDO:**

Que, la Comisión para la Promoción de Exportaciones - PROMEX, ha programado la participación del Perú en la Feria del Mueble Internacional Panamá 2008, la misma que se realizará en la ciudad de Panamá - Panamá del 11 al 10 de septiembre del presente año;

Que, es necesario designar un representante de la Comisión para la Promoción de Exportaciones - PROMEX, para que asista a dicha actividad con el fin de brindar la información de promoción de la oferta exportable peruana de muebles, apoyar a las empresas exportadoras peruanas en sus gestiones de ventas, así como efectuar labores de negociación;

De conformidad con lo dispuesto por el Decreto Supremo N.º 152-94-PCM, Decreto Supremo N.º 114-85-PCM, Decreto Supremo N.º 1110-88-PCM, Decreto Supremo N.º 120-81-PCM y sus modificaciones, Decreto Supremo N.º 2001-02-PCM, Decreto Supremo N.º 125-93-PCM y Decreto Supremo N.º 109-91-PCM;

**DECLARANDO:**

Artículo 1.º.- Autorizo al viaje del señor HALE DANCE SHERIDAN, Asesor de la Comisión para la Promoción de

## Anexo K: Costo de implementación.

### ➤ Propuesta económica

#### COSTO PARA ELABORAR EL DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO

Objetivos Secundarios	Descripción de la actividad	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13
Diagnóstico Energético	1. Recopilación y análisis de información preliminar	■	■											
	2. Revisión de la factura eléctrica y compra de combustibles		■	■										
	3. Identificación de equipos y áreas consumidoras de energía eléctrica			■	■	■								
	4. Identificación de hábitos de consumo			■	■	■	■							
	5. Identificación de oportunidades de mejoras						■	■						
	6. Recomendaciones para el ahorro de energía eléctrica por cambio de hábitos de consumo							■	■	■				
Análisis Energético de la envolvente	7. Simulación				■	■	■	■	■					
	8. Propuestas de mejora								■	■	■	■		
Diseño conceptual de las instalaciones	9. Revisión de documentación de obra						■	■	■					
	10. Propuestas de mejoras								■					
	11. Análisis costo beneficio									■	■			
Mejoras a las condiciones previstas	12. Indicadores energéticos											■	■	■

Fuente: elaboración propia

La inversión para llevar a cabo el “Diagnóstico de eficiencia energética y propuestas de mejora Sede Central – OSINERGMIN”, fue calculado de acuerdo a las etapas del desarrollo y el tiempo en elaborar el diagnóstico tomando estas consideraciones la suma para realizar el diagnóstico asciende a:

**S/ 65,000.00 nuevos soles**

*(Incluye IGV)*

Duración: **trece semanas.**