



## **FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ELÉCTRICA**

**ESTUDIO DEL AHORRO ENERGÉTICO EN EL SISTEMA  
ELÉCTRICO DE LA UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO – CAMPUS  
TRUJILLO**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**AUTOR:**

MENA RODRÍGUEZ, KEVIN KARL

**ASESOR:**

ING. CASTRO ANTICONA WALTER

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

GENERACIÓN, TRANSMISIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA

TRUJILLO – PERU

2016

ESTUDIO DEL AHORRO ENERGÉTICO EN EL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA  
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO – CAMPUS TRUJILLO

AUTOR:

MENA RODRÍGUEZ, KEVIN KARL

---

Ing. León Díaz, Roger Lucio  
Vocal

---

Ing. Castro Anticona, Walter  
Secretario

---

Dr. De la Rosa, Felipe Eduardo  
Presidente

## DEDICATORIA

*Mi tesis está dedicada a mis padres Vicente y Juana, quienes me guiaron y formaron por el buen camino desde pequeño y porque fueron mi motivación para salir adelante en esta vida.*

*También a mi pareja Katherine, quien tuvo las palabras adecuadas para apoyarme en cada tropiezo que tuve y siendo mi compañera idónea en este tiempo.*

### AGRADECIMIENTO

*A Dios, mis padres, mi hermana y mi pareja, quienes fueron de vital apoyo a lo largo de mi carrera profesional, los mismos que estuvieron de una u otra manera en cada decisión que tuve que tomar para superar cada obstáculo y necesidad que se me presento en la vida.*

*Además, un agradecimiento especial a todos los docentes de la Universidad Cesar Vallejo, quienes me brindaron su conocimiento y experiencia en ingeniería para poder competir y desarrollarme como un profesional competitivo y persona de bien.*

## **DECLARACION DE AUTENTICIDAD**

Yo, Kevin Karl Mena Rodríguez con DNI N° 70252138, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por los cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Cesar Vallejo.

Trujillo, Diciembre del 2016

---

**Mena Rodríguez Kevin Karl**

## PRESENTACIÓN

### Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, presento antes ustedes la Tesis titulada **“ESTUDIO DEL AHORRO ENERGÉTICO EN EL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO – CAMPUS TRUJILLO”**, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el Título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista.

El Autor.

## INDICE GENERAL

<b>Dedicatoria</b> .....	<b>ii</b>
<b>Agradecimiento</b> .....	<b>iii</b>
<b>Declaración de autenticidad</b> .....	<b>iv</b>
<b>Presentación</b> .....	<b>v</b>
<b>Resumen</b> .....	<b>xi</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>xii</b>
<b>I. Introducción</b> .....	<b>01</b>
1.1. Realidad problemática.....	01
1.2. Trabajos previos.....	03
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	07
1.3.1. Ahorro energético.....	07
1.3.1.1. Métodos para el ahorro energético.....	09
1.3.2. Gestión óptima de los costos por consumo de energía eléctrica.....	23
1.3.2.1. Sistema tarifario en el Perú.....	23
1.3.2.2. Estructura del sector eléctrico en el Perú.....	23
1.3.2.3. Evaluación de parámetros y tarifas al suministro eléctrico.....	24
1.4. Formulación del problema.....	32
1.5. Justificación del estudio.....	32
1.6. Hipótesis.....	33
1.7. Objetivos.....	33
<b>II. Metodología</b> .....	<b>34</b>
2.1. Diseño de investigación.....	34
2.2. Operacionalización de variables.....	35
2.3. Población y muestra.....	37
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	37
2.5. Métodos de análisis de datos.....	37
<b>III. Resultados</b> .....	<b>38</b>
3.1. Situación actual del sistema eléctrico de la Universidad Cesar Vallejo.....	38
3.1.1. Suministro eléctrico.....	39
3.1.2. Sistema de medición en media tensión.....	42
3.1.3. Compensación de energía reactiva.....	43
3.1.4. Mediciones de corriente en tableros generales.....	44

3.2. Evaluación de las principales cargas eléctricas.....	47
3.2.1. Evaluación a la carga crítica.....	50
3.3. Evaluación general al suministro eléctrico.....	51
3.3.1. Valoración de la correcta facturación eléctrica.....	51
3.3.2. Evaluación al contrato de energía eléctrica.....	52
3.3.3. Gestión de los consumos de energía y potencia.....	57
3.4. Estudio del factor de potencia.....	59
3.5. Estudio del factor de carga.....	65
3.6. Estudio de armónicos en el sistema eléctrico.....	71
3.7. Estimación de la huella de carbono.....	72
3.8. Recomendaciones técnicas para el ahorro energético.....	76
3.8.1. Remodelación de las luminarias tipo fluorescente 36W.....	76
3.8.2. Tablero general de pabellón A.....	81
3.8.3. Pérdidas en transformadores de distribución.....	82
3.8.4. Facturación eléctrica de la Universidad Cesar Vallejo.....	83
3.9. Evaluación económica del proyecto.....	84
<b>IV. Discusión de resultados.....</b>	<b>88</b>
<b>V. Conclusiones.....</b>	<b>91</b>
<b>VI. Recomendaciones.....</b>	<b>92</b>
<b>VII. Referencias.....</b>	<b>93</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>94</b>



## INDICE DE TABLAS

Tabla 01 – Normas para la cuantificación de la huella de carbono.....	08
Tabla 02 – Equivalencia entre motor estándar y alta eficiencia.....	10
Tabla 03 – Mantenimiento adecuado para electrobombas.....	11
Tabla 04 – Equivalencia de potencia LED con otros equipos.....	13
Tabla 05 – Niveles de iluminancia requerido por el CNE.....	13
Tabla 06 – Rango de pérdidas según tipo de balasto.....	15
Tabla 07 – Efectos de la presencia de armónicos.....	19
Tabla 08 – Posibles estrategias frente a los armónicos.....	20
Tabla 09 – Diferencia de costos en clientes HP y FP.....	21
Tabla 10 – Porcentaje de utilización de potencia contratada.....	21
Tabla 11 – Tipos de consumidores.....	26
Tabla 12 – Empresas generadoras y distribuidoras en el Perú.....	26
Tabla 13 – Diferencia de costos unitarios en media y baja tensión.....	27
Tabla 14 – Opciones tarifarias establecidas por la GART.....	28
Tabla 15 – Tarifa indicada según relación de energía activa.....	30
Tabla 16 – Exceso de energía reactiva.....	43
Tabla 17 – Resumen de máxima demanda de cargas eléctricas.....	48
Tabla 18 – Consumo de energía promedio.....	48
Tabla 19 – Valores Demanda Máxima de Septiembre a Agosto del 2016.....	52
Tabla 20 – Consumidores libres en el departamento La Libertad.....	53
Tabla 21 – Precios unitarios para consumidores libres de Hidrandina.....	54
Tabla 22 – Estimación de pagos en baja tensión y media tensión.....	55
Tabla 23 – Simulación de pagos en las diferentes tarifas.....	56
Tabla 24 – Factor de calificación de la Universidad Cesar Vallejo.....	57
Tabla 25 – Reducción de consumo de energía mediante tubo LED.....	58
Tabla 26 – Potencia reactiva en una jornada laboral.....	59
Tabla 27 – Facturación por consumo de energía reactiva.....	60
Tabla 28 – Factor de potencia ideal para evitar exceso de energía reactiva.....	61
Tabla 29 – Potencia del banco de condensadores.....	62
Tabla 30 – Retorno de inversión del banco de condensadores automático.....	64
Tabla 31 – Cargas activas durante Hora Punta.....	66
Tabla 32 – Costos unitarios de Potencia activa de generación en MT3.....	66

Tabla 33 – Diferencias de pagos por Potencia activa de generación.....	67
Tabla 34 – Exceso de consumo de energía activa en H.P. de cada mes.....	68
Tabla 35 – Ahorro de energía activa.....	68
Tabla 36 – Ahorro mensual por Potencia A.G. como cliente F.P.....	70
Tabla 37 – Rango de THD del sistema eléctrico de la Universidad.....	71
Tabla 38 – Protocolo de GEI 2001.....	72
Tabla 39 – Emisión total de Dióxido de carbono.....	74
Tabla 40 – Porcentaje de emisión de CO2 de las principales fuentes.....	75
Tabla 41 – Detalle de ahorro de consumo energético.....	75
Tabla 42 – Equivalencia de ahorro energético en kg de CO2.....	75
Tabla 43 – Comparativa entre Philips TLD 36W y Philips TL5 28W.....	76
Tabla 44 – Comparativa entre Tubo LED y demás fluorescentes.....	77
Tabla 45 – Iluminación mínima por ambientes según el RNE.....	78
Tabla 46 – Coeficientes de reflexión para techo, paredes y superficies.....	79
Tabla 47 – Factor de utilización.....	80
Tabla 48 – Costo de inversión de las medidas correctivas.....	84
Tabla 49 – Aportes beneficiosos del proyecto.....	85
Tabla 50 – Flujo neto de caja del proyecto de inversión.....	86

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Curva de rendimiento, $\cos \varphi$ y corriente.....	09
Figura 2 – Subestación eléctrica de la Universidad Cesar Vallejo.....	10
Figura 3 – Electrobombas de la Universidad Cesar Vallejo.....	11
Figura 4 – Electrobombas Hayward.....	12
Figura 5 – Luminarias LED.....	12
Figura 6 – Factor de utilización $C_u$ , Coeficiente $K$ .....	14
Figura 7 – Balasto electrónico Philips EB-36W.....	15
Figura 8 – Detector de movimiento Opalux.....	15
Figura 9 – Diagrama esquemático de compensación.....	16
Figura 10 – Esquema de un banco de condensadores automático.....	18
Figura 11 – Descomposición de una onda armónica.....	18
Figura 12 – Tolerancias de perturbaciones.....	19
Figura 13 – Diagrama de carga de una instalación.....	20
Figura 14 – Taller de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica.....	22
Figura 15 – Pliego tarifario del servicio de electricidad.....	25
Figura 16 – Diagrama de carga tarifa MT2.....	28
Figura 17 – Diagrama de carga tarifa MT4.....	29
Figura 18 – Plano de la Universidad Cesar Vallejo en AutoCAD.....	38
Figura 19 – Ubicación de las subestaciones existentes en la UCV.....	39
Figura 20 – Fachada e interior de la subestación SED-1.....	40
Figura 21 – Fachada e interior de la subestación SED-2.....	41
Figura 22 – Trafomix de la Universidad Cesar Vallejo.....	42
Figura 23 – Medidor electrónico en M.T de la universidad Cesar Vallejo.....	42
Figura 24 – Primer tablero general del pabellón A.....	44
Figura 25 – Segundo tablero general del pabellón A.....	44
Figura 26 – Tablero general del pabellón C.....	45
Figura 27 – Tablero general del pabellón D.....	45
Figura 28 – Tablero general del pabellón E.....	46
Figura 29 – Tablero general del pabellón F.....	46
Figura 30 – Diagrama de carga del suministro de la UCV.....	65
Figura 31 – Bomba sumergible con sus contactores e interruptor horario.....	69
Figura 32 – Armónicos del sistema eléctrico de la Universidad Cesar Vallejo..	71
Figura 33 – Llave cuchilla e Interruptor termomagnético de 150A.....	82

## RESUMEN

En la presente investigación, se realiza el estudio del ahorro energético en el sistema eléctrico de la universidad Cesar Vallejo – campus Trujillo, el que se realizó para reducir el consumo de energía y potencia sin afectar las actividades ni el confort de sus usuarios.

En primer lugar, se realizó la descripción de las principales herramientas para lograr un ahorro energético en la universidad, dentro de las cuales se detalló las ecuaciones, gráficas, rangos y medidas correctivas para obtener una correcta optimización del consumo de energía y potencia.

A continuación, se ejecutó el ahorro energético a través de los métodos más eficaces, esto es, describiendo la situación actual para verificar en qué estado se encuentra el sistema eléctrico de la universidad, evaluando las principales cargas eléctricas para posteriormente enfocarnos en ella y aplicar las medidas correctivas necesarias. Asimismo, evaluar los parámetros y tarifas al suministro eléctrico buscando constatar si está ubicado dentro de la mejor opción tarifaria. Luego de ello, procedimos a realizar el estudio del factor de potencia y armónicos que presenta el sistema eléctrico de la universidad con el fin de compensar aquella energía reactiva por la cual nos facturan durante el mes, y también, mejorar el diagrama de carga para calificar como clientes Fuera de Punta y obtener reducciones en el pago final. Todas estas aplicaciones y estudios fueron objeto de una evaluación económica para ver la factibilidad del proyecto, obteniéndose excelentes resultados de beneficio y rentabilidad.

Finalmente, al aplicarse el estudio del ahorro energético, se encontró con resultados óptimos de ahorro. Por ejemplo, la implementación de luminarias LED, detectores de presencia y el banco de condensadores automático, servirá para calificar como cliente Fuera de Punta y eliminar el pago por exceso de energía reactiva a lo largo de cada mes, además de otros beneficios. Este monto estimado en ahorro es de S/. 128375.06 anuales, lo que representa un monto muy significativo.

**Palabras claves:** ahorro energético, suministro eléctrico en media tensión, evaluación económica.

## ABSTRACT

In the present investigation, the study of the energy saving in the electrical system of the university Cesar Vallejo - Trujillo campus, was realized to reduce the consumption of energy and the power without affecting the activities nor the comfort of the users. Firstly, a description of the main tools to achieve energy savings in the university was carried out, in which the equations, graphs, ranges and corrective measures were detailed to obtain a correct optimization of energy and power consumption.

Then, the energy saving was executed through the most effective methods, that is, describing the current situation to verify in which state the electrical system of the university is, evaluating the main electric charges and then focusing on it and applying the Necessary corrective measures. Likewise, to evaluate the parameters and tariffs to the electrical supply looking for to verify if it is located within the best tariff option. After that, we proceeded to perform the study of the power factor and harmonics presented by the university's electrical system in order to compensate for the reactive energy for which we are invoiced during the month, and also the load diagram to qualify As Out-of-Point customers and get reductions in the final payment. All these applications and studies were the subject of an economic evaluation to see the feasibility of the project, obtaining excellent results of profit and profitability.

Finally, when the study of energy saving was applied, it found optimal savings results. For example, the implementation of LED luminaires, presence detectors and the automatic capacitor bank, will qualify as Out-of-Point customer and eliminate the payment for excess reactive energy throughout each month, in addition to other benefits. This estimated amount of savings is S /. 128375.06 per annum, which represents a very significant amount.

**Keywords:** energy saving, Power supply in medium voltage, economic evaluation.

## I. INTRODUCCION

### 1.1 Realidad problemática:

Dentro de las actividades diarias del ser humano, la energía es parte fundamental en el proceso de ellas, ya sea para las plantas de producción, el transporte, la agricultura, en los hogares, comercios y servicios públicos.

Una de las diversas formas de hacer un uso eficiente de la energía es mediante la realización de un ahorro energético en un lugar que sea susceptible de optimizar su gestión energética. Se podría decir que un ahorro energético viene a ser la aplicación de una auditoria energética conjuntamente con una evaluación económica para ver si la inversión que se haría en base a las recomendaciones técnicas sería rentable.

Entendemos por auditoria energética al estudio completo de una industria, negocio o local y de sus instalaciones para constatar si la gestión energética está en un estado óptimo, de no ser así se proponen las herramientas necesarias para conseguirlo. Y como es sabido, todo proyecto debe ser rentable económicamente y debe generar un beneficio significativo. Para saber si será así, se hace una evaluación económica del proyecto, el cual tiene como propósito conocer las ventajas y desventajas relacionadas a la inversión que se presentan en un proyecto, previo a su realización.

Partiendo de lo mencionado anteriormente, se busca realizar un estudio de ahorro energético en la universidad Cesar Vallejo - Campus Trujillo para constatar si la gestión energética se encuentra en un punto óptimo. Esta casa de estudios está dedicada a la enseñanza universitaria con un horario de trabajo desde las 7:00 horas hasta las 23:00 horas por lo que su sistema eléctrico está operativo durante gran parte del día.

El sistema eléctrico de la universidad Cesar Vallejo – Campus Trujillo cuenta con un suministro en Media Tensión de 10 kV, el cual alimenta a dos subestaciones tipo caseta en Media Tensión.

La primera subestación es alimentada en 10 kV y cuenta con una celda de llegada, una celda de transformación con un transformador de 350 kVA y una celda de salida en Baja Tensión de 380 voltios trifásica, que alimenta a los pabellones C, D y E de la universidad.

La segunda subestación cuenta con una celda de llegada, una celda de transformación con dos transformadores de 250 kVA y 200 kVA; y una celda de salida en Baja Tensión de 380 voltios trifásica y 220 voltios respectivamente, los cuales alimentan a los pabellones A, B y F de la universidad.

Como parte de una inspección, se hizo mediciones de tensión, corriente y puesta a tierra. Como ejemplo se tomó la medición a una puesta tierra de las 54 que posee la universidad, la cual fue el de la antena de telecomunicaciones obteniéndose un valor promedio de 2.31 ohmios indicando un buen estado.

No obstante, se puede observar aun que en las instalaciones de la universidad se hace uso de equipos de iluminación convencionales, pudiendo optimizarlo mediante el reemplazo por luminarias LED ya sea para los interiores o exteriores de los edificios.

Además, es conveniente verificar la presencia del banco de condensadores en las subestaciones para ver si están bien dimensionados o en su defecto calcular y dimensionar uno si fuera necesario. Y como es conocido, la presencia de equipos de electrónica de potencia genera armónicos en toda instalación, por ello sería importante realizar un estudio de los armónicos que afectan la corriente del sistema eléctrico de la Universidad.

Debido a que la universidad inicio sus actividades hace 23 años y fue continuamente ampliando sus instalaciones, su situación actual debe ser evaluada mediante un estudio de ahorro energético que busque reducir los costos invertidos en consumo de energía sin afectar sus actividades, a través de propuestas técnicas de ahorro y eficiencia energética.

## **1.2 Trabajos Previos:**

**Fiestas Farfán (2011)**, en su Tesis “Ahorro Energético del Sistema Eléctrico de la Universidad de Piura – Campus Piura” para optar el Grado de Master en Ingeniería Mecánica – Eléctrica con mención en Sistemas Eléctricos y Automatización Industrial hace referencia sobre cómo debe ser la aplicación de una auditoria energética y la evaluación económica del proyecto en una casa de estudios superiores.

En primer lugar el autor nos hace un repaso de los conceptos más puntuales que utilizara en la elaboración de su tesis. Hace énfasis en describir que es el ahorro energético, las formas de ahorrar energía, la descripción de una gestión tarifaria y otros puntos más necesarios para comprender el caso de estudio que indica desarrollo de su tesis.

Posteriormente, ejecuta una auditoria al campus de la universidad de Piura en donde hace estudio energético y tarifario para obtener un informe o calificación que permita realizar las recomendaciones técnicas correctivas que permitan solucionar cualquier mala gestión energética dentro de la casa de estudios.

Finalmente, se procede a ejecutar una estimación económica del proyecto con sus recomendaciones técnicas incluidas para conocer la rentabilidad económica de una futura implementación del proyecto.



**Aliaga Bautista Ruby (2008)**, en su Tesis “Optimización de costos en la facturación eléctrica aplicados a la pequeña y micro empresa basados en una correcta aplicación del marco regulatorio y la ley de concesiones eléctricas y su reglamento. DL 25844 – DS 093-2003” para optar el título de Ingeniero Electricista busca aplicar soluciones rápidas basándose en la aplicación adecuada de los pliegos tarifarios establecidos por Osinergmin a diferentes empresas y a todo el sector empresarial a nivel nacional para lograr la difusión de estas ventajas. Para lo cual el autor se plantea los siguientes objetivos:

El primero es establecer diferentes opciones que permitan una disminución en los costos que se obtienen en la facturación por consumo eléctrico para las PYMES (pequeña y mediana empresa) a nivel nacional, basadas en la normativa vigente de la Ley de Concesiones Eléctricas, las cuales se van renovando y/o cambiando cada cuatro años.

El segundo es determinar las causas de los principales costes de consumo eléctrico en los diferentes sectores que abarcan las empresas, ya sea por sectores geográficos y condiciones de facturación, determinando costes estándares que permitirán su reconocimiento para sugerir incrementos en el mismo.

El tercero es buscar un acercamiento entre la Universidad y el Sector Empresarial (Mediana, Pequeña y Microempresa), fomentando la aplicación de la ingeniería eléctrica basada en la Normativa Tarifaria vigente, Realidad Nacional y Políticas Energéticas. A fin de crear conciencia en el estudiante del uso práctico de los principales conceptos que involucra un ahorro energético.

Por último, busca crear una entidad universitaria de apoyo al microempresario peruano con la finalidad de asesorarlo en materia eléctrica, involucrando directamente al estudiante universitario.

**Alvarado Perusquia y Ramírez Sánchez (2010)**, en su tesis “Metodología para el análisis de propagación y filtrado de armónicas en sistemas eléctricos” para optar al título de Ingeniero Electricista indican lo siguiente:

Debido a la presencia de los equipos que utilizan como fuente la electrónica de potencia cuyo funcionamiento es no lineal e instalados en los sistemas eléctricos, se ha notado un incremento en la distorsión de la corriente eléctrica provocando problemas en la calidad de la energía eléctrico. Por lo que el autor busca una metodología para el análisis de la propagación y filtración de los armónicos como solución para el problema antes mencionado. Además busca implementarlo a través del programa Matlab.

El autor hace una descripción de la presencia de los armónicos en los sistemas eléctricos, desde como son generados y su transmisión, su contacto con los diversos elementos que hay en un sistema eléctrico y los efectos que produce en ellos.

Hace énfasis en los filtros armónicos con una herramienta de control para disminuir la distorsión de armónicos en los sistemas eléctricos, realiza una explicación de su funcionamiento y la configuración que debe tener de acuerdo a las normas internacionales y nacionales.

Propone una nueva metodología para el análisis y filtrado de los sistemas eléctricos que están contaminados con armónicos, haciendo énfasis en el uso de las normas establecidas en su país para el manejo de la distorsión de armónicos, además de detallar el procedimiento para calcular los elementos de este filtro armónico.

**Calderón Valencia Pablo (2015)**, en su tesis “Implementación de un nuevo sistema de utilización en media tensión de 22 900 voltios para mejorar la calidad del servicio eléctrico de la ciudad universitaria de la universidad nacional de Trujillo, La Libertad 2015” para optar al título de Ingeniero Mecánico Electricista indica lo siguiente:

Con la finalidad de que la Universidad Nacional de Trujillo cuente con un servicio eléctrico óptimo y garantizado, realiza la implementación de un nuevo Sistema de Eléctrico en media tensión a nivel de 22 900 voltios, esto como requerimiento para la utilización de los equipos y materiales que se necesita para impartir una adecuada educación que el nivel superior exige.

Para ello el desarrollo teórico y práctico, utilizó “cálculos justificativos que han guiado a la instalación de los materiales y equipos acorde con la demanda máxima, cumpliendo con las exigencia de la Empresa Concesionaria de Energía Eléctrica, siguiendo la metodología normada por el Ministerio de Energía y Minas y por supuesto, encuadrados en las supervisiones de los entes fiscalizadores como Osinergmin (Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería) y OEFA (Organismo de Evaluación y fiscalización ambiental). La implementación incluyó el dimensionamiento y selección de nueve subestaciones y un sistema de control y protección con una capacidad proyectada a 20 años con una demanda máxima de 1650 kW”.

### **1.3 Teorías relacionadas al Tema:**

#### **1.3.1 Ahorro Energético:**

Desde años atrás se viene fomentando la aplicación del ahorro energético, el cual es la optimización y reducción del consumo de energía, sin afectar la naturaleza del servicio obtenido por el uso de esta.

Como se mencionó antes, buscamos reducir el consumo de energía, lo cual se puede lograr a través de las siguientes formas: reduciendo la potencia gastada por el empleador para sus equipos y procesos en hora punta o disminuyendo su periodo de operación sin afectar la producción.

El optimizar y reducir el consumo de energía nos proporciona ciertas ventajas, entre ellas tenemos: la reducción de emanación de los gases de efecto invernadero, la cuantificación de emisión de estos gases mediante la Huella de Carbono y la disminución de los pagos por energía consumida a las concesionarias.

Reducción en la emanación de gases de efecto invernadero: Recordemos que dentro de los 6 gases que ocasionan el efecto invernadero, son el dióxido de carbono y el metano quienes tienen más influencia sobre este. Mucho más ahora que vivimos en un mundo dependiente de un modelo energético basado en el uso del carbón, el gas y el petróleo, lo que conlleva a una perturbación con efectos considerablemente negativos en el clima. Por lo tanto, una reducción en el consumo de energía permitirá una notable disminución en la emanación del dióxido de carbono. (Farfan, 2011).

Cuantificación del ahorro de emisión de GEI mediante la Huella de Carbono:

Con la disminución en la emanación de gases, se hace notoria la presencia de la Huella de carbono, que es nada menos que la cuantificación de la totalidad de gases emitidos de manera directa o indirecta por un individuo, organización, producto o servicio.



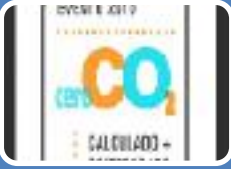
El proceso para obtener la Huella de Carbono es el siguiente:

- Evaluar la huella de carbono: Hacer una contabilización del total de gases de efecto invernadero emanados de manera directa o indirecta.

Las normas aplicadas para estimar la huella de carbono son las siguientes:

Tabla N° 01: Normas para la cuantificación de la huella de carbono.

**Fuente:** Ministerio del Ambiente.

	<b>Cuantificación de emisiones GEI de una organización:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Por aplicación del “GHG Protocol” directamente</li><li>• Por aplicación de ISO 14064-1</li></ul>
	<b>Cuantificación de emisiones GEI del ciclo de vida de un producto:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Por huella de carbono según PAS 2050</li><li>• Por huella de carbono según ISO 14067</li></ul>
	<b>Cuantificación de emisiones GEI del ciclo de vida de un evento y su compensación:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Por huella de carbono según PAS 2050/2060</li><li>• Por huella de carbono según ISO 14064-1</li></ul>

- **Verificación de la Huella de Carbono:** Se procede a verificar la exactitud y conformidad de la información registrada en la huella de carbono. Se busca que toda la información obtenida no presente datos faltantes, errores u otras distorsiones que afecten la estimación original notificada.
- **Neutralización de la Huella de Carbono:** Con el producto obtenido de los pasos anteriores, toda empresa u organización debe ejecutar las herramientas necesarias para neutralizar sus emanaciones de gases.

Disminuir los costos por consumo de energía: Si se logra disminuir el consumo de energía sin afectar las actividades, traerá consigo una reducción en los gastos que se paga por esta. Dependiendo de la magnitud del estado en que se encuentra la organización, se puede aplicar medidas correctivas que generen ahorros significativos.

Supongamos que en una vivienda se haga el cambio de lámparas fluorescentes por tubos LED (bajo consumo), habría un considerable ahorro de energía. Igual sucede en una industria, donde se hace uso de motores de gran potencia con un trabajo constante durante todo el año si se hace un cambio por motores de alta eficiencia. (Farfan, 2011)

### 1.3.1.1 Métodos para el ahorro energético:

Los métodos considerados y aplicados para ejecutar el ahorro energético en la universidad o alguna industria que lo requiera son los siguientes:

- a. Optimizar el rendimiento de los equipos.
- b. Optimizar el rendimiento de la instalación eléctrica (factor de potencia, calidad de la onda de tensión, pérdidas en transformadores y conductores)
- c. Utilización adecuada de los equipos.

#### a. Optimizar el rendimiento de los equipos:

Se busca la optimización en el rendimiento de gran parte de los equipos con los que cuenta la universidad y los que representen un consumo significativo de energía eléctrica, ya que es uno de los métodos más prácticos y eficaces en un ahorro energético.

Veamos el caso de los motores, en donde la optimización de su rendimiento tiene que ver con la magnitud de la carga con la que trabaja y el periodo en que hace este trabajo. Será necesario un equipo de alta eficiencia siempre y cuando este consuma una elevada potencia y esté operando un largo periodo, de lo contrario no sería rentable para su empleador.

Indicadores necesarios para que los equipos presenten un mayor rendimiento:

#### ▪ Dimensionamiento adecuado:

Cuando se hace uso de motores eléctricos, hay que tener en cuenta que si estos trabajan con cargas distintas a las nominales, ya sea superior o inferior, presentarán un rendimiento no deseado.

#### Motores eléctricos:

Veamos en las siguientes figuras el caso de un motor de 100 HP operando solo con un 25% de la carga, es decir, haciendo el trabajo de un motor de 25 HP. A su derecha tenemos un motor de 25 HP trabajando a su carga nominal.

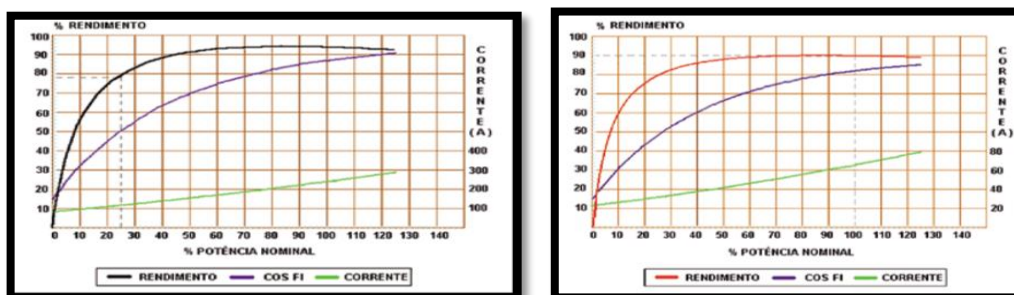


Fig. 1. Curva de rendimiento,  $\cos \phi$  y corriente - Fuente: [www.emb.cl](http://www.emb.cl)

Tabla N° 02: Equivalencia entre motor estándar y de alta eficiencia.

<u>MOTOR 100 HP (OPERANDO A UNA CARGA DEL 25%)</u>	<u>MOTOR DE 25 HP</u>
$P_c = P_{\text{util}} \times 0,736 \times 100 / n \%$	$P_c = P_{\text{util}} \times 0,736 \times 100 / n \%$
$P_c = 25 \times 0,736 \times 100 / 78$	$P_c = 25 \times 0,736 \times 100 / 90,1$
$P_c = 23,6 \text{ kW}$	$P_c = 20,42 \text{ kW}$

▪ **Realizar el mantenimiento respectivo**

Realizar un mantenimiento enfocado en la mejora continua y prevención de fallas de los equipos, además de buscar el incremento en el rendimiento y capacidad de trabajo en su carga nominal.

Los equipos sin su mantenimiento periódico y adecuado tendrán que esforzarse más y consumir mayor energía para realizar un mismo trabajo que cualquier otro equipo con su mantenimiento adecuado haría. (Farfan, 2011).

Subestaciones eléctricas:

Su mantenimiento debe realizarse una vez por año, para asegurar su conservación y correcto funcionamiento. La presencia de alguna falla en las subestaciones no solo involucra un valor económico sino las pérdidas que esta causa. Las actividades que se realizan en un mantenimiento son las siguientes:

- Inspección y limpieza de todos los componentes de la subestación eléctrica.
- Limpieza, lubricación y ajuste de mecanismos de apertura, cierre y disparo.
- Pruebas de operación mecánica de cuchillas, seccionadores e interruptores.
- Medición de resistencia de aislamiento a través de un megómetro.



Fig. 2. Subestación eléctrica de la Universidad Cesar Vallejo

### Electrobombas:

En las mejores condiciones, las electrobombas pueden funcionar casi indefinidamente. Mientras que en condiciones adversas se pueden descomponer muy seguido. Su vida útil se puede extender por medio de procedimientos apropiados de mantenimiento.

Tabla N° 03: Mantenimiento adecuado para electrobombas.

<b><u>Falla</u></b>	<b><u>Causa</u></b>	<b><u>Medida correctiva</u></b>
La bomba no suministra agua.	<ul style="list-style-type: none"><li>• La bomba no está cebada.</li><li>• La velocidad de rotación es muy baja.</li><li>• La altura de succión es excesiva.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Verificar si el motor está conectado directamente a la línea de energía eléctrica.</li><li>• Las pérdidas por fricción deben estar dentro del rango previsto.</li></ul>
La bomba no da su rendimiento pleno nominal.	<ul style="list-style-type: none"><li>• La altura real de la descarga puede ser mayor a la calculada.</li><li>• Infiltraciones de aire en la línea de succión.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Comprobar con un vacuometro la altura normal de succion.</li><li>• Los liquidos calientes requieren la suficiente altura de inmersion sobre la linea de eje de succion.</li></ul>



Fig. 3. Electrobombas de la Universidad Cesar Vallejo



- **Emplear equipos que brinden un mayor rendimiento**

Un equipo con un buen rendimiento proporciona un consumo bajo de energía realizando el mismo trabajo que otro equipo convencional. Por ejemplo, hoy en día en las industrias se hace uso de los motores de alta eficiencia y si vamos al rubro de la iluminación, se observa que la Tecnología LED está ganando terreno por su bajo consumo, mejor rendimiento y larga vida útil.

Electrobomba de alta eficiencia Hayward – SUPER PUM II:

Útil para trabajos exigentes, obteniéndose un 20% más de rendimiento sobre las demás electrobombas. Tiene una operación silenciosa con una estructura de Perma Glass a prueba de corrosión.



Fig. 4. Electrobomba Hayward – SUPER PUM II – **Fuente:** hpi.com.pe








Equipos de Iluminación con Tecnología LED:

Llamamos tecnología LED a los equipos que se basan en semiconductores que convierten la corriente eléctrica en luz. Están caracterizados por su prolongado tiempo de vida útil que poseen (valor cercano a las 50 000 horas) y en ocasiones las luminarias LED continúan funcionando otorgando una menor intensidad de iluminación aun cuando sus horas de vida útil han culminado.



Fig. 5. Luminarias LED - **Fuente:** Ledbox

Tabla N° 04: Equivalencia de potencia LED con otros equipos de iluminación.

EQUIVALENCIAS		BOMBILLA INCANDESCENTE	HALOGENAS HALOGENAS	HALOGENAS TIPO PAR	BOMBILLAS BAJO CONSUMO	TUBO FLUORESCENTE	FOCO HALOGENURO	VAPOR DE SODIO	LUMENES (lm)		
											
<b>POTENCIA LED</b>	2 W	20 W		6 W					50 - 80		
	3 W	35 W		8 W					180 - 270		
	5 W	40 W		11 W					240 - 420		
	6 W	50 W		13 W					12 W	390 - 550	
	7 W	60 W		15 W					14 W	510 - 640	
	9 W	70 W		18 W					18 W	600 - 830	
	10 W	80 W		20 W					20 W	50 W	810 - 950
	12 W	100 W		25 W					25 W	60 W	900 - 1100
	13 W	110 W		30 W					28 W	70 W	955 - 1200
	15 W	120 W		40 W					32 W	75 W	1000 - 1400
	18 W	140 W		50 W					36 W	90 W	1100 - 1700
	20 W	150 W		60 W					44 W	120 W	1200 - 1900
	25 W	200 W		70 W					58 W	150 W	1250 - 2400
	30 W	250 W		80 W					70 W	170 W	1300 - 2500
	35 W	300 W		90 W					180 W	1350 - 2800	
	50 W	350 W		100 W					200 W	100 W	2440 - 4500
	80 W	400 W		150 W					250 W	150 W	3600 - 7500
100 W	500 W		200 W	300 W	250 W	5100 - 9500					
120 W	550 W		250 W	350 W	300 W	6000 - 11000					
150 W	700 W		300 W	500 W	400 W	7500 - 14000					

- Justificación de implementación de luminarias LED

El Reglamento Nacional de Edificaciones nos da un nivel de iluminancia (lux) para cada tipo de ambiente o lugar a iluminar. Por ejemplo, tenemos:

Tabla N° 05: Niveles de iluminancia requerido por el CNE

Ambientes	Iluminancia (lux)
<b>Norma A 0.40 – Educación</b>	
Aulas	250
Talleres	300
Circulaciones	100
Servicios higiénicos	75
<b>Norma A 0.80 – Oficinas</b>	
Áreas de trabajo en oficinas	250
<b>Norma EM.010 – Oficinas</b>	
Salas de conferencia	300
Salas de computo	500
Salas de diseño	1000

Con los valores anteriores se procede a calcular el flujo luminoso requerido en todo el ambiente y el número de luminarias necesarias.

a. Ecuación del flujo luminoso:

Flujo luminoso (lúmenes)	$Qt = \frac{Em * S}{Cu * Cm}$	$Em$ = Nivel de iluminancia RNE (lux) $S$ = Área del ambiente (m <sup>2</sup> ) $Cu$ = Coeficiente de utilización $Cm$ = Coeficiente de mantenimiento
-----------------------------	-------------------------------	--

b. Ecuación del número de luminarias:

Numero de luminarias (unidades)	$NL = \frac{Qt}{n * Qt}$	$NL$ = Numero de luminarias (unidades) $Qt$ = Flujo luminoso (lúmenes) $n$ = Numero de fluorescentes por rejilla
---------------------------------------	--------------------------	--

Para calcular el coeficiente de utilización debemos guiarnos por ambas tablas:

INDICE K	Factor de utilización (n)									
	Factor de reflexión del techo									
	0.8			0.7			0.5			
	Factor de reflexión para paredes									
	0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	
1.0	79	76	74	78	75	73	77	74	72	
1.2	81	78	76	80	77	75	79	76	74	
1.3	83	80	77	82	79	76	81	78	75	
1.5	85	82	79	84	81	78	83	80	77	

Sistema de iluminación	Índice del local
Iluminación directa, semidirecta, directa-indirecta y general difusa	$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a+b)}$
Iluminación indirecta y semiindirecta	$k = \frac{3 \cdot a \cdot b}{2 \cdot (h+h') \cdot (a+b)}$

Fig. 6. Factor de utilización Cu, Coeficiente K.

▪ **Empleo de equipos controlados por sistemas electrónicos:**

En el mercado e industria podemos encontrar fuentes alimentación, equipos de alimentación ininterrumpida (SAI), balastos electrónicos, entre otros. Su uso se ha generalizado en gran parte porque al optimizar el uso de energía permite tener un control adecuado de la energía consumida, aun cuando su instalación provoque más presencia de armónicos. Para eliminar estos armónicos, parcial o totalmente, se podría hacer uso de filtros acondicionadores de armónicos.

### Balastos electrónicos para el alumbrado fluorescente:

Otorga un inicio suave en los equipos fluorescentes, evitándose así tener elevadas corrientes durante el arranque como sucede con los balastos convencionales, logrando un encendido sin parpadeos.

En ciertos casos, el balasto electrónico descarta el uso de un condensador, por lo que con un equipo electrónico se pueden obtener ahorros de un 25 % – 30 % a diferencia de los convencionales.

Tabla N° 06: Rango de pérdidas según tipo de balasto.

<u>Tipo de lámpara</u>	<u>Resistivo</u>	<u>Inductivo</u>	<u>Electrónico</u>
<b>Fluorescencia</b>	20 – 25%	14 – 16%	8 – 11%
<b>Descarga</b>	14 – 20%	8 – 12%	6 – 8%
<b>Halógenas baja tensión</b>	15 – 20%	10 – 12%	5 – 7%



Fig. 7. Balasto electrónico Philips EB -36W

### Detectores de movimiento:

Detectores con infrarrojo que se adosan al techo o a la pared y permiten detectar la presencia de cualquier movimiento dentro de su área de detección.

Son usados para cerrar circuito y dentro sus múltiples funciones destacan la de activación de iluminación, seguridad, timbres, etc.

Características: Luz ambiental ajustable (10 – 2000 lux), tiempo de encendido (1 – 10 segundos), altura de instalación (2 – 6 metros), diámetro de detección (8 metros), velocidad de detección (0.6 a 1.5 m/s), consumo (0.5W).



Fig. 8. Detector de movimiento Opalux

**b. Optimizar el rendimiento de la instalación eléctrica(factor de potencia, calidad de la onda de tensión):**

▪ **Compensación de la energía reactiva:**

Se debe tener presente que al compensar la energía reactiva en una instalación, se hace énfasis en los equipos que puedan recepcionar la energía, ya que pueden contaminar la instalación con armónicos. Entre estos equipos están los variadores, rectificadores, fluorescentes, ordenadores y otros equipos electrónicos. Por lo tanto es importante considerar los datos principales: potencia activa, factor de potencia (inicial y final) e índice de carga como también los equipos receptores.

La compensación ofrecerá una reducción en los costes de facturación eléctrica, incremento en la potencia disponible de los transformadores, disminución de pérdidas, entre otros beneficios técnicos.

Cálculo y selección del banco de condensadores:

Para calcular la potencia reactiva a instalar hay dos maneras:

- ❖ Por medio de las facturaciones que brinda la concesionaria.
- ❖ Por medio de datos conocidos de factor de potencia(existente y deseado) y la potencia existente ( $P_a$ ).

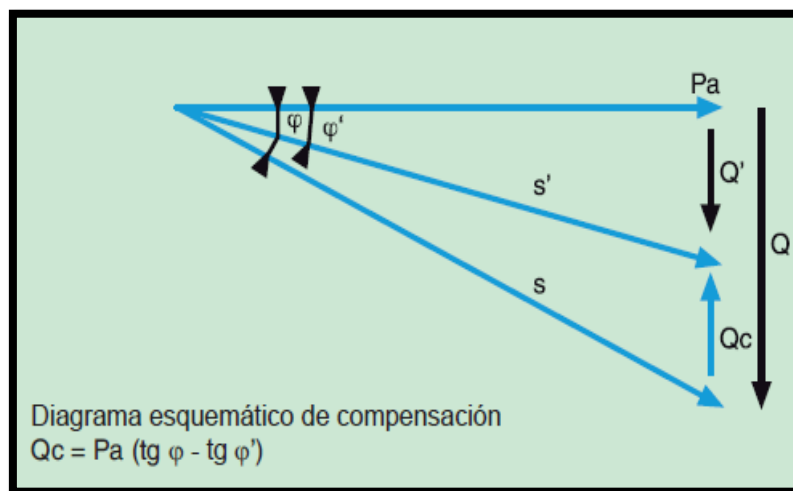


Fig. 9. Diagrama esquemático de compensación

**Fuente:** Compensación de energía reactiva – Schneider electric

Ejemplo aplicado a la Universidad Cesar Vallejo:

Dimensionamiento del banco de condensadores con los siguientes datos:

- Potencia instalada ( $P_a$ ) = 360 kW
- Factor de potencia existente ( f.p) = 0.75 (asumido)
- Factor de potencia deseado (f.p) = 0.95
- Factor o coeficiente K (anexo C) = 0,553

Ecuación para obtener la potencia reactiva necesaria.

Potencia reactiva necesaria para compensar en la Universidad.	$Q_c = P_a * factor K$ $Q_c = 360 * 0.553$ $Q_c = 199.08 \text{ kVAR}$	$Q_c =$ Potencia reactiva (kVAR) $P_a =$ Potencia instalada (kW) <i>factor k</i> = Obtenido de anexo C
---	--	--

*\*El factor K se obtiene al cruzar el factor de potencia existente (columna derecha) con el factor de potencia deseado( fila horizontal) del anexo C.*

Selección de un sistema de compensación automática:

Cuando se busca realizar la compensación total de una instalación, y esta no opera de forma simultánea, se puede colocar una compensación automática. Este equipo instalado tendrá la función de acomodarse a las distintas modificaciones de potencia reactiva que se presenten en la instalación, con el objetivo de conseguir el factor de potencia deseado. Además de garantizar que la alteración del  $\cos \phi$  en la instalación no supere el siguiente valor ( $\pm 10\%$ ) de valor promedio conseguido en un prologando periodo de trabajo.

Elementos internos de un equipo de compensación automático:

- ❖ El regulador: Tiene como propósito hacer un seguimiento al factor de potencia de la instalación, para que posteriormente de las indicaciones a los contactores e intentar acercarse en lo posible al factor de potencia deseado mediante la conexión de los diferentes escalones que conforma el banco.
- ❖ Contactores: Tienen la función de unir o enlazar los diferentes escalones de condensadores que componen el banco.
- ❖ Condensadores: Aquellos componentes que contribuyen con la energía reactiva a la instalación y por lo general, su conexionado interno se realiza en delta. (Schneider Electric)

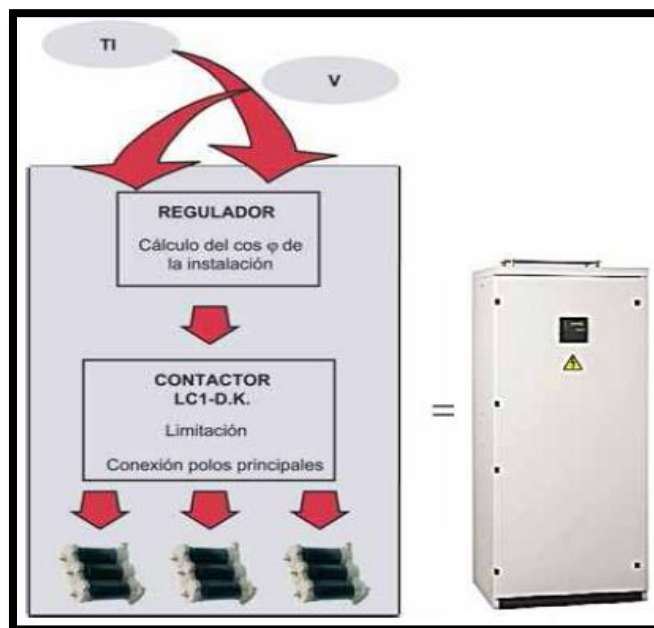


Fig. 10. Esquema de un banco automático - **Fuente:** Schneider Electric

▪ **Calidad de onda de tensión ( libre de armónicos):**

Generalmente los armónicos son originados por cargas que no son lineales (electronica de potencia), es decir que son alimentadas con una tensión senoidal, pero estas absorben de la red una corriente no senoidal, lo que influye en el sistema eléctrico de toda la instalación. Lo que nos permite medir la cantidad de armónicos presentes en una instalación es un analizador de redes y su unidad de medición es el THD (Tasa de distorsión armónica).

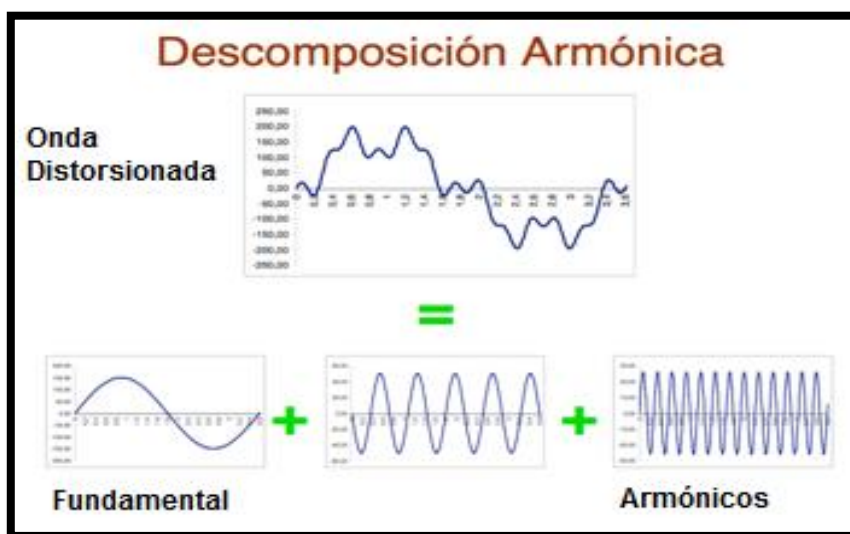


Fig. 11. Descomposición de una onda armónica – **Fuente:** o-innova.com

Fuentes generadoras de armónicos:

Cargas industriales: Variadores de velocidad, rectificadores, hornos de arco, máquinas de soldar, lamparas fluorescentes.

Cargas domésticas: Televisores, hornos microondas, placas de inducción, computadoras, impresoras, luminarias.

Efectos producidos por los armónicos:

Tabla N° 07: Efectos de la presencia de armónicos

<u>Elemento</u>	<u>Problema</u>	<u>Efecto</u>
Conductor	Aumento de corriente. Aumento de pérdidas térmicas.	Calentamiento de conductores. Disparo de las protecciones.
Conductor neutro	Circulación de armónicos de orden 3 en el sistema eléctrico.	Sobreintensidad por el neutro. Calentamiento del neutro.
Máquinas eléctricas	Circulación de corrientes armónicas por los devanados y tensiones armónicas en los bornes.	Aumento de pérdidas magnéticas (Histéresis). Sobrecalentamiento y pérdida de aislamiento térmico.

Tolerancias:

La norma técnica de calidad y servicios eléctricos DS N° 020 -97 – EM establece un límite de tolerancia a las perturbaciones que pueden afectar al sistema eléctrico del usuario.

ORDEN (n) DE LA ARMONICA ó THD	TOLERANCIA  V <sub>i</sub> '  ó  THD'  (% con respecto a la Tensión Nominal del punto de medición)	
	Para tensiones mayores a: 60 kV	Para tensiones menores o iguales a: 60 kV
<b>(Armónicas Impares no múltiplos de 3)</b>		
5	2.0	6.0
7	2.0	5.0
11	1.5	3.5
13	1.5	3.0
17	1.0	2.0
19	1.0	1.5
23	0.7	1.5
25	0.7	1.5
mayores de 25	0.1 + 2.5/n	0.2 + 12.5/n
<b>(Armónicas Impares múltiplos de 3)</b>		
3	1.5	5.0
9	1.0	1.5
15	0.3	0.3
21	0.2	0.2
mayores de 21	0.2	0.2
<b>(Pares)</b>		
2	1.5	2.0
4	1.0	1.0
6	0.5	0.5
8	0.2	0.5

Fig. 12. Tolerancias de perturbaciones – Fuente: DS N°020-97-EM



## Métodos de eliminación de armónicos:

Tabla N° 08: Posibles estrategias frente a los armónicos.

Fuente: Eliminación de armónicos en una instalación –Schneider Electric.

Estrategia	Ventajas	Inconvenientes	Soluciones de Schneider Electric
<b>Aceptación de los armónicos</b>			
Aumento de los valores nominales de las fuentes o las secciones transversales de los cables	Reducción del valor THDU de la alimentación mediante la reducción de la impedancia de la fuente. Reducción de las pérdidas Joule.	Difícil en las soluciones existentes. Solución costosa que se limita a reducir el componente resistivo de las secciones transversales pequeñas (la inductancia permanece constante). Requiere cables paralelos para las secciones transversales grandes. No evita las perturbaciones aguas arriba de la instalación. No cumple las normas.	
Alimentación especial para cargas no lineales	Limita las perturbaciones en cargas colindantes mediante el desacoplamiento.	Igual que el punto anterior.	
<b>Armónicos eliminados parcialmente</b>			
Filtros pasivos ajustados	Solución sencilla.	Solo para una o dos órdenes de armónicos. Los filtros de banda ancha no son muy eficaces. Posibilidad de resonancia. Se necesita un trabajo de diseño costoso.	<b>Gama de filtros pasivos</b> Incluye soluciones de doble puente y cambio de fase.
Inductores aguas arriba de las cargas no lineales	Reducción de las corrientes armónicas. Limita los efectos de las sobretensiones transitorias.	Aumento del valor de THDU en los terminales de la carga.	
Transformadores especiales		Eliminación solo de ciertos órdenes de armónicos. Construcción no estándar.	
<b>Armónicos eliminados completamente</b>			
Acondicionadores de armónicos activos	Solución sencilla y flexible	Es posible eliminar los armónicos totalmente (hasta el orden 25 <sup>o</sup> ), sistema adaptable (configuración de la acción) y reutilizable.	<b>Acondicionadores activos AccuSine</b>

### ▪ Verificar el factor de carga:

Un parámetro muy importante a controlar es la demanda máxima, ya que su mal control influye directamente en la facturación de cualquier instalación.

A través de un diagrama de carga, podemos evaluar si la instalación se encuentra consumiendo una potencia elevada en Hora Punta (6:00 pm – 11:00 pm) o en Hora Fuera en Punta, esto permitirá tomar decisiones en pos de mejorar la facturación eléctrica de la instalación eléctrica evaluada a través del traslado de cargas a otro horario o la desconexión de algunos equipos durante ese periodo de trabajo, sin que afecte alguna actividad importante.

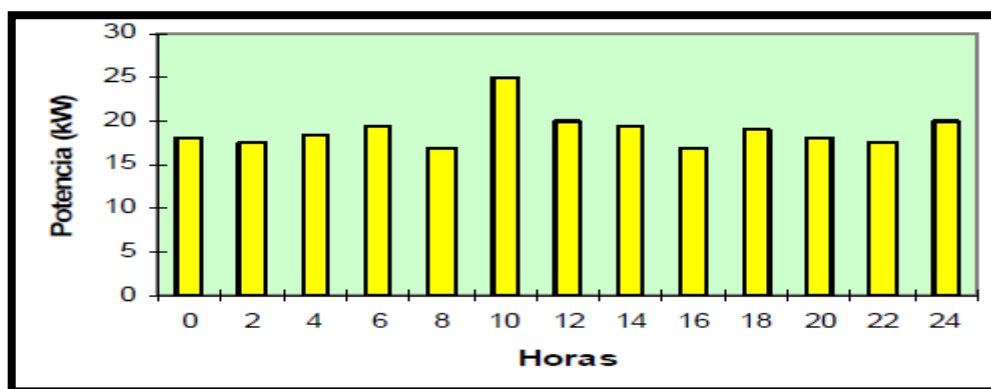


Fig. 13. Diagrama de carga de una instalación - Fuente: Ruby Aliaga Bautista

Para saber si un usuario califica como cliente Hora Punta (HP) o cliente Fuera de Punta (FP), es necesario verificar los datos que se emiten en las facturaciones y proceder a realizar la siguiente ecuación:

$$FC = \frac{\text{Energía activa Hora Punta (EAHP)}}{\text{Máxima demanda (MD)} * \text{Cantidad de horas punta al mes}}$$

Si el cliente llega o supera el valor de 0.5 calificará como cliente Hora Punta, donde los costos por energía activa y potencia activa de generación tienen un incremento significativo.

Tabla N° 09: Diferencia de costos en clientes HP y FP (al mes de abril 2016).

Parámetros de medición:	Cliente HP	Cliente Fuera Punta
Potencia activa de generación	S/. 47.38/kW-mes	S/. 23.39/kW-mes
Potencia activa de redes de distribución	S/. 13.82/kW-mes	S/. 14.05/kW-mes

Porcentaje de utilización del consumo durante el mes:

Se puede relacionar el consumo durante un periodo de tiempo determinado (mes o año) y el consumo que habría resultado de la utilización continua de la potencia máxima contratada, es decir, indicar el porcentaje de utilización de la potencia contratada durante un mes o un año.

$$\text{Porcentaje (\%)} = \frac{\text{Potencia contratada (kW)} * 720 \text{ (horas al mes)}}{\text{Consumo de energía al mes (facturación)}}$$

Niveles de porcentaje de utilización:

- ❖ Porcentaje muy bajo: Indica que se tiene contratada una potencia muy alta para su consumo, y que puede haber un ahorro si disminuimos esta.
- ❖ Porcentaje muy alto: Indica que es posible que sobrepasemos la potencia contratada en numerosos momentos, se requiere un aumento de potencia.

Tabla N° 10: Porcentaje de utilización de potencia contratada.

Porcentaje de utilización	Uso de potencia contratada	Recomendación
0 – 5 %	Muy baja	Demasiada potencia contratada.
5 – 20%	Baja	
20 – 40%	Normal	Uso normal
40 – 66%	Alta	Existe peligro de sobrepasar la potencia contratada.
> 66%	Muy alta	Peligro de exceder la potencia.

### **c. Utilización racional de los equipos:**

#### En las oficinas o salas de cómputo

- ❖ En las oficinas es normal tener encendidos los equipos sin necesidad de estar usándolos. Estos son equipos de aire acondicionado, computadoras, sistema de iluminación u otros equipos, lo que provoca un elevado consumo de energía.
- ❖ Apagar solo el monitor de la computadora, esto ocasiona que el CPU siga consumiendo energía.

#### En las instalaciones industriales

- ❖ En las industrias o talleres se observa que dejan encendidos los equipos eléctricos, ya sean máquinas de soldar, motores o electrobombas, los cuales siguen consumiendo energía sin ser utilizados. (Pont, 2011).



Fig. 14. Taller de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica.

### **1.3.2 Gestión Óptima de los Costos por Consumo de Energía Eléctrica:**

#### **1.3.2.1 Sistema Tarifario en el Perú**

El marco normativo en el Perú está dado por la Ley de Concesiones Eléctricas, el cual otorga una oferta eléctrica muy confiable, garantizando el desarrollo eficiente del sector y la aplicación de una tarifa para los usuarios finales considerando el uso de los recursos energéticos libres.

El sistema tarifario en el Perú está a cargo de la Gerencia Adjunta de Regulación Tarifaria (GART) de Osinergmin, el cual está encargada de coordinar y controlar todo el proceso de sujeción de tarifas en los subsectores de electricidad e hidrocarburos, las cuales son entregadas al Consejo Directivo para su posterior aprobación.

#### **1.3.2.2 Estructura del Sector Eléctrico en el Perú**

La Ley de Concesiones eléctricas ha determinado a los siguientes representantes:

- ❖ Los consumidores: Están distribuidos en 2 categorías según el DS 022 – 2009; clientes regulados (su demanda anual es menor a 200 kW) y clientes libres (su demanda anual es mayor a 2500 kW). Si un usuario tiene una demanda anual entre 200 kW a 2500 kW, tiene la libertad de escoger entre ser Usuario Regulado o Usuario Libre.
- ❖ Las empresas eléctricas: Pueden ser generadoras, transmisoras o distribuidoras, estas empresas trabajan de forma independiente.
- ❖ El Comité de Operación Económica del Sistema (COES): Del sistema interconectado nacional, es una organización de carácter técnico que dirige la operación del sistema al mínimo costo, buscando garantizar la seguridad óptima en la proporción de electricidad.
- ❖ El estado: Representado por el Ministerio de energía y minas a través de la Dirección General de Electricidad, que realiza las funciones en materia normativa dentro del sector, y además, es responsable del permiso de concesiones y autorizaciones en el sector eléctrico.
- ❖ El Supervisor de la Inversión en Energía: Se encarga de la regulación del sector eléctrico. Está constituido por Osinergmin y el Instituto de Defensa de la Libre Competencia e Indecopi.(Bautista, 2008) – Actualizada.

### 1.3.2.3 Evaluación de parámetros y tarifas al suministro eléctrico:

Viene a ser el grupo de herramientas que permitirá ejercer una gestión adecuada en los costes por energía y potencia eléctrica consumida. Este grupo de procesos son realizados durante la vida útil del sistema eléctrico.

Puede ser que la empresa o industria presente una apropiada gestión de energía pero una inadecuada gestión en su opción tarifaria, la cual le hará perder dinero, ya que por una mala elección de su tarifa o una equivocación en la medición de los parámetros eléctricos, los costes pueden diferir en el pago por energía consumida realizado durante el mes.

Puntos a considerar en una correcta evaluación de parámetros y tarifas al suministro eléctrico:

- a) Valoración de la correcta facturación eléctrica.
- b) Evaluación del contrato de energía eléctrica.
- c) Gestión de los consumos de energía y potencia.

#### a. Valoración de la correcta facturación eléctrica:

Puede que no otorgue un importante ahorro, pero si evita un pago indeseable. Se ha considerado tres puntos importantes a seguir para la evaluación:

- El factor de medición del sistema de medición debe coincidir con lo indicado en las facturaciones:

Tanto en las mediciones de baja tensión (transformadores de corriente) como en las mediciones de media tensión (trafomix) deben presentar relaciones de transformación que correspondan al factor de medición proporcionado en la facturación eléctrica.

#### ***Factor de medición***

$$= \text{Rel. de transf. de tensión} * \text{Rel. de transf. de corriente}$$

\* Estos datos figuran en los parámetros del trafomix (Transformador de medición).

- Realizar el cálculo manual que se observa en la facturación eléctrica:  
Utilizando los costes unitarios otorgados por Osinergmin en la web, es posible constatar los cálculos hechos por la concesionaria y los realizados por uno mismo para que en caso haya algún error, realizar su reclamo.  
Los parámetros eléctricos medidos por el medidor electrónico pueden ser utilizados para realizar el cálculo manual.

Pliego	Vigencia	Sector	Interconexión
TRUJILLO	4/Jun/2016	2	SEIN
<b>MEDIA TENSIÓN</b>			<b>UNIDAD</b>
			<b>TARIFA Sin IGV</b>
<b>TARIFA MT2:</b>	<b>TARIFA CON DOBLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE DOS POTENCIAS 2E2P</b>		
	Cargo Fijo Mensual		S./mes 6.43
	Cargo por Energía Activa en Punta	ctm.	S./kW.h 20.31
	Cargo por Energía Activa Fuera de Punta	ctm.	S./kW.h 16.81
	Cargo por Potencia Activa de Generación en HP	S./kW-mes	52.98
	Cargo por Potencia Activa de Distribución en HP	S./kW-mes	11.76
	Cargo por Exceso de Potencia Activa de Distribución en HFP	S./kW-mes	13.14
	Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S./kVar.h	4.27
<b>TARIFA MT3:</b>	<b>TARIFA CON DOBLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE UNA POTENCIA 2E1P</b>		
	Cargo Fijo Mensual		S./mes 6.43
	Cargo por Energía Activa en Punta	ctm.	S./kW.h 20.31
	Cargo por Energía Activa Fuera de Punta	ctm.	S./kW.h 16.81
	Cargo por Potencia Activa de generación para Usuarios:		
	Presentes en Punta	S./kW-mes	49.35
	Presentes Fuera de Punta	S./kW-mes	24.36
	Cargo por Potencia Activa de redes de distribución para Usuarios:		
	Presentes en Punta	S./kW-mes	12.74
	Presentes Fuera de Punta	S./kW-mes	12.95
	Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S./kVar.h	4.27
<b>TARIFA MT4:</b>	<b>TARIFA CON SIMPLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE UNA POTENCIA 1E1P</b>		
	Cargo Fijo Mensual		S./mes 6.43
	Cargo por Energía Activa	ctm. S./kW.h	17.71
	Cargo por Potencia Activa de generación para Usuarios:		
	Presentes en Punta	S./kW-mes	49.35
	Presentes Fuera de Punta	S./kW-mes	24.36
	Cargo por Potencia Activa de redes de distribución para Usuarios:		
	Presentes en Punta	S./kW-mes	12.74
	Presentes Fuera de Punta	S./kW-mes	12.95
	Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S./kVar.h	4.27

Fig. 15. Pliego tarifario del servicio de electricidad - Fuente: Osinergmin

- Verificar el conexionado del transformador de medición:  
Tener en cuenta que un mal conexionado en los transformadores de medición puede generar mediciones incorrectas en favor o en contra del usuario.  
Principales puntos a revisar en la conexión:
  - Comprobar que la conexión en el lado de media tensión se haya hecho respetando las polaridades de entrada (k) a la alimentación y la salida (L) para la carga.
  - Verificar el correcto funcionamiento de los cables de energía y de los conductores secundarios.
  - Revisar el apriete y controlar la resistencia de contacto de empalmes.

**b. Evaluación del contrato de suministro de energía eléctrica:**

Este contrato permitirá al usuario conocer los costes de energía y potencia establecidos en las diversas horas del año con las que se puede tramitar la energía y generar un menor coste.

Los criterios presentes al momento de evaluar el contrato son:

- El tipo de usuario.
- La tensión de suministro.
- La tarifa a acogerse (solo para Usuarios Regulados).

▪ Tipo de Usuario:

El DS N° 022 – 2009 EM, indica que hay dos tipos de consumidores en el Perú:

Tabla N° 11: Tipos de consumidores

<u>Consumidor</u>	<u>Demanda anual</u>
Consumidor libre	Mayor a 2500 kW, no sujeto a precios.
Consumidor regulado	Menor o igual a 200 kW, sujeto a un pliego tarifario.

*\* Si un usuario presenta una demanda anual entre 200 kW a 2500 kW tiene la libertad de escoger entre ser consumidor regulado o consumidor libre.*

Notar que si un usuario tiene la libertad de escoger el tipo de consumidor, tiene a su vez la opción de elegir la empresa que mejor convenga a sus intereses económicos ya sea generadora o distribuidora de energía eléctrica.

Estos consumidores son en general grandes industrias, mineras o de servicios, las cuales pueden negociar los precios de potencia y energía con la empresa suministradora.

Tabla N° 12: Empresas generadoras y distribuidoras en el Perú.

<u>Empresa Generadora</u>	<u>Empresa Distribuidora</u>
Grupo Enersis	Luz del Sur
Electroperú	Electro Sur
Enersur	Electrocentro S.A.
Kallpa Generación	Electronoroeste S.A.
Egesur	Hidrandina S.A.
	Electronorte S.A.

▪ Tensión de suministro de energía eléctrica:

Para suministrar energía eléctrica a una empresa o institución se pueden presentar los siguientes rangos dependiendo de las redes de distribución cercanas al lugar.

- ❖ Baja tensión (hasta 1000V): Para usuarios que consumen poca energía eléctrica y que cuenten con una red de distribución secundaria cercana.  
Son usuarios de B.T. las viviendas familiares, edificios medianos y colegios.
- ❖ Media tensión (de 1 kV hasta 33kV): Si se posee un uso de energía mediano y el punto de alimentación se encuentra lejos es ideal optar por un suministro en media tensión ya que los costos unitarios serán menores en comparación a un suministro en baja tensión.  
Son usuarios de M.T. las universidades o estaciones de base celular.
- ❖ Alta tensión (de 60kV hasta 220kV): Se da para usuarios con un gran consumo de energía (rango de los MW).  
Son usuarios de alta tensión las mineras ubicadas en el Perú y de grandes plantas industriales.

Tabla N° 13: Diferencia de costos unitarios en Media Tensión y Baja Tensión.

<u>Parámetros de medición</u>	<u>Baja Tensión</u> <u>Tarifa - BT3</u>	<u>Media Tensión</u> <u>Tarifa – MT3</u>
Cargo fijo mensual	S/. 6.43/mes	S/. 6.43/mes
Cargo por energía activa H.P.	S/. 0.24/ kWh	S/. 0.221/ kWh
Cargo por energía activa F.P.	S/. 0.20/ kWh	S/. 0.185/ kWh
Cargo por potencia activa de generación H.P.	S/. 48.33/ kW-mes	S/. 53.19/ kW-mes
Cargo por potencia activa de generación F.P.	S/. 31.66/ kW-mes	S/. 26.26/ kW-mes
Cargo por potencia activa de redes de distribución H.P.	S/. 57.03/ kW-mes	S/. 13.73/ kW-mes
Cargo por potencia activa de redes de distribución F.P.	S/. 50.62/ kW-mes	S/. 13.95/ kW-mes
Cargo por exceso de energía reactiva	S/. 0.435/ kVARh	S/. 0.435/ kVARh

\* Los costos unitarios fueron obtenidos de los pliegos tarifarios de la página de Osinergmin, empresa Hidrandina S.A. durante el mes de Nov. 2016.



- Tarifa a acogerse (solo usuarios regulados):

En el Perú, La Gerencia Ajunta de Regulación Tarifaria (GART) establece las tarifas a acogerse (dependiendo la tensión de suministro) para un usuario final.

Tabla N° 14: Opciones tarifarias establecidas por la GART

OPCIÓN TARIFARIA	
<u>Baja Tensión</u>	<u>Media Tensión</u>
MT2	BT2
MT3	BT3
MT4	BT4
	BT5A – BT5B – BT5C – BT5D – BT5E
	BT6
	BT7
	BT8

En el caso de una industria, planta de producción o universidad, estas contarán con un suministro en media tensión y por lo tanto, tendrán que escoger entre las tarifas MT2, MT3 o MT4. A continuación, definiremos estas tarifas.

- ❖ Tarifa MT2:

Dirigida a usuarios que consumen una potencia mínima en horarios de hora punta, teniendo precios diferenciado en la facturación de potencia en hora punta y fuera de hora punta.

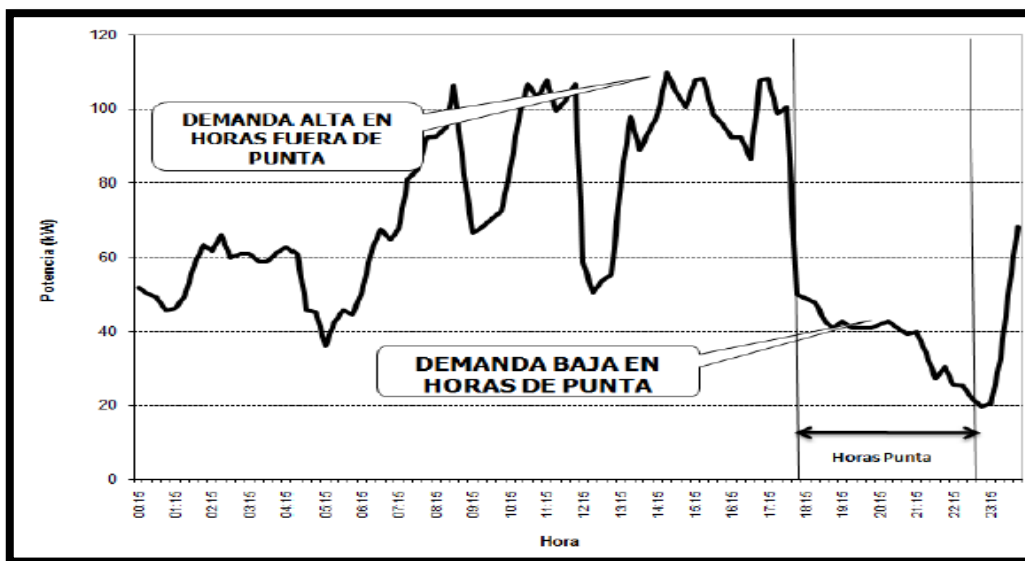


Fig. 16. Diagrama de carga tarifa MT2 – Fuente: Ministerio de energía y minas.

❖ Tarifa MT3:

Dirigida a los usuarios que tienen un consumo de potencia constante durante las 24 horas o quienes tienen horarios de trabajo que inicia en horas de la mañana y finalizan pasadas las 18:00 horas. Tienen precios diferenciados para usuarios que califican como presentes en punta y usuarios fuera de punta.

❖ Tarifa MT4:

Dirigida a usuarios que tienen un elevado consumo de energía durante el horario de hora punta.

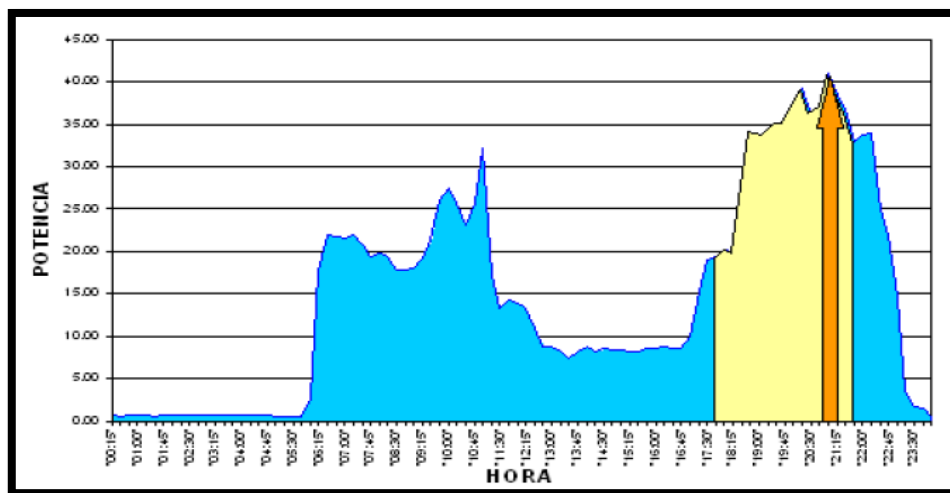


Fig. 17. Diagrama de carga en Tarifa MT4.

La selección de la opción tarifaria más óptima para un usuario final, necesita principalmente de una comparación de pagos en cada opción tarifaria.

Metodología para la selección óptima de la tarifa eléctrica:

- ❖ Cambio de tarifa eléctrica existente: Con los datos obtenidos de consumo de energía y potencia, se pueden hacer estimaciones de pagos en la nueva tarifa escogida, para posteriormente seleccionar la que genera menor costo.
- ❖ Nueva tarifa para un suministro conociéndose el consumo: Conociéndose el consumo de energía y potencia en hora punta y fuera de hora punta es necesario realizar la simulación de pago con las diferentes tarifas y seleccionar la más rentable para el usuario.
- ❖ Nueva tarifa para un suministro sin registros de consumo: La primera alternativa es optar por la misma opción tarifaria con la que otros sistemas eléctricos han obtenido buenos resultados. La siguiente alternativa es estimar un consumo aproximado de energía y potencia durante la hora punta y fuera de hora punta e insertar en la siguiente ecuación:

$$\text{Porcentaje} = \frac{\text{Energía activa en hora punta}}{\text{Energía activa fuera de hora punta}}$$

El resultado que nos del cálculo deberá ser comparado con la siguiente tabla para optar por la tarifa adecuada.

Tabla N° 15: Tarifa adecuada según relación de energía activa

Porcentaje de relación de energía activa	Tarifa
< 0,20	MT2
$0,20 \leq X \leq 0,40$	MT3
>0,40	MT4

**c. Gestión de consumo de energía y potencia:**

Es necesaria una gestión correcta concerniente al uso de energía (activa y reactiva) y potencia durante el periodo que funcione este sistema eléctrico. Esta gestión abarca un análisis dependiendo de la opción tarifa que se ha seleccionado y de la carga con la que se opera, donde se busca lo siguiente:

- ❖ Tener un pico reducido en la máxima demanda: Se hace necesario regular el inicio de operación de las cargas y tener establecido aquellos periodos en que se deban encender. Un aumento en la máxima demanda significara un mayor pago por Potencia activa de generación. Asimismo, esta máxima demanda será considerada por la concesionaria como si fuera constante durante el mes.

La potencia activa de generación está dada en función de la máxima demanda obtenida durante el mes de facturación.

La potencia por el uso de redes de distribución se determina mediante el promedio de las dos máximas demandas de los últimos seis mes (Hora punta o Fuera de punta).

$$\text{Potencia por uso de redes} = \frac{\text{Max. demanda (1)} + \text{Max. demanda (2)}}{2}$$

- ❖ Ser un cliente Fuera de punta: Reducir el consumo de energía activa en hora punta para que al calcular el factor de calificación se obtenga un valor

por debajo del 0.5 y posteriormente, ser calificado como cliente Fuera de punta. Para conseguir esto, será necesario autogenerar energía eléctrica (para potencia y periodos no muy elevados), coordinar una desconexión de las cargas que no deben operar durante este período o trasladar estas cargas a otro suministro (siempre y cuando sea posible).

- ❖ **Compensar el exceso de energía reactiva:** Compensar esta energía reactiva para que sea igual o menor al 30% de la potencia activa y no pagar los cargos por exceso de energía reactiva que indica Osinergmin.

Para determinar el factor de potencia del suministro eléctrico, se debe contar con el registro de consumo de energía (activa y reactiva) del mes o en su defecto, realizar mediciones con un analizador de redes para obtener la potencia activa y reactiva.

$$\mathbf{Factor\ de\ potencia = \cos(\tan^{-1} \left( \frac{Potencia\ reactiva}{Potencia\ activa} \right))}$$

*\*Para un suministro eléctrico, se puede utilizar los valores de energía activa y reactiva en el cálculo.*

Si el factor de potencia es menor a 0.96, la concesionaria facturará el cargo por energía reactiva al usuario final.

#### **1.4. Formulación del Problema:**

¿En qué medida se podrán minimizar los costes energéticos mediante el estudio del Ahorro Energético en el Sistema Eléctrico de la Universidad Cesar Vallejo – Campus Trujillo?

#### **1.5. Justificación del estudio:**

Aspecto Económico:

El estudio del ahorro energético permitirá conocer las deficiencias tanto en las instalaciones eléctricas como en los equipos utilizados en la universidad, además de saber la opción tarifaria que contrataron con Hidrandina, pudiendo así dar recomendaciones y correcciones necesarias para la disminución del consumo de energía. Esto conllevará a un ahorro económico en la facturación eléctrica en favor de la misma universidad.

Aspecto Tecnológico:

Si se toma en cuenta las recomendaciones que generarían una inversión económica, entonces se podría hacer la implementación de equipos modernos y más eficientes que los que posee la misma universidad. Entre estos se tienen motores de alta eficiencia, un banco de condensadores bien dimensionado, cambio de equipos de iluminación, electrobombas, entre otros.

Aspecto Institucional:

El estudio del ahorro energético de la Universidad Cesar Vallejo – Campus Trujillo permitirá aumentar el conocimiento sobre un correcto estudio de ahorro energético aplicado a cualquier industria, empresa o institución. Como estudiante, se pondrá en uso todo el conocimiento adquirido a lo largo de la carrera y de experiencias obtenidas en el trabajo.

Aspecto Ambiental:

El principal punto positivo vendría a ser que a menor consumo de energía, tenemos una reducción en la emanación de los principales gases del efecto invernadero. Esto se hace notorio en la Huella de carbono, la cual cuantifica la totalidad de estos gases emitidos (Kg CO<sub>2</sub> por cada kWh) de manera directa o

indirecta por un individuo, organización, producto o servicio y nos hace ver cuánto de CO2 estamos dejando emitir a la atmosfera. Llegando a significar una contribución inmensa hacia el cuidado del medio ambiente.

### **1.6. Hipótesis:**

Mediante el estudio del Ahorro Energético en el Sistema Eléctrico de la Universidad Cesar Vallejo - Campus Trujillo se minimizarán los costes energéticos de esta casa de estudios de manera significativa.

### **1.7. Objetivos:**

Objetivo General:

- Realizar el estudio del Ahorro Energético en el Sistema Eléctrico de la Universidad Cesar Vallejo - Campus Trujillo.

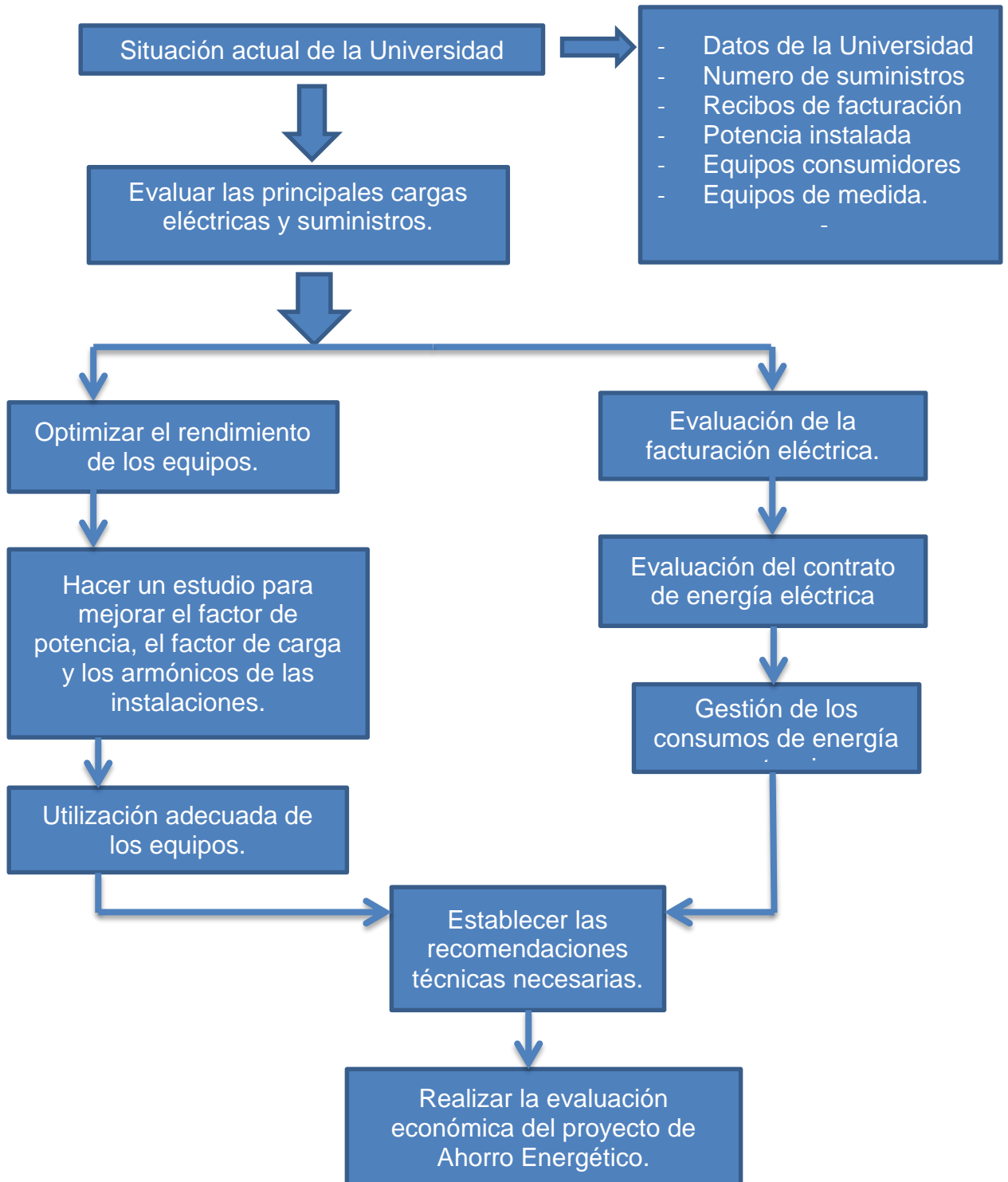
Objetivos Específicos:

- Realizar la descripción de la situación actual del sistema eléctrico de la Universidad Cesar Vallejo – Campus Trujillo.
- Seleccionar y evaluar las principales cargas eléctricas.
- Aplicar una evaluación de parámetros y tarifa al suministro eléctrico.
- Hacer un estudio de la mejora del factor de potencia.
- Hacer un estudio de la mejora del factor de carga.
- Realizar un estudio de los armónicos presentes en el sistema Eléctrico de la Universidad.
- Estimación de la huella de carbono según norma GHG PROTOCOL
- Establecer las recomendaciones técnicas necesarias en respuesta a la evaluación aplicada.
- Estimar la valoración económica del proyecto de ahorro energético.

## II. MÉTODO

### 2.1 Diseño de Investigación:

Diseño Pre-experimental



## 2.2. Operacionalización de variables

Variables Independientes:

- Suministros eléctricos
- Cargas eléctricas
- Opciones Tarifarias

Variables Dependientes:

- Ahorro energético

Variables Independientes	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Escala de Medición
Suministro eléctrico	Punto donde la acometida se conecta con la red eléctrica del distribuidor para suministrar energía y satisfacer la demanda del cliente.	Suministro de energía que puede ser monofásico o trifásico dependiendo de la demanda que solicita el cliente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Trifásico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mayor a 10 kW</li> </ul>
Carga eléctrica	La medida de energía transmitida o absorbida por un cuerpo en un momento establecido.	Demanda de energía en equipos de trabajo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Máxima Demanda</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 0 - 400Kw</li> </ul>
Opción Tarifaria	Opciones a la que puede acceder un usuario final dependiendo o su tipo de consumo.	Tarifas de los suministros de un cliente ya sea en MT o en BT.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Media Tensión (MT2,MT3,MT4)</li> </ul>	<b>Cualitativo:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mayor consumo energético.</li> </ul>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Baja Tensión (BT2,BT3, BT4, BT5A, BT5B, BT5C, BT6, BT7).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Menor consumo energético.</li> </ul>



Variables Dependientes	Dimensiones	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Escala de Medición
Ahorro energético	Auditoria energética	El análisis y estudio de los flujos de energía en un edificio, proceso o sistema con el cual su objetivo sería comprender la energía del sistema bajo un breve estudio.	Contempla la evaluación de aspectos económicos que contribuyen en el consumo de energía de las instalaciones.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Comportamiento energético</li> <li>▪ Tarifa de suministro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Amperios(A)</li> <li>▪ Tensión(kV)</li> <li>▪ Ohmios(<math>\Omega</math>)</li> <li>▪ Demanda Máxima(kW)</li> <li>▪ Potencia reactiva(kVAR)</li> <li>▪ Media Tensión (10 kV – 22.9 kV)</li> <li>▪ Baja Tensión (220 V,460 V)</li> </ul>
	Evaluación económica	Establece un balance de las ventajas y desventajas de proyecto analizado.	Valoración que cuenta con la sig. etapas: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Medición de la rentabilidad del proyecto.</li> <li>▪ Análisis de las variables cualitativas.</li> <li>▪ Sensibilización del proyecto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Valor actual neto(VAN)</li> <li>▪ Beneficio/costo.</li> <li>▪ Tasa interna de retorno(TIR)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ VAN &gt; 0</li> <li>▪ B/C &gt; 1</li> <li>▪ TIR &gt; 12%</li> </ul>

### **2.3. Población y muestra:**

Población: Sistemas eléctricos del consorcio universitario.

Muestra: Sistema eléctrico de la Universidad Cesar Vallejo – Campus Trujillo.

### **2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:**

#### **Técnicas:**

- Observación
- Análisis documental

#### **Instrumentos:**

- Base de datos ( Excel)
- Analizador de redes
- Teluometro Fluke
- Pinza Amperimetrica Prasek PR-202A
- Cámara digital Panasonic

### **2.5. Métodos de análisis de datos:**

- Cálculos eléctricos utilizados dentro de una auditoria energética.
- Procesamiento de información de los equipos de medición.
- Uso de la Resolución de Osinergmin N° 206 – 2013 – OS/CD) “Opciones Tarifarias y condiciones de aplicación de las tarifas a usuario final”.
- Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos (D. S. N° 020-97-EM).
- Estimación del ahorro con las medidas implementadas.
- Código Nacional de Electricidad.
- Norma GHG PROTOCOL para estimación de huella de carbono.
- Indicadores de viabilidad de un proyecto.

### III. RESULTADOS:

#### 3.1. Situación actual del sistema eléctrico de la Universidad Cesar Vallejo

##### PLANO DE ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

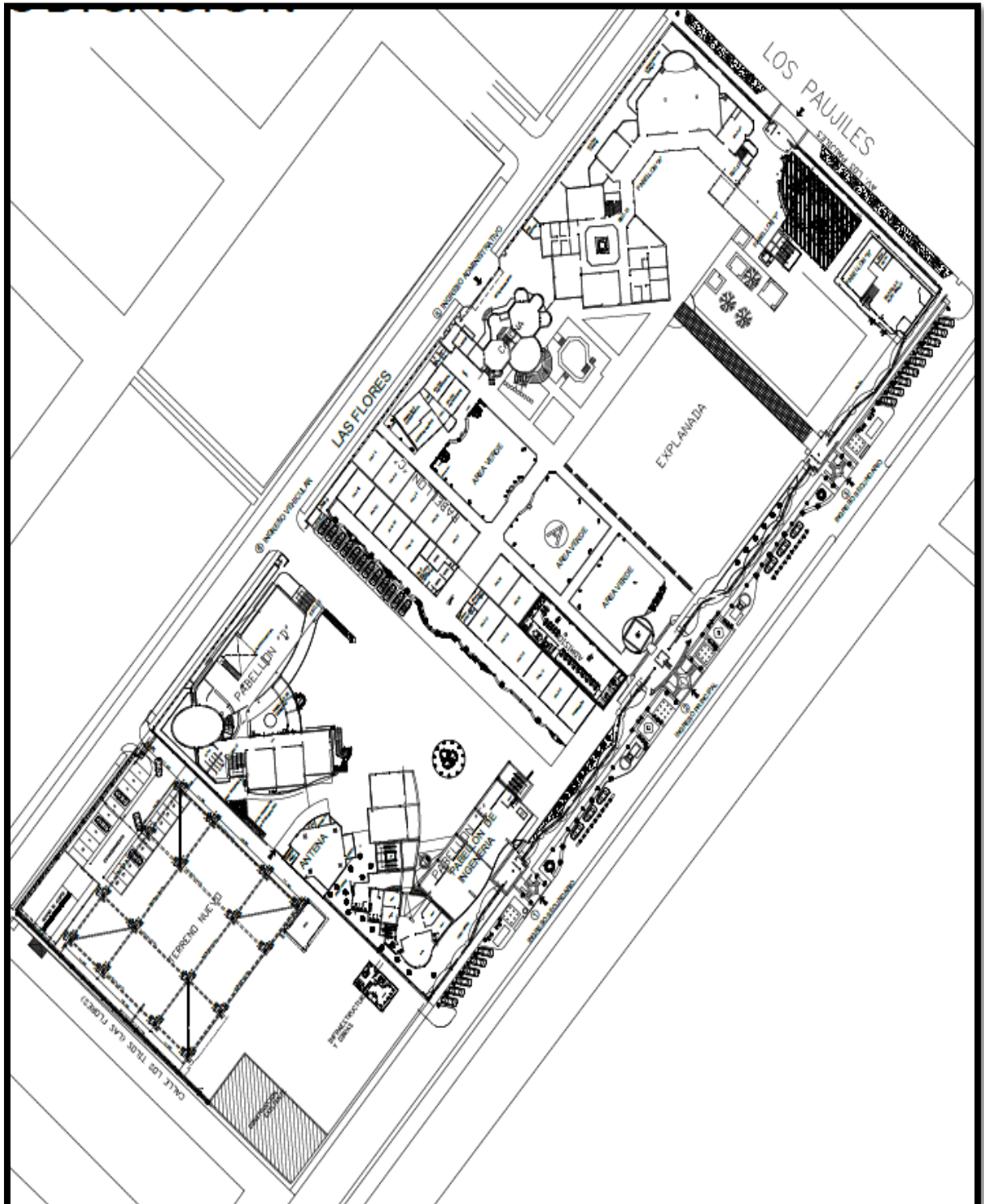


Fig. 18. Plano de la Universidad Cesar Vallejo en AutoCAD.

Previo a realizar la descripción del sistema eléctrico de la universidad, se detalla las características relevantes de esta casa de estudios y del suministro:

Rubro de negocio:	Educación universitaria
Horario:	7:00 – 23:00 horas
Ubicación:	Av. Larco 1770, Trujillo.
Código del suministro:	47152205
Tensión – Tarifa:	10 kV – MT3
Modalidad:	Potencia variable

### 3.1.1. SUMINISTRO ELÉCTRICO:

La Universidad Cesar Vallejo cuenta con un (1) suministro eléctrico en media tensión instalado por Hidrandina. Este suministro alimenta a la SED-1 y SED-2 (Subestaciones de Distribución) que hacen funcionar a todo el sistema eléctrico de la universidad. En el siguiente plano se observara la ubicación de las subestaciones existentes en la universidad.

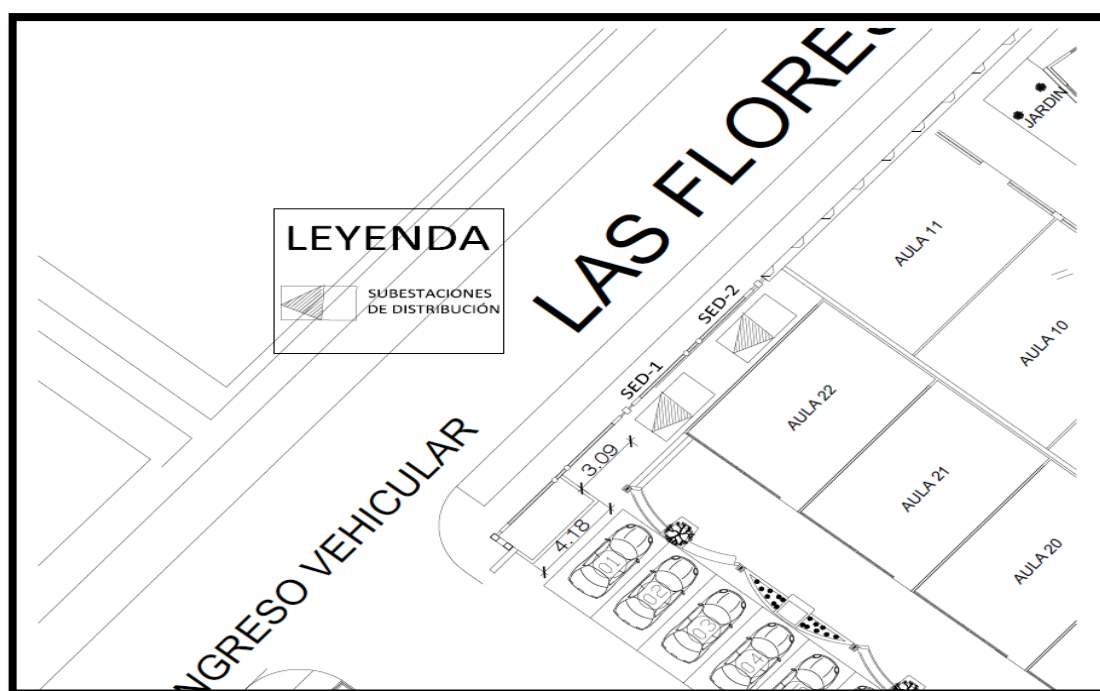


Fig. 19. Ubicación de las subestaciones existentes en la UCV - Trujillo

La acometida de este suministro es una red de distribución primaria subterránea que alimenta a ambas SED. La tensión nominal fase – fase es de 10 kV a 60 Hz. Su medición es en media tensión, por cual tiene instalado un trafomix (Transformador de medida) y su respectivo medidor electrónico.

## SUBESTACIÓN DE DISTRIBUCIÓN 1 (SED-1):



Fig. 20. Fachada e interior de la subestación SED-1

Datos generales:

Ubicación	En la parte lateral de la UCV
Tipo	Pedestal o compacta
Tensión primaria	Trifásica a 10 kV
Tensión secundaria	Trifásica a 0.38 kV
Potencia del transformador	350 kVA
Ingreso a la SED	Directo
Pabellones que suministra energía	Pabellones D, E y laboratorios de investigación.
Autogeneración	No dispone de autogeneración.

Es preciso dar a conocer que la subestación SED -1 no cuenta con un banco de condensadores, ni con un grupo electrógeno que pueda sustituir la energía eléctrica en caso de un corte intempestivo.

## SUBESTACIÓN DE DISTRIBUCIÓN 2 (SED-2):



Fig. 21. Transformadores de la subestación SED-2

Datos generales:

Ubicación	En la parte lateral de la UCV
Tipo	Pedestal o compacta
Tensión primaria	Trifásica a 10 kV
Tensión secundaria	Trifásica a 0.38/0.23 kV
Potencia del transformador	250 kVA y 200 kVA
Ingreso a la SED	Directo
Pabellones que suministra energía	Pabellón A, B y F
Autogeneración	No dispone de autogeneración.

Al igual en la Subestación SED-1, no se cuenta con un banco de condensadores ni con un grupo electrógeno que pueda sustituir la energía eléctrica en caso de un corte intempestivo.

### 3.1.2. SISTEMA DE MEDICIÓN EN MEDIA TENSIÓN:

Este suministro eléctrico cuenta con un sistema de medición en media tensión, donde está instalado un trafomix (Transformador mixto de tensión y corriente) y su medidor electrónico, siendo las características del trafomix las siguientes:

Relación de transformación de tensión	10/0.22kV
Relación de transformación de corriente	30/5 A



Fig. 22. Trafomix de la Universidad Cesar Vallejo



Fig. 23. Medidor electrónico en M.T. de la Universidad Cesar Vallejo

### 3.1.3. CONSUMO DE ENERGÍA REACTIVA:

La Universidad Cesar Vallejo durante los últimos 12 meses, tuvo un gasto por exceso de energía reactiva considerablemente bajo si es que tomamos en cuenta el tiempo que se viene pagando estas cantidades. Estos valores son obtenidos de las facturaciones eléctricas y se presentan en la siguiente tabla:

Tabla N° 16: Exceso de energía reactiva.

<b>MES</b>	<b>EXCESO DE CONSUMO(Kvar)</b>	<b>COSTO (S/.)</b>
Septiembre – 2015	8350.9926	S/.346.57
Octubre – 2015	9027.363	S/.375.54
Noviembre – 2015	7674.6222	S/.319.26
Diciembre – 2015	6973.7061	S/.301.26
Enero – 2016	3760.9467	S/.164.73
Febrero – 2016	7170.0717	S/.314.05
Marzo – 2016	6139.1523	S/.277.49
Abril – 2016	9362.8209	S/.402.60
Mayo – 2016	8967.3624	S/.382.91
Junio – 2016	6728.5661	S/.287.30
Julio – 2016	3141.8496	S/.134.16
Agosto – 2016	881.44606	S/.37.637

*\*Estos datos se encuentran en las facturas del anexo E*

<b>EXCESO PROMEDIO (Kvar)</b>	6514.9083	S/.278.6255
-------------------------------	-----------	-------------

Esta cantidad de exceso de energía reactiva podría ser minimizada a través de la implementación de equipos con mejor rendimiento, o el estudio de la factibilidad de implementar un banco de condensadores (fijo o automático) para estos valores bajos de energía reactiva. Este tema será más ampliado en los siguientes objetivos.



**3.1.4. MEDICIONES DE CORRIENTE EN TABLEROS GENERALES DEL PABELLON A, C, D y E:**

Pabellón A

El pabellón A se encuentra distribuido y controlado por dos (2) tableros generales, controlando cada uno la mitad de circuitos del edificio.

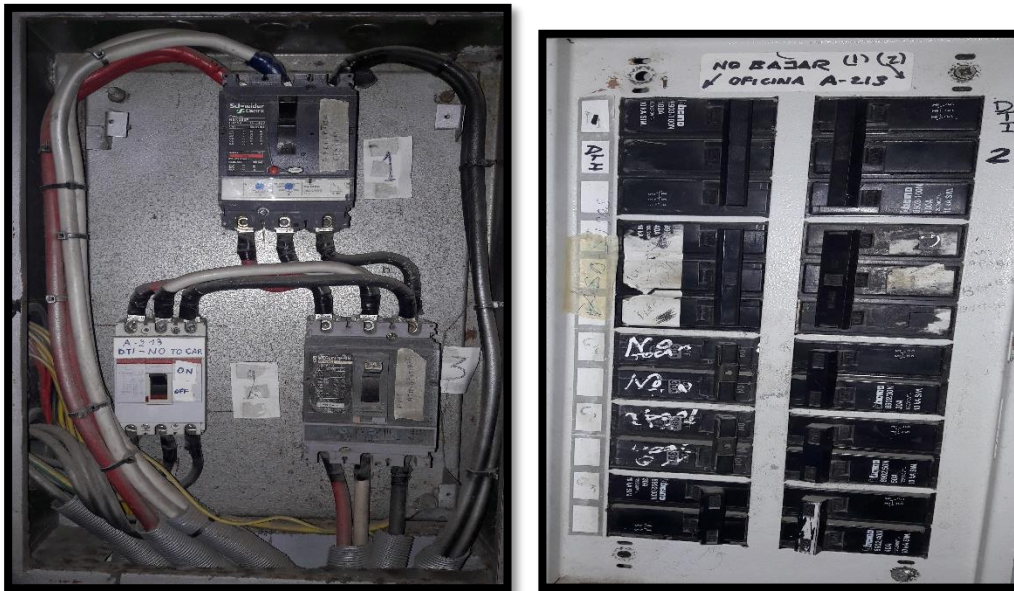


Fig. 24. Primer tablero general del pabellón A.



Fig. 25. Segundo tablero general del pabellón A.

<u>DIA - HORA</u>	<u>FASES</u>			<u>AMPERAJE (A)</u>		
31/10/16 – 11:00 AM	R	S	T	28.7	22.1	23.7
31/10/16 – 7:00 PM	R	S	T	47.3	40.4	47.1
02/11/16 – 11:00 AM	R	S	T	41.2	38.3	25.2
02/11/16 – 7:00 PM	R	S	T	46.1	43.5	49.8

Pabellón C

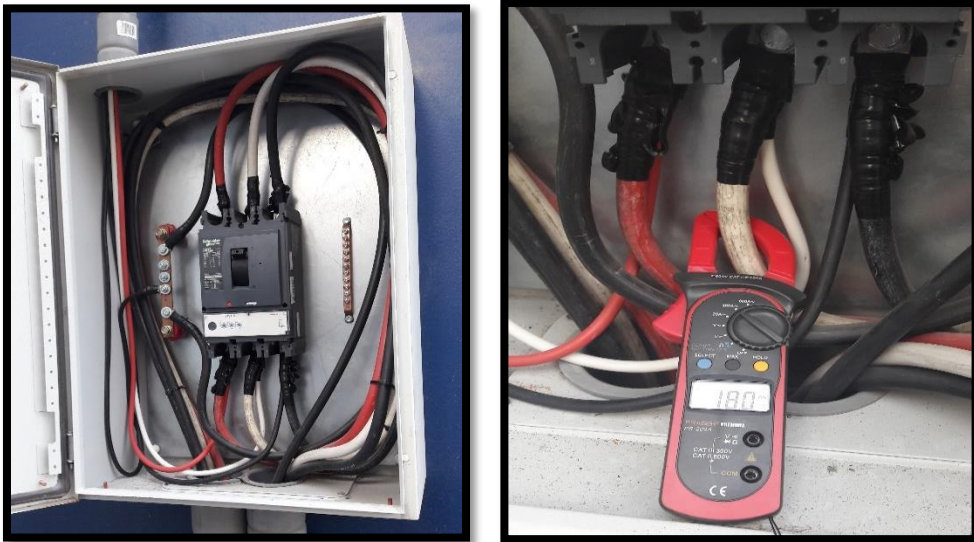


Fig. 26. Tablero general del pabellón C.

<u>DIA - HORA</u>	<u>FASES</u>			<u>AMPERAJE (A)</u>		
31/10/16 – 11:00 AM	R	S	T	10.2	8.0	6.5
31/10/16 – 6:30 PM	R	S	T	26.3	18.1	10.1
02/11/16 – 11:00 AM	R	S	T	13.1	9.3	4.3
02/11/16 – 7:00 PM	R	S	T	28.2	20.1	8.8

Pabellón D

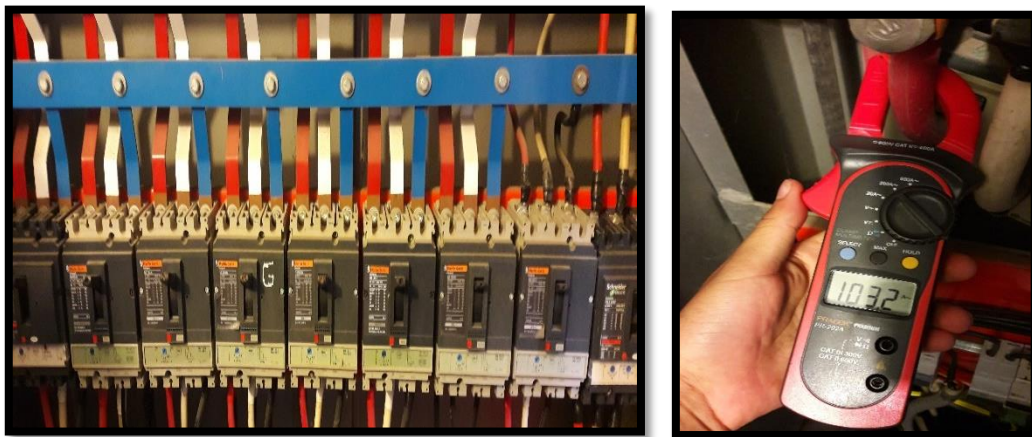


Fig. 27. Tablero general del pabellón D.

<u>DIA - HORA</u>	<u>FASES</u>			<u>AMPERAJE (A)</u>		
31/10/16 – 11:00 AM	R	S	T	48.3	23.2	38.9
31/10/16 – 7:00 PM	R	S	T	103.2	51.2	72.9
02/11/16 – 11:00 AM	R	S	T	50.6	28.3	35.5
02/11/16 – 7:00 PM	R	S	T	94.4	49.3	66.8

## Pabellón E

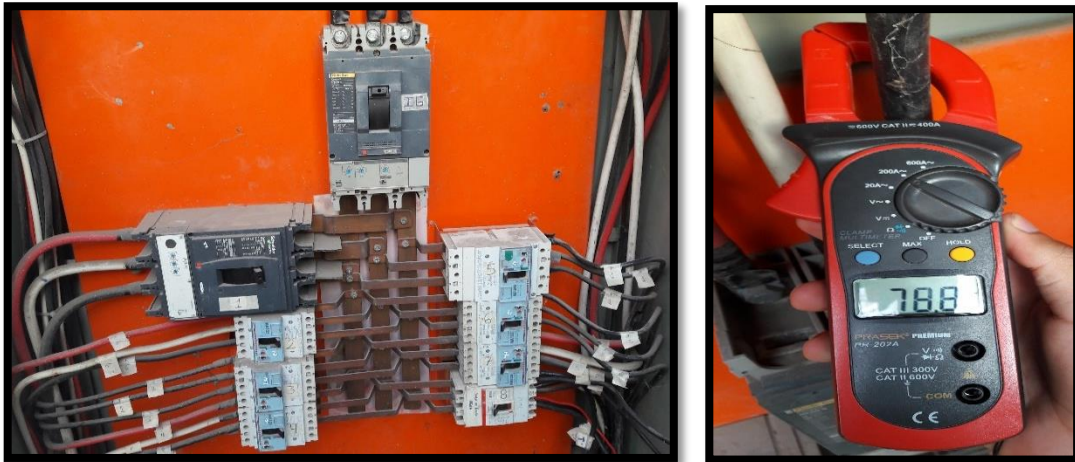


Fig. 28. Tablero general del pabellón E.

<u>DIA - HORA</u>	<u>FASES</u>			<u>AMPERAJE (A)</u>		
31/10/16 – 11:00 AM	R	S	T	38.4	37.7	47.3
31/10/16 – 6:30 PM	R	S	T	55.5	59.7	78.8
02/11/16 – 11:00 AM	R	S	T	32.0	33.8	53.9
02/11/16 – 6:30 PM	R	S	T	62.5	68.0	80.1

## Pabellón F

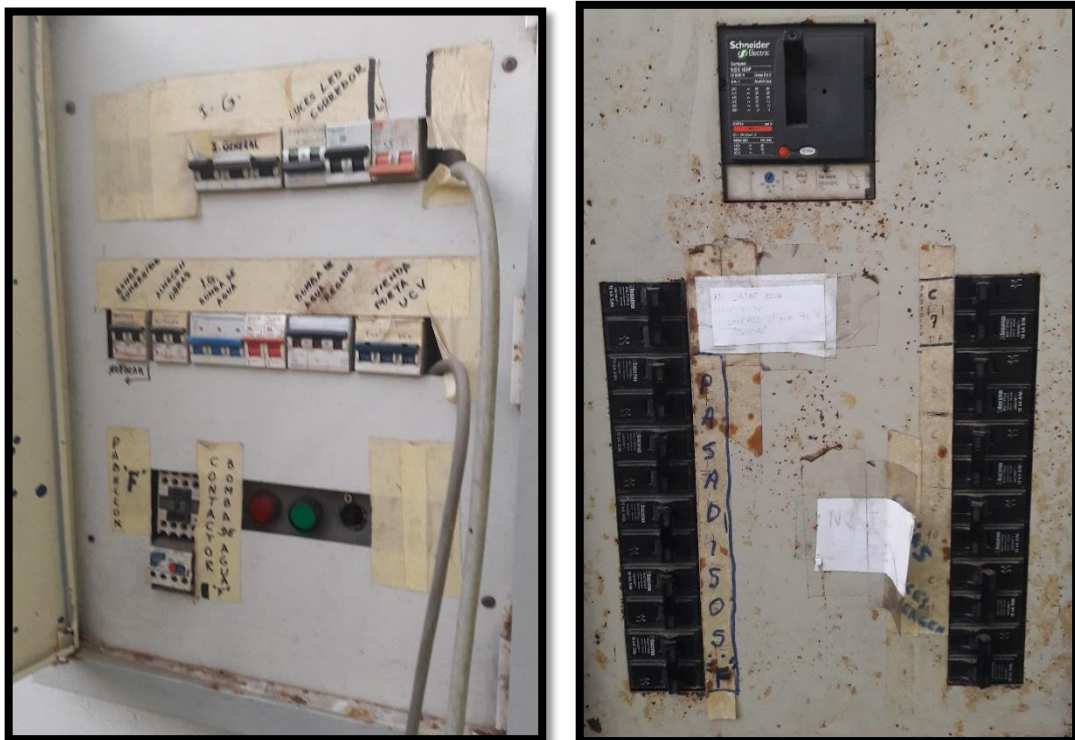


Fig. 29. Tablero general del pabellón F.

### **3.2. Evaluación de las principales cargas eléctricas:**

Esta información se encuentra más detallada en el anexo A. A continuación, se presentan las principales cargas que existen en la Universidad Cesar Vallejo – Campus Trujillo.

**Luminaria de los edificios:** La Universidad cuenta con iluminación interior (salones y oficinas) y exterior (pasadizos) en todos los edificios, casi en su totalidad compuesta por lámparas fluorescentes. Debido a que es necesaria para la enseñanza y toda actividad que se realice tanto en los salones como en las oficinas, estas están encendidas durante la noche. A su vez, la iluminación en el exterior entra en funcionamiento unas cuantas horas durante la noche. Se estima que en una semana promedio, la iluminación en los edificios está encendida de lunes a viernes desde las 7:00 hasta las 23:00 horas (16 horas) y el día sábado desde las 7:00 hasta las 14:00 horas ( 7 horas), lo que haría un promedio de 87 horas por semana.

**Luminaria de espacios públicos:** La Universidad cuenta con iluminación en los diferentes caminos que no están cerca a los edificios y sus pasadizos. En su mayoría, este circuito está conformado por focos ahorradores y lámparas tipo hongo. Entra en funcionamiento desde las 18:30 hasta las 6:30 horas del día siguiente (12 horas) durante toda la semana, haciendo un promedio de 84 horas por semana.

**Computadoras:** Abarca todos los ordenadores o computadoras presentes en la universidad. Estos equipos trabajan desde las 8:00 hasta las 22:00 horas (de lunes a viernes) y desde las 8:00 hasta la 13 horas (sábados), haciendo un promedio de 75 horas por semana.

**Aire acondicionado:** La Universidad cuenta con estos equipos en los laboratorios de cómputo, auditorios, caja y algunas salas de profesores de los diferentes pabellones. Su funcionamiento es desde las 8:00 a 13:00 horas y de 16:00 hasta las 20:00 horas de lunes a sábado, haciendo un uso promedio de 54 horas por semana.

**Laboratorio de Ingeniería Mecánica Eléctrica:** Abarca a todos los equipos disponibles en este laboratorio, tales como el torno CNC, máquinas de soldar, taladro electromecánico, moladora entre otros. Su uso no es constante por lo que se estima un uso aproximado de 4 horas al día de lunes a sábado, haciendo un uso de 24 horas a la semana.

**Sistema de bombeo de agua:** La Universidad cuenta con una bomba sumergible instalada cerca al pabellón E. Esta bomba es de 12 HP y trabaja de manera automática al encenderse cada hora, suministrando agua a 3 pozos, en donde se bombea agua a través de diferentes electrobombas (4 en total).

Tabla N° 17: Resumen de máxima demanda de las principales cargas.

<u>Carga</u>	<u>Máxima demanda</u>
Iluminación de edificios	149.49 kW
Iluminación de espacios públicos	0.902 kW
Computadoras de escritorio	239.0 kW
Aire Acondicionado	119.7 kW
Laboratorio de I.M.E.	28.1 kW
Sistema de bombeo	32.8kW

*\*Esta información se encuentra más detallada en el anexo A.*

A continuación, será necesario realizar un enfoque a la carga eléctrica más representativa para optimizar su funcionamiento y obtener resultados significativos con la implementación de las mejoras en favor de la Universidad Cesar Vallejo.

En la siguiente tabla se muestra el consumo de energía promedio de las principales cargas eléctricas en una semana, teniendo en cuenta que no todas las cargas consideradas pueden trabajar la misma cantidad de tiempo:

Tabla N° 18: Consumo de energía promedio.

<b>Carga</b>	<b>Horas por semana</b>	<b>Potencia (kW)</b>	<b>Energía consumida (kWh)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>	<b>Viabilidad para una renovación de equipos eficientes</b>
Luminaria de los edificios y oficinas	87	149.49	13005.63	33.072	Viable, por lo que las luminarias existentes tienen una vida útil avanzada y renovando por LED habrá un consumo menor.

Luminaria de los espacios públicos	84	0.902	75.768	0.193	No viable, dado que en su mayoría son focos ahorradores o fluorescentes circulares de bajo consumo.
Computadoras	75	239.0	17925	45.58	Viable, pero no es necesaria una renovación total de estos equipos ya que aún cumplen su función eficientemente.
Aire acondicionado	54	119.7	6463.8	16.44	No viable, dado que son equipos que no necesitan renovar para mejorar su gestión de consumo.
Laboratorio I.M.E.	24	28.1	674.4	1.71	No viable, debido a que son equipos con un costo elevado y no representa un porcentaje significativo del total de cargas.
Bomba Sumergible	36	32.8	1180.8	3.0	No viable, debido a que optimizar su consumo energético no conlleva a renovar el equipo.

Analizando la Tabla N° 18, podemos deducir que las principales cargas en las que deberíamos enfocarnos son principalmente en los ordenadores y las luminarias de los edificios, oficinas y pasadizos cercanos.

Ahora bien, respecto a los ordenadores no es necesario un recambio general a todos, ya que la misma Universidad puede sustituirlo cuando sea necesario e individualmente. Pero si nos referimos a las luminarias de los edificios, la cual representa el 33.07%, podemos buscar un incremento en su rendimiento con los avances luminotécnicos que se encuentra al día de hoy.

### **3.2.1. Evaluación a la carga crítica – Luminaria de los edificios:**

Aplicando una inspección general a los distintos pabellones, podemos notar:

- Al interior de los salones se utilizan lámparas fluorescentes convencionales de 36 W, mientras que en los pasadizos y oficinas de cada edificio encontramos fluorescentes circulares de 18W.
- Se conoce a través del área de Infraestructura, mantenimiento y obras, además de los planos alcanzados que la iluminación con tubos fluorescentes presenta balastos convencionales.
- En su mayoría los fluorescentes se encuentran colocados dentro de una pantalla o rejilla que puede ensuciar con facilidad y no permitir una buena iluminación.

### **Conclusiones:**

- En la actualidad se está dejando de lado el ahorro de energía con el uso de balastos convencionales, los cuales ya no son la mejor opción.
- El tener balastos convencionales origina una vida útil más corta en los fluorescentes a diferencia de los balastos electrónicos.
- Se está obviando el ahorro de energía, ya que se están utilizando tubos fluorescentes de 36W cada uno, cuando en el mercado existen fluorescente de mejor eficiencia e igual flujo luminoso y en tecnología LED.
- En ambientes grandes como el auditorio, sala de profesores, admisión o laboratorios de investigación se genera un consumo innecesario cuando nadie se encuentra dentro y se mantienen las luces encendidas, por lo que sería beneficioso invertir en unos detectores de presencia y movimiento.

### **3.3. Evaluación de parámetros y tarifa al suministro eléctrico:**

La universidad cuenta con un (1) solo suministro eléctrico y este será evaluado de la siguiente forma tal y como se indicó en nuestro marco teórico:

- Valoración de la correcta facturación eléctrica
- Evaluación del contrato de energía eléctrica
- Gestión de los consumo de energía y de potencia

#### **3.3.1. Valoración de la correcta facturación eléctrica:**

- Factor de medición:

El valor que nos entrega la facturación eléctrica de la universidad es un factor de medición de 272.7300.

Procedemos a calcular si este valor es el correcto:

Parámetros del trafomix:

Relación de transformación de tensión	10/0.22kV
Relación de transformación de corriente	30/5 A

Factor de medición:  $(10/0.22) * (30/5) = 272.7$  **(Correcto)**

- Verificación de la correcta facturación:

En esta sección se intentó comparar los consumos que brinda el medidor de energía eléctrica instalado por Hidrandina con los consumos facturados por esta, sin embargo se conoció a través de la oficina de infraestructura, mantenimiento y obras que no llevan un registro de estos valores y dejan que la misma concesionaria les entregue las facturaciones durante cada mes sin un análisis profundo previo a su cancelación.

Ahora bien, si uno revisa las facturaciones entregadas por la concesionaria desde septiembre del 2015 a agosto de 2016 (12 meses) nos encontramos que no hay ningún error en los cálculos hechos por Hidrandina. Para tener una noción más clara de los precios unitarios de las tarifas en Media Tensión que da Osinergmin, se puede encontrar estas tarifas MT2, MT3, MT4 durante cualquier periodo de tiempo en la página web de Osinergmin.

#### **Conclusión:**

La universidad Cesar Vallejo depende totalmente de los resultados que emite Hidrandina. Si bien esta puede otorgar resultados correctos, nunca esta demás



comparar lo indicado por el medidor electrónico y lo que emite Hidrandina por si en alguna ocasión hay un margen de error que afecte la economía de la universidad y presentar su reclamo respectivo.

### 3.3.2. Evaluación del contrato de energía eléctrica:

Para que la universidad cuente con energía eléctrica, esta tuvo que firmar un contrato con la concesionaria (Hidrandina), el cual fue en Media tensión para aligerar los costos unitarios en comparación a los costos de Baja tensión.

- Tipo de usuario:

Para conocer el tipo de usuario que le corresponde ser a la universidad, evaluaremos su demanda máxima:

Tabla N° 19: Valores Demanda Máxima de septiembre -2015 a agosto -2016.

<u>Mes</u>	<u>Demanda Máxima (kW)</u>
Septiembre – 2015	405.45
Octubre – 2015	420.00
Noviembre – 2015	420.00
Diciembre – 2015	395.45
Enero – 2016	343.63
Febrero – 2016	365.45
Marzo – 2016	439.09
Abril – 2016	444.54
Mayo – 2016	422.73
Junio – 2016	381.82
Julio – 2016	379.09
Agosto – 2016	360.89

Si nos acogemos a lo que dice el Decreto Supremo N° 022-2009 EM, la Universidad Cesar Vallejo al presentar una demanda anual superior a 200 kW está en la potestad de ser un usuario regulado o usuario libre. Pero si comparamos a la Universidad Cesar Vallejo con respecto a los grandes consumidores de energía eléctrica como son las plantas de producción, su demanda máxima es considerablemente baja y no sería un cliente “atractivo” para las empresas generadoras de energía eléctrica y por lo tanto los costos por energía eléctrica serían más altos que los que tendría si fuese un consumidor regulado.

Tabla N° 20: Consumidores libres en el Departamento de La Libertad.

<u>Consumidor</u>	<u>Actividad</u>	<u>Distrito</u>	<u>Suministrador</u>	<u>Potencia contratada</u>
TRUPAL	Papel	Sant. Cao	Kallpa	10000 kW
CEMENTOS NORTE PACASMAYO	Cementos	Pacasmayo	ELECTROPERU	36000 kW
CREDISA TRUJILLO	Textiles	Trujillo	EDEGEL	3500 kW
MINERA BARRICK (ALTO CHICAMA)	Minería	Quiruvilca	Duke Energy	20000 kW
MINERA RETAMAS	Minería	Parcoy	Kallpa	17000 kW
CONSORCIO MINERO HORIZONTE	Minería	Parcoy	Aguas y Energía Perú	7500 kW
CAMPOSOL	Agroindustria	Chao	Hidrandina	2500 kW
AGROINDUSTRIAL CASA GRANDE	Agroindustria	Casa grande	ELECTROPERU	6000 kW
CORPORACION LINDLEY 7	Bebidas	Trujillo	Hidrandina	5000 kW
MINERA QUIRUVILCA	Minería	Quiruvilca	Endesa	5500 kW
AGROLMOS	Alimentos	Casa grande	COELVISAC	3500 kW
OPIC	Construcción	Trujillo	COELVISAC	1985 kW

Como se puede observar en la tabla, normalmente los consumidores libres tienen un consumo elevado de potencia a comparación de la Universidad Cesar Vallejo (450 kW). Por ende, se justificará que la universidad se encuentra en la mejor opción como consumidor regulado, describiendo los costos que tiene la empresa agroindustrial CAMPOSOL.

Costos de facturación de Camposol como consumidor libre:

La empresa agroindustrial CAMPOSOL viene siendo un consumidor libre desde octubre del 2012 con una potencia contratada de 2500 kW y con los siguientes precios aplicables para cada parámetro eléctrico:

Tabla N° 21: Precios unitarios para consumidores libres de Hidrandina.

<b>PRECIOS DE GENERACIÓN DE BARRA SUBESTACION TRUJILLO NORTE 220 kV</b>	
Potencia en hora punta	S/. 19.26/ kW-mes
Energía en hora punta	S/. 0.142/ kWh
Energía Fuera de hora punta	S/. 0.13/ kWh

<b>PRECIOS DE TRANSMISION PRINCIPAL, SECUNDARIA Y COMPLEMENTARIA</b>	
Cargo de peaje por conexión unitario	S/. 17.77/ kW-mes
Peaje de transmisión secundaria y comp.	S/. 0.013/ kWh

<b>PRECIOS DE DISTRIBUCIÓN</b>	
Potencia en distribución Hora Punta	S/. 17.53/ kW-mes
Potencia en distribución Fuera de Punta	S/. 14.62/ kW-mes
Cargo fijo comercial	S/. 5.40/ kW-mes
Energía reactiva	S/. 0.0324/ kWh

\* Precios suministrados en el contrato de ambas empresas.

Son precios unitarios para cada etapa en el suministro de energía para la empresa agroindustrial Camposol, viéndose que para usuarios con gran consumo es recomendable estos precios, pero para la Universidad Cesar Vallejo con un consumo no muy elevado (450 kW) habrían pagos adicionales como cargos de peajes de transmisión que actualmente no hace.

Finalmente, queda definido que la Universidad Cesar Vallejo hace bien en ser un consumidor regulado hasta el momento en que su consumo sea mayor.

- Tensión de suministro de energía eléctrica:

Como se dijo anteriormente, la universidad viene a ser un usuario regulado y por ende debe escoger entre tener un suministro en media tensión y uno en baja tensión. Pero si analizamos los dos casos, es conveniente elegir un suministro en media tensión ya que los costos unitarios son menores y la inversión que se hace en una subestación de distribución se recupera a mediano plazo. Por lo que haber optado por un suministro en media tensión, es lo más correcto para la universidad.

Justificación de tener un suministro en media tensión:

El pago final por facturación eléctrica será más económico, si optamos por un suministro en media tensión, esto se ve reflejado en las siguientes tablas:

Tabla N° 22: Estimación de pagos en baja tensión y media tensión.

<b>BAJA TENSIÓN – TARIFA BT3</b>	<b>COSTO U.</b>	<b>CONSUMO</b>	<b>PAGO SIMULADO</b>	
Cargo fijo mensual	S/. 6.43/mes	-	S/. 6.43	
Cargo por energía activa H.P.	S/. 0.24/ kWh	31936.68 kWh	S/. 7664.80	
Cargo por energía activa F.P.	S/. 0.20/ kWh	99082.80 kWh	S/. 19816.56	
Cargo por potencia activa de generación H.P.	S/. 48.33/ kW-mes	422.73 kW	S/. 20430.54	
Cargo por potencia activa de redes de distribución H.P.	S/. 57.03/ kW-mes	441.82 kW	S/. 25196.99	
Cargo por exceso de energía reactiva	S/. 0.435/ kVARh	8967.36 kVARh	S/. 3900.80	
<i>* Los costos unitarios y el consumo real fueron de mayo-2016.</i>			<b>TOTAL</b>	<b>S/. 77016.12</b>

<b>MEDIA TENSIÓN – TARIFA MT3</b>	<b>COSTO U.</b>	<b>CONSUMO</b>	<b>PAGO SIMULADO</b>	
Cargo fijo mensual	S/. 6.43/mes	-	S/. 6.43	
Cargo por energía activa H.P.	S/. 0.202/ kWh	31936.68 kWh	S/. 6451.20	
Cargo por energía activa F.P.	S/. 0.167/ kWh	99082.80 kWh	S/. 16546.82	
Cargo por potencia activa de generación H.P.	S/. 44.15/ kW- mes	422.73 kW	S/. 18663.52	
Cargo por potencia activa de redes de distribución H.P.	S/. 12.74/ kW- mes	441.82 kW	S/. 5628.7868	
Cargo por exceso de energía reactiva	S/. 0.435/ kVARh	8967.36 kVARh	S/. 3900.80	
<i>* Los costos unitarios y el consumo real fueron de mayo-2016.</i>			<b>TOTAL</b>	<b>S/. 51197.55</b>

- Tarifa a acogerse ( Usuarios regulados):

Habiendo seleccionado un consumidor regulado como usuario y un suministro en media tensión, ahora solo falta elegir la mejor tarifa en media tensión para el suministro eléctrico de la universidad. Entonces se procedió a simular los pagos que se realizarían si el suministro hubiese sido en MT2, MT3, MT4.

Tabla N° 23: Simulación de pagos en las diferentes tarifas.

Mes	Energía Activa en Hora punta (kWh)	Energía Activa Fuera de Hora punta (kWh)	Exceso Energía Reactiva (kVARh)	Pot. Uso Redes Distrib. HP (kW-mes)	Pot. Activa Generación HP (kW-mes)	Pago total con tarifa MT2 (S/.)	Pago total con tarifa MT3 (S/.)	Pago total con tarifa MT4 (S/.)
Sep-15	31991.22	96900.969	8350.992	446.95	405.45	49217.61	<b>48369.61</b>	48438.74
Oct-15	32891.23	101564.65	9027.36	447.27	420.00	50956.04	<b>50060.94</b>	50149.45
Nov-15	29891.20	95891.868	7674.622	455.75	418.54	49715.42	<b>48779.30</b>	48890.93
Dic-15	25063.88	83237.196	6973.706	428.93	395.45	45080.56	<b>44202.89</b>	44322.83
Ene-16	21900.21	81109.902	3760.946	420.00	342.41	42843.37	<b>42090.92</b>	42287.27
Feb-16	25772.98	92237.286	7170.071	420.00	340.33	45749.40	<b>44973.62</b>	45179.50
Mar-16	27600.27	96028.233	6139.152	429.54	436.66	52011.10	<b>50903.03</b>	51096.02
Abr-16	31473.04	98319.165	9362.820	441.82	445.86	51976.84	<b>50893.58</b>	50980.20
May-16	31936.68	99082.809	8967.362	441.82	386.25	49153.29	<b>48246.01</b>	48307.41
Jun-16	30273.03	93846.393	6728.566	410.56	349.09	45903.81	<b>45067.70</b>	45125.22
Jul-16	23945.69	80673.534	3141.849	410.86	348.67	42232.77	<b>41398.50</b>	41501.97
Ago-16	22534.39	76524.603	881.446	416.99	331.81	32102.95	<b>31947.65</b>	32056.77

\* Los costos unitarios por mes de cada tarifa fueron sacados de los pliegos tarifarios que brinda Hidrandina.

En todo momento, la tarifa MT3 es la más adecuada para garantizar un menor pago por facturación eléctrica. Por lo que actualmente la Universidad Cesar Vallejo hace bien en mantenerse en esta tarifa.

### 3.3.3. Gestión de los consumos de energía y potencia:

- Factor de calificación:

Es conocido que un consumidor pagará más si califica como Presente en punta que si calificara como Fuera de punta, y esta calificación lo dará un indicador denominado Factor de calificación (FC).

El suministro de la universidad Cesar Vallejo presenta el siguiente factor de calificación a lo largo de los últimos 12 meses:

$$FC = \frac{\text{Energía activa Hora Punta (EAHP)}}{\text{Máxima demanda (MD)} * \text{Cantidad de horas punta al mes}}$$

Tabla N° 24: Factor de calificación de la Universidad Cesar Vallejo.

Mes	Energía Activa en Hora punta (kWh)	Máxima demanda en Hora Punta (kW)	Horas Punta durante el mes	Factor de calificación	Consumidor
Sep-15	31991.22	405.45	130	0.606	HP
Oct-15	32891.23	420.00	130	0.602	HP
Nov-15	29891.20	420.00	125	0.569	HP
Dic-15	25063.88	395.45	125	0.507	HP
Ene-16	21900.21	343.63	125	0.509	HP
Feb-16	25772.98	365.45	125	0.564	HP
Mar-16	27600.27	439.09	125	0.502	HP
Abr-16	31473.04	444.54	130	0.544	HP
May-16	31936.68	422.73	130	0.581	HP
Jun-16	30273.03	381.82	120	0.661	HP
Jul-16	23945.69	379.09	120	0.526	HP
Ago-16	22534.39	360.89	130	0.4803	FP

De estos 12 meses analizados, en 11 meses han sido calificados como Presente en Punta. A su vez, el factor de calificación promedio es de 0.554 lo cual es un valor muy lejano al límite que indica la concesionaria.

Es recomendable entonces tomar medidas correctivas que permitan cambiar la calificación a Fuera de Punta, y así tener una disminución significativa en la facturación. Se propone lo siguiente:

- a. Coordina una desconexión programada o una reducción en el consumo de

las cargas que no son indispensables para trabajar durante el periodo de Hora Punta (6:00 pm – 11:00 pm).

- b. Tal y como se recomendó al evaluar la carga eléctrica principal, con el cambio de los tubos fluorescentes de 36W por un tubo LED de 18W, habrá una notable reducción en el consumo de potencia y energía. A continuación, se plasma en una tabla la reducción de consumo de potencia.

Tabla N° 25: Reducción de consumo mediante el cambio de tubo fluorescente por tubo LED.

<b>Tubo fluorescente 36W con balasto convencional</b>	<b>Potencia (W)</b>
Fluorescente( 2 fluorescentes de 36W)	72
Encendido a través de balasto convencional	18
Total	90 W

<b>Tubo LED 18W sin uso de balasto</b>	<b>Potencia (W)</b>
2 tubos LED 18W	36
Sistema de encendido	2
Total	38 W

<b>% Reducción</b>	<b>57.77%</b>
--------------------	---------------

El sistema de iluminación al interior de los edificios, es decir salones, oficinas y más (con tubos fluorescentes de 36W y balasto convencional), pueden reducir su consumo de potencia y energía en un 57.77%.

- Energía activa consumida:

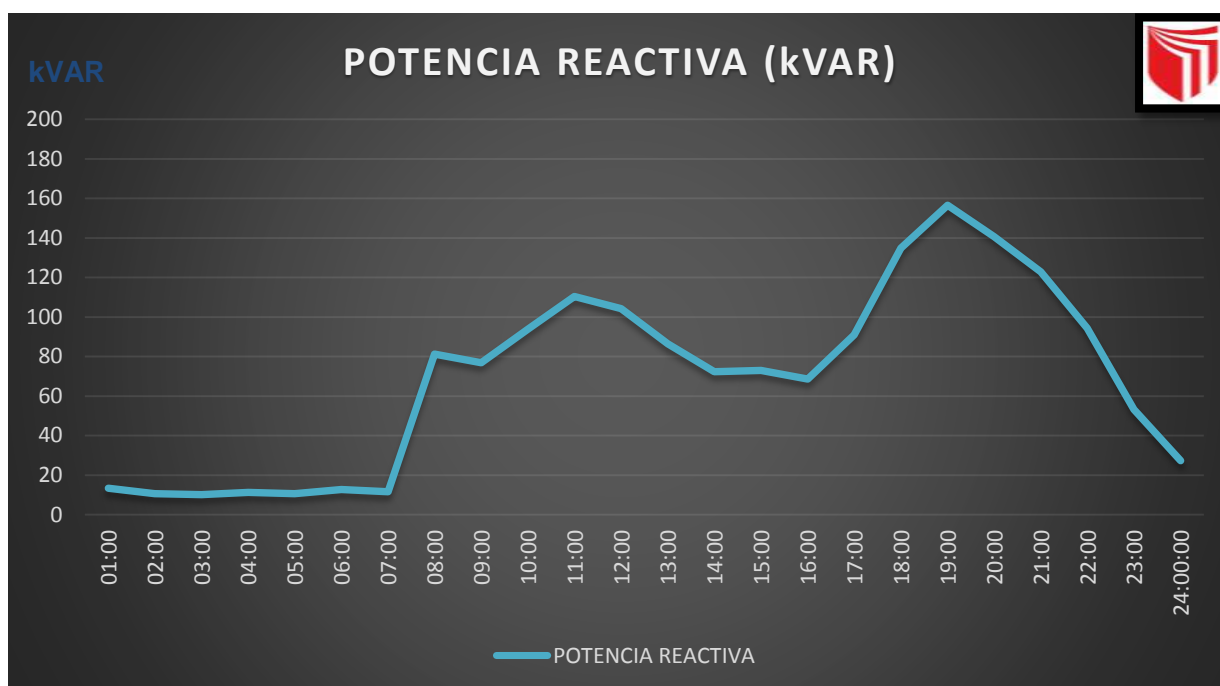
En esta sección se busca disminuir el consumo de la energía activa. Para ello es conveniente incrementar el rendimiento de las cargas más significativas de la Universidad, como son el sistema de iluminación de los edificios y el uso de las computadoras.

### **3.4. Estudio del factor de potencia:**

La Universidad Cesar Vallejo, como toda instalación que presenta cargas eléctricas importantes, genera un consumo de energía reactiva. Este consumo se ve reflejado en sus facturaciones siempre y cuando exceda el 30% de la energía activa consumida.

A través de las mediciones dadas por un analizador de redes durante el lapso de un día (cada 15 minutos) tendremos los consumos de potencia reactiva.

Tabla N° 26: Potencia reactiva en una jornada laboral (17/10/16)



TIEMPO	POT. REACTIVA (kVAR)	TIEMPO	POT. REACTIVA (kVAR)
01:00	13.363623	13:00	86.3726409
02:00	10.5818076	14:00	72.3544731
03:00	10.1727171	15:00	72.9544725
04:00	11.2090797	16:00	68.5635678
05:00	10.5818076	17:00	90.8999091
06:00	12.7363509	18:00	134.8907742
07:00	11.6727156	19:00	156.5998434
08:00	81.2181006	20:00	140.6998593
09:00	76.8817413	21:00	122.8907862
10:00	93.7908153	22:00	94.3908147
11:00	110.454435	23:00	53.2363104
12:00	104.1544413	24:00:00	27.3545181

\* Estos valores fueron obtenidos por un analizador de redes de Hidrandina.



A continuación, se presenta una tabla con los pagos por exceso de energía reactiva durante un periodo anual (12 meses).

Tabla N° 27: Facturación por consumo de energía reactiva.

Mes	Consumo de Energía Reactiva (kVARh)	Exceso de Energía Reactiva (kVARh)	Cargo por Energía Reactiva (S/.kVARh)	Pago Mensual (S/.)
Sep-15	47018.6520	8350.9926	0.0415	S/.346.57
Oct-15	49364.1300	9027.363	0.0416	S/.375.54
Nov-15	45409.5450	7674.6222	0.0416	S/.319.26
Dic-15	39464.0310	6973.7061	0.0432	S/.301.26
Ene-16	34663.9830	3760.9467	0.0438	S/.164.73
Feb-16	42573.1530	7170.0717	0.0438	S/.314.05
Mar - 16	43227.7050	6139.1523	0.0452	S/.277.49
Abr-16	48300.4830	9362.8209	0.0429	S/.402.60
May-16	48273.2100	8967.3624	0.0427	S/.382.91
Jun-16	43964.0760	6728.5661	0.0426	S/.287.30
Jul-16	34527.6180	3141.8496	0.0427	S/.134.16
Ago-16	28836.2537	881.44606	0.0427	S/.37.637

Pago promedio mensual	S/.278.625
-----------------------	------------

En promedio, la Universidad Cesar Vallejo paga mensualmente S/.278.625 por el exceso de Energía Reactiva. Es un monto no tan elevado si consideramos que no cuenta con un banco de condensadores instalado.

Como se sabe, ese monto puede anularse a través de la instalación de un banco de condensadores, pero es una inversión que debería pensarse muy detenidamente conociéndose los valores mínimos que se genera de energía reactiva.

Aun así, se dejaron los criterios y datos necesarios para el diseño de un banco de condensadores automático:

- El factor de potencia ( $\cos \alpha$ ) del sistema eléctrico de la universidad fue estimado considerando la potencia activa y reactiva.

- La máxima demanda considerada es la que se tuvo durante el mes.
- Se asumió que todas las cargas a las que alimenta el suministro eléctrico no presentan una fuerte componente de armónicos.

El factor de potencia al que debe llegar la universidad es de 0.96, el necesario para llegar a consumir energía reactiva igual o menor al 30% de la energía activa total.

Factor de potencia ideal:

$$\text{Factor de potencia} = \cos(\tan^{-1} \left( \frac{38667.657}{128892.19} \right))$$

$$\text{Factor de potencia} = 0.96$$

Los valores tomados para el cálculo, representan la energía reactiva límite para el numerador y la energía activa total para el denominador, obteniéndose para cada mes un factor de potencia cercano al 0.96.

Tabla N° 28: Factor de potencia ideal para evitar exceso de energía reactiva.

Mes	Energía Activa Total (kWh)	Límite de Energía Reactiva (30% de energía activa)	Factor de potencia ideal	Pago Mensual (S/.)
Sep-15	128892.19	38667.657	0.96	0.00
Oct-15	134455.89	40336.767	0.96	0.00
Nov-15	125783.07	37734.921	0.96	0.00
Dic-15	108301.08	32490.324	0.96	0.00
Ene-16	103010.12	30903.036	0.96	0.00
Feb-16	118010.27	35403.081	0.96	0.00
Mar - 16	123628.50	37088.55	0.96	0.00
Abr-16	129792.20	38937.66	0.96	0.00
May-16	131019.49	39305.847	0.96	0.00
Jun-16	124119.42	37235.826	0.96	0.00
Jul-16	104619.22	31385.766	0.96	0.00
Ago-16	99058.99	29717.697	0.96	0.00

Tabla N° 29: Potencia del banco de condensadores.

$$\text{Potencia reactiva necesaria} = Pa * \text{factor } K$$

$$\text{factor } K = \text{tg}\alpha_i - \text{tg}\alpha_f \quad (\text{Anexo C})$$

Parte de estos valores fueron obtenidos por el área de clientes mayores de Hidrandina.

Tiempo	Potencia Activa (kW)	Potencia Reactiva (kVAR)	Potencia Aparente (kVA)	Factor de Potencia	Factor de potencia ideal	Pot. Reactiva necesaria (kVAR)
<b>17/10/16</b>						
01:00	71.8635	13.3636	73.0951	0.983	0.96	-
02:00	67.6635	10.5818	68.4859	0.987	0.96	-
03:00	65.8908	10.1727	66.6714	0.988	0.96	-
04:00	69.3817	11.2090	70.2813	0.987	0.96	-
05:00	67.6635	10.5818	68.4859	0.987	0.96	-
06:00	76.8271	12.7363	77.8756	0.986	0.96	-
07:00	121.9089	11.6727	122.4664	0.995	0.96	-
08:00	247.3906	81.2181	260.3814	0.950	0.96	9.1534
09:00	278.2088	76.8817	288.6363	0.963	0.96	-
10:00	317.2633	93.7908	330.8363	0.958	0.96	-
11:00	342.4087	110.4544	359.7831	0.951	0.96	12.6691
12:00	334.6905	104.1544	350.5222	0.954	0.96	12.3835
13:00	304.3906	86.3726	316.4077	0.962	0.96	-
14:00	288.6815	72.3544	297.6107	0.969	0.96	-
15:00	297.6269	72.9544	306.4377	0.971	0.96	-
16:00	282.0269	68.5635	290.2414	0.971	0.96	-
17:00	307.4724	90.8999	320.6276	0.958	0.96	-
18:00	343.4996	134.8907	369.0358	0.930	0.96	35.7239
19:00	397.4177	156.5998	427.1584	0.930	0.96	41.3314
20:00	354.3814	140.6998	381.2907	0.929	0.96	36.8556
21:00	294.1906	122.8907	318.8263	0.922	0.96	39.4215
22:00	202.3088	94.3908	223.2453	0.906	0.96	47.3402
23:00	114.8453	53.2363	126.5841	0.907	0.96	26.8738
24:00:00	84.9817	27.3545	89.2757	0.951	0.96	3.1443

<b>18/10/16</b>						
01:00	66.2453	5.9454	66.5115	0.995	0.96	-
02:00	67.1726	5.6727	67.4117	0.996	0.96	-
03:00	66.6817	5.9454	66.9462	0.996	0.96	-
04:00	66.3544	5.6999	66.5987	0.996	0.96	-
05:00	71.1544	11.9727	72.1546	0.986	0.96	-
06:00	84.4908	16.0363	85.9991	0.982	0.96	-
07:00	151.2543	35.2090	155.2982	0.973	0.96	-
08:00	255.8451	88.4453	270.7014	0.945	0.96	18.1650
09:00	284.0178	87.1908	297.0998	0.955	0.96	10.5086
10:00	302.1542	89.0726	315.0096	0.959	0.96	-
11:00	300.7906	91.9635	314.5350	0.956	0.96	-
12:00	315.9815	106.1180	333.3246	0.947	0.96	22.4346
13:00	288.8178	94.4453	303.8677	0.950	0.96	10.6862
14:00	268.0088	80.0181	279.6991	0.958	0.96	-
15:00	284.5088	85.3635	297.0390	0.957	0.96	-
16:00	288.7633	84.2726	300.8090	0.959	0.96	-
17:00	311.1815	94.8544	325.3172	0.956	0.96	-
18:00	361.4996	152.9453	392.5228	0.920	0.96	48.4409
19:00	362.0178	143.3180	389.3545	0.930	0.96	37.6498
20:00	330.2996	131.5907	355.5473	0.929	0.96	34.3511
21:00	286.3633	122.6998	311.5432	0.919	0.96	38.3726
22:00	189.4361	86.2362	208.1411	0.910	0.96	31.0675
23:00	87.7090	36.8454	95.1338	0.921	0.96	11.7530
24:00:00	62.9999	4.5545	63.1643	0.997	0.96	-

	<u>Potencia reactiva necesaria (kVAR)</u>
Valor mínimo	3.1443
Valor promedio	26.4163
Valor máximo	48.4409

El valor máximo mostrado en las mediciones fue de 48.44 kVAR, por lo que el banco de condensadores requiere ser del tipo automático, de 50 kVAR de potencia, de tres pasos; desagregado de la siguiente forma:

$$\text{Potencia reactiva} = 1 \times 10 \text{ kVAR} + 1 \times 20 \text{ kVAR} + 1 \times 20 \text{ kVAR}$$

Asimismo, con la optimización de los equipos de iluminación se frenará en alguna medida el consumo de potencia reactiva en el sistema eléctrico de la universidad, ya que según las mediciones, es durante la noche donde se consume más potencia reactiva.

Tabla N° 30: Retorno de inversión del banco de condensadores automático. A la universidad Cesar Vallejo le facturan por concepto de energía reactiva S/. 278.625 mensuales en promedio, el ahorro anual por mejorar el factor de potencia sería de S/. 3343.50.

<u>Retorno de inversión:</u>	
Inversión	S/. 5200.00
Ahorro	S/. 3343.50/año
Retorno de inversión	5200/3343.50
Retorno de inversión	1.55 años.

### 3.5. Estudio del factor de carga:

La concesionaria Hidrandina nos facilitó el diagrama de carga del suministro de la Universidad Cesar Vallejo, en donde podemos observar los diferentes periodos (Hora Punta y Fuera de Hora Punta) por los que pasa el suministro eléctrico a lo largo de una jornada laboral (17/10/16).

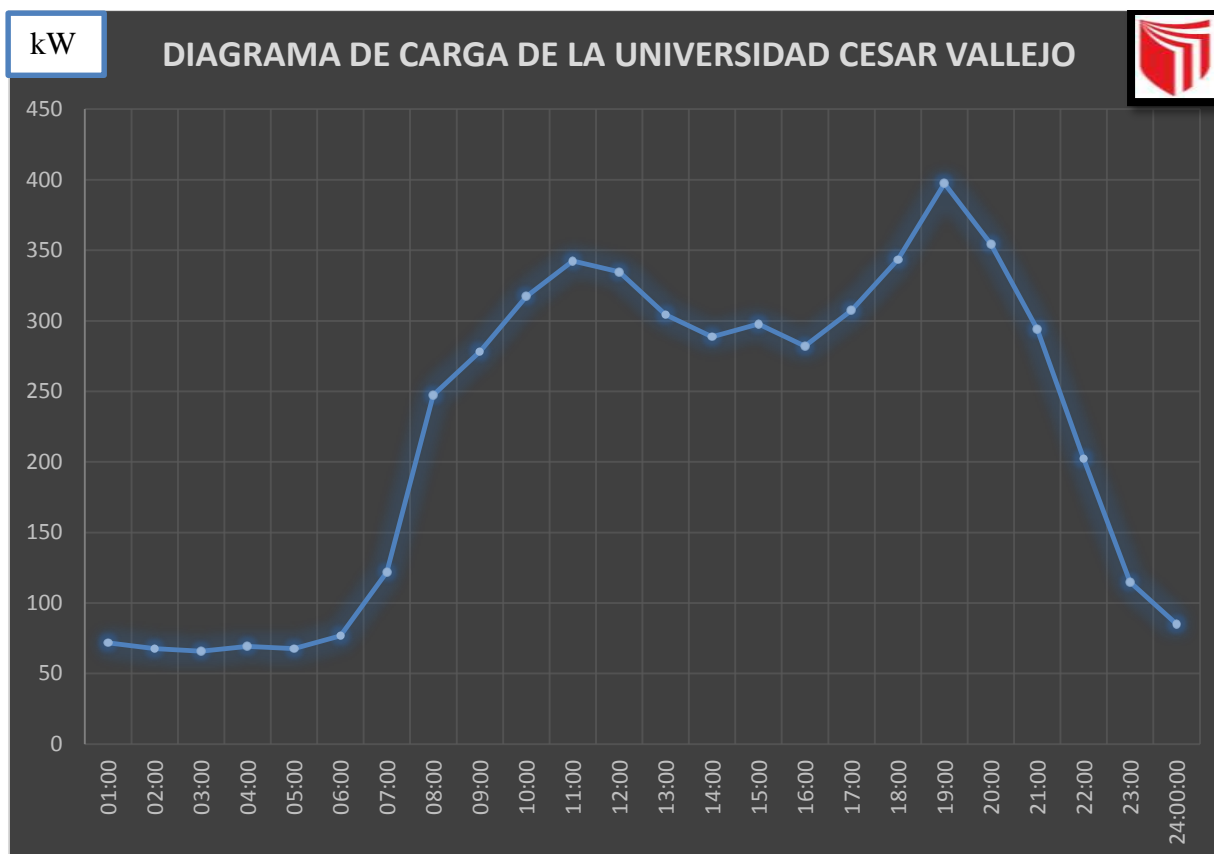


Fig. 30. Diagrama de carga del suministro eléctrico de la universidad.

<u>Tiempo</u>	<u>Actividad</u>
01:00 – 06:00	- Trabajo de bomba sumergible - Operación carga de alumbrado público y parte de algunos edificios.
06:00 – 07:00	- Personal de limpieza inicia sus labores.
07:30	- Ingreso de los estudiantes del turno mañana. - Ingreso de personal administrativo.
07:30 – 12:00	- Actividades administrativas y educativas al 100%.
12:00 – 13:00	- Estudiantes y parte del personal administrativo se retiran a almorzar.
13:00 – 14:00	- Ingreso de los estudiantes del turno tarde. - Ingreso del personal administrativo.
13:00 – 17:30	- Actividades administrativas y educativas al 100%.
17:30	- Ingreso de los estudiantes del turno noche.
17:30 – 22:00	- Actividades educativas al 100% (encendido de iluminación interior en todos los edificios).
22:00 – 24:00	- Operación de alumbrado público y algunas partes de los edificios.

\*Actividades principales descritas por el área de mantenimiento.

### Consumo de potencia activa en Hora Punta:

De acuerdo a lo que nos muestra el diagrama, es evidente que entre las 18:00 y 22:00 pm se presenta la máxima demanda en toda la jornada laboral. Esto debido a que durante ese horario todo el personal tanto administrativo como de mantenimiento y estudiantes se encuentran en clases. Las luminarias de los salones, oficinas, salas de cómputo, biblioteca, restaurant y pasadizos se encuentran en funcionamiento durante las horas punta, a su vez la bomba sumergible entra en funcionamiento también durante este horario.

Tabla N° 31: Cargas activas durante Hora Punta:

<u>Cargas</u>	<u>Horario de funcionamiento</u>
Bomba sumergible	Cada hora
Electrobombas	Cada hora
Luminarias de edificios y pasadizos	18:00 – 22:00
Salas de cómputo	18:00 – 22:00
Luminarias y equipos de biblioteca	18:00 – 22:00
Restaurant	18:00 – 21:00

Lo ideal es que la línea de nuestro diagrama sea lineal y constante para evitar esos picos indeseables donde se eleva nuestra demanda de potencia activa, esto traerá como ventaja ser calificado como cliente Fuera de Punta y un precio unitario menor de la potencia de generación. Por lo tanto, es necesario tomar medidas correctivas para optimizar esta situación.

Tabla N° 32: Costos unitarios de Potencia activa de generación en tarifa MT3.

<b>Potencia activa de generación:</b>	
Presentes en Punta	S/. 49.76/ kW-mes
Presentes Fuera de Punta	S/. 24.56/ kW-mes
<b>Potencia activa de redes de distribución:</b>	
Presentes en Punta	S/. 13.81/ kW-mes
Presentes Fuera de Punta	S/. 14.04/ kW-mes

\* Los costos unitarios son del pliego tarifario de Hidrandina del mes de Octubre-2016.

Metodología para ser calificado cliente Fuera de Punta:

Para analizar la factibilidad de calificar como un cliente Fuera de Punta, se procederá a determinar la cantidad de energía que se debió haber consumido en horas punta. Se considerará los consumos del mes de octubre que tuvo la universidad, además de fijar un valor de 0.48 como factor de calificación, el necesario para no ser calificado como cliente en Hora Punta.

$$\text{Energía activa Hora Punta (EAHP)} = F.C * \text{Máxima demanda} * \text{Horas Punta}$$

$$EAHP = 0.48 * 404.18 * 125$$

$$EAHP = 24250.8 \text{ kWh}$$

El exceso de energía activa en Hora Punta que se tuvo durante el mes de octubre - 2016 fue el siguiente:

$$\text{Exceso de EAHP} = 30430.4212 - 24250.8$$

$$\text{Exceso de EAHP} = 6179.6212 \text{ kWh}$$

Para el mes de Octubre si se hubiera reducido 6179.6212 kWh en el consumo de energía activa en hora punta, la Universidad hubiera sido calificada como cliente Fuera de Punta y su facturación eléctrica hubiera tenido una reducción notable con respecto al cargo por Potencia activa de generación.

Tabla N° 33: Diferencia de pagos por potencia activa de generación.

Potencia activa de generación:	Costo unitario	Consumo actual	Fact. actual
Presentes en Punta	S/. 49.76/ kW-mes	404.18 kW	S/. 18560.91
Presentes Fuera de Punta	S/. 24.56/ kW-mes		

Potencia activa de generación:	Costo unitario	Consumo actual	Fact. Optima
Presentes en Punta	S/. 49.76/ kW-mes		
Presentes Fuera de Punta	S/. 24.56/ kW-mes	404.18 kW	S/. 9161.09

Comparación económica	
Opción Tarifaria	Costo
MT3 - Presentes en Punta	S/. 18560.91
MT3 - Presentes Fuera de Punta	S/. 9161.09
Ahorro económico	S/. 9399.82 (50.64%)

En este mes, tan sólo con la implementación de luminarias LED se consumiría el valor ideal de energía activa en H.P. para ser calificado como cliente F.P.



Con la misma ecuación, se procederá a estimar el exceso de energía activa durante Hora Punta que tuvo la Universidad Cesar Vallejo durante el periodo de estudio y que le permitió ser en la mayoría de meses un cliente Hora Punta.

Tabla N° 34: Exceso de consumo de energía activa en H.P. de cada mes.

Mes	Energía Activa en Hora punta (kWh)	Máxima demanda en Hora Punta (kW)	Calificación Tarifaria óptima	Horas Punta durante el mes	Consumo de energía activa deseado durante Horas Punta (kWh).	Exceso de consumo de energía activa durante Horas Punta (kWh).
Sep-15	31991.22	405.45	0.48	130	25300.08	<b>6691.14</b>
Oct-15	32891.23	420.00	0.48	130	26208	<b>6683.23</b>
Nov-15	29891.20	420.00	0.48	125	25200	<b>4691.2</b>
Dic-15	25063.88	395.45	0.48	125	23727	<b>1336.88</b>
Ene-16	21900.21	343.63	0.48	125	20617.8	<b>1282.41</b>
Feb-16	25772.98	365.45	0.48	125	21927	<b>3845.98</b>
Mar-16	27600.27	439.09	0.48	125	26345.4	<b>1254.87</b>
Abr-16	31473.04	444.54	0.48	130	27739.296	<b>3733.744</b>
May-16	31936.68	422.73	0.48	130	26378.352	<b>5558.328</b>
Jun-16	30273.03	381.82	0.48	120	21992.832	<b>8280.198</b>
Jul-16	23945.69	379.09	0.48	120	21835.584	<b>2110.106</b>
Ago-16	22534.39	360.89	0.48	130	22519.536	<b>14.854 (F.P.)</b>

Reducción del consumo de energía activa en Hora Punta:

- ❖ Implementación de luminarias tubo LED 18W: Según el diagrama de carga, en las Horas Punta se presenta un pico elevado de consumo de potencia activa, esto se debe principalmente porque entran en funcionamiento casi todos los equipos de iluminación en salones, oficinas, biblioteca, centro de fotocopiado, entre otros. Entonces, estimaremos el ahorro de energía que se tendría con los tubos LED 18W durante este periodo de Hora Punta.

Tabla N° 35: Ahorro de energía activa.

Demanda máxima de iluminación interior (fluorescentes 36W)	Consumo de energía durante Hora Punta (18:00 – 22:00 horas)	Consumo de energía en Hora Punta durante un mes
125.26 kW	501.04 kWh	15031.2 kWh

<b>Demanda máxima de iluminación interior (Tubos LED 18W)</b>	<b>Consumo de energía durante Hora Punta (18:00 – 22:00 horas)</b>	<b>Consumo de energía en Hora Punta durante un mes</b>
62.63 kW	250.52 kWh	7515.6 kWh

<b>Ahorro en el consumo de energía</b>	
Fluorescente 36W	15031.2 kWh
Tubos LED 18W	7515.6 kWh
Ahorro de energía	7515.6 kWh (50%)

- ❖ Sistema de bombeo: El sistema de bombeo en la universidad está conformada por una bomba sumergible de 12 HP y 4 electrobombas, las cuales se encienden cada hora para abastecer de agua a los pozos y contenedores respectivamente. El sistema de bombeo tiene una demanda de 32.8 kW en promedio.

<b>Demanda máxima de sistema de bombeo</b>	<b>Consumo de energía durante Hora Punta (18:00 – 23:00 horas)</b>	<b>Consumo de energía en Hora Punta durante un mes (30 días)</b>
32.8 kW	32.8 kWh	984 kWh

*\* Se considerará sólo 1 horas del total de Horas Punta que hay en una jornada.*



Fig. 31. Bomba sumergible con sus contactores e interruptor horario.

- ❖ Beneficio económico al calificar como cliente Fuera Punta durante el periodo estudiado (Septiembre – 2015 a Agosto – 2016):

***Pago por Potencia activa de generación = Pot. A. G.\* costo unitario***

Tabla N° 36: Ahorro mensual por Potencia A. G. siendo cliente Fuera Punta.

Mes	Potencia activa de generación (kW/mes)	Costo unitario (S./ kW/mes)	Facturación por Potencia activa de generación (Cliente F.P.)	Facturación por Potencia activa de generación (Actual)	Ahorro Mensual (S./)
Sep-15	405.45	S/. 21.87	S/. 8867.19	S/. 17957.38	S/. 9090.19
Oct-15	420.00	S/. 21.87	S/. 9185.40	S/. 18601.99	S/. 9416.59
Nov-15	418.54	S/. 22.67	S/. 9488.30	S/. 19219.39	S/. 9731.09
Dic-15	395.45	S/. 22.67	S/. 9308.89	S/. 18159.45	S/. 8850.56
Ene-16	342.41	S/. 23.54	S/. 8060.33	S/. 16322.89	S/. 8262.56
Feb-16	340.33	S/. 24.09	S/. 8198.54	S/. 17706.45	S/. 9507.91
Mar - 1	436.66	S/. 24.09	S/. 10519.13	S/. 21313.69	S/. 10793.96
Abr-16	445.86	S/. 23.39	S/. 10428.66	S/. 21125.01	S/. 10696.35
May-16	386.25	S/. 23.85	S/. 9212.06	S/. 18663.60	S/. 9451.54
Jun-16	349.09	S/. 24.36	S/. 8503.83	S/. 17227.81	S/. 8723.98
Jul-16	348.67	S/. 24.36	S/. 8493.60	S/. 17207.11	S/. 8713.51
Ago-16	331.81	S/. 24.32	S/. 8069.61	S/. 8069.61	S/. 0 (F.P.)
<b>TOTAL</b>			<b>S/. 108,335.54</b>	<b>S/. 211,574.38</b>	<b>S/. 103,238.84</b>

Podemos notar que calificando como un cliente Fuera de Punta, reducimos cerca del 50% del monto a pagar por Potencia activa de generación a lo largo de 12 meses. Por ello la importancia de reducir el consumo de energía en Horas Punta sin afectar las actividades laborales en la universidad.

### 3.6. Estudio de armónicos en el sistema eléctrico de la Univ. Cesar Vallejo:

La concesionaria Hidrandina realiza las mediciones de calidad de energía a diversas instituciones, como ordena la Norma Técnica de Calidad y Servicios Eléctricos. Dentro de estas instituciones se encuentra la Universidad Cesar Vallejo – Campus Trujillo, y estas mediciones fueron otorgadas por el área de calidad de la misma concesionaria para verificar si sus valores están dentro del rango establecido.

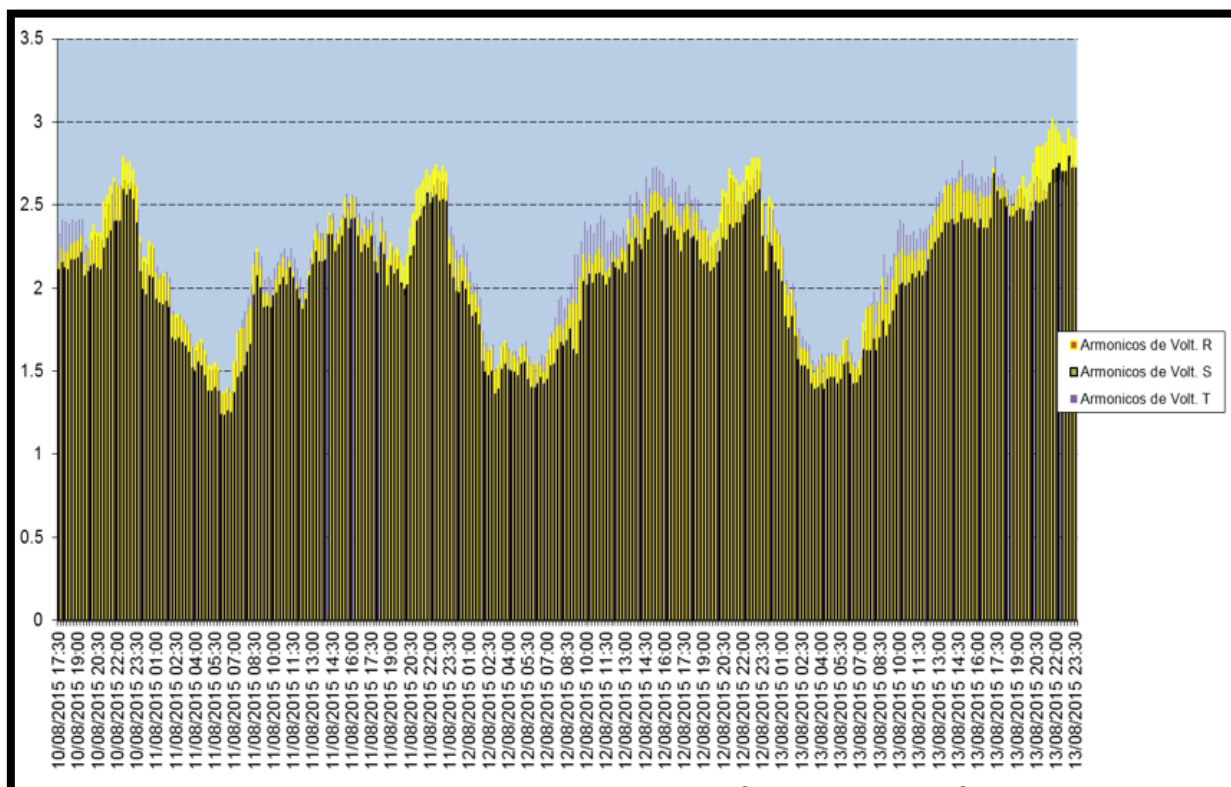


Fig. 32. Armónicos del sistema eléctrico de la Universidad Cesar Vallejo.

De la gráfica podemos notar, que en la fase R es donde está el pico máximo de la tasa de distorsión armónica (THD) con un valor cercano al 3%, mientras que en la fase S, su valor pasa de los 2.5%. Finalmente, en la fase T su valor bordea los 2.8%.

Tabla N° 37: Rango de THD del sistema eléctrico de la Universidad.

<u>FASES</u>	<u>THD</u>	<u>TOLERANCIA DE THD</u>		<u>CRITERIO</u>
Fase R	3%	Armónico par < 2.0%	Armónico Impar < 5.0%	Aceptable
Fase S	2.5%	Armónico par < 2.0%	Armónico Impar < 5.0%	Aceptable
Fase T	2.8%	Armónico par < 2.0%	Armónico Impar < 5.0%	Aceptable

### **3.7. Estimación de la Huella de Carbono:**

Utilizaremos en Protocolo de Gases de Efecto Invernadero 2001 (GEI) para cuantificar la Huella de Carbono promedio en la Universidad Cesar Vallejo – Campus Trujillo, con el fin de conocer que fuente es la principal emisora de estos gases e identificar sus posibilidades de reducción.

Tabla N° 38: Protocolo de GEI 2001

<b>Fuente de Emisión</b>	
Alcance 1	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Gasolina y Diésel</li><li>▪ Aire acondicionado</li><li>▪ Grupos electrógenos</li><li>▪ Propano o butano</li><li>▪ Carbón</li><li>▪ Gas natural</li></ul>
Alcance 2	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Energía eléctrica</li></ul>
Alcance 3	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Papel</li><li>▪ Traslado de la comunidad</li><li>▪ Generación y disposición de residuos.</li></ul>

- ❖ Alcance 1: “Emisiones directas de Gases de Efecto Invernadero”  
Producidas por fuentes que son propiedad exclusiva de la universidad o son controladas por la misma.
- ❖ Alcance 2: “Emisiones indirectas de Gases de Efecto Invernadero relacionadas al consumo de electricidad”  
Esta energía es consumida en las instalaciones y actividades de la universidad y aunque no representa una emisión directa de GEI, supone para la universidad una posibilidad significativa de reducir las emisiones y costos a través de métodos de ahorro de energía y eficiencia energética.
- ❖ Alcance 3: “Emisiones indirectas de productos y actividades consumidas”  
Nacen como consecuencia de las labores y actividades de la universidad, pero son generadas en fuentes que no están controlados por la misma. Este alcance es opcional en la cuantificación de la huella de carbono.

### Descripción de las principales fuentes emisoras de Dióxido de Carbono:

Los siguientes datos fueron obtenidos mediante el área de SSOMA (Seguridad, Salud ocupacional y Medio ambiente).

- Propano o butano: La universidad cuenta con algunos cafetines en donde se hace uso de estos gases envasados en balones para cocinar los alimentos y servir a los comensales.

En promedio, estos cafetines hacen uso de 240 balones de gas de 10kg al año para satisfacer su demanda de clientes.

- Refrigerante de aire acondicionado: Esto va de acuerdo con las recargas de refrigerantes que necesiten estos equipos durante cada año. Se asumió 5Kg de refrigerante por cada equipo.
- Consumo eléctrico: El consumo total de energía activa consumida por la universidad Cesar Vallejo se ve reflejada en sus facturaciones eléctricas.

Energía activa total = 1430690.44 kWh

- Papel: En las oficinas, caja, fotocopiadora y demás salones donde hay personal administrativo se hace uso de papel bond para sus impresiones y copias necesarias. En promedio se hace uso de 25 000 paquetes de medio millar de hojas bond con un peso de 2.35 Kg cada paquete.
- Generación de residuos: No todo papel bond consumido en la universidad se desecha, hay hojas bond que salen de la misma a través del personal o alumnos, por lo que se considera en residuos de papel bond: 26000 kg.  
En pilas usadas para algunos equipos como parlantes, radios o control remoto se promedia 700 kg. Finalmente en materiales contaminantes, como bolsas plásticas, botellas plásticas y similares se ha considerado 12000 kg.

Tabla N° 39: Emisión total de Dióxido de carbono

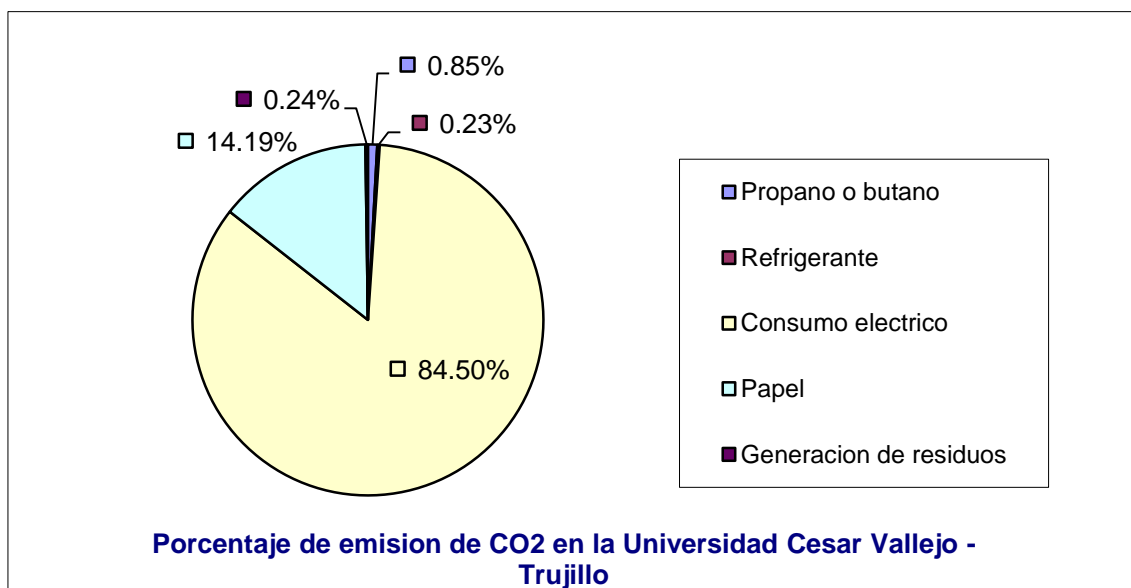
<b>Emisión de Dióxido de carbono (CO2)</b>						
	Fuente	Consumo/año	Unidad	Factor de emisión	Unidad Factor de emisión	Emisión total (Kg de CO2)
<b>Alcance 1</b>	Propano o butano	2400	kg	2.7	Kg/CO2/kg	6480
	Refrigerante de aire acondicionado	500	kg	3.5	Kg/CO2/kWh	1750
<b>Alcance 2</b>	Consumo eléctrico	1430690.44	kWh	0.45	Kg/CO2/kWh	643810.69
<b>Alcance 3</b>	Papel	58750	kg	1.84	Kg/CO2/Kg	108100
	Generación de residuos:					
	▪ Papel	26000	kg	0.0564	Kg/CO2/Kg	1466.4
	▪ Pilas	700	kg	0.0335	Kg/CO2/Kg	23.45
	▪ Material contamin.	12000	kg	0.0262	Kg/CO2/Kg	314.4
<b>TOTAL</b>						<b>761944.94</b>

\* Los valores de factor de emisión fueron sacados de la Guía de cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero.

De la tabla anterior podemos concluir que se emite al año 761.94 toneladas de CO2 al año entre las principales fuentes emisoras de estos gases.

Es necesario conocer el porcentaje de incidencia que tienes cada fuente para poder hacer énfasis en esta y generar una disminución en su emisión de gases de efecto invernadero.

Tabla N° 40: Porcentaje de emisión de CO2 de las principales fuentes



De la tabla anterior podemos identificar que la fuente principal y determinante es el consumo eléctrico. Por lo tanto es de vital importancia ahondar en el ahorro energético para reducir este porcentaje de emisión de GEI.

Reducción del consumo eléctrico:

Se hará la sustitución de los fluorescentes de 36W por los tubos LED de 18W, los cuales son indicados para iluminación interior de salones.

Tabla N° 41: Detalle de ahorro de consumo energético.

Equipo	Potencia	Con balastro	N° equipos	Horas	Energía (kWh)
Fluorescente 36W	36W	45W	3480	87	13624.2
Tubo LED 18W	18W	-	3480	87	5449.68
<b>AHORRO (kWh)</b>					<b>8174.52</b>

Tabla N° 42: Equivalencia de ahorro energético en kg de CO2.

Ahorro de Consumo eléctrico	<u>Semanal</u>	<u>Anual</u>	kWh	0.45	Kg/CO2/kWh	176569.63
	8174.52	392376.96				

Tan solo con esta medida correctiva, se puede dejar de emitir 176.56 toneladas de CO2 a nuestra atmosfera. Además de haber necesitado 16067.78 árboles para que absorban esa emisión.



### **3.8. Recomendaciones técnicas para el ahorro energético:**

#### 3.8.1. Remodelación de las luminarias tipo fluorescente 36W:

- Si la Universidad misma desea continuar con lámparas fluorescentes, es necesario que cambie sus balastos convencionales por balastos electrónicos en los ambientes donde hay mayor asistencia y necesidad de mayor flujo luminoso. Estos balastos (Philips EB-C 236) otorgarán en las aulas, salas de cómputo y demás ambientes lo siguiente:
  - Incremento del rendimiento y vida útil a los fluorescentes, dado que no produce demasiado calor dentro de sus circuitos.
  - Ahorro de energía en más del 37% comparado al sistema convencional. Notar que en un balastro electrónico se puede perder cerca 5W a diferencia de los 14W que se pierde en un balastro convencional.
  - Otorga un funcionamiento silencioso y sin parpadeos al encendido.

Balastro electrónico Philips EB-C 236	<b>Costo: S/22.90</b>
---------------------------------------	-----------------------

- Cambio de los tubos fluorescentes existentes (Philips TLD de 36W) por uno más eficiente, menor consumo de potencia e igual o mayor flujo luminoso. Es decir, si se decide no cambiar por luminarias LED, se podría proponer el cambio por fluorescentes (Philips TL5 28W) que se encuentran en el mercado.

Tabla N° 43: Comparativa entre Philips TLD 36W y Philips TL5 28W.

Características	Philips TLD 36W	Philips TL5 28W
Potencia	36 W	28W
Tipo de luz	Luz blanca	Luz blanca
Horas de vida	20 000 horas.	20 000 horas.
Luminosidad	2500 lumen	2450 lumen
<b>Costo</b>	<b>S/7.50</b>	<b>S/10.50</b>

*\*Costos referenciales de Sodimac y Maestro.*

- Cambio de los tubos fluorescentes existentes (Philips TLD de 36W) por luminarias LED. Este cambio implica una inversión elevada si consideramos el número de fluorescentes con los que cuenta la universidad. Pero es una opción interesante si tomamos en cuenta el ahorro de energía que tendríamos a mediano plazo.

Analizando los tubos LED que hay en el mercado, una opción innovadora es usar un tubo LED T8- 18W de 1.2m con alta luminosidad, el cual sustituye al fluorescente convencional de 36W que utiliza la Universidad Cesar Vallejo.

Beneficios que aportara al sistema de iluminación de la universidad:

- Aporte de un 50% de ahorro energético en el sistema de iluminación.
- Una larga vida útil que puede llegar a las 40 000 horas (15 años), en comparación a las 20 000 horas que ofrece un fluorescente convencional y así reducir significativamente los gastos en reposición.
- Conexión directa, sin necesidad de hacer gastos en adquisición cebadores ni reactancias y un mantenimiento casi nulo. Además de aprovechar su caja o soporte para instalar el nuevo tubo LED.
- En un fluorescente convencional se pierde hasta 15% de luminosidad luego de 1000 horas (3 meses), a comparación de un tubo LED que puede perder 10% en una cierta cantidad de años.

Tabla N° 44: Comparativa entre Tubo LED y demás fluorescentes.

Características	<b>Tubo LED 18W</b>	Philips 36W	Philips TL5 28W
Potencia	<b>18 W</b>	36 W	28 W
Tipo de luz	<b>Blanco neutro</b>	Luz blanca	Luz blanca
Horas de vida	<b>40 000 horas</b>	20 000 horas.	20 000 horas.
Luminosidad	<b>1800 lumen</b>	2200 lumen	1980 lumen
<b>Costo</b>	<b>S/39.00</b>	<b>S/7.50</b>	<b>S/10.50</b>



- Justificación de tubos LED 18W para cumplir el nivel de iluminancia requerido por el Reglamento Nacional de Edificaciones:

Tabla N° 45: Iluminación mínima para ambientes según el RNE

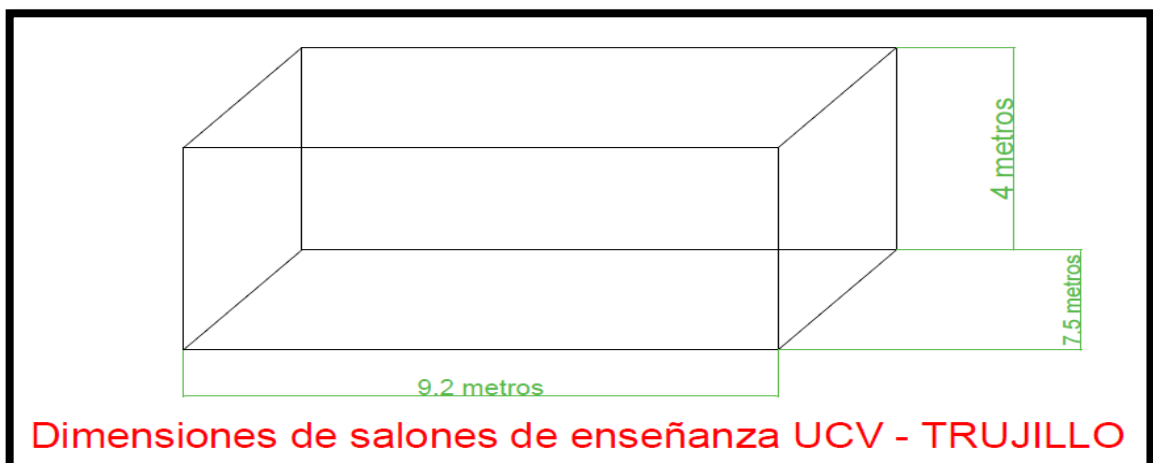
Ambientes	Iluminancia (lux)
<b>Norma A 0.40 – Educación</b>	
Aulas	250
Talleres	300
Circulaciones	100
Servicios higiénicos	75
<b>Norma A 0.80 – Oficinas</b>	
Áreas de trabajo en oficinas	250
<b>Norma EM.010 – Oficinas</b>	
Salas de conferencia	300
Salas de computo	500
Salas de diseño	1000

a. Calculo del flujo luminoso necesario para una determinada zona o local:

$$Qt = \frac{Em * S}{Cu * Cm}$$

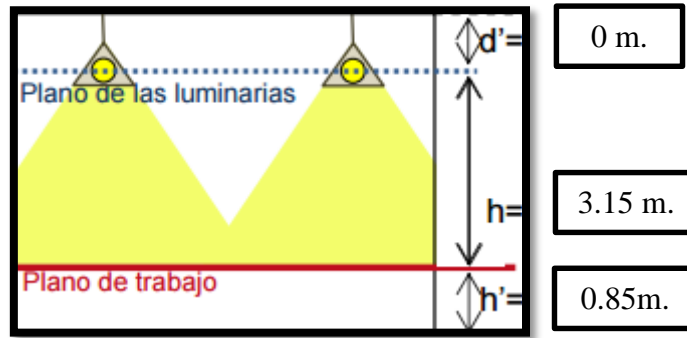
❖ Dimensiones del salón:

a=9.2 metros; b=7.5 metros; h=4 metros.



- ❖ Nivel de iluminancia establecido por el RNE:  $Em = 250$  lux
- ❖ Tipo de luminaria a utilizar: Tubo LED 18W que otorga 1800 lumen.

❖ Altura de suspensión de las luminarias:



❖ Coeficiente de utilización:

Indica la relación entre el número de lúmenes emitidos por la lámpara y los que llegan realmente al plano ideal de trabajo.

Índice del local ( $K$ ):

Sistema de iluminación	Índice del local
Iluminación <b>directa, semidirecta, directa-indirecta y general difusa</b>	$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$
Iluminación <b>indirecta y semiindirecta</b>	$k = \frac{3 \cdot a \cdot b}{2 \cdot (h + h') \cdot (a + b)}$

$$k = \frac{9.2 \cdot 7.5}{3.15 \cdot (9.2 + 7.5)}$$

$$k = 1.31$$

Coeficiente de reflexión:

Los coeficientes de reflexión de techo paredes y suelo se encuentran en tabulados para los diferentes tipos de materiales, acabados y superficies.

Tabla N° 46: Coeficientes de reflexión para techo, paredes y superficies

	Color	Factor de reflexión ( $\rho$ )
<b>Techo</b>	Blanco o muy claro	0.7
	claro	0.5
	medio	0.3
<b>Paredes</b>	claro	0.5
	medio	0.3
	oscuro	0.1
<b>Suelo</b>	claro	0.3
	oscuro	0.1

Techo= 0.7; Paredes= 0.5; Superficie= 0.3

Tabla N° 47: Coeficiente de utilización

INDICE K	Factor de utilización (n)								
	Factor de reflexión del techo								
	0.8			0.7			0.5		
	Factor de reflexión para paredes								
	0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1
1.0	79	76	74	78	75	73	77	74	72
1.2	81	78	76	80	77	75	79	76	74
1.3	83	80	77	82	79	76	81	78	75
1.5	85	82	79	84	81	78	83	80	77

Para k = 1.31, tenemos que el factor de utilización es: n = 0.82

❖ Coeficiente de mantenimiento:

Influencia que tiene el flujo que emiten las lámparas con el grado de limpieza que reciben. Así también, del nivel de suciedad del ambiente.

Ambiente	Coeficiente de mantenimiento (Cm)
Limpio	1
Sucio	0.8

Las aulas de la universidad suelen limpiarse en cada tramo final de la jornada.

Finalmente, calculamos el flujo luminoso:

$$Qt = \frac{250 * 9.2 * 7.5}{0.82 * 1}$$

$$Qt = 21036.585 \text{ lúmenes.}$$

El flujo luminoso que se necesita en los salones es de 21036.585 lúmenes.

b. Número de luminarias necesario:

$$NL = \frac{Qt}{n * Qt}$$

$$NL = \frac{21036.585}{2 * 1800}$$

$$NL = 5.84 \approx 6$$

Se tiene que implementar 6 luminarias que contengan 2 tubos LED de 18W en su interior para cubrir la demanda de flujo luminoso requerida en el salón, la

misma cantidad de fluorescente que actualmente se encuentran instalados. Para el área de las escuelas de la facultad se hizo el mismo cálculo, obteniéndose los siguientes valores:

$$Qt = \frac{250 * 160.93}{0.94 * 1}$$

$$Qt = 42800.53 \text{ lumenes.}$$

$$NL = \frac{42800.53}{2 * 1800}$$

$$NL = 11.8 \approx 12$$

El área que abarca las escuelas de los pabellones necesita la implementación de 12 luminarias con 2 tubos LED de 18W en su interior. Actualmente tiene 12 luminarias con 2 fluorescente de 36W instalados.

- Mantenimiento adecuado a las luminarias, es decir realizar cada cierto periodo una limpieza a las pantallas o rejillas para obtener una buena iluminación en los salones y oficinas.
- Como parte de una iniciativa, sería bueno adecuar los horarios de iluminación a lo estrictamente necesario y que, cuando no haya ningún usuario en un salón u oficina rápidamente apagar las luces.

Finalmente, todas estas recomendaciones que impliquen una inversión serán analizadas a través de una evaluación económica, la cual es detallada en otro objetivo de la presente tesis.

### 3.8.2 Tablero general del Pabellón A:

- En el tablero general del pabellón A, es notable la presencia de una llave cuchilla haciendo la función de un interruptor, sabiendo la gran diferencia que hay entre ambos. Cuando se presenta algún cortocircuito o sobrecarga, el personal de mantenimiento tiene que operar manualmente esta llave para desconectar el circuito, de lo contrario provocaría daños considerables. Entonces, se propone el cambio de la llave cuchilla de 100A, por un interruptor termomagnético de 150A para evitar sobrecargas y calentamientos.



Fig. 33. Llave cuchilla del tablero, Interruptor Termomagnético de 150A.

3.8.3 Pérdidas en transformadores de distribución de la Univ. Cesar Vallejo:  
 Las fábricas de transformadores optan por fabricar sus equipos de acuerdo a los requerimientos del usuario, sin embargo, si no se especifican las características total de este, puede ser que el producto final del transformador tengas un porcentaje de pérdidas de 4% u otro valor similar. Entonces, es recomendable que la Universidad Cesar Vallejo al culminar la vida útil de sus transformadores de distribución, estos sean reemplazados por equipos que no tengan pérdidas mayores al 2%.



Fig. 34. Placa de características de transformador de distribución.

<u>Transformador</u>	<u>Pérdidas significativas</u>	<u>Pérdidas óptimas</u>
350 kVA	4 %	2 %
250 kVA	4 %	2 %
200 kVA	4 %	2 %

#### 3.8.4 Facturación eléctrica de la Universidad Cesar Vallejo – Trujillo:

- Es muy importante que la universidad cuenta con un área encargada de revisar y coordinar los pagos por facturación eléctrica, dado que el área de Infraestructura, mantenimiento y obras no cubre ni vela por el correcto pago de estos servicios. Ellos apuntan a realizar mantenimiento correctivo cada vez que la infraestructura de la universidad lo requiera y basándose en recomendaciones de ingenieros civiles y técnicos.
- La universidad cuenta con un medidor electrónico marca ELSTER, modelo A1800 instalado en su punto de medición junto al transformador de medida, el cual brinda los parámetros de consumo eléctrico durante cada periodo de medición. Sería una buena medida comparar lo indicado por este medidor con los resultados que emite Hidrandina en sus facturaciones, por si hay algún margen de error que afecte la economía de la universidad.



### **3.9. Evaluación económica del proyecto:**

Cuando una empresa hace una inversión del capital, incurre en una salida de efectivo actual, esperando a cambio beneficios futuros. Este proyecto viene a ser considerado como un proyecto de origen privado porque el financiamiento será por la misma universidad que busca obtener rentabilidades monetarias.

Antes de proceder a la evaluación económica, es necesario conocer los siguientes puntos:

#### **Horizonte de proyección del proyecto:**

El horizonte considerado para el proyecto de inversión será de 10 años.

#### **Costo de la inversión:**

Se procederá a cuantificar el costo de cada medida correctiva a implementar:

- Cambio de todos los tubos fluorescentes de 36W de la Universidad Cesar Vallejo por tubos LED 18W para reducir el consumo de energía eléctrica y buscar ser calificado como cliente Fuera de Punta.
- Compensar la energía reactiva del sistema eléctrico de la Universidad Cesar Vallejo a través de un banco de condensadores automático de 50kVAR.
- Reemplazo de llave cuchilla de 100A del tablero general del pabellón A por un interruptor termomagnético de 150A.

Tabla N° 48: Costo de inversión de las medidas correctivas.

<b><u>Costo de inversión</u></b>			
<b>Medida correctiva</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo total</b>
Implementación de tubos LED 18W.	3480 unid.	S/ 39.00	S/ 135720.00
Implementación del banco de condensadores.	1 unid.	S/ 5200.00	S/ 5200.00
Implementación de interruptor termomagnético para el tablero del pabellón A.	1 unid.	S/ 400.00	S/ 400.00
		<b>TOTAL</b>	<b>S/ 141320.00</b>

Aportes beneficiosos del proyecto:

- La implementación de tubos LED 18W como recambio de los fluorescentes 36W permitirá disminuir el consumo de energía durante las Horas Punta (18:00 – 22:00 horas) en 7515.6 kWh por mes (S/ 1598.56). Asimismo, será parte de las medidas correctivas para calificar durante todo el año como cliente Fuera de Punta y obtener ahorros en el pago anual de Potencia activa de generación por (S/103238.84). Finalmente servirá como parte del ahorro de emisión de CO2 a la atmosfera (176.56 toneladas al año).
- La implementación del banco de condensadores automático de 50kVAR traerá consigo una exoneración en el pago por energía reactiva, durante el periodo de estudio se hizo un pago al año de S/. 3343.50.
- Con respecto al mantenimiento de los equipos de iluminación, los costos disminuirán considerablemente debido a que se renovarán con menor frecuencia. Es decir, la vida útil de las luminarias ha aumentado de 20 000 a 40000 horas debido al recambio por los tubos LED 18W, obteniéndose un ahorro en 5 años de S/. 26100.00 (S/. 2610.00 al año).

Además de estos beneficios, se encuentran otros más que no se pueden cuantificar económicamente; por lo que no se considerarán para la evaluación.

Tabla N° 49: Aportes beneficiosos del proyecto.

<u>Aportes beneficiosos</u>	<u>Ahorro anual</u>
Implementación de tubos LED 18W	S/. 122421.56
Implementación del banco de condensadores	S/. 3343.50
Mantenimiento de luminarias.	S/. 2610.00
<b>TOTAL</b>	<b>S/. 128375.06</b>

▪ Valor actual neto (VAN):

Se calcula trayendo los flujos de efectivo futuros al valor presente, descontados al costo del capital y restándosele la inversión. Para que un proyecto sea aceptado con este método, el VAN debe ser mayor a cero (0).

VAN > 0; Se acepta el proyecto

VAN ≤ 0; Se rechaza el proyecto

Ecuación:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t}$$

Donde,  $V_t$  = Flujo de caja en cada periodo t.

$n$  = Número de periodos = 10 años

$k$  = Tasa de interés (Mayor a tasa de interés que fija un banco) = 12%

Tabla N° 50: Flujo neto de caja del Proyecto de inversión.

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
<b>Egresos</b>											
Inversión inicial (Miles de S/.)	-141320										
Total de egresos											

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
<b>Ingresos</b>											
Implementación de tubos LED 18W (miles de S/.)	0	122421	122421	122421	122421	122421	122421	122421	122421	122421	122421
Implementación banco de condensadores (miles de S/.)	0	3343.5	3343.5	3343.5	3343.5	3343.5	3343.5	3343.5	3343.5	3343.5	3343.5
Mantenimiento de luminarias (miles de S/.)	0	5220.0	5220.0	5220.0	5220.0	5220.0	5220.0	5220.0	5220.0	5220.0	5220.0
Total ingresos (miles S/.)	0	128375	128375	128375	128375	128375	128375	128375	128375	128375	128375

<b>Utilidad neta</b> (miles S/.)	-141320	128375	128375	128375	128375	128375	128375	128375	128375	128375	128375
----------------------------------	---------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

**VAN = S/. 585 388.11 (Se acepta el proyecto)**

- Tasa interna de retorno (TIR):

La TIR es la tasa de interés a la cual el valor actual neto (VAN) es igual a cero, es decir, para que el proyecto no tenga ganancias en el momento inicial. Mientras mayor sea la TIR con respecto a la tasa de interés que se usó en el cálculo del VAN, tendrá mayor rentabilidad el proyecto que haber ahorrado este dinero en el banco.

TIR > k; Se acepta el proyecto

TIR ≤ k; Se rechaza el proyecto

Ecuación:

$$TIR = \sum_{T=0}^n \frac{Fn}{(1+i)^T} = 0$$

Donde,  $F_n$  = Flujo neto de caja en cada periodo t.

$n$  = Número de periodos = 10 años

$i$  = Tasa de interés

CUANDO LA TIR = 90.7%											
$0 = -FCN_0 + FCN_1/(1+TIR)^1 + FCN_2/(1+TIR)^2 + \dots + FCN_n/(1+TIR)^n$											
	-141,320.00	67,317.80	35,300.37	18,510.94	9,706.84	5,090.11	2,669.17	1,399.67	733.96	384.88	201.82
VAN =	-4.44										

**TIR = 90.7% (Se acepta el proyecto)**

- Beneficio/costo (B/C):

$$B/C = \frac{VAN + I_0}{I_0}$$

$$B/C = \frac{585388.11 + 141320.00}{141320.00}$$

$$\frac{B}{C} = 5.14$$

- Tiempo de retorno de la inversión:

$$Tiempo = Periodo\ ultimo\ con\ flujo\ negativo + \frac{Valor\ del\ ultimo\ flujo\ negativo}{Valor\ del\ flujo\ de\ caja\ del\ sig.\ periodo}$$

$$Tiempo = 1 + \frac{141320 - 128375.06}{128375.06}$$

$$Tiempo = 1.1\ años.$$

#### IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Esta investigación tuvo como principal propósito la reducción de consumo de energía y potencia en la Universidad Cesar Vallejo, sin que se vea afectada las actividades que en dicha institución se realizan; para posteriormente, verse reflejada en sus pagos de energía eléctrica a la concesionaria (Hidrandina).

Los resultados obtenidos durante esta investigación confirman la hipótesis propuesta, es decir, que mediante el estudio del ahorro energético en esta universidad, se garantiza una reducción notable en sus pagos por energía eléctrica y ahorros de dinero a futuro.

Cabe indicar que la domótica está empezando a aplicarse a las industrias, empresas y universidades, con el fin de automatizar y proporcionar comodidad a sus usuarios acompañados de un ahorro de dinero. Esto se da en la universidad Cesar Vallejo con la implementación de las luminarias LED, banco de condensadores automáticos, entre otras propuestas.

- Fiestas Farfán, en su tesis aplicada a la universidad de Piura, implementa fluorescentes más eficientes a los existentes (tubos fluorescentes tipo T-8 de 32W) y balastos electrónicos, lo que incrementaría la vida útil de las luminarias y reduciría el consumo de energía. El ahorro por implementar estas medidas es el siguiente:

Ahorro generado en los 20 años S/.	393686
Ahorro promedio por año S/.	19684

En esta investigación, se busca implementar luminarias LED para buscar eso y otros beneficios adicionales. Asimismo, un banco de condensadores automáticos garantizará que la universidad no realice pagos por energía reactiva, esa una herramienta muy común cuando se busca un ahorro.

Los ahorros generados por implementar estas medidas es el siguiente:

Implementación de tubos LED 18W	S/. 122421.56
Implementación del banco de condensadores	S/. 3343.50
Mantenimiento de luminarias.	S/. 2610.00
<b>TOTAL</b>	<b>S/. 128375.06</b>

- Aliaga Bautista, en su tesis busca orientar a las pequeñas y medianas empresas en elegir el suministro de energía y la opción tarifaria más correcta para sus intereses económicos. Para ello, establece un sistema para monitorear la energía, haciendo uso de esta información cotidiana y sus procesos, con el fin de reducir el costo de su facturación energética. En esta investigación se aplicó algo similar, en donde se evaluó a la universidad para verificar si se encuentra en la opción tarifaria y el tipo de usuario más óptimo, haciendo uso de los pliegos tarifarios que emite Osinergmin y las guías de orientación que establece la Dirección General de Electricidad (DGE). Con estas herramientas y a través de cálculos, se pueden obtener ahorros de hasta S/. 128375.06 anuales.
- Calderón Valencia, en su tesis aplicada a la Universidad Nacional de Trujillo, realiza las mediciones de parámetros para sus cálculos futuros, dentro de los cuales calcula su factor de potencia mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Factor de potencia} = \cos(\tan^{-1} \left( \frac{\text{Energía reactiva}}{\text{Energía activa}} \right))$$

Parámetros del suministro eléctrico de la UNT (Fuente: Calderón, 2015).

ÍTE M	PERÍODO	EA (kWh)	EAHP (kWh)	EAFP (kWh)	ER (kWh)	PHP (kW)	PFP (kW)	F.P.
1.0	2014-12	176880.00	38400.00	138480.00	155280.00	648.00	624.00	0.75
2.0	2014-11	201840.00	45120.00	156720.00	168000.00	672.00	648.00	0.77
3.0	2014-10	204000.00	45360.00	158640.00	171120.00	672.00	624.00	0.77
4.0	2014-09	204720.00	47760.00	156960.00	163920.00	672.00	624.00	0.78
5.0	2014-08	179760.00	38880.00	140880.00	151680.00	624.00	600.00	0.76
6.0	2014-07	203040.00	44400.00	158640.00	168240.00	696.00	648.00	0.77
7.0	2014-06	213120.00	48240.00	164880.00	171360.00	720.00	672.00	0.78
8.0	2014-05	217200.00	48960.00	168240.00	174000.00	720.00	672.00	0.78
9.0	2014-04	193920.00	42960.00	150960.00	158880.00	720.00	648.00	0.81
10.0	2014-03	153840.00	34080.00	119760.00	134880.00	432.00	408.00	0.75
11.0	2014-02	147600.00	30960.00	116640.00	129120.00	432.00	480.00	0.75
12.0	2014-01	165600.00	34800.00	130800.00	141120.00	456.00	480.00	0.76
<b>PROMEDIO</b>		<b>188460.00</b>	<b>41660.00</b>	<b>146800.00</b>	<b>157300.00</b>	<b>622.00</b>	<b>594.00</b>	<b>0.77</b>

Para esta investigación, al realizar el cálculo de factor de potencia no se usó la energía reactiva, ni energía activa dado que distorsiona un poco el factor de potencia, para ello se usó los registros de potencia activa y potencia reactiva que brindó el analizador de redes de propiedad de Hidrandina.

Con la misma ecuación mencionada líneas arriba, se halló el factor de potencia de las instalaciones de la Universidad Cesar Vallejo, obteniendo el siguiente resultado.

Tiempo	Potencia Activa (kW)	Potencia Reactiva (kVAR)	Potencia Aparente (kVA)	Factor de Potencia
<b>17/10/16</b>				
01:00	71.8635	13.3636	73.0951	0.983
02:00	67.6635	10.5818	68.4859	0.987
03:00	65.8908	10.1727	66.6714	0.988
04:00	69.3817	11.2090	70.2813	0.987
05:00	67.6635	10.5818	68.4859	0.987
06:00	76.8271	12.7363	77.8756	0.986
07:00	121.9089	11.6727	122.4664	0.995
08:00	247.3906	81.2181	260.3814	0.950
09:00	278.2088	76.8817	288.6363	0.963
10:00	317.2633	93.7908	330.8363	0.958
11:00	342.4087	110.4544	359.7831	0.951
12:00	334.6905	104.1544	350.5222	0.954
13:00	304.3906	86.3726	316.4077	0.962
14:00	288.6815	72.3544	297.6107	0.969
15:00	297.6269	72.9544	306.4377	0.971
16:00	282.0269	68.5635	290.2414	0.971
17:00	307.4724	90.8999	320.6276	0.958
18:00	343.4996	134.8907	369.0358	0.930

Con las herramientas anteriormente mencionadas, se puede confirmar el ahorro energético en la Universidad Cesar Vallejo y verse reflejado en sus ahorros y pagos por consumo de energía durante cada periodo.

## V. CONCLUSIONES

- El estudio del ahorro energético bien aplicado a toda empresa, industria o universidad otorga beneficios económicos dependiendo del grado de optimización de sus recursos y de la disponibilidad de recursos financieros para la inversión.
- Implementar equipos con mayor eficiencia permitirá un ahorro de energía de manera constante a lo largo del tiempo, a pesar de requerir una inversión económica importante.
- Calificar como un usuario Fuera de Punta durante todos los periodos, brinda ahorros económicos significativos en la facturación por consumo de energía.
- Conocer las áreas legales y técnicas con respecto a los parámetros que tiene un contrato de suministro eléctrico, permite al usuario tener una visión más clara para seleccionar las mejores opciones respecto a su interés económico.
- Los equipos con mayor eficiencia no solo permiten ahorrar en el consumo de energía; además, permite reducir en gran medida la emisión de gases de efecto invernadero (principalmente Dióxido de Carbono CO<sub>2</sub>).
- Es importante que todo proyecto de origen privado sea analizado mediante una evaluación económica para conocer la rentabilidad y viabilidad del proyecto previo de su implementación.



## **VI. RECOMENDACIONES**

- La Universidad Cesar Vallejo – campus Trujillo debe contar con una área de profesionales y técnicos, encargada de gestionar las mejoras con respecto a los equipos y bienes de la universidad para generar un ahorro de energía, así como la orientación y verificación del contrato de suministro eléctrico y facturaciones a pagar con la concesionaria durante cada periodo. Es necesario cubrir áreas igual de importantes para un ahorro energético en dicha institución, tales como el personal que almacene información del plano eléctrico de la universidad, las lecturas de datos del medidor electrónico, entre otros.
- Es necesaria la incorporación de un grupo electrógeno a la universidad para realizar maniobras eléctricas o mantenimiento correctivo a las subestaciones eléctricas cuando se necesite hacer corte de energía eléctrica. Actualmente, la universidad alquila este grupo electrógeno a la Universidad Privada Antenor Orrego (UPAO) por un monto estimado de S/. 4000.00.
- Es necesario capacitar al estudiante sobre los temas legales correspondientes a un contrato de suministro eléctrico, pliegos tarifarios, normas vigentes, entre otros, con el fin de estimular su desarrollo y enfoque al desarrollo de temas de ahorro energético.
- Realizar una inspección minuciosa a las instalaciones eléctricas de toda la universidad, para verificar su estado, tomar mediciones y realizar un mantenimiento correctivo de cualquier equipo que presente fallas, tal y como se intentó hacer en esta investigación.

## VII. REFERENCIAS

- ALVARADO PERUSQUIA, Héctor y RAMIREZ SANCHEZ, Juan. Metodología para el análisis de propagación y filtrado de armónicas en sistemas eléctricos. Tesis (Ingeniería Eléctrica). Instituto Politécnico Nacional. 2010.
- BAUTISTA ALIAGA, Ruby. Optimización de costos en la facturación eléctrica aplicados a la pequeña y micro empresa basados en una correcta aplicación del marco regulatorio y la ley de concesiones eléctricas y su reglamento. dl 25844 - DS 093 – 2003. Tesis (Ingeniería eléctrica). Universidad Nacional de Ingeniería. 2008.
- CALDERÓN VALENCIA, Pablo. Implementación de un nuevo sistema de utilización en media tensión de 22900 voltios para mejorar la calidad de servicio eléctrico de la ciudad universitaria de la Universidad Nacional de Trujillo, La Libertad 2015. Tesis (Ingeniería Mecánica Eléctrica). Universidad Cesar Vallejo. 2016.
- COES, “Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos (D. S. N° 020-97-EM). 2010. Accesible en [www.coes.org.pe/dataweb3/2010/djr/baselegal/Norma%20Tecnica%20de%20Calidad%20de%20los%20Servicios%20Electricos.pdf](http://www.coes.org.pe/dataweb3/2010/djr/baselegal/Norma%20Tecnica%20de%20Calidad%20de%20los%20Servicios%20Electricos.pdf)
- FIESTAS FARFÁN, Brian. Ahorro energético en el sistema eléctrico de la universidad de Piura - campus Piura. Tesis (Master en Ingeniería Mecánica Eléctrica). Universidad de Piura. 2011.
- Ministerio del Ambiente. Huella de Carbono. Accesible en [www.minam.gob.pe/semanaclimatica/wpcontent/uploads/sites/104/2015/06/La-Huella-de-Carbono-%C3%B3n-instrumentos-sostenibilidad.pdf](http://www.minam.gob.pe/semanaclimatica/wpcontent/uploads/sites/104/2015/06/La-Huella-de-Carbono-%C3%B3n-instrumentos-sostenibilidad.pdf)
- Schneider Electric. Compensación de energía reactiva y filtrado de armónicos – Capítulo 5. Accesible en [www.schneider-electric.cl/documents/local/catalogos/de/cap5.pdf](http://www.schneider-electric.cl/documents/local/catalogos/de/cap5.pdf)

**Anexo A**  
**PRINCIPALES CARGAS ELECTRICAS EN LA UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - TRUJILLO**  
**Pabellón A**

Subestación	Circuito	Fluorescente 36 watts	Fluorescente circular 18 watts	Aire acondicionado	Ordenadores
SED-2 Transformador 250 kVA	<u>Primer piso:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cooperación y recursos internacionales. 6 UND.</li> <li>▪ Auditorio 27 UND.</li> <li>▪ Consultorio medico 10 UND.</li> <li>▪ Servicios higiénicos</li> <li>▪ Bodega 1 UND.</li> <li>▪ Gerencia general 6 UND.</li> <li>▪ Caja e informes 84 UND.</li> <li>▪ Aula 103 12 UND.</li> <li>▪ Aula 105 12 UND.</li> <li>▪ Registros Académicos 12 UND.</li> <li>▪ Pasadizos</li> </ul>		6 UND. 1 UND.	2 UND.	2 UND. 2 UND. 5 UND.  2 UND. 10 UND. 1 UND. 1 UND. 2 UND.
	<u>Segundo piso:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Centro fotocopiado 4 UND.</li> <li>▪ Laboratorio A-210 12 UND.</li> <li>▪ Facultad Arquitectura 8 UND.</li> <li>▪ Apoyo de Arquitectura 8 UND.</li> </ul>		36 UND.	1 UND.	2 UND. 24 UND. 2 UND. 2 UND.



<b>SED-2 Transformador 250 kVA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pasadizos</li> </ul>		36 UND.		
	<u>Cuarto piso:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Escuela de Administración, Turismo y Marketing. 8 UND.</li> <li>▪ Facultad de Ciencias empresariales. 8 UND.</li> <li>▪ Oficinas 16 UND.</li> <li>▪ Servicios Higiénicos 4 UND.</li> <li>▪ Aula A-405 12 UND.</li> <li>▪ Aula A-406 12 UND.</li> <li>▪ Aula A-407 12 UND.</li> <li>▪ Aula A-408 12 UND.</li> <li>▪ Aula A-409 12 UND.</li> <li>▪ Aula A-411 12 UND.</li> <li>▪ Aula A-415 12 UND.</li> <li>▪ Aula A-417 12 UND.</li> <li>▪ Pasadizos 30 UND.</li> </ul>		4 UND.		6 UND. 4 UND. 8 UND. 1 UND. 1 UND. 1 UND. 1 UND. 1 UND. 1 UND. 1 UND.
	<u>Quinto piso:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Facultad de ciencias medicas 8 UND.</li> <li>▪ Servicio e información 8 UND.</li> <li>▪ Coordinación de investigaciones 2 UND.</li> </ul>		3 UND.		4 UND. 2 UND. 2 UND.

<p>SED-2 Transformador 250 kVA</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Escuela de enfermería, obstetricia y nutrición</li> <li>▪ Laboratorio de microbiología.</li> <li>▪ Laboratorio de farmacología, biología y fisiología</li> <li>▪ Oficinas</li> <li>▪ Servicios higiénicos</li> <li>▪ Aula A-503</li> <li>▪ Aula A-505</li> <li>▪ Aula A-506</li> <li>▪ Aula A-507</li> <li>▪ Aula A-508</li> <li>▪ Aula A-511</li> <li>▪ Pasadizos</li> </ul>	<p>8 UND.</p> <p>12 UND.</p> <p>12 UND.</p> <p>2 UND.</p> <p>12 UND.</p> <p>12 UND.</p> <p>12 UND.</p> <p>12 UND.</p> <p>12 UND.</p> <p>12 UND.</p> <p>12 UND.</p>	<p>4 UND.</p> <p>8 UND.</p> <p>3 UND.</p> <p>4 UND.</p> <p>32 UND.</p>		<p>6 UND.</p> <p>1 UND.</p> <p>1 UND.</p> <p>6 UND.</p> <p>1 UND.</p> <p>1 UND.</p> <p>1 UND.</p> <p>1 UND.</p> <p>1 UND.</p> <p>1 UND.</p>
<p>SED-2 Transformador 250 kVA</p>	<p><u>Sexto piso:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sala de acreditación</li> <li>▪ SOCIEM</li> <li>▪ Oficinas</li> <li>▪ Servicios higiénicos</li> <li>▪ Aulas A-604 al A-610</li> <li>▪ Aulas A-615 al A-620</li> <li>▪ Pasadizos</li> </ul>	<p>8 UND.</p> <p>8 UND.</p> <p>16 UND.</p> <p>8 UND.</p> <p>84 UND.</p> <p>72 UND.</p>	<p>4 UND.</p> <p>4 UND.</p> <p>6 UND.</p> <p>28 UND.</p>		<p>2 UND.</p> <p>4 UND.</p> <p>6 UND.</p> <p>10 UND.</p> <p>6 UND.</p>

**Pabellón B – Facultad de Educación de Idiomas**

Subestación	Circuito	Fluorescente 36 watts	Fluorescente circular 18 watts	Aire acondicionado	Ordenadores
<p align="center">SED-2 Transformador 250 kVA</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 16 Aulas</li> <li>▪ 8 Oficinas</li> <li>▪ Servicios higiénicos</li> <li>▪ Escuela de educación de idiomas</li> <li>▪ Pasadizos</li> </ul>	<p>192 UND. 64 UND. 32 UND. 4 UND.</p>	<p>16 UND. 16 UND. 2 UND.  36 UND</p>	<p align="center">1 UND</p>	<p>20 UND. 24 UND.  4 UND.</p>

**Pabellón C – Laboratorios de Investigación**

Subestación	Circuito	Fluorescente 36 watts	Fluorescente circular 18 watts	Aire acondicionado	Ordenadores
<p align="center">SED-1 Transformador 350 kVA</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ SSOMA</li> <li>▪ TOPICO SSOMA</li> <li>▪ 16 Laboratorios de investigación</li> <li>▪ Admisión</li> <li>▪ Pasadizos</li> </ul>	<p>4 UND. 4 UND. 772 UND.</p>	<p>30 UND. 18 UND.</p>		<p>3 UND. 2 UND. 16 UND.  20 UND.</p>

**Pabellón D – Facultad de Psicología y Derecho**

Subestación	Circuito	Fluorescente 36 watts	Fluorescente circular 18 watts	Ordenadores	Aire acondicionado (SED-2) Transformador 200kVA
SED-1 Transformador 350 kVA	<u>Primer piso:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Centro de Informática y Sist. (CIS)</li> <li>▪ Laboratorio 1 D-101</li> <li>▪ Laboratorios 2 D-102</li> <li>▪ Servicios higiénicos</li> <li>▪ Biblioteca</li> <li>▪ Pasadizos</li> </ul>	16 UND. 18 UND. 18 UND.  92 UND.	    6 UND.  8 UND.	4 UND. 31 UND. 31 UND.  16 UND.	   1 UND. 1 UND.
SED-1 Transformador 350 kVA	<u>Segundo piso:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Laboratorio D-202</li> <li>▪ Laboratorio D-203</li> <li>▪ Laboratorio D-204</li> <li>▪ Laboratorio D-205</li> <li>▪ Biblioteca</li> <li>▪ Servicios higiénicos</li> <li>▪ Pasadizos</li> </ul>	12 UND. 12 UND. 18 UND. 18 UND. 80 UND.	    6 UND. 14 UND.	31 UND. 31 UND. 31 UND. 31 UND. 4 UND.	1 UND. 1 UND. 1 UND. 1 UND.



<p>SED-1 Transformador 350 kVA</p>	<p><u>Tercer piso:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aula D-301 y D-302</li> <li>▪ Aula D-303</li> <li>▪ Aula D-304</li> <li>▪ Aula D-305</li> <li>▪ Aula D-306</li> <li>▪ Aula D-307</li> <li>▪ Aula D-308</li> <li>▪ Pasadizos</li> </ul>	<p>24 UND. 12 UND. 12 UND. 12 UND. 12 UND. 12 UND. 12 UND.</p>	<p>16 UND.</p>	<p>2 UND. 1 UND. 1 UND. 1 UND. 1 UND. 1 UND. 1 UND.</p>	
<p>SED-1 Transformador 350 kVA</p>	<p><u>Cuarto piso:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aula D-401</li> <li>▪ Aula D-402</li> <li>▪ Aula D-403</li> <li>▪ Aula D-404</li> <li>▪ Aula D-405</li> <li>▪ Aula D-406</li> <li>▪ Aula D-407</li> <li>▪ Aula D-408</li> <li>▪ Pasadizos</li> </ul>	<p>12 UND. 12 UND. 12 UND. 12 UND. 12 UND. 12 UND. 12 UND. 12 UND.</p>	<p>18 UND.</p>	<p>1 UND. 1 UND. 1 UND. 1 UND. 1 UND. 1 UND. 1 UND. 1 UND.</p>	
<p>SED-1 Transformador 350 kVA</p>	<p><u>Quinto piso:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aula D-501 al D-508</li> <li>▪ Pasadizos</li> </ul>	<p>96 UND.</p>	<p>20 UND.</p>	<p>12 UND.</p>	

**Pabellón E – Facultad de Ingeniería**

Subestación	Circuito	Fluorescente 36 watts	Fluorescente circular 18 watts	Ordenadores	Aire acondicionado (SED-2) Transformador 200kVA
SED-1 Transformador 350 kVA	<u>Primer piso:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Laboratorio de suelos e hidráulica</li> <li>▪ Laboratorios de manufactura</li> <li>▪ Oficinas diversas</li> <li>▪ Laboratorio industrial</li> <li>▪ Laboratorio de automatización</li> <li>▪ Servicios higiénicos</li> <li>▪ Pasadizos</li> </ul>	24 UND. 24 UND. 30 UND. 12 UND. 12 UND.	8 UND.    5 UND. 19 UND.	2 UND. 1 UND. 12 UND. 1 UND. 1 UND.	
SED-1 Transformador 350 kVA	<u>Segundo piso:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aula A-206 al A-209</li> <li>▪ Escuela de Ing. De Sistemas</li> <li>▪ Escuela de Ing. Mec. Eléctrica</li> <li>▪ Escuela de Ing. Agroindustrial</li> <li>▪ Escuela de Ing. Industrial</li> <li>▪ Servicios higiénicos</li> <li>▪ Aula A-201</li> <li>▪ Aula A-202</li> <li>▪ Pasadizos</li> </ul>	48 UND. 6 UND. 4 UND. 4 UND. 8 UND.  12 UND. 12 UND.	7 UND.   23 UND.	4 UND. 2 UND. 2 UND. 2 UND. 3 UND.  1 UND. 1 UND.	

<p>SED-1 Transformador 350 kVA</p>	<p><u>Tercer piso:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Laboratorio de computo E-301</li> <li>▪ Laboratorio de computo E-302</li> <li>▪ Laboratorio de computo E-306 al E-309</li> <li>▪ Laboratorio arquitectura de comp.</li> <li>▪ Laboratorio de redes</li> <li>▪ Jefatura de laboratorio</li> <li>▪ Servicios higiénicos</li> <li>▪ Pasadizos</li> </ul>	<p>12 UND. 12 UND. 48 UND.</p> <p>12 UND. 24 UND. 8 UND.</p>	<p>4 UND. 5 UND. 25 UND.</p>	<p>24 UND. 28 UND. 114 UND.</p> <p>23 UND. 32 UND. 2 UND.</p>	<p>7 UND.</p>
<p>SED-1 Transformador 350 kVA</p>	<p><u>Cuarto piso:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aula E-401</li> <li>▪ Aula E-402</li> <li>▪ Aula E-405 al E-408</li> <li>▪ Aula D-409 Gabinete de dibujo</li> <li>▪ Laboratorio de química</li> <li>▪ Oficina proyectos civiles</li> <li>▪ Servicios higiénicos</li> <li>▪ Pasadizos</li> </ul>	<p>12 UND. 12 UND. 48 UND. 12 UND. 26 UND. 8 UND.</p>	<p>8 UND. 26 UND.</p>	<p>1 UND. 1 UND. 4 UND. 1 UND. 1 UND. 4 UND.</p>	
<p>SED-1 Transformador 350 kVA</p>	<p><u>Quinto piso:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aula E-501 y E-502</li> <li>▪ Aula E-506 al E-509</li> <li>▪ Laboratorio de física</li> </ul>	<p>24 UND. 48 UND.</p>	<p>7 UND.</p>	<p>2 UND. 4 UND. 1 UND.</p>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Laboratorio de electrónica</li> <li>▪ Servicios higiénicos</li> <li>▪ Pasadizos</li> </ul>		6 UND. 10 UND. 26 UND.	1 UND.	
<b>SED-1</b> <b>Transformador</b> <b>350 kVA</b>	<u>Sexto piso:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aula E-607 y E-608</li> <li>▪ Dirección de escuela</li> <li>▪ Secretaria</li> <li>▪ Dirección Tecnológica</li> <li>▪ Laboratorio</li> <li>▪ Oficina de proyectos</li> <li>▪ Audio y sonido</li> <li>▪ Estudio de Televisión</li> <li>▪ Pasadizos</li> </ul>	24 UND. 12 UND. 12 UND. 12 UND. 12 UND.  12 UND. 12 UND.	    8 UND.  27 UND.	2 UND. 2 UND. 2 UND. 19 UND. 1 UND. 4 UND. 5 UND. 2 UND.	   1 UND.
<b>SED-1</b> <b>Transformador</b> <b>350 kVA</b>	<u>Séptimo piso:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aulas E-706 al E-708</li> <li>▪ Sala de profesores</li> <li>▪ Sala de proyección multimedia</li> <li>▪ Servicio técnico</li> <li>▪ Aula fotográfica</li> <li>▪ Sala de prensa, producción gen.</li> <li>▪ Diario digital, control, cabinas.</li> <li>▪ Pasadizos</li> </ul>	54 UND. 12 UND. 24 UND. 10 UND. 12 UND.	    11 UND. 8 UND. 9 UND	3 UND. 3 UND. 36 UND. 2 UND. 2 UND. 6 UND. 6 UND.	2 UND.  1 UND.

**Pabellón F – Facultad de Ciencias Empresariales**

Subestación	Circuito	Fluorescente 36 watts	Fluorescente circular 18 watts	LED de techo 12 Watts	Ordenadores
SED-1 Transformador 250 kVA	<u>Primer piso y Segundo piso:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Restaurante</li> <li>▪ Pasadizos</li> </ul>	<p align="center">20 UND. 12 UND.</p>		80 UND.	3 UND.
SED-1 Transformador 250 kVA	<u>Tercer piso:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sala de acreditación de ciencias</li> <li>▪ Dirección Nacional de Lideres</li> <li>▪ Sala de Gessel</li> <li>▪ Sala de Sesiones</li> <li>▪ Servicios higiénicos</li> <li>▪ Pasadizos</li> </ul>	<p align="center">8 UND. 8 UND. 12 UND. 12 UND. 8 UND. 12 UND.</p>	4 UND.		3 UND. 3 UND. 4 UND. 2 UND.

<p>SED-1 Transformador 250 kVA</p>	<p><u>Cuarto piso:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aula F-401</li> <li>▪ Aula F-402</li> <li>▪ Aula F-403</li> <li>▪ Aula F-404</li> <li>▪ Servicios higiénicos</li> <li>▪ Pasadizos</li> </ul>	<p>12 UND. 12 UND. 12 UND. 12 UND. 8 UND. 12 UND.</p>	<p>4 UND.</p>		<p>1 UND. 1 UND. 1 UND. 1 UND.</p>
<p>SED-1 Transformador 250 kVA</p>	<p><u>Quinto piso:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Instituto Orientación Vocacional</li> <li>▪ F – 500 Oficina</li> <li>▪ Aula F-501</li> <li>▪ Aula F-502</li> <li>▪ Aula F-503</li> <li>▪ Aula F-504</li> <li>▪ Servicios higiénicos</li> <li>▪ Pasadizos</li> </ul>	<p>12 UND. 8 UND. 12 UND. 12 UND. 12 UND. 12 UND. 8 UND. 12 UND.</p>	<p>4 UND.</p>		<p>2 UND. 4 UND. 1 UND. 1 UND. 1 UND. 1 UND.</p>
<p>SED-1 Transformador 250 kVA</p>	<p><u>Sexto piso:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tesorería</li> <li>▪ Dirección de contabilidad</li> <li>▪ Dirección de RR.HH.</li> <li>▪ Servicios higiénicos</li> <li>▪ Pasadizos</li> </ul>	<p>8 UND. 10 UND. 6 UND. 8 UND. 12 UND.</p>	<p>4 UND.</p>		<p>2 UND. 8 UND. 4 UND.</p>

### Iluminación Pública

Subestación	Circuito	Ahorrador de 18 de watts	Fluorescentes de 20 watts	Demanda(kW)	
SED-1	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Camino hacia los pabellones D, E y explanada</li> </ul>	8 UND.	8	0.304	
SED-2	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Camino de acceso principal</li> <li>▪ Oficina de Grados y Títulos</li> </ul>	5 UND. 6 UND.	20 UND.	0.598	
	<b>DEMANDA TOTAL</b>			<b>0.902</b>	

### Explanada y oficinas cercanas

Subestación	Circuito	Fluorescente 36 de watts	Ordenadores	Demanda(kW)	
SED-1	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Infraestructura y obras</li> <li>▪ Logística</li> <li>▪ Marketing y promoción</li> <li>▪ Imagen y comunicación</li> </ul>	12 UND. 12 UND. 12 UND. 12 UND.	8 UND. 4 UND. 4 UND. 5 UND.	1.728	5.25
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Explanada</li> </ul>	84 UND.	2 UND.	3.024	0.5
				<b>TOTAL</b>	<b>4.752</b>

### Laboratorio de Ingeniería Mecánica Eléctrica

ITEM	Equipo	Factor de utilización	Máxima Demanda (kW)
1	Torno CNC S1-360	0.7	5.4
2	Taladro electromecánico	0.7	10.4
3	Moladora	0.7	4.0
4	Esmeril	0.7	4.0
5	Compresora de aire	0.7	1.5
6	Máquina de soldar	0.7	2.8
		<b>DEMANDA TOTAL</b>	<b>28.1</b>

#### Sistema de bombeo

Subestación	Equipo	Demanda (kW)
SED-1	Bomba sumergible (12HP) + 3 Bombas (4HP)+ Bomba(2HP)	<b>32.8</b>

#### CUADRO RESUMEN DE LAS PRINCIPALES CARGAS DE CADA PABELLÓN

Subestación	Pabellón	Iluminación (Interior y pasadizos) kW		Ordenadores (kW)	Demanda máxima (kW)
<b>SED-2 Transformador 250 kVA</b>	A	30.1	4.8	48.25	93.15
	B	10.5	1.26	12	26.26
	F	10.51	1.24	10.75	22.5
				<b>TOTAL</b>	<b>141.91</b>

Subestación	Pabellón	Iluminación		Ordenadores	Demanda máxima
<b>SED-1 Transformador 350 kVA</b>	C	28.0	0.86	10.25	39.11
	D	20.59	1.58	59.5	81.67
	E	25.56	3.99	92.5	122.05
	Iluminación publica				0.902
	Explanada y oficinas cerca				10.50
	Laboratorio I.M.E.				28.1
	Sistema de bombeo				32.8
				<b>TOTAL</b>	<b>315.13</b>



Subestación	Pabellón	Aire acondicionado (kW)	Factor de Simultaneidad	Demanda máxima (kW)
SED-2 Transformador 200 kVA	A	22.8	0.7	15.96
	B	22.8	0.7	15.96
	D	34.2	0.7	23.94
	E	62.7	0.7	43.89
	F	28.5	0.7	19.95
				<b>TOTAL</b>

### Anexo B

Mes	Energía Activa en Hora punta (kWh)	Energía Activa Fuera de Hora punta (kWh)	Exceso Energía Reactiva (kVarh)	Pot. Uso Redes Distrib. HP (kW-mes)	Pot. Activa Generación HP (kW-mes)	Pago total con tarifa MT2	Pago total con tarifa MT3	Pago total con tarifa MT4
Sep-15	31991.229	96900.969	8350.9926	446.95	405.45	49217.61	48369.61	48438.74
Oct-15	32891.238	101564.652	9027.363	447.27	420.00	50956.04	50060.94	50149.45
Nov-15	29891.208	95891.868	7674.6222	455.75	418.54	49715.42	48779.30	48890.93
Dic-15	25063.887	83237.196	6973.7061	428.93	395.45	45080.56	44202.89	44322.83
Ene-16	21900.219	81109.9020	3760.9467	420.00	342.41	42843.37	42090.92	42287.27
Feb-16	25772.985	92237.2860	7170.0717	420.00	340.33	45749.40	44973.62	45179.50
Mar-16	27600.276	96028.2330	6139.1523	429.54	436.66	52011.10	50903.03	51096.02
Abr-16	31473.042	98319.1650	9362.8209	441.82	445.86	51976.84	50893.58	50980.20
May-16	31936.683	99082.8090	8967.3624	441.82	386.25	49153.29	48246.01	48307.41
Jun-16	30273.030	93846.3930	6728.5661	410.56	349.09	45903.81	45067.70	45125.22
Jul-16	23945.694	80673.5340	3141.8496	410.86	348.67	42232.77	41398.50	41501.97
Ago-16	22534.395	76524.6037	881.44606	416.99	163.85	32102.95	31947.65	32056.77

### Anexo C:

Coeficiente “C” para calcular la energía reactiva (Fuente: Calderón, 2015).

FP antes de compensar		Factor de potencia después de compensar											
		cosφ	0,80	0,84	0,88	0,90	0,90	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	1,00
		tgφ	0,750	0,646	0,540	0,484	0,484	0,329	0,292	0,251	0,203	0,142	0,000
cosφ	tgφ												
0,400	2,291	1,541	1,645	1,752	1,807	1,865	1,963	2,000	2,041	2,088	2,149	2,291	
0,430	2,100	1,350	1,454	1,560	1,615	1,674	1,771	1,808	1,849	1,897	1,957	2,100	
0,460	1,930	1,180	1,284	1,391	1,446	1,504	1,602	1,639	1,680	1,727	1,788	1,930	
0,490	1,779	1,029	1,133	1,239	1,295	1,353	1,450	1,487	1,528	1,576	1,637	1,779	
0,520	1,643	0,893	0,997	1,103	1,158	1,217	1,314	1,351	1,392	1,440	1,500	1,643	
0,550	1,518	0,768	0,873	0,979	1,034	1,092	1,190	1,227	1,268	1,315	1,376	1,518	
0,580	1,405	0,655	0,759	0,865	0,920	0,979	1,076	1,113	1,154	1,201	1,262	1,405	
0,610	1,299	0,549	0,653	0,759	0,815	0,873	0,970	1,007	1,048	1,096	1,157	1,299	
0,640	1,201	0,451	0,555	0,661	0,716	0,775	0,872	0,909	0,950	0,998	1,058	1,201	
0,670	1,108	0,358	0,462	0,568	0,624	0,682	0,779	0,816	0,857	0,905	0,966	1,108	
0,700	1,020	0,270	0,374	0,480	0,536	0,594	0,692	0,729	0,770	0,817	0,878	1,020	
0,730	0,936	0,186	0,290	0,396	0,452	0,510	0,608	0,645	0,686	0,733	0,794	0,936	
0,760	0,855	0,105	0,209	0,315	0,371	0,429	0,526	0,563	0,605	0,652	0,713	0,855	
0,790	0,776	0,026	0,130	0,236	0,292	0,350	0,447	0,484	0,525	0,573	0,634	0,776	
0,800	0,750	-	0,104	0,210	0,266	0,324	0,421	0,458	0,499	0,547	0,608	0,750	
0,810	0,724	-	0,078	0,184	0,240	0,298	0,395	0,432	0,473	0,521	0,581	0,724	
0,820	0,698	-	0,052	0,158	0,214	0,272	0,369	0,406	0,447	0,495	0,556	0,698	
0,830	0,672	-	0,026	0,132	0,188	0,246	0,343	0,380	0,421	0,469	0,530	0,672	
0,840	0,646	-	-	0,106	0,162	0,220	0,317	0,354	0,395	0,443	0,503	0,646	
0,850	0,620	-	-	0,080	0,135	0,194	0,291	0,328	0,369	0,417	0,477	0,620	
0,860	0,593	-	-	0,054	0,109	0,167	0,265	0,302	0,343	0,390	0,451	0,593	
0,870	0,567	-	-	0,027	0,082	0,141	0,238	0,275	0,316	0,364	0,424	0,567	
0,880	0,540	-	-	-	0,055	0,114	0,211	0,248	0,289	0,337	0,397	0,540	
0,890	0,512	-	-	-	0,028	0,086	0,184	0,221	0,262	0,309	0,370	0,512	
0,900	0,484	-	-	-	-	0,058	0,156	0,193	0,234	0,281	0,342	0,484	
0,910	0,456	-	-	-	-	0,030	0,127	0,164	0,205	0,253	0,313	0,456	
0,920	0,426	-	-	-	-	-	0,097	0,134	0,175	0,223	0,284	0,426	
0,930	0,395	-	-	-	-	-	0,067	0,104	0,145	0,192	0,253	0,395	
0,940	0,363	-	-	-	-	-	0,034	0,071	0,112	0,160	0,220	0,363	
0,950	0,329	-	-	-	-	-	-	0,037	0,078	0,126	0,186	0,329	
0,960	0,292	-	-	-	-	-	-	-	0,041	0,089	0,149	0,292	
0,970	0,251	-	-	-	-	-	-	-	-	0,048	0,108	0,251	
0,980	0,203	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,061	0,203	
0,990	0,142	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,142	

## Anexo D:

Opciones tarifarias para usuarios en Media Tensión y Baja Tensión (Fuente: Pliegos tarifarios de Osinergmin).


Tarifaria	Medición	
Media Tensión		
<b>MT2</b>	Medición de dos energías activas y dos potencias activas (2E2P)  Energía : Punta y Fuera de Punta Potencia: Punta y Fuera de Punta  Medición de energía reactiva  Modalidad de facturación de potencia activa variable	a) Cargo fijo mensual. b) Cargo por energía activa en horas de punta. c) Cargo por energía activa en horas fuera de punta. d) Cargo por potencia activa de generación en horas de punta. e) Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución en horas de punta. f) Cargo por exceso de potencia activa por uso de las redes de distribución en horas fuera de punta. g) Cargo por energía reactiva.
<b>MT3</b>	Medición de dos energías activas y una potencia activa (2E1P)  Energía: Punta y Fuera de Punta Potencia: Máxima del Mes  Medición de energía reactiva  Modalidad de facturación de potencia activa variable.  Calificación de Potencia: P: Usuario presente en punta FP: Usuario presente fuera de punta	a) Cargo fijo mensual. b) Cargo por energía activa en horas de punta. c) Cargo por energía activa en horas fuera de punta. d) Cargo por potencia activa de generación. e) Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución. f) Cargo por energía reactiva.
<b>MT4</b>	Medición de una energía activa y una potencia activa (1E1P)  Energía: Total del mes. Potencia: Máxima del mes  Medición de energía reactiva  Modalidad de facturación de potencia activa variable  Calificación de Potencia: P: Usuario presente en punta FP: Usuario presente fuera de punta	a) Cargo fijo mensual. b) Cargo por energía activa. c) Cargo por potencia activa de generación. d) Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución. e) Cargo por energía reactiva.

# Anexo E:

## Facturación eléctrica de la Universidad Cesar Vallejo – Campus Trujillo.

Recibo N° 501-39581580  
Victor Larco Herrera/Trujillo  
Recibo por Consumo del 01/03/2016 al 31/03/2016

Cliente: Universidad Cesar Vallejo S.A.C.  
R.U.C.: 20164113532  
Dirección: Av. Victor Larco CD17 Urb. Las Flores  
Referencia: 12-107-301  
Ruta: MT3  
Tarifa: Serie Medidor: 00000001616386 - Electrón.  
Medición: Media Tension N° Hilos Medidor: 3  
Tensión: 10 kV Modalidad: Potencia Variable  
SED: E-323351 Inicio Contrato: 05/03/2010  
Tipo Suministro: Trifásica-Aérea(C5.2) Termino Contrato: 04/03/2017



**Marzo-2016**

**CÓDIGO 47152205**

Promedio Máxima Demanda: 429.5498  
Potencia Contratada: 360.0000

Calificación: Horas Punta: HorasPunta: 125

Magnitud Leida	Lectura Anterior	Lectura Actual	Diferencia	Demanda
Energia Activa Total (kWh)	52,171.0000	52,624.3000	453.3000	123,628.5090
Energia Activa Hora Punta (kWh)	13,257.4000	13,358.6000	101.2000	27,600.2760
Energia Activa Fuera Punta (kWh)	38,913.6000	39,265.7000	352.1000	96,028.2330
Energia Reactiva (kVarh)	35,267.5000	35,426.0000	158.5000	43,227.7050
Potencia Hora Punta (kW)	1.3400	1.6100	1.6100	439.0953
Potencia Fuera Punta (kW)	1.2900	1.4500	1.4500	395.4585

Concepto	Consumo	Precio Unitario	Total
Cargo Fijo		6.4481	6.45
Cargo por Reparación y Mantenimiento			18.60
Energia Activa HP	27600.2760	0.2175	6003.06
Energia Activa FP	96028.2330	0.1797	17206.87
Energia Reactiva	6139.1523	0.0452	277.49
Pot. Uso Redes Distrib HP	429.5498	14.0800	6048.06
Pot. Activa Generación HP	439.0953	48.5400	21313.68
AlumbradoPublico (Alcualco: S/ 0.4370)			1311.60
SUB TOTAL			52231.62
Imp. Gral. a las Ventas			9401.99
Saldo por redondeo	1.0000	-0.0100	-0.14
Diferencia de redondeo		0.0300	0.03
Aporte Ley Nro. 28749 0.0079	123628.5090	0.0079	976.67
<b>TOTAL RECIBO DE MARZO-2016</b>			<b>62610.00</b>

Factor Calificación: 0.5029 Fac.Medic. 272.7300




Importe 2 Últimos Meses Facturados  
Ene - 2016 S/ 52081.90 Feb - 2016 S/ 56990.00

HISTORICO DE CONSUMOS Y DEMANDAS	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
CAFP kWh	89046	94010	12192	132028	68837	72026	90591	101565	95462	82207	81110	82227	96028
CAP kWh	24608	28418	31755	31718	36182	20782	31091	32991	30881	26064	31900	26773	21860
PFP kW	340384	302737	425488	4263200	4292547	3109122	3329128	4118223	3827312	3792847	3283852	3518217	385458
PHP kW	3813482	3057658	1183640	4554591	4394263	1614328	4863017	4204047	4202047	3314585	3430238	3654562	4280553

**TOTAL S/\*\*\*\*\*62,610.00**

Su AMT es : A3012 - TSU005 de SE de Potencia : P-302 S.E. TRUJILLO SUR

Emisión: 04/04/2016 Vencimiento: 21/04/2016

Son: SESENTA Y DOS MIL SEISCIENTOS DIEZ Y 00/100 SOLES

(\*) El importe en letras hace referencia al total del recibo del mes de Marzo-2016 Comprobante emitido según RS-007-99 SUNAT Cap I Art 4, Inciso 6.1.d.

XVII FERIA DE LA CIRUELA  
21, 22, 23 y 24 de Abril del 2016 Virú, te espera

SOY MEJOR SIN DROGAS. Llama gratis a Habla Franco  
0800 - 44 - 400 - DEVIDA

Hidrandina R.U.C. 20132023540

Facturación: **Marzo-2016**  
Universidad Cesar Vallejo S.A.C.  
Suministro: 47152205  
Dirección: Av. Victor Larco CD17 Urb. Las Flores  
Ruta: 12-107-301  
Emisión: 04/04/2016



Recibo N° 501-39581580  
Victor Larco Herrera/Trujillo  
**TOTAL A PAGAR S/ \*\*\*\*\*62,610.00**



**Recibo N° 501-39888621**

Victor Larco Herrera/Trujillo

Recibo por Consumo del 01/04/2016 al 30/04/2016

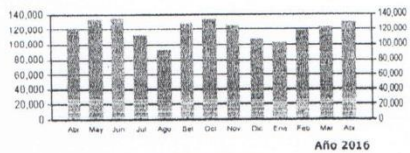
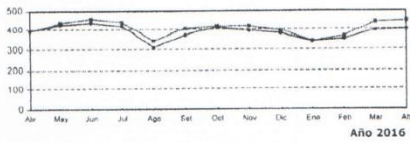
**Cliete** Universidad Cesar Vallejo S.A.C.  
**R.U.C.** 20164113532  
**Dirección** Av. Victor Larco CD17 Urb. Las Flores - Victor Larco Herrera, Trujillo - La Libe  
**Referencia**  
**Ruta** 12-107-301  
**Tarifa** MT3 **Serie Medidor** 000000001616386 - Electrón.  
**Medición** Media Tension **N° Hilos Medidor** 3  
**Tensión** 10 kV **Modalidad** Potencia Variable  
**SED** E-323351 **Inicio Contrato** 05/03/2010  
**Tipo Suministro** Trifásica-Aérea(C5.2) **Termino Contrato** 04/03/2017

**Abril-2016**

**CÓDIGO 47152205**

**Promedio Máxima Demanda** 441.8226 **Potencia Contratada** 360.0000  
**Calificación** **Horas Punta** **HorasPunta** 130

Magnitud Leida	Lectura Anterior	Lectura Actual	Diferencia	Demanda	Concepto	Consumo	Precio Unitario	Total
Energía Activa Total (kWh)	52,824.3000	53,100.2000	475.9000	129,792.2070	Cargo Fijo		6.4320	6.43
Energía Activa Hora Punta (kWh)	13,358.6000	13,474.0000	115.4000	31,473.0420	Cargo por Reposición y Mantenimiento de la Conexión			15.52
Energía Activa Fuera Punta (kWh)	39,265.7000	39,626.2000	360.5000	98,319.1650	Energía Activa HP	31473.0420	0.2073	6524.36
Energía Reactiva (kVarh)	35,426.0000	35,603.1000	177.1000	48,300.4830	Energía Activa FP	98319.1650	0.1715	16861.74
Potencia Hora Punta (kW)	1.6100	1.6300	1.6300	444.5499	Energía Reactiva	441.8226	0.0430	402.60
Potencia Fuera Punta (kW)	1.4500	1.4700	1.4700	400.9131	Pot. Uso Redes Distrib. HP	444.5499	13.8500	6119.24
<b>Factor Calificación : 0.5446</b>		<b>Fac.Medic. 272.7300</b>			Pot. Activa Generacion HP		47.5200	21125.01
					Alumbrado Publico ( Allicuota : S/ 0.4243)			1272.90
					Ajuste Tantano	1.0000	206.2600	206.26
					SUB TOTAL			52534.06
					Imp. Gral. e las Ventas			9456.13
					Saldo por redondeo	1.0000	-0.0300	-0.03
					Redondeo		-0.0200	-0.02
					Aporte Ley Nro. 28749	129792.2070	0.0079	1025.36
<b>TOTAL RECIBO DE ABRIL-2016</b>								<b>63015.50</b>
Aporte FOSE(Ley N°27510) S/ 1482.06								



Importe 2 Últimos Meses Facturados  
 Feb - 2016 S/ 56990.00 Mar - 2016 S/ 62610.00

**HISTORICO DE CONSUMOS Y DEMANDAS**

	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	MAR	ABR
EAFI kWh	94010	102992	103828	99371	72028	96601	101965	96970	87237	81110	82237	98028	90319
CAFP kWh	29418	31226	31718	26152	20782	31991	37891	29691	25064	21900	25773	27800	31473
PFP kWh	3607312	1264566	4363660	4201042	3109122	3769128	4118223	3607512	3769647	5381852	3518217	3664556	4005131
PFP kW	3361580	1303660	4054091	4260993	3438268	4083877	4201642	4201642	3664186	3438268	4083877	4201642	4145496

**N° ID 309147/05**

**Emisión** 04/05/2016 **Vencimiento** 23/05/2016 **TOTAL** S/\*\*\*\*\*63,015.50

**Su AMT es : A3012 - TSU005 de SE de Potencia : P-302 S.E. TRUJILLO SUR**

Son : SESENTA Y TRES MIL QUINCE Y 50/100 SOLES  
 (\*) El importe en letras hace referencia al total del recibo del mes de Abril-2016 Comprobante emitido según RS-007-99 SUNAT Cap. I. Art. 4, Inciso 6.1.d. \*\*\*\* Estado Cuenta Corriente - No Válido Crédito Fiscal \*\*\*\*

Si realiza el pago vía transferencia bancaria debe enviar un correo a: [pagos@dnadistribuz.com.pe](mailto:pagos@dnadistribuz.com.pe) Revise el estado de cuenta de su recibo en: <http://www.distribuz.com.pe/ConsultaRecibos/ConsultaRecibo.asp> x?empresa=3

**Facturación: Abril-2016**  
 Universidad Cesar Vallejo S.A.C.  
**Suministro** 47152205  
**Dirección** Av. Victor Larco CD17 Urb. Las Flores -  
**Ruta** 12-107-301  
**Emisión** 04/05/2016

Recibo N° 501-39888621  
 Victor Larco Herrera/Trujillo  
**TOTAL A PAGAR** S/ \*\*\*\*\*63,015.50

**Ò! R-Èx^+**

Recibo N° 501-40196275  
 Victor Larco Herrera/Trujillo  
 Recibo por Consumo del 01/05/2016 al 31/05/2016



Cliente: Universidad Cesar Vallejo S.A.C.  
 R.U.C.: 20164113532  
 Dirección: Av. Victor Larco CD17 Urb. Las Flores  
 Referencia: Ruta 12-107-301  
 Tarifa: MT3 Serie Medidor: 000000001616386 - Electrón.  
 Medición: Media Tension N° Hilos Medidor: 3  
 Tensión: 10 kV Modalidad: Potencia Variable  
 SED: E-323351 Inicio Contrato: 05/03/2010  
 Tipo Suministro: Trifásica-Aérea(C5 2) Termino Contrato: 04/03/2017

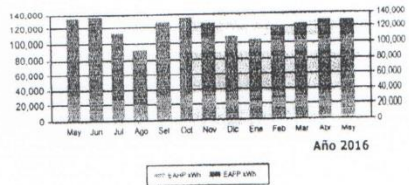
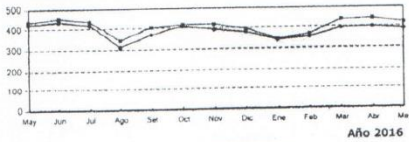
Mayo-2016

CÓDIGO 47152205

Promedio Máxima Demanda Potencia Contratada  
 441.8226 360.0000

Calificación Horas Punta HorasPunta 130

Magnitud Leida	Lectura Anterior	Lectura Actual	Diferencia	Demanda	Concepto	Consumo	Precio Unitario	Total
Energia Activa Total (kWh)	53,100 2000	53,580 6000	480 4000	131,019 4920	Cargo Fijo		6 4300	6 43
Energia Activa Hora Punta (kWh)	13,474 0000	13,591 1000	117 1000	31,936 6830	Cargo por Reposición y Mantenimiento			15 51
Energia Activa Fuera Punta (kWh)	39,626 2000	39,989 5000	363 3000	99,082 8090	Energia Activa HP	31936 6830	0 2026	6470 37
Energia Reactiva (kVarh)	35,603 1000	35,780 1000	177 0000	48,273 2100	Energia Activa FP	99082 8090	0 1676	16006 28
Potencia Hora Punta (kW)	1 6300	1 5500	1 5500	422 7315	Energia Reactiva	6967 3624	0 0427	382 91
Potencia Fuera Punta (kW)	1 4700	1 4300	1 4300	390 0039	Pot. Uso Redes Distrib. HP	441 8226	12 7400	5626 82
Factor Calificación : 0.5811	Fac. Medic. : 272 7300				Pot. Activa Generación HP	422 7315	44 1500	18663 60
					AlumbradoPublico (Alicuota: S/ 0.4125)			1237 50
					Interés Compensatorio	1 0000	31 3187	31 32
					SUB TOTAL			49042 74
					Imp. Gral. a las Ventas			8927 69
					Saldo por redondeo	1 0000	0 0200	0 02
					Aporte Ley Nro. 28749 0.0079	131019 4920	0 0079	1035 05
					<b>TOTAL RECIBO DE MAYO-2016</b>			<b>58905 50</b>



Importe 2 Últimos Meses Facturados  
 Mar - 2016 S/ 62810 00 1 Abr - 2016 S/ 63015 50

HISTORICO DE CONSUMOS Y DEMANDAS

	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May
EAP KW	102182	103829	86677	72026	58761	191665	103802	82237	81110	82237	96528	56318	90083
EAF KW	31720	31718	26167	26782	31981	32881	28881	26684	21900	26773	27800	31471	31837
PFP KW	426 4686	436 3680	420 0042	316 9127	316 8126	411 8273	362 7312	378 0847	328 1852	351 8217	396 4685	400 8121	390 0039
PHP KW	436 3686	435 4031	438 0953	342 6398	406 3677	405 0047	429 0042	399 4265	343 6398	368 4342	429 0951	444 5499	427 7315

N° ID 310403/06

Emisión 04/06/2016 Vencimiento 21/06/2016 **TOTAL S/\*\*\*\*\*58,905.50**

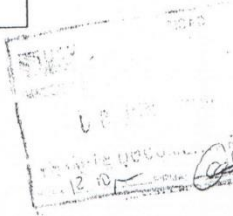
Su AMT es : A3012 - TSU006 de SE de Potencia : P-302 S.E. TRUJILLO SUR

Son CINCUENTA Y OCHO MIL NOVECIENTOS CINCO Y 50/100 SOLES  
 (\*) El importe en letras hace referencia al total del recibo del mes de Mayo-2016 Comprobante emitido según RG-007-99 SUNAT Cap. I Art. 4, Inciso 6.1.d.



Hidrandina R.U.C. 20122023540

Facturación: Mayo-2016  
 Universidad Cesar Vallejo S.A.C.  
 Suministro 47152205  
 Dirección Av. Victor Larco CD17 Urb. Las Flores  
 Ruta 12-107-301  
 Emisión 04/06/2016  
 Vencimiento 21/06/2016



Recibo N° 501-40196275  
 Victor Larco Herrera/Trujillo  
**TOTAL A PAGAR S/ \*\*\*\*\*58,905.50**



