

# **PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR**



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

## **MAESTRÍA EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN MENCION REDES DE COMUNICACIONES**

### **TESIS**

“Diseño de una solución basada en fuentes de Energía Solar y el Internet de las Cosas (IoT) para el control del consumo de energía eléctrica de los servicios hoteleros”.

**AUTOR:** Vladimir Alejandro Valdiviezo Calero, Ing.

**DIRECTOR:** Juan Francisco Chafla Altamirano, Ing., MSc.

**Quito, Agosto 2020**

## DECLARACIÓN

Yo, **VLADIMIR ALEJANDRO VALDIVIEZO CALERO**, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

---

Vladimir Alejandro Valdiviezo Calero

C.I. 180322935-8

## DEDICATORIA

Este logro es dedicado a Dios, a mis Padres y mi Familia.

A usted Madre Mía, por todo el amor, cariño y apoyo que me da siempre.

A mi Esposita Jessy y mis hijos Maticito y Rafaelito, los AMO, son la mayor bendición que Dios me dio en la vida, siempre están en mi corazón.

Maticito y Rafaelito:

Nunca se rindan cuando fallen,  
aprendan de sus errores.  
Trabajen duro para lograr sus objetivos.  
Nunca dejen de soñar,  
pero lo más importante:

“Sean Felices”

**Vladimir**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por la salud y la vida, a mis Padres y a mi Familia, por su amor y cariño, por siempre estar conmigo apoyándome de manera incondicional para cumplir mis sueños.

A mi esposita Jessy y mis hijos Maticito y Rafaelito, los AMO, gracias por entenderme y ayudarme, por sus besos y abrazos para levantarme el ánimo y darme fuerzas para seguir.

A mis amigos Edwin O., Edison F., y Edison P., gracias por sacrificar su tiempo para ayudarme.

A mi Director de Tesis, Juan Francisco, muchas gracias, por tu tiempo y apoyo amigo.

El tiempo de Dios es perfecto,  
todo pasa en el momento preciso.

**Vladimir**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN.....	II
DEDICATORIA .....	III
AGRADECIMIENTO .....	IV
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	X
RESUMEN.....	XIII
INTRODUCCIÓN.....	XIV
JUSTIFICACIÓN.....	XVI
ANTECEDENTES.....	XVIII
OBJETIVOS .....	XX
Objetivo General: .....	XX
Objetivos Específicos: .....	XX
CAPÍTULO I.....	1
1. INVESTIGACIONES RELACIONADAS .....	1
1.1    Análisis Trabajos Previos.....	1
1.2    Situación Energética Global.....	6
1.2.1    Situación Energética en el Ecuador.....	7
1.3    Medio Ambiente.....	9
1.4    Sector Turístico e Industria Hotelera en el Ecuador .....	10
1.4.1    Turismo en Cifras .....	10
1.4.2    Ecuador como destino de Inversión.....	11
1.4.3    Análisis en el D.M. de Quito.....	12
1.4.4    Responsabilidad Social Corporativa .....	14
1.4.5    Marco Regulatorio .....	14
1.4.5.1    Ley de Turismo.....	15
1.4.5.2    Reglamento General a la Ley de Turismo.....	15
1.4.5.3    Reglamento de Alojamiento Turístico .....	15
1.5    Síntesis.....	16
CAPÍTULO II.....	17
2. ANÁLISIS SITUACIÓN ACTUAL .....	17

2.1	GHL Hoteles – HSQ .....	17
2.2	Servicios Hoteleros desplegados .....	18
2.2.1	Sistema de Vigilancia CCTV .....	18
2.2.2	Sistema de Control de Accesos .....	20
2.2.3	Centro de Datos y Unidad de Respaldo de Energía.....	20
2.2.4	Sistema eléctrico .....	21
2.2.5	Sistema Electrónico.....	22
2.2.6	Red LAN y WLAN .....	23
2.2.7	Sistema de Iluminación.....	26
2.2.8	Otros Componentes o Sistemas .....	26
2.3	Análisis de consumo de Energía de los Servicios Hoteleros desplegados.....	27
2.4	Impacto Ambiental del Consumo de Energía Eléctrica en los Servicios Hoteleros desplegados.....	38
CAPÍTULO III.....		40
3.	DISEÑO DE UNA SOLUCIÓN BASADA EN FUENTES DE ENERGÍA SOLAR Y EL INTERNET DE LAS COSAS (IoT) PARA CONTROLAR EL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE LOS SERVICIOS HOTELEROS.....	40
3.1	Internet de las Cosas (IoT) .....	40
3.2	Ventajas y Beneficios del Internet de las Cosas (IoT).....	42
3.3	Energía Solar.....	43
3.4	Diseño de la Solución .....	44
3.4.1	Solución IoT .....	45
3.4.1.1	Ambientes y Activos del HSQ .....	48
3.4.1.2	Valores de Consumo y Tiempo de Uso de los Activos del HSQ .....	57
3.4.1.3	Sensores IoT para medición del Consumo de Energía .....	65
3.4.1.4	Levantamiento de Información Infraestructura Eléctrica del HSQ .....	77
3.4.1.5	Interconexión de los Sensores IoT a la Infraestructura del HSQ.....	90
3.4.1.6	Análisis, monitoreo y reporte de los datos .....	91
3.4.2	Solución Fuentes de Energía Solar .....	95
3.4.2.1	Componentes de un Sistema Fotovoltaico conectado a Red.....	96
3.4.2.2	Recurso Solar disponible .....	97
3.4.2.3	Ubicación.....	98
3.4.2.4	Dimensionamiento.....	98
3.4.2.4.1	Valor de irradiación sobre el plano generador .....	98
3.4.2.4.2	Rendimiento Global del Sistema (PR) .....	101
3.4.2.4.3	Características del Inversor seleccionado .....	105
3.4.2.4.4	Características de los Paneles Solares seleccionados .....	105

3.4.2.4.5	Potencia pico mínima del SFV en base al PR.....	106
3.4.2.4.6	Dimensionamiento de los elementos del generador .....	108
3.5	Arquitectura de la solución propuesta .....	114
CAPÍTULO IV	.....	116
4.	EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	116
4.1	Definiciones generales .....	116
4.1.1	Proyecto de Inversión .....	116
4.1.2	Valor Actual Neto (VAN) .....	116
4.1.3	Tasa Interna de Rendimiento/Retorno (TIR) .....	118
4.1.4	Índice Neto de Rentabilidad (IRN) .....	119
4.2	Costos estimados de Implementación de la Solución Diseñada .....	120
4.2.1	Costos de Implementación de la Solución IoT .....	120
4.2.2	Costos de Implementación de la Solución de Fuentes de Energía Solar ..	121
4.3	Evaluación Económica de la Implementación de la Solución Diseñada.....	121
4.3.1	Análisis Financiero de la Solución IoT .....	121
4.3.2	Análisis Financiero de la Solución de Fuentes de Energía Solar .....	123
4.4	Análisis de Rentabilidad de la Solución Propuesta .....	124
4.4.1	Análisis de Rentabilidad de la Solución IoT .....	124
4.4.2	Análisis de Rentabilidad de la Solución de Fuentes de Energía Solar. ....	125
4.5	Análisis del Impacto Ambiental de la Solución Propuesta .....	126
4.5.1	Impacto Ambiental de la Solución IoT.....	126
4.5.2	Impacto Ambiental de la Solución de Fuentes de Energía Solar.....	126
CONCLUSIONES	.....	127
RECOMENDACIONES	.....	130
BIBLIOGRAFÍA	.....	131

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Llegada de Extranjeros al Ecuador .....	10
Figura 2.- Ingresos y egresos por Turismo en el Ecuador .....	11
Figura 3.- Cifras Clave - Turismo en la ciudad de Quito .....	13
Figura 4.- Evolución de Alojamiento en el DMQ - Establecimientos de 5 estrellas .....	13
Figura 5.- Diagrama Físico de Red Torre Hotel y Área Administrativa .....	25
Figura 6.- Consumo Medidor #1 Horario A: 07h00 a 18h00 .....	28
Figura 7.- Consumo Medidor #1 Horario B: 18h00 a 22h00 .....	29
Figura 8.- Consumo Medidor #1 Horario C: 22h00 a 07h00 .....	30
Figura 9.- Demanda Facturable (kW) Medidor #1 .....	31
Figura 10.- Consumo Total (kWh) Medidor #1 - Año 2019 .....	32
Figura 11.- Demanda Facturable (kW) Medidor #2 .....	33
Figura 12.- Consumo Total (kWh) Medidor #2 - Año 2019 .....	34
Figura 13.- Demanda Facturable (kW) Medidor #3 .....	35
Figura 14.- Consumo Total (kWh) Medidor #3 - Año 2019 .....	36
Figura 15.- Consumo Total (kWh) - Año 2019 .....	37
Figura 16.- Costo Total (USD) del Consumo de Energía - Año 2019 .....	37
Figura 17.- Sensorización de Activos .....	45
Figura 18.- Modelo de Proyecto IoT .....	46
Figura 19.- Sensor IoT - Fractal X EQ .....	66
Figura 20.- Sensor IoT - Wenu Work .....	67
Figura 21.- Caja procesadora de datos Wenu Monofásico .....	69
Figura 22.- Dimensiones Caja Procesadora de datos Wenu Monofásico .....	70
Figura 23.- Caja de alimentación y conexión Wenu Monofásico .....	70
Figura 24.- Dimensiones caja de alimentación y conexión Wenu Monofásico .....	71
Figura 25.- Vista frontal dimensiones Wenu Trifásico .....	71
Figura 26.- Vista superior dimensiones Wenu Trifásico .....	72
Figura 27.- Transformador de Corriente KCT-10 .....	72
Figura 28.- Transformador de Corriente KCT-16 .....	73
Figura 29.- Transformador de Corriente KCT-24 .....	74
Figura 30.- Transformador de Corriente KCT-36 .....	74
Figura 31.- Transformador de Corriente DP-58 .....	75
Figura 32.- Centro de Carga Hab. (Fig. Izq.) y Tablero de Piso de Hab. (Fig. Der.) .....	77
Figura 33.- SubTablero de Breakers (Fig. Izq.) y Tablero Principal (Fig. Der.) .....	78

Figura 34.- Diagrama Eléctrico Vertical Torre de Habitaciones .....	79
Figura 35.- Diagrama Unifilar - Torre de Habitaciones .....	80
Figura 36.- Diagrama Solución IoT .....	94
Figura 37.- Sistema Fotovoltaico conectado a la red .....	95
Figura 38.- Temperatura Promedio Anual de Quito.....	102
Figura 39.- Arquitectura Solución Propuesta.....	115

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Consumo kWh Medidor 1 - Horario A (07h00 a 18h00).....	27
Tabla 2.- Consumo kWh Medidor 1 - Horario B (18h00 a 22h00).....	28
Tabla 3.- Consumo kWh Medidor 1 - Horario C (22h00 a 07h00).....	29
Tabla 4.- Demanda Facturable Medidor #1.....	30
Tabla 5.- Consumo Total kWh Medidor #1 Año 2019.....	31
Tabla 6.- Demanda Facturable Medidor #2.....	32
Tabla 7.- Consumo Total kWh Medidor #2 Año 2019.....	33
Tabla 8.- Demanda Facturable Medidor #3.....	34
Tabla 9.- Consumo Total kWh Medidor #3 Año 2019.....	35
Tabla 10.- Consumo Total kWh y Costos - Año 2019.....	36
Tabla 11.- Modelo de Clasificación ABC de Activos.....	47
Tabla 12.- Activos en Habitaciones.....	49
Tabla 13.- Activos en Habitaciones, Suites Pasillos.....	50
Tabla 14.- Activos en Oficinas.....	51
Tabla 15.- Activos en Centro de Datos, CT y Tableros Eléctricos.....	52
Tabla 16.- Activos en Sistema CCTV.....	52
Tabla 17.- Activos en Salones de eventos, reuniones y conferencias.....	53
Tabla 18.- Activos en Restaurantes de Alimentos y Bebidas.....	54
Tabla 19.- Activos en áreas Operativas I.....	55
Tabla 20.- Activos en áreas Operativas II.....	57
Tabla 21.- Tasa de Ocupación (%) del HSQ en el año 2019.....	58
Tabla 22.- Ocupantes en el 2019 (Valor estimado).....	58
Tabla 23.- Personas atendidas en Restaurantes y Salones en 2019.....	59
Tabla 24.- Personas atendidas por Ambiente en el 2019.....	59
Tabla 25.- Tipo de Luminarias por Ambiente.....	60
Tabla 26.- Consumo individual por tipo de Luminaria.....	61
Tabla 27.- Consumo de Energía en Habitaciones por día.....	62
Tabla 28.- Consumo de Energía en Salones por día.....	64
Tabla 29.- Consumo de Energía en Restaurantes por día.....	64
Tabla 30.- Cuadro Comparativo Sensores IoT.....	68
Tabla 31.- Especificaciones Técnicas Sensor IoT Wenu Work.....	69
Tabla 32.- Especificaciones Técnicas KCT-10.....	73
Tabla 33.- Especificaciones Técnicas KCT-16.....	73

Tabla 34.- Especificaciones Técnicas KCT-24 .....	74
Tabla 35.- Especificaciones Técnicas KCT-36 .....	75
Tabla 36.- Especificaciones Técnicas DP-58 .....	75
Tabla 37.- Detalles conexión Wifi Sensores IoT Wenu Work .....	76
Tabla 38.- Tableros Eléctricos HSQ .....	81
Tabla 39.- Breakers Pisos 11 y 10 - Torre de Habitaciones .....	81
Tabla 40.- Breakers Pisos 9 y 8 - Torre de Habitaciones .....	82
Tabla 41.- Breakers Piso 7 - Torre de Habitaciones .....	82
Tabla 42.- Breakers Pisos 6 y 5 - Torre de Habitaciones .....	82
Tabla 43.- Breakers Piso 4 – Torre de Habitaciones .....	82
Tabla 44.- Breakers Pisos 3 y 2 – Torre de Habitaciones .....	83
Tabla 45.- Breakers Piso 1 - Torre de Habitaciones .....	83
Tabla 46.- Breakers Piso Mezanine - Torre de Habitaciones .....	83
Tabla 47.- Breakers Piso PB_Part1 - Torre de Habitaciones .....	84
Tabla 48.- Breakers Piso PB_Part2 - Torre de Habitaciones .....	84
Tabla 49.- Breakers Piso S1_Salones - Torre de Habitaciones .....	84
Tabla 50.- Breakers Piso S1_AA - Torre de Habitaciones .....	85
Tabla 51.- Breakers Piso S1_EnerReg - Torre de Habitaciones .....	85
Tabla 52.- Breakers Piso S2_Datacenter -Torre de Habitaciones .....	85
Tabla 53.- Breakers Piso S2 - Torre de Habitaciones .....	86
Tabla 54.- Breakers Piso S3_Part1 - Torre de Habitaciones .....	86
Tabla 55.- Breakers Piso S3_Part2 - Torre de Habitaciones .....	86
Tabla 56.- Breakers Pisos del 12 al 3 - Torre de Suites .....	87
Tabla 57.- Breakers Piso S1 - Torre de Suites .....	87
Tabla 58.- Cantidad y Capacidad de Breakers en Infraestructura Eléctrica del HSQ. ....	88
Tabla 59.- Criterio para Colocación de Sensores en Torre de Habitaciones .....	89
Tabla 60.- Criterio para colocación de Sensores en Torre de Suites .....	89
Tabla 61.- Cantidad y Capacidad de Breakers a monitorear del HSQ .....	89
Tabla 62.- Cantidad de Sensores IoT requeridos .....	90
Tabla 63.- Cantidad de Transformadores de Corriente requeridos .....	90
Tabla 64.- Valores promedio mensuales de radiación Solar Global para Quito .....	98
Tabla 65.- Valor K según inclinación y mes del año a Latitud 0° .....	99
Tabla 66.- Irradiación mensual sobre superficie inclinada .....	100
Tabla 67.- Irradiación mensual diaria en función del valor K, $\alpha$ y $\beta$ .....	100
Tabla 68.- Rendimientos Individuales .....	104
Tabla 69.- Especificaciones Técnicas Inversor ABB TRIO-27.6-TL-OUTD-S2X-400/JP 105	

Tabla 70.- Especificaciones Técnicas Panel Solar SunPower X21-345-COM.....	106
Tabla 71.- Potencia Pico Mínima .....	107
Tabla 72.- Elementos que conforman el Generador Fotovoltaico.....	112
Tabla 73.- Energía Fotovoltaica Efectiva [MWh/mes].....	113
Tabla 74.- Presupuesto Solución IoT .....	120
Tabla 76.- Presupuesto Solución Fuentes de Energía Solar .....	121
Tabla 75.- Indicadores Financieros Solución IoT .....	123
Tabla 77.- Indicadores Financieros Solución Fuentes de Energía Solar .....	124
Tabla 78.- Análisis del valor de los Indicadores Financieros obtenidos Solución IoT .....	125
Tabla 79.- Análisis del valor de los Indicadores Financieros obtenidos .....	125

## RESUMEN

La investigación se enfoca en buscar alternativas de solución para el excesivo consumo de energía eléctrica que se genera por la prestación de los diferentes servicios hoteleros y disminuir el Impacto Ambiental que se produce, para lo cual se hace uso del Internet de las Cosas (IoT) y las Fuentes de Energía Solar.

En lo referente a la Solución IoT, se procede a identificar todos los activos que consumen energía eléctrica en los distintos ambientes existentes en el Hotel Sheraton Quito, de los cuales se verifica si cuentan o no con conexión a Internet y si generan información que permita determinar el consumo de ésta, se revisan las infraestructuras de red y de energía existentes y se propone una alternativa de solución con el uso de sensores IoT que permiten medir entre otros el consumo de energía eléctrica (kWh) y CO<sub>2</sub> que se genera; estos dispositivos son contadores de energía inteligente del tipo monofásico o trifásico con conexión a la red Wifi, los cuales deben ser conectados en los tableros eléctricos y proporcionarán la información del consumo del circuito general y/o subcircuitos, éstos datos pueden ser enviados a través del Internet a servidores en la Nube para que sean procesados, analizados y se generen reportes (solución SaaS - Software como Servicio), la información obtenida podrá ser visualizada en distintas plataformas y desplegada sobre Computadores, Smart TVs, smartphones, entre otros.

En lo relacionado a la Solución de Fuentes de Energía Solar, la solución se basa en el diseño de un Sistema de Generación de Energía Fotovoltaica añadido al edificio (Building Added Photovoltaics – BAPV) y con conexión a la Red Eléctrica, para lo cual se utiliza como guía para la formulación y diseño la Norma Ecuatoriana de Construcción NEC-11, Capítulo 14 - Energías Renovables y los lineamientos de diseño emitidos por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía – IDAE de España.

El alcance del trabajo se limita únicamente al diseño de la solución, y no incluye su implementación; la solución propuesta permitirá optimizar el consumo de energía eléctrica, por ende reducir el Impacto Ambiental producido por el consumo de esta energía, es decir las emisiones indirectas de los Gases de Efecto Invernadero (GEI), así como el gasto en el pago de las planillas eléctricas y en los costos operativos que demanda. Finalmente se incluye una evaluación económica que permite conocer si el proyecto propuesto generará una rentabilidad económica.

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación se centra en el diseño de una solución tecnológica que permite controlar el consumo de energía eléctrica de los servicios hoteleros (Internet de Banda Ancha alámbrico e inalámbrico, Televisores Inteligentes, Aire Acondicionado, CCTV, Iluminación, entre otros) provistos por el HSQ<sup>1</sup>, haciendo uso de fuentes de Energía Solar y el Internet de las Cosas (IoT).

La característica principal de este tipo de solución radica en un uso eficiente de la energía eléctrica. Para Llamas (Llamas, 2009), estos tiempos de crisis económica, energética y medioambiental, el ahorro y la eficiencia energética aparecen como la principal opción desde el ámbito energético para responder a estos tres desafíos.

Para analizar esta problemática es necesario mencionar sus causas. Una de ellas es el excesivo número de aparatos o dispositivos eléctricos y electrónicos que sirven para satisfacer las necesidades de confort de los huéspedes o clientes de un Hotel. La industria hotelera en el desarrollo de sus actividades se esfuerza por brindar un excelente servicio al turismo, en este proceso generan una serie de contaminantes y daños ambientales.

La investigación de esta problemática se realizó por el interés de conocer como el Internet de las Cosas (IoT), puede ayudar a determinar el uso y consumo de energía eléctrica de los distintos aparatos eléctricos y electrónicos desplegados en un Hotel. La implementación en un futuro de la Solución IoT propuesta permitirá identificar cuáles son los hábitos más comunes de los huéspedes y que acciones pueden tomarse para hacer un uso más eficiente de la energía que se requiere en cada uno de los ambientes del Hotel. Entre los beneficios del uso del Internet de las Cosas (IoT) se tendrá la mejora de la gestión y el seguimiento del estado de los equipos, aumentará la cantidad de datos de información y permitirá la optimización de activos y uso de los recursos que a la larga conllevará a tener un ahorro de costos de operación y mantenimiento.

Durante la Investigación de campo, se recopiló la información de todos los activos que consumen energía eléctrica en los distintos ambientes del HSQ, con el fin de identificar las áreas que más demandan energía. Esta recopilación se la realizó en habitaciones y ambientes tipo; éstos son habitaciones simples, dobles, suites, salones de Eventos,

---

<sup>1</sup> HSQ. - Hotel Sheraton Quito

Oficinas Administrativas y Ambientes Operativos, para tener un muestreo y replicar los datos que se estarían generando en ambientes similares.

Se analizan los históricos del consumo de energía demandada por el Hotel en el último año, con el fin de determinar los diferentes indicadores de uso de los distintos servicios que se ofertan y requieren una generación de energía, así como inferir el impacto ambiental ocasionado.

Se verifican las infraestructuras de red y de energía desplegadas para que, con ayuda del Internet de las cosas (IoT) se pueda obtener los parámetros de uso y consumo, esto quiere decir que, en el diseño de la solución, se analizó qué activos cuentan o no con una conexión a Internet y si generaban información que permita determinar el consumo de energía eléctrica, de no ser factible obtener dicha información, se plantea la instalación de Sensores IoT para la obtención de estos parámetros.

Con la información obtenida y con investigación bibliográfica, tanto técnica como científica, se realizó el diseño de una solución basada en fuentes de energía solar y el Internet de las Cosas (IoT) que permitirá en una futura implementación controlar y disminuir tanto el consumo de energía eléctrica como los costos operativos.

En el capítulo I, se describen las investigaciones realizadas, relacionadas al diseño de soluciones usando fuentes de energía solar y el Internet de las Cosas (IoT) para controlar el consumo de energía eléctrica en ambientes hoteleros; se analiza la Situación Energética Global y particularmente en el Ecuador; se detalla el comportamiento del Sector Turístico y la Industria Hotelera en el Ecuador, así como la Responsabilidad Social Corporativa y el Marco Regulatorio que rige el sector.

En el capítulo II, se determinan los servicios hoteleros que provee el HSQ, la energía eléctrica consumida por éstos en el último año y cuál fue el Impacto Ambiental ocasionado.

En el capítulo III, se diseña una solución que permita a través del uso de fuentes de energía solar y el Internet de las Cosas (IoT) proveer servicios hoteleros con una mejor eficiencia de consumo de energía eléctrica y disminuir los costos operativos del HSQ.

En el capítulo IV, se realiza una evaluación económica para determinar la rentabilidad o no de implementar una solución de eficiencia de energía con el uso de fuentes de energía solar y el Internet de las Cosas (IoT).

## JUSTIFICACIÓN

Para varios investigadores (Maciel, Poggi, Gutierrez, & Hazuda, 2014; Martínez, 2011), el uso eficiente de la energía eléctrica es un imperativo ambiental y una exigencia competitiva para el sector turístico en general y para la industria hotelera en particular. El creciente consumo energético propio de la necesidad de satisfacer la demanda de confort y calidad para los huéspedes en todos sus servicios sitúa a la energía como un insumo clave que impacta de manera directa en la satisfacción de los clientes, los costos de explotación del negocio, la rentabilidad de la empresa y el medio ambiente. Las edificaciones destinadas a los hoteles poseen características propias que las diferencian de otro tipo de edificios, son instalaciones con un uso permanente a lo largo del año. Inmersos en la situación energética global, en el sector hotelero alrededor de todo el mundo se imponen objetivos relacionados con el control del consumo y el ahorro de energía, por lo que es prioritario determinar los servicios hoteleros que más consumen energía eléctrica y cómo pueden éstos tener una mejor eficiencia de consumo y para esto se hará uso del Internet de las Cosas (IoT).

El Internet de las Cosas (IoT) está compuesto por una colección dispersa de redes diferentes y con distintos fines, por ejemplo, los edificios comerciales y residenciales tienen distintos sistemas de control para la calefacción, la ventilación, el aire acondicionado, la telefonía, la seguridad y la iluminación.

Figuerola (Figuerola, 2014) señala que, la más que comprobada degradación del medio ambiente en cualquiera de sus formas es uno de los problemas que más preocupa a los gobiernos, organizaciones y empresas alrededor del mundo hoy en día y que el Internet de las Cosas (IoT) también puede ser utilizado para evitar y combatir los problemas medioambientales.

En base a lo señalado, el realizar un análisis de costos para determinar la rentabilidad o no de implementar una solución de eficiencia de energía con el uso de fuentes de energía solar y el Internet de las Cosas (IoT), permitirá al HSQ tomar mejores decisiones a futuro relacionadas con un uso eficiente de la energía eléctrica que demandan.

Por lo que, plantear el diseño de una solución basada en fuentes de Energía Solar (la cual es limpia y renovable) y el Internet de las Cosas (IoT) (que permitirá tener valores de consumo y operación de cada elemento o dispositivo conectado a la red) para el control del consumo de energía eléctrica de los servicios hoteleros, permitirá cumplir las

necesidades que requiere el HSQ, sin dejar de lado los niveles de calidad de servicio y confort para sus huéspedes, clientes y funcionarios.

## ANTECEDENTES

Las actividades turísticas dependen del medio ambiente para la prestación de sus servicios, por eso, este sector, incluyendo el hotelero, deben dar cumplimiento a los instrumentos de política ambiental que tratan de regular y de disminuir su impacto en el entorno. El turismo sostenible viene definido desde 1993 por la Organización Mundial del Turismo (OMT) como aquel que *«satisface las necesidades presentes de las regiones y los turistas, protegiendo y mejorando las oportunidades del futuro. Enfocado hacia la gestión de recursos para satisfacer las necesidades económicas, sociales y estéticas, respetar la integridad cultural, los procesos ecológicos esenciales, la diversidad biológica y los sistemas de apoyo a la vida»* (Robles, Calderón Gómez, De Azalea, & Robles, n.d.).

Diversos autores (Bigné, Font, & Andreu, 2000); (Ejarque 2005; Martos y Pulido, 2011; Valls, 2004)(Molina, 2011a) señalan que, los destinos turísticos son combinaciones de productos del sector, que constituyen una oferta integral. En ellos, están presentes diversos actores o “*stakeholders*” entre los que se destacan la población local, diferentes administraciones y las empresas privadas, entre otros. La calidad de la experiencia turística depende de todos, pues en conjunto configuran una oferta integral. La industria hotelera en el desarrollo de sus actividades se esfuerza por brindar un excelente servicio al turismo, en este proceso generan una serie de contaminantes y daños ambientales.

Hernández (Hernandez, 2013), señala que la mayoría de las cadenas hoteleras se han centrado en el desarrollo de la dimensión medio ambiental de la Responsabilidad Social Corporativa (RSC)<sup>2</sup> como vía para alcanzar, prioritariamente, unos servicios hoteleros más sostenibles, conseguir un ahorro de costes y llegar a nuevos segmentos de mercado.

Aunque las industrias manufactureras o químicas tradicionalmente han sido vistas como las más contaminantes para la sociedad, desde hace unas décadas se están considerando y analizando los impactos negativos que la industria hotelera está generando en su entorno natural, social y económico. Así, existe un número elevado de hoteles que se encuentran situados cerca de patrimonios naturales y culturales, lo que atrae a muchos turistas que pueden provocar daños ecológicos, reparables o no (Kirk, 1995; De Grosbois, 2012). Los hoteles son grandes consumidores de energía, agua, comida, papel, lino, lavandería,

---

<sup>2</sup> RSC. - *Responsabilidad Social Corporativa ha cobrado una gran relevancia en las últimas dos décadas al configurarse como una estrategia que puede contribuir al desempeño financiero de la empresa y a construir un futuro más equitativo y sostenible (Alonso-Almeida, et al., 2012)*

consumibles, materiales de papelería y limpieza y otros recursos y, a la vez, emisores de calefacción y de aire acondicionado, agua caliente, aguas grises, envasado de alimentos, comida y otros residuos (Gray & Bebbington, 2001; De Grosbois, 2012), generando contaminación de aire, ruido y agua e impactando en las comunidades locales a través de la ocupación de espacio, uso de infraestructuras y relaciones con negocios locales y con el Gobierno (Cheng & Parker, 2010; De Grosbois, 2012). (Hernandez, 2013).

Para mitigar o reducir estos impactos negativos, las empresas hoteleras están haciendo grandes esfuerzos a través de la adopción de políticas de RSC. La industria hotelera es muy sensible a estos temas por *“la relación bidireccional que existe entre el producto turístico ofrecido y su entorno natural, económico, social y cultural”* (Rodríguez & Cruz, 2007). Algunas de estas actividades harían referencia a involucrarse en la comunidad, a gestionar el entorno y a relacionarse con los clientes y con los empleados (Holcomb et al., 2007). En estos últimos años, importantes cadenas hoteleras internacionales han iniciado varios programas de RSC. Por ejemplo, la cadena Accor tiene el programa *“Earth Guest Program”* que se apoya en preservar y proteger el entorno e incentivar el desarrollo local. Este programa también abarca sus esfuerzos por eliminar el turismo sexual y el SIDA. Intercontinental Hotels Group tiene una serie de programas que incluyen los esfuerzos de protección ambiental para la eficiencia energética, conservación del agua, campañas de conciencia del cambio ambiental y la adquisición de café –uno de los productos más consumidos en sus hoteles– a los proveedores que practican operaciones sostenibles. De forma similar, la cadena hotelera Marriott practica el programa *“Green Marriott”*, con el fin de realizar operaciones conscientes del medio ambiente para conservar y proteger el entorno y los recursos naturales (Lee & Park, 2009) (Hernandez, 2013).

El HSQ, miembro de la cadena hotelera Marriot International Inc., a partir del año 2016 implementó nuevos servicios (Internet de Banda Ancha alámbrico e inalámbrico, Televisores Inteligentes, Aire Acondicionado, CCTV, entre otros) que tienen el objetivo de satisfacer las necesidades de confort de sus huéspedes y clientes, así como, cumplir los estándares propios de la marca, pero esto ha conllevado al incremento tanto del consumo de energía eléctrica como los costos de operación, además ha generado un alto impacto ambiental que va en contra de las políticas del cuidado del medio ambiente que tiene la cadena, por lo que requiere una solución que permita solventar estas necesidades.

## OBJETIVOS

### Objetivo General:

Diseñar una solución basada en fuentes de Energía Solar y el Internet de las Cosas (IoT) para controlar el consumo de energía eléctrica de los servicios hoteleros.

### Objetivos Específicos:

- Investigar los trabajos realizados relacionados al diseño de soluciones usando fuentes de energía solar y el Internet de las Cosas (IoT) para controlar el consumo de energía eléctrica y las ventajas que se presentan.
- Determinar los servicios hoteleros que se proveen por parte del HSQ, la energía eléctrica consumida por éstos en el último año y cuál fue el Impacto Ambiental ocasionado.
- Diseñar una solución que permita a través del uso de Fuentes de Energía Solar y el Internet de las Cosas (IoT) disminuir la Huella de Carbono (Impacto Ambiental) por el consumo de energía eléctrica.
- Realizar un análisis de costos para determinar la rentabilidad o no de implementar una solución de eficiencia de energía con el uso de fuentes de energía solar y el Internet de las Cosas (IoT).

## CAPÍTULO I

### 1. INVESTIGACIONES RELACIONADAS

#### 1.1 Análisis Trabajos Previos

En la actualidad no se ha encontrado un patrón de diseño para soluciones que involucren fuentes de energía solar y el Internet de las cosas para controlar el consumo de energía eléctrica de los servicios hoteleros, sin embargo, se han desarrollado diferentes trabajos de investigación, aplicaciones y pruebas de concepto que se centran en el uso del Internet de las Cosas y cómo éste puede ayudar en diferentes aspectos de la vida humana, de la sociedad y contribuir a tener un medio ambiente más sostenible. A continuación, se citan algunos de ellos:

Lisdeybi Maury Yera, en el año 2015, realizó el trabajo *“Estándares para la realización práctica de la Internet de las Cosas”*, la investigación desarrolla una explicación teórica del IoT y evidencia la amplia gama de aplicaciones que se derivan de su implementación. Se identifican los principales objetivos y regulaciones de los estándares involucrados en la implementación del IoT, así como a las redes a las cuales están destinados dichos estándares. Se incluyen explicaciones acerca de diferentes marcos de trabajo propuestos para la implementación de IoT y el proceso de estandarización correspondiente a cada escenario expuesto en el trabajo investigativo (Maury Yera, 2015).

Como conclusión de la investigación se detalla que el Internet de las Cosas no puede verse de forma aislada como sólo Internet, objetos inteligentes y almacenes de datos, sino como la integración de todos ellos para su total despliegue. El IoT trae consigo numerosas aplicaciones que revolucionará la vida cotidiana, entre las que se incluyen la automatización y fabricación industrial, logística, gestión de procesos, transporte inteligente de personas y bienes, cuidado de la salud, entorno inteligente (hogar, oficina) y otros escenarios de aplicación relevantes tanto para la industria como para la sociedad en general (Maury Yera, 2015).

José Pericas Franco, en el año 2017 realizó el trabajo *“Diseño de una herramienta de medición del impacto de la Responsabilidad Social Corporativa en una compañía hotelera, aplicado al caso práctico de Meliá Hotels International”*, la investigación se centra en que la información relativa a la sostenibilidad ocupa cada vez más un espacio importante en los

informes anuales de las compañías hoteleras. El trabajo analiza la relación entre la comunicación de la Responsabilidad Social Corporativa hacia los grupos de interés, la obtención y proceso de los datos contenidos en los informes de sostenibilidad, y las tecnologías que permiten la automatización de los indicadores de sostenibilidad en el ámbito hotelero. Con el fin de contextualizar los hallazgos, el autor realizó el diseño de una herramienta de medición del impacto de la Responsabilidad Social Corporativa aplicada al caso real de Meliá Hotels International, una compañía hotelera líder en España y que cuenta con una cartera de 375 hoteles a nivel mundial. El alcance de este trabajo se limitó a la obtención de la huella de carbono (impacto ambiental) y el cash-flow social (impacto socioeconómico) mediante un dashboard con el que la Dirección de Meliá Hotels International, pudiera cuantificar estos impactos y las iniciativas específicas emprendidas por la compañía (Pericás Franco, 2017).

Así mismo, aplicado al caso práctico, el autor detectó mejoras en los procesos de obtención y cálculo de los indicadores, por un lado, se profundizó y amplió el detalle de los datos sobre la base de los diversos ámbitos de la sostenibilidad, especialmente en torno al aporte hacia la comunidad local; en el plano tecnológico, se propusieron mejoras sustanciales a partir del Internet de las Cosas (Pericás Franco, 2017).

Juan Medina, José Gutiérrez y Raúl de Alba de la Cerda, en el año 2018 realizaron el trabajo *“Sistema de Telemetría para gestión de microgrids y sistemas de generación distribuida mediante inteligencia artificial, supercómputo e Internet de las cosas”*, la investigación planteó el diseño de una plataforma inteligente para la gestión de la generación, distribución, transmisión, comercialización y consumo de electricidad permitiendo la toma de decisiones orientadas a la reducción de gastos y aprovechamiento de recursos energéticos. La propuesta tecnológica plantea un sistema de recolección de información mediante sensores integrados a una red eléctrica en tiempo real y enviado a la nube a través de redes LPWAN, posteriormente, los datos son recibidos en una plataforma inteligente (Max4 IoT), el cual, emplea sistemas de supercómputo e inteligencia artificial para el análisis de datos individuales y en conjunto. El sistema tiene la capacidad de aprender sobre la red eléctrica, conocer el comportamiento, consumo y tendencias energéticas, permitiendo generar respuestas basadas en situaciones específicas mediante el envío de alertas SMS y correo electrónico sobre situaciones anormales o tareas programadas, además el sistema permite la generación de reportes sobre el estatus de la red en tiempo real y comanda señales de control sobre el encendido y apagado de equipos en respuesta a picos de consumo y/o cortes en el suministro eléctrico. La plataforma permite interactuar con sistemas de generación distribuida y microredes, permitiendo en su

aplicación, el incremento en la interacción del usuario con el sistema eléctrico, y la inclusión de fuentes de energías renovables, incidiendo de esta forma, en una mejor calidad del servicio que se presta al usuario final (Medina Medina, Gutiérrez Caleron, & De Alba de la Cerda, 2018).

A continuación, se citan algunos trabajos relacionados, realizados por estudiantes de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador:

Fabián Cuzme Rodríguez, en el año 2015 realizó el trabajo *“El Internet de las cosas y las consideraciones de seguridad”*, la investigación se centra en el estudio de las consideraciones de seguridad en el Internet de las Cosas. Se analizan las debilidades y amenazas que tiene esta tecnología. Los costos referenciales asociados a adoptar seguridad a los objetos y el desarrollo de esquemas a considerar para agregar seguridad a un objeto o en entorno IoT. Como punto de partida se investigó el marco general que abarca el IoT, la situación en que los objetos se vuelven cada vez más inteligentes, las capas básicas que están involucradas, el impacto que se impone en los negocios y en la sociedad y los factores determinantes en el futuro de esta tecnología. Los mecanismos de seguridad partieron de un análisis de información determinante en cuestiones de seguridad en diferentes niveles como hardware, software, red y nube, en donde cada uno tiene un papel importante para los objetos conectados en un entorno IoT. El autor realizó además un análisis de costos de referencia para adoptar seguridad en un entorno IoT, los cuales deben tener un equilibrio entre los riesgos, costos de seguridad y costo del recurso o dispositivo a asegurar. Luego del análisis de los componentes, se presentaron los esquemas para diseñar objetos con niveles de seguridad aceptables tanto para los entornos IoT, como para los dispositivos u objetos entre sí (Cuzme Rodriguez, 2015).

Adicional, como aspectos relevantes de la investigación en mención, se analiza el impacto del IoT en los negocios y la sociedad, y cómo estos deben adaptarse al cambiante mundo en el que vivimos hoy en día, en donde incluso se deberán cambiar y analizar las formas con las que ahora se brindan servicios a sus clientes en general, finalmente entre las conclusiones se enfatiza que la investigación realizada servirá como punto de partida para la adopción e implementación del Internet de las Cosas, en donde las empresas y grupos de interés pueden fomentar la confianza en los usuarios creando objetos y entornos IoT seguros inherentes al beneficio que aporta para mejorar su calidad de vida.

Jaime Michelena Calderón, en el año 2016, realizó el trabajo *“Diseño de un Sistema de Monitoreo de Incendios forestales en tiempo real basado en Internet de las cosas y Plataformas como servicio en la nube”*, la investigación se centra en un sistema que utiliza

información procedente de las redes de sensores inalámbricos (WSN) basada en tecnología ZigBee IEEE 802.15.4 y el Internet de las Cosas, dicha red se encuentra distribuida en una superficie forestal de prueba, con el fin de monitorear y controlar áreas geográficas sensibles (bosques y reservas ecológicas) que ese encuentran a merced de eventos que pueden destruirlas de forma parcial o total como: cambio climático, tala indiscriminada de árboles, contaminación e incendios forestales, entre otros, en este caso particular se enfatiza en los incendios forestales. El sistema diseñado permite el monitoreo de la variación de niveles de temperatura y otros parámetros presentes en un incendio forestal, así como la generación de una alerta, para la intervención de los organismos de socorro, reduciendo los riesgos de daños colaterales, ahorrando superficie de suelo quemada, horas de trabajo combatiendo las llamas y disminuyendo la contaminación atmosférica (Michelena Calderon, 2015).

Entre las conclusiones se enfatiza que el uso de redes inalámbricas de sensores basada en el Internet de las Cosas utilizadas en términos de monitoreo tienen un gran impacto en diferentes ámbitos (industriales, médicos, ambientales, etc.), ya que sus ventajas en bajo consumo de energía, escalabilidad, alimentación por paneles solares, hacen de éstas redes una alternativa ecológica, lo que representa un menor impacto ambiental y costo accesible al momento de elegir las como solución (Michelena Calderon, 2015).

Rolando Lara Naranjo, en el año 2016, realizó el trabajo *“Estudio de las comunicaciones inalámbricas basadas en el estándar IEEE 802.11 para la implementación de comunicaciones con dispositivos de domótica – Caso de Estudio Dispensar Alimentos Automáticos”*, la investigación se centra en el diseño e implementación de un sistema prototipo de un dispensador de alimentos automático para mascotas con envío de información de su funcionamiento y su entorno. Se realiza un estudio de las comunicaciones inalámbricas basadas en el estándar IEEE 802.11 para implementarlas en dispositivos utilizados para domótica que satisfagan las necesidades del usuario utilizando el concepto del Internet de las cosas. El prototipo tiene un sistema de control conformado por sensores, actuadores y controladores lógicos de tal manera que este actúe al realizar una configuración inicial utilizando un dispositivo remoto con aplicación Android la cual se comunica mediante un enlace de red inalámbrica basado en el estándar IEEE 802.11, la configuración inicial solicita al usuario información de su mascota como: nombre, raza y edad; una vez realizada la configuración inicial, el prototipo se encuentra listo para su funcionamiento y de acuerdo a la configuración dada dispensará alimento cada cierto periodo del día, el prototipo también es capaz de enviar notificaciones en tiempo real al usuario mediante la aplicación Twitter, estas notificaciones informan al usuario cuando se

ha realizado el depósito de alimento, cuando el contenedor de almacenaje este por terminarse, la temperatura ambiente del área en la que se encuentra el dispensador, etc. (Lara Naranjo, 2016).

El trabajo realizado desarrolla un prototipo que permite a las personas organizar y optimizar mejor su tiempo dejando de lado tareas como la alimentación de mascotas y al mismo tiempo obtener recordatorios de compra de alimento haciendo uso del beneficio del Internet de las Cosas y las Redes Inalámbricas (Lara Naranjo, 2016).

Janneth Monge Rodríguez, en el año 2017, realizó el trabajo *“Estudio de las características y el impacto de los wearables centrado en el paradigma del Internet de las cosas”*, la investigación se centra en los dispositivos wearables, también conocidos como la tecnología vestible, estos dispositivos pueden ser smartwatches, fitbands, gafas inteligentes, camisetas, zapatos, etc., que tienen sensores que permiten monitorear diferentes aspectos de una persona a través del Internet de las Cosas (IoT). En esta investigación se concluye que los wearables tienen un gran impacto a nivel global, son distintos los aspectos en los cuales se pueden desempeñar, brindándonos múltiples beneficios, como por ejemplo en áreas como la salud, pues permiten tener un monitoreo constante en personas que padecen enfermedades crónicas, en el estilo de vida de los usuarios, en su desempeño laboral pues permite tanto a empleados como empleadores tener datos reales y consistentes referentes a la productividad de la empresa, de igual manera estos datos pueden ayudar a la incorporación de nuevas políticas que deriven en el incremento de su desempeño en el aumento en la satisfacción del empleado (Monge Rodríguez, 2017).

En base a los trabajos analizados se tiene una visión general de la importancia de realizar una investigación basada en el Internet de las Cosas que permitirá en este caso particular de estudio, el analizar los pro y contras que se pueden llegar a tener al implementar en un futuro, el diseño de una solución basada en fuentes de energía solar y el Internet de las Cosas (IoT) para controlar el consumo de energía eléctrica de los servicios hoteleros.

A continuación, se describirá una visión general del resto de aspectos concernientes al tema a desarrollar y el porqué de su importancia para llevar a cabo la investigación.

## 1.2 Situación Energética Global

En estos tiempos de crisis económica, energética y medioambiental, el ahorro y la eficiencia energética aparecen como la principal opción desde el ámbito energético para responder a estos tres desafíos. El ahorro de energía permite ahorrar nuestros escasos recursos económicos, pospone el agotamiento de nuestros escasos recursos fósiles (de los que sin embargo depende mayoritariamente nuestro suministro energético) y, por último, parece revelarse como una de las mejores alternativas para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>. La clave para la existencia de estos ahorros reside en el hecho de que no consumimos energía, sino servicios energéticos, por tanto, puede ser posible proveer el mismo nivel de servicio energético con un menor nivel de consumo de energía. Si bien el ahorro energético no es crítico para la resolución de todos los problemas ambientales, sí es cierto que su contribución a algunos de ellos, como el cambio climático, es la más significativa (Llamas, 2009).

En ocasiones la razón para que no se invierta en ahorro y eficiencia energética es porque esta inversión tiene una rentabilidad menor de la supuesta para el consumidor (valor de opción, costos «ocultos», heterogeneidad, bajos precios, etcétera), sin que esto se deba a fallos de mercado. Y, por tanto, que un aumento «forzado» de la inversión en ahorro y eficiencia puede no aumentar el bienestar: el obligar a alguien a invertir en ahorro y eficiencia energética cuando claramente no lo desea —*por ejemplo, porque usa muy poco su equipo energético*— supondría una reducción de bienestar. En otras ocasiones, sin embargo, sí que aparecen claramente fallos de mercado, y ahí la intervención pública parece adecuada. Ahora bien, hay que recordar que la regulación tiene siempre un coste y que, además, es imperfecta por naturaleza. Por tanto, una intervención pública sólo estará justificada si los fallos de mercado son lo suficientemente significativos, y el coste de la regulación se compense por eliminarlos. Esto depende, entre otras cosas, del tipo de política utilizada (Llamas, 2009).

El consumo energético está altamente relacionado con las emisiones de CO<sub>2</sub>, y por tanto el ahorro de energía es absolutamente fundamental para la reducción de dichas emisiones. Sin embargo, también hay que recordar que, si el objetivo final es la reducción de emisiones, el ahorro energético debe interpretarse como un medio para lograr este objetivo, y no como un fin en sí mismo. Por tanto, si el objetivo es la mejora medioambiental, las políticas prioritarias deberían ser aquellas enfocadas directamente a la reducción de impactos (Llamas, 2009).

El consumo energético desempeña un papel importante en el crecimiento económico tanto de los países desarrollados como de los países en vías de desarrollo, así como de los países exportadores e importadores de energía (Kais & Ben Mbarek, 2015). El PIB tiene un impacto pequeño sobre el CO<sub>2</sub>, mientras que el consumo de energía tiene un impacto más largo y positivo en las emisiones de CO<sub>2</sub>, lo que implica que si hay un mayor consumo de energía se producirán mayores emisiones de CO<sub>2</sub> (Magazzino, 2014). Existe una relación a largo plazo entre el crecimiento económico, las emisiones de CO<sub>2</sub> y el consumo de energía en todos los sectores (Nain, Ahmad, & Kamaiah, 2015).

En el año 2013, Hugo Almonte, Director de la División de Recursos Naturales e Infraestructura de la CEPAL<sup>3</sup>, señalaba que América Latina y el Caribe enfrentan una creciente demanda de energía impulsada por factores exógenos, es decir, dependientes del mercado mundial y endógenos, como la inclusión social, la industrialización y mayores centros urbanos; además de que se estima que para las próximas dos décadas la región necesitaría adicionar a la demanda actual no menos de dos millones de barriles de petróleo por día, 200 millones de m<sup>3</sup>/día de gas natural y 1.700 TWh (teravatios hora) de energía eléctrica); para afrontar estos desafíos plantea entre otras, la integración energética regional, que puede facilitar el acceso a la energía, optimizar el uso de recursos, contribuir al cuidado del medio ambiente y reducir el costo global de la energía (CEPAL, 2013).

### 1.2.1 Situación Energética en el Ecuador

El desarrollo de un país está estrechamente relacionado a la energía con la que puede desarrollar sus actividades, además es claro que lugares que carezcan de energía eléctrica, estarán limitados de utilizar herramientas de comunicación como Internet y telefonía celular.

Es así que, en el año 2016, el entonces Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos del Ecuador planteó en la Agenda Nacional de Energía 2016-2040, consolidar una matriz de generación eléctrica basada principalmente en hidroenergía, con el fin de impulsar una matriz de generación más limpia, segura y asequible, para lo que se aprovechará el potencial hidroeléctrico con el que cuenta el país de manera sostenible, de tal manera que la participación de la hidroenergía sea la principal fuente de generación eléctrica, como meta se fijó mantener al menos un 70% de participación de la hidroenergía del total de

---

<sup>3</sup> CEPAL. – *Comisión Económica para América Latina y el Caribe*

electricidad producida anualmente en el Sistema Nacional Interconectado en el período de tiempo hasta el 2040, siempre que las condicionantes técnicas, económicas y ambientales lo permitan (Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos, 2016).

En el Plan Nacional del Buen Vivir (2017-2021), se señala que, dentro de las capacidades generadas durante la última década respecto a los sectores estratégicos, se duplicó la capacidad de generación con fuentes de energía renovable (principalmente con la operación de las centrales Coca Codo Sinclair, Sopladora, Manduriacu, Villonaco, entre otras), que han generado un ahorro histórico en el consumo de combustibles (SENPLADES, 2017).

Es así que el gobierno presentó una visión política al 2021, a través del Consejo Sectorial de Infraestructura y Recursos no renovables, en la que se indica: *“Ecuador es un referente en la gestión soberana y sostenible de sus recursos naturales, dotación de infraestructura y acceso a servicios energéticos, de telecomunicaciones, transporte e inmobiliario público de calidad, que abastece la demanda de la población, aportando al desarrollo productivo y social”* (SENPLADES, 2017).

Para alcanzar dicha visión, en el Objetivo 3<sup>4</sup>, se destaca la importancia de la sostenibilidad del sistema productivo, disminuyendo la dependencia de actividad extractivas y orientando su transición hacia la reducción de consumo de productos derivados de energías fósiles, para ser reemplazados por fuentes renovables y amigables con la naturaleza. Estableciendo también que se debe consolidar el cambio de la matriz productiva y la matriz energética, como base para la generación de empleo y riqueza, reduciendo de esta forma las emisiones que contribuyen al cambio climático (Luna, 2019; SENPLADES, 2017).

Dentro del mismo plan, como parte del Objetivo 5<sup>5</sup> se plantean metas al 2021 como la de incrementar de 60% al 90% la generación eléctrica a través de fuentes de energías renovables, así como el ahorro de combustible por la optimización en generación eléctrica y eficiencia energética en el sector hidrocarburos de 9,09 a 17,5 millones de Barriles Equivalentes de Petróleo (SENPLADES, 2017).

---

<sup>4</sup> Objetivo 3.- *Garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones.*

<sup>5</sup> Objetivo 5.- *Impulsar la Productividad y Competitividad para el Crecimiento Económico Sustentable de manera redistributiva y solidaria.*

### 1.3 Medio Ambiente

Actualmente el mundo atraviesa un período de crisis ambiental, reflejado en amenazas a los recursos naturales, la pérdida de vegetación natural, la degradación de los ecosistemas, la extinción acelerada de especies, la contaminación ambiental y el cambio climático.

En el año 2015, el Papa Francisco a través de su encíclica *Laudato Si'* (Alabado seas)<sup>6</sup>, nos da una visión general del ser humano respecto a la creación y el hecho de que el ambiente es un bien colectivo, patrimonio de toda la humanidad y responsabilidad de todos. Nos insta a una conversión ecológica, en la que se reconoce que hay una creciente sensibilidad para con el medio ambiente, en donde no todo está perdido. Además, propone entablar un diálogo con todas las personas sobre nuestra casa común, una ecología integral que respeta claramente sus dimensiones humanas y sociales, inseparablemente de la cuestión ambiental (Papa Francisco, 2015).

Bajo este contexto, en el Plan Nacional del Buen Vivir se establece que, el Ecuador con respecto al medio ambiente, asumirá plenamente su protección y la garantía de los derechos de la naturaleza. Esto incluye el manejo responsable de los recursos naturales, para beneficio colectivo de la sociedad, junto con la protección de la diversidad biológica, la prevención de la degradación del suelo y una respuesta adecuada al cambio climático (SENPLADES, 2017).

Bajo estas premisas, se requieren propuestas y acciones que permitan salir de la espiral de autodestrucción en la que nos estamos sumergiendo con nuestro accionar frente al medio ambiente, he ahí la importancia de plantear proyectos como el del presente caso de estudio que de una u otra manera busquen el beneficio de un todo y no sólo personal; que permita modificar nuestro comportamiento, forzándonos a considerar el impacto ambiental en las acciones que se realizan, considerando no sólo como convivimos con los otros y con uno mismo, sino también con la naturaleza; que ayuden a tener una mejor sostenibilidad ambiental<sup>7</sup> que es el equilibrio que se genera a través de la relación armónica entre la sociedad y la naturaleza que lo rodea y de la cual es parte; y que pueda ser tomado como punto de inicio para acciones similares.

---

<sup>6</sup> *Laudato Si' (Alabado Seas)*. - La encíclica escrita por el Papa Francisco, trata sobre el cuidado de la casa común (la Tierra), nos lleva a preguntarnos sobre el significado de la existencia y sus valores en base de la vida social. ¿Qué clase de mundo queremos dejar a quienes nos sucedan, a los niños que están creciendo ahora?(Papa Francisco, 2015)

<sup>7</sup> <http://www.coherencia.pe/ideario/sostenibilidad-ambiental/>

## 1.4 Sector Turístico e Industria Hotelera en el Ecuador

### 1.4.1 Turismo en Cifras

Según el Informe de Rendición de Cuentas del año 2018 del Ministerio de Turismo, en el Ecuador la tendencia de llegada de personas extranjeras al país ha sido siempre positiva con un claro crecimiento que no se vio afectado a pesar de la disminución en el año 2016 y 2017 debido a factores externos como la apreciación del dólar y el terremoto ocurrido en el mes de abril de 2016.

A continuación, se muestra la ilustración realizada por la Dirección de Seguimiento de Planes, Programas y Proyectos del Ministerio de Turismo en la cual se aprecia el número de llegadas de extranjeros al país, en base a las fuentes de las bases de datos de entradas y salidas internacionales al Ecuador elaborado por el INEC en el período 2009-2017 y las llegadas provisionales en el año 2018, registradas por el Ministerio del Ecuador:



*Figura 1.- Llegada de Extranjeros al Ecuador*

Fuente: Base de datos de entradas y salidas internacionales a Ecuador 2009-2017 INEC  
Llegadas provisionales a Ecuador 2018 – Ministerio del Interior (MINTUR, 2018)

Según los registros del Banco Central del Ecuador que es la fuente que toma el Ministerio de Turismo, los ingresos por turismo alcanzaron los USD 2.398,1 al final del 2018 y representa la tercera fuente de ingresos no petroleros. El país registra por 7 años consecutivos un superávit en la balanza turística.

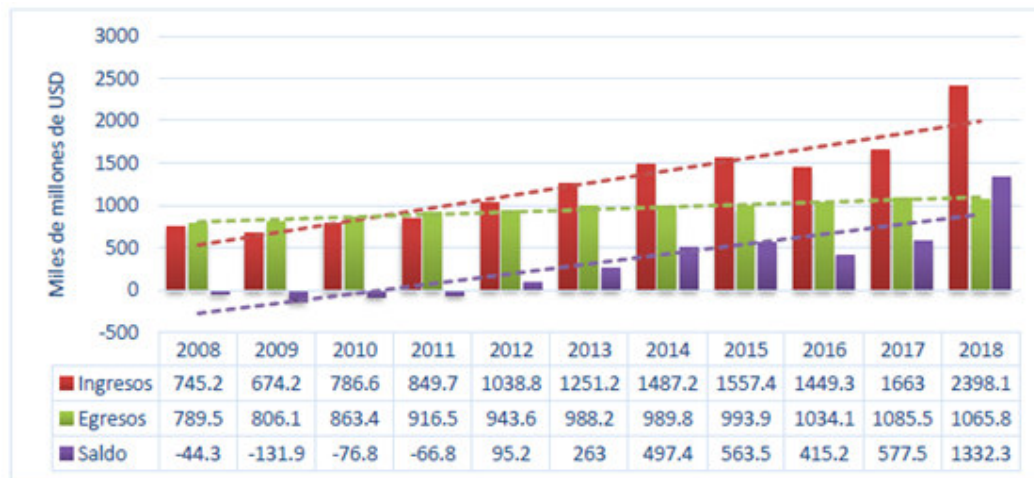


Figura 2.- Ingresos y egresos por Turismo en el Ecuador

Fuente: Banco Central del Ecuador (BCE)

Nota: La información 2018, corresponde a la estimación realizada al IV trimestre (MINTUR, 2018)

Finalmente, el Ministerio de Turismo del Ecuador señala que:

- La actividad turística a diciembre de 2018 generó empleo en el orden de los 131.630 en la industria de alojamiento y servicios de comida según encuesta ENEMDU<sup>8</sup>.
- El 46,72% de los empleos por turismo corresponde a mujeres.
- El turismo tiene un efecto multiplicador de 1,6% en la economía nacional.
- La contribución total del turismo al PIB alcanza el 5,51% de los cuales el 2,28% es de tipo directo.
- El turismo interno maneja 7,6 millones de dólares diarios.
- El turismo receptor maneja USD 6,5 millones de dólares diarios en promedio.
- En el año 2018, se contabilizan 24.720 establecimientos turísticos registrados.
- Para el año 2018 se realizaron 52,9 millones de viajes a nivel interno.

#### 1.4.2 Ecuador como destino de Inversión

Ecuador es un país que cuenta con una vasta e inigualable riqueza natural y cultural. La diversidad de sus cuatro mundos da lugar a miles de especies tanto en flora como en fauna.

<sup>8</sup> ENEMDU. - Encuesta Nacional Empleo, Desempleo y Subempleo

Ecuador está considerado dentro de los 17 países donde está concentrada la mayor biodiversidad del planeta, siendo además el país con mayor biodiversidad por km<sup>2</sup> del mundo. La mayor parte de su fauna y flora vive en 26 áreas protegidas por el Estado. Así mismo, ofrece atractivos históricos como Quito, gastronómicos y una variedad de culturas y tradiciones. El país es atravesado de norte a sur por una sección volcánica conocida como la cordillera de los Andes, cuenta con 70 volcanes, siendo el más alto el Chimborazo, con 6310 msnm. Al oeste de los Andes se encuentra el Golfo de Guayaquil y una llanura boscosa; y al este, la Amazonia. Es el país con la más alta concentración de ríos por kilómetro cuadrado en el mundo. En el territorio ecuatoriano, que incluye las islas Galápagos 1000 km al oeste de la costa, cuenta con la biodiversidad más densa del planeta. Por estos antecedentes es que Ecuador se convierte en un potencial Destino de Inversiones ya que sus características de flora, fauna y geografía otorgan al país un paisajismo envidiable que, aunado con el clima y la hospitalidad de su gente, le ha hecho acreedor de la confianza de muchos turistas que van llegando y quien llega a sus tierras se enamora de ellas (MINTUR, 2018).

#### 1.4.3 Análisis en el D.M. de Quito

Según los registros de la Empresa Pública Metropolitana de Gestión de Destino Turístico conocida como Quito Turismo, el Distrito Metropolitano de Quito al año 2018 contaba con una capacidad hotelera de 13.776 habitaciones instaladas y dispuso de 28.458 plazas, en 684 establecimientos, para el año 2019 (dato a agosto), el número de habitaciones instaladas es de 14.393 y dispone de 30.093 plazas en 725 establecimientos.

El costo estimado por una habitación de un hotel 5 estrellas (lujo) es de USD 100,9 por noche, el visitante de Quito permaneció un promedio de 1,58 noches en un hotel de la ciudad en el año 2018.

A continuación se muestra una tabla resumen elaborada por Quito Turismo, en la que se puede apreciar los datos de los últimos cinco (5) años (incluido lo estimado en el 2019) en lo referente al número de las llegadas internacionales de turistas no residentes, la tasa (%) de ocupación hotelera, la estancia media hotelera (noches), capacidad total de habitaciones en el DMQ<sup>9</sup>, capacidad de plazas en el DMQ, la capacidad de habitaciones y

---

<sup>9</sup> DMQ. - Distrito Metropolitano de Quito

plazas de 5 y 4 estrellas, la estancia en la ciudad (días), el gasto medio diario (USD) y el gasto medio turista (USD):

Llegadas internacionales de turistas no residentes (#)	Datos hoteleros del DMQ						Estadia promedio en ciudad del turismo de recreación en estancia corta y media [1 a 15 días]		
	Tasa de ocupación hotelera (TOH) - (%)	Estancia media hotelera DMQ (noches)	Capacidad HABITACIONES total en el DMQ	Capacidad PLAZAS total en el DMQ	Capacidad Habitaciones 5* y 4*	Capacidad Plazas 5* y 4*	Estancia ciudad (días)	Gasto medio diario (USD)	Gasto medio turista (USD)
2015 712.877	2015 52,65	2015 1,59					agosto 2015 5,92	agosto 2015 75,00	agosto 2015 446,00
2016 627.626	2016 46,51	2016 1,56			2016 4.585	2016 9.370	diciembre 2016 5,53	diciembre 2016 114,00	diciembre 2016 631,00
2017 652.931	2017 (e) 46,02	2017 (e) 1,54			2017 3.605	2017 6.252	enero 2017 (e) 4,87	enero 2017 (e) 112,99	enero 2017 (e) 550,09
2018 692.492	MinTur 2018 (e) 46,43	Quito Turismo 2018 (e) 50,20	2018 (e) 1,58	2018 13.776	2018 28.458	2018 3.732	2018 (e) 5,84	2018 (e) 118,15	2018 (e) 690,00
2019 (e) 707.942	2019 (e) 51,01	2019 (e) 1,57	2019 (e) 14.453	2019 (e) 30.277	2019 (e) 3.732	2019 (e) 7.470	2019 (e) 5,92	2019 (e) 101,83	2019 (e) 596,62

Figura 3.- Cifras Clave - Turismo en la ciudad de Quito

Fuente: Quito Turismo (Empresa Pública Metropolitana de Gestión de Destino Turístico, 2019)

Nota: (e) estimado

Con lo referente a la evolución de alojamiento de establecimientos de 5 estrellas el DMQ, cuenta con 21 establecimientos, que tienen 1939 habitaciones y brindan 3850 plazas para sus visitantes.

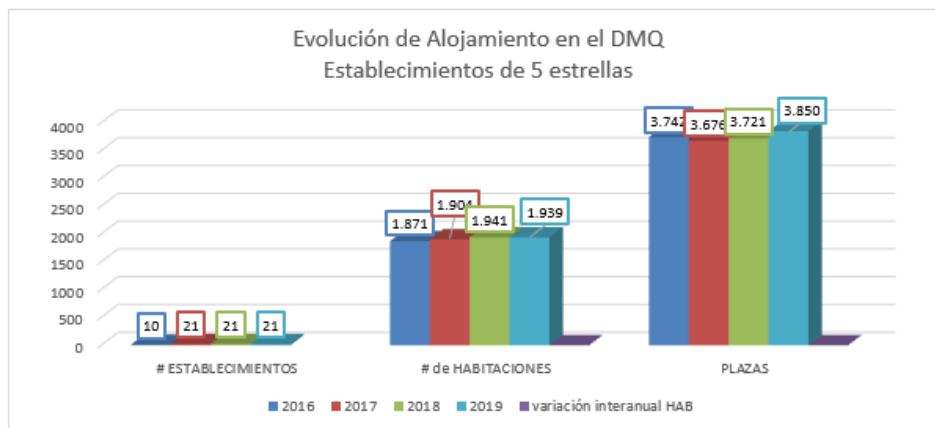


Figura 4.- Evolución de Alojamiento en el DMQ - Establecimientos de 5 estrellas

Fuente: Quito Turismo (Empresa Pública Metropolitana de Gestión de Destino Turístico, 2019)

En base a la información detallada en los párrafos precedentes, se aprecia que el sector turístico y en particular la industria hotelera ha tenido un importante crecimiento en los últimos años en diferentes aspectos como el económico, social, cultural, pero también trae

consigo afectaciones en el plano ambiental, pues se requieren mayores recursos para atender y satisfacer las necesidades de sus clientes, es ahí que es importante validar cual es la responsabilidad social corporativa que tiene este tipo de industrias.

#### 1.4.4 Responsabilidad Social Corporativa

El Observatorio de Responsabilidad Social Corporativa<sup>10</sup>, define a la RSC como *“la forma de conducir los negocios de las empresas que se caracteriza por tener en cuenta los impactos que todos los aspectos de sus actividades generan sobre sus clientes, empleados, accionistas, comunidades locales, medioambiente y sobre la sociedad en general. Ello implica el cumplimiento obligatorio de la legislación nacional e internacional en el ámbito social, laboral, medioambiental y de Derechos Humanos, así como cualquier otra acción voluntaria que la empresa quiera emprender para mejorar la calidad de vida de sus empleados, las comunidades en las que opera y de la sociedad en su conjunto”*

La Responsabilidad Social Corporativa se hace presente en las acciones que realizan las empresas en beneficio de la sociedad de manera voluntaria, esto es, más allá de las obligaciones que les impone la legislación (Molina, 2011b).

Como se indica en párrafos precedentes, la Responsabilidad Social Corporativa puede ser analizada en diferentes grupos de interés, en este caso particular se analizará atender como grupo de interés el Medio Ambiente. Es así como, en el presente caso de estudio, tomando conciencia de la importancia de la Responsabilidad Social Corporativa se diseñará una solución que priorice a las energías renovables, utilizando placas solares, que permitan disminuir agentes contaminantes, además de generar un ahorro energético con el consiguiente beneficio económico para la empresa, esto claro ésta, con una visión de que se trataría de una inversión fructífera a largo plazo y como un elemento capaz de diferenciarla de sus competencias.

#### 1.4.5 Marco Regulatorio

El turismo ha sido declarado por el Gobierno Nacional como una política de Estado, encaminada a la consecución del Buen Vivir a través de la generación de empleo, cadenas productivas, divisas, redistribución de la riqueza e inclusión social (Ministerio de Turismo

---

<sup>10</sup> [www.observatoriorsc.org](http://www.observatoriorsc.org).

de Ecuador, 2016), a continuación, se presentará un breve resumen de las leyes y reglamentos vigentes que rigen el Sector Turístico y en particular sobre la industria hotelera en el Ecuador:

#### 1.4.5.1 *Ley de Turismo*

Establece como actividad turística al servicio de alojamiento, el Ministerio de Turismo es el organismo rector de la actividad turística ecuatoriana quien, en coordinación con los organismos seccionales, tendrá la competencia privativa de la regulación a nivel nacional, la planificación, promoción internacional, facilitación, información estadística y control del turismo, así como el control de las actividades turísticas.

#### 1.4.5.2 *Reglamento General a la Ley de Turismo*

Determina que se entiende por alojamiento turístico, el conjunto de bienes destinados por la persona natural o jurídica a prestar el servicio de hospedaje no permanente, con o sin alimentación y servicios básicos y/o complementarios, mediante contrato de hospedaje.

#### 1.4.5.3 *Reglamento de Alojamiento Turístico*

Establece que para ejercer la actividad turística de alojamiento es obligatorio contar con el registro de turismo y la licencia única anual de funcionamiento, así como sujetarse a las disposiciones contenidas en el Reglamento y demás normativa vigente (Ministerio de Turismo de Ecuador, 2016).

Define como Hotel, el establecimiento de alojamiento turístico que cuenta con instalaciones para ofrecer servicio de hospedaje en habitaciones privadas con cuarto de baño y aseo privado, ocupando la totalidad de un edificio o parte independiente del mismo, cuenta con el servicio de alimentos y bebidas en un área definida como restaurante o cafetería, según su categoría, sin perjuicio de proporcionar servicios complementarios. Deberá contar con mínimo de 5 habitaciones.

Para el servicio de hotel apartamento se deberá ofrecer el servicio de hospedaje en apartamentos que integren una unidad para este uso exclusivo. Cada apartamento debe estar compuesto como mínimo de los siguientes ambientes: dormitorio, baño, sala de estar integrada con comedor y cocina equipada. Facilita la renta y ocupación de estancias largas.

## 1.5 Síntesis

Una vez que se han descrito y analizado las diferentes investigaciones relacionadas con los tópicos que involucran el planteamiento de una solución que permita realizar un diseño que incluyen fuentes de energía solar y el Internet de las Cosas para controlar el consumo de energía eléctrica de los servicios hoteleros, se puede inferir que, cada día cobra mayor importancia el cuidado y atención que se preste a la preservación del medio ambiente, pues de las acciones que se hagan o se dejen de hacer, estará la diferencia en el mundo que deban vivir las siguientes generaciones; además como políticas de Estado, en base a lo señalado en Plan Nacional del Buen Vivir, se tiene una visión de que el país sea un referente en la gestión soberana y sostenible de sus recursos naturales que preserven el medio ambiente, y que aporten a un desarrollo productivo y social; finalmente, la siempre creciente demanda de turistas que tiene el Distrito Metropolitano de Quito y los respectivos ingresos que de éstos se generan, las leyes y reglamentos vigentes impulsan a las Cadenas Hoteleras a tener una mayor Responsabilidad Social Corporativa, que les permita mejorar los servicios que prestan a los turistas de una manera más sostenible, así como el generar ahorro en sus costos de operación y llegar a nuevos mercados.

## CAPÍTULO II

### 2. ANÁLISIS SITUACIÓN ACTUAL

#### 2.1 GHL Hoteles – HSQ

El Grupo GHL Hoteles es uno de los mayores operadores hoteleros de Latinoamérica con más de 50 años en el sector, el grupo empresarial fue creado en Popayán, Colombia en 1964 bajo el nombre de Hoteles Limitada, con el objetivo de operar el Hotel El Monasterio de dicha ciudad, para brindar servicios de calidad, orientados principalmente hacia la captación del mercado turístico nacional (“Historia GHL Hoteles - GHL Hoteles - Confluence,” n.d.).

A inicios de los 90's, la compañía lideró un grupo de inversionistas del sector inmobiliario, para desarrollar proyectos hoteleros en las principales ciudades de Colombia, promoviendo el desarrollo y la oferta hotelera en ese país. En 1996 Hoteles Ltda., firmó un acuerdo de desarrollo con la cadena internacional ITT Sheraton, y su marca Four Points by Sheraton, inaugurando así los hoteles Medellín y Bogotá y dos años más tarde en 1998 tuvo su primera franquicia en el exterior con la operación del Hotel Four Points by Sheraton Quito, aunque previamente logró la primera operación en Ecuador con el Hotel Boulevard en 1987 (“Historia GHL Hoteles - GHL Hoteles - Confluence,” n.d.).

En los años 2000's, abrieron operaciones en los hoteles Four Points by Sheraton Bogotá – Cali y Guayaquil, esta alianza como desarrolladores y operadores de la marca internacional de la talla y prestigio como lo era ITT Sheraton, cada vez más consolidada, contribuyó en el posicionamiento del nuevo nombre del Grupo, GHL como un referente en hotelería ya no solo a nivel de Colombia sino a nivel internacional. Los objetivos de crecimiento basados en la filosofía de servicio y calidad, cada día se ajustaban al crecimiento y requerimiento mundial.

Se materializaron alianzas estratégicas con diferentes cadenas como Wyndham Hotels World Wide, Forte Hotels Inc., entre otras. Cada una de estas coaliciones con empresas y cadenas hoteleras nuevas que conocían, manejaban y se posicionaban en la oferta internacional, respaldaban y contribuían a que la operadora de GHL pudiera generar sus propias estrategias y “*Know How*”, soportados en su propia experiencia.

A la fecha el grupo GHL opera en los países de Argentina, Bolivia, Colombia, Costa Rica, Chile, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, Perú, y Panamá; y no sólo con la operación hotelera, pues hoy en día manejan ocho líneas de negocio, entre estas, las de alimentación industrial, de centros de convenciones, restaurantes e inversión de capital propio en el sector hotelero, entre otras.

El HSQ, está ubicado en el conjunto Citiplaza, centro ejecutivo, financiero y administrativo de la ciudad, rodeado de centros comerciales, cuenta con 136 habitaciones<sup>11</sup>: 35 de ellas en Club Level, 28 suites para largas estadías de 1 o 2 dormitorios, equipadas con sala, comedor, cocina, baños, aire acondicionado; room y guest service, internet inalámbrico y alámbrico, restaurantes, fitness center, centro de negocios, salones de eventos. (“CreamosExperiencias - GHL Hoteles - Confluence,” n.d.)

A continuación, se describirán los servicios hoteleros desplegados que consumen energía eléctrica y que serán parte del análisis de la solución a diseñar:

## 2.2 Servicios Hoteleros desplegados

### 2.2.1 Sistema de Vigilancia CCTV

El Sistema de vigilancia por video, ofrece la información visual en las áreas de impacto de seguridad tanto en el Edificio de Huéspedes como la Torre de Suites, las mismas que se clasifican de acuerdo con el nivel de sensibilidad sobre la información que se va generando.

El transporte de video se lo realiza a través de Ethernet, la habilitación de las cámaras es mediante la tecnología Power over Ethernet (PoE), que incluye la implementación de un módulo de aseguramiento para el transporte y acceso a la información acorde a los estándares internacionales vigentes para la protección en el acceso de redes Ethernet.

A continuación, se enlistan los componentes de la Plataforma CCTV:

- La plataforma de video es sobre una red de comunicaciones Ethernet; aunque también cuenta con cámaras analógicas; varias cámaras tienen la dualidad de ser alimentadas a través de adaptadores AC/DC y de la red PoE, pero únicamente están habilitadas mediante PoE las de tecnología IP y con adaptador AC/DC las cámaras analógicas;

---

<sup>11</sup> El complejo Hotelero cuenta con un total de 136 habitaciones y 40 suites, de las cuales 12 no son administradas por el Hotel.

- La red de comunicación tiene una capacidad de 1 Gbps.;
- El sistema tiene tres servidores para el control de las cámaras IP y dos servidores para las cámaras analógicas; la grabación de video sobre Ethernet se lo hace con NVRs (Network Video Recorder/ Grabador de Video en Red), mientras que se utiliza DVRs (Digital Video Recorder/ Grabador de Video Digital) para las cámaras analógicas; cada servidor de video soporta 32 cámaras IP, mientras que para el sistema analógico soporta hasta 8 cámaras;
- Los servidores de video son capaces de grabar, administrar y configurar simultáneamente múltiples secuencias en vivo o históricas; el almacenamiento de video se lo realiza sobre un arreglo de discos RAID 5;
- Para garantizar la seguridad de la Infraestructura de red del CCTV, se tiene incorporado un codificador IP de video; el sistema de acceso es controlado con protección de claves en distintos niveles;
- El sistema cuenta con 16 cámaras analógicas y 70 cámaras IP habilitadas con PoE.
- Las cámaras situadas en áreas amplias de monitoreo y escaleras son del tipo PTZ, D/N (día/noche), soportan detección de humo, zoom digital de al menos 3X, con domo incorporado; las cámaras fijas son igual día/noche, soportan detección de humo, tienen un zoom digital de al menos 3X, y tienen domo incorporado; los domos de todas las cámaras son a prueba de intrusión; las cámaras instaladas en las terrazas del edificio cuentan con visión nocturna con capacidad de recibir imágenes en ausencia total de luz, y tienen protección para exteriores IP67;
- Se cuenta con un cuarto de Monitoreo y Control del CCTV, que integra las plataformas de gestión de seguridad del edificio tanto de Huéspedes como de la Torre de Suites, en el que están instalados 6 monitores, 4 de 23" y 1 de 55" para video (monitoreo) y 1 monitor de 32" para el sistema de gestión, además cuentan con una impresora láser para la impresión de reportes o alarmas;
- La visualización de pantallas del video del conjunto de cámaras se lo realiza sobre arreglos de pantallas, administradas por un software para la distribución y división de imágenes en cada pantalla; para el mando de las cámaras PTZ, se cuenta con dos módulos de control con joystick.

## 2.2.2 Sistema de Control de Accesos

El HSQ cuenta con un sistema de control de accesos, que constituye la frontera de seguridad para el ingreso a las habitaciones de sus huéspedes, visitantes a eventos y control de sus empleados para el acceso a cada uno de los pisos y áreas sensibles, por tal motivo, cuenta con una plataforma acorde a estándares internacionales para el registro y salida de locaciones dentro del edificio.

La densidad de personal fijo que hace uso de las instalaciones es de 150 personas, y un promedio de 500 visitantes en el día.

La plataforma de control de accesos está constituida por:

- Detectores de movimiento, TAGs<sup>12</sup>, lectores biométricos/Lectores de TAGs, instalados en los accesos a habitaciones, oficinas y áreas sensibles.
- Un software modular para la gestión y monitoreo de accesos de empleados y visitantes (huéspedes), el cual soporta una arquitectura cliente – servidor, contiene módulos para el control de ingreso/salida de empleados, registro de visitantes (huéspedes), histórico de eventos de ingreso o salida de oficinas, habitaciones y áreas sensibles.

## 2.2.3 Centro de Datos y Unidad de Respaldo de Energía

Es el área que concentra toda la infraestructura de red, cuenta además con un sistema de climatización, en donde la unidad de condensación es externa y se conecta al Split por medio de tubería de cobre.

El centro de datos está constituido por:

- Cuatro Racks verticales de 42UR con equipos y servidores de comunicaciones; con regletas verticales de conexión eléctrica 20A 120Vac; protegidas contra transientes, soporta el mando remoto de cada toma vía conexión SNMP; con patch panels para fibra y cobre (ethernet); organizadores horizontales y verticales.
- Una unidad de respaldo de energía del centro de datos, tecnología online, potencia de 8 KVA bifásico, modular hasta 16 KVA y salida de 220 Vac y 110 Vac monofásico; n+1; controlados con módulo de comunicación que soporta SNMP para

---

<sup>12</sup> TAG. - Llave electrónica única para un sistema de control de accesos.

lectura de estado de UPS, nivel de carga de baterías internas y externas, fallos, medidas de energía, etc.; arreglo de baterías para un respaldo de mínimo 15 minutos; tiene la capacidad de integrarse a plataformas de medición de consumo de energía, es modular y con soporte de ampliación.

- Aire acondicionado de precisión, con una capacidad de 12,1 kW / 41290 BTU/H @24°C/50%RH a 3000 metros sobre el nivel del mar; alimentación de entrada de 208 Vac.
- Tablero de Distribución Eléctrico, con barras de cobre principales, breakers de control UPS modular de 8KVA, distribuidor eléctrico de 2 fases 30 posiciones UPS 16 KVA, distribuidor eléctrico 3 fases 12 posiciones energía normal, acometidas entrada y salida UPS 16 KVA, alimentación aire acondicionado y breakers de protección.

#### 2.2.4 Sistema eléctrico

A continuación, se detallan las características del Sistema Eléctrico implementado en el HSQ:

- El sistema eléctrico está constituido por tres transformadores principales, que abastecen la demanda total del Complejo (Torre de Habitaciones y Torre de Suites), desde el centro de transformación, los transformadores trifásicos de distribución son dos de 630kVA a 6,3kV/440V y uno de 200kVA a 6,3kV/208V, además existen transformadores adicionales cada tres Pisos con capacidades de 175kVA, 460/266V (Subsuelo 1), y 200kVA, 460/266V (Pisos 1,4, 7 y 10).
- Las acometidas principales a cada Torre son circuitos trifásicos más neutro común con voltaje nominal de 208V entre fases y 120V entre fase y neutro con la configuración: (3 (3#1/0) + 1#1/0 + 1#1/0) AWG con aislamiento TTU, para equipos especiales hay circuitos con voltaje nominal de hasta 460/266V.
- Las acometidas principales se vinculan a un tablero de transferencia automática (TTA) independiente para cada torre, que coordina el suministro de energía entre la Empresa Eléctrica Quito y el Grupo Electrónico.
- Para la distribución de la energía eléctrica se tiene un tablero principal de emergencia (TDE) que viene del TTA y contiene las protecciones para las

acometidas eléctricas; tablero de distribución data center y centro de carga para energía no regulada.

- El servicio eléctrico a cada piso del edificio se lo realiza desde el TDP el mismo que recibe energía eléctrica suministrada por la empresa eléctrica Quito o por el grupo electrógeno según sea el caso, para ello cuenta con una acometida eléctrica trifásica independiente para cada Torre.
- Las acometidas eléctricas son trifásicas con la configuración 3F + N + T (3 fases + neutro + tierra) con cables monoconductores multifilares con aislamiento THHN para 600 V.
- Se tienen instalados centros de carga por piso para distribuir la energía a los sistemas de iluminación y toma corriente, estos centros de carga no regulada tienen acometidas con una disposición radial que distribuyen la energía de servicio público a los pisos, son del tipo Squar-d, de 42 posiciones.
- Los centros de carga regulada tienen acometidas con una disposición radial que distribuyen la energía de servicio público o energía de UPS únicamente a los pisos en los cuales se tienen oficinas para el personal administrativo, se tiene instalado un centro de carga por piso para distribuir la energía al sistema de tomacorriente.
- El sistema de tomacorrientes tanto de energía regulada como no regulada tiene todas las salidas polarizadas (fase, neutro y tierra), y tienen una capacidad máxima de 2000W y están alimentados por conductores de calibre 12AWG con aislamiento tipo THHN.
- Existen además toma corrientes no regulados para lámparas de emergencia y avisos de salida, con autonomía de funcionamiento de varios minutos en los diferentes ambientes de circulación general y rutas de evacuación, con el fin de garantizar que en caso de ausencia de fluido eléctrico en el edificio o en caso de un incendio, los ocupantes de la edificación cuenten con un nivel básico de iluminación que oriente las vías o rutas de salida.

### 2.2.5 Sistema Electrónico

El HSQ cuenta con dos generadores trifásicos y dos Tableros de Transferencia Automática. A continuación, se detallan las características del grupo electrógeno:

- Dos (02) Generadores Trifásicos: Motor a diésel, velocidad de 1800 rpm, potencia efectiva en la ciudad de Quito de 300kVA; tiempo de estabilización de carga menor a 10 minutos; alternador síncrono, trifásico y sin escobillas; distorsión armónica menor al 4%; Tensión nominal 460/266 Vac trifásico; frecuencia 60 Hz, panel eléctrico de visualización de estado y funcionamiento; tanque de combustible incorporado con indicador de nivel para un mínimo de 8 horas de autonomía; cuenta con un panel de control digital de arranque manual y automático; que permite mediciones de parámetros eléctricos, amperaje, frecuencia, voltaje, presión de aceite de motor, temperatura de motor, voltaje de batería del generador, contador de horas de servicio, y programación por fecha y hora de arranques automáticos por mantenimiento.
- Dos (02) Tableros de Transferencia automática: Cuenta para cada una de las acometidas con un disyuntor principal de 3 polos de 600 A regulable, interbloqueo mecánico, módulos de accionamiento motorizado, controlador de transferencia, supervisor de voltaje (detección de pérdida de fases, niveles de tensión, entre otros).

### 2.2.6 Red LAN y WLAN

A continuación, se detallan los elementos que constituyen la infraestructura LAN y WLAN desplegada:

- En la Torre de Habitaciones y área Administrativa se distribuyen catorce (14) Switches de 24 Puertos RJ-45 10/100/1000, tres (03) de éstos Switches tienen puertos PoE RJ-45 10/100/1000 de detección automática (IEEE 802.3 tipo 10BaseT), además todos cuentan con 4 puertos para mini-GBIC (con transceptores mini-GBIC), una ranura SFP con módulo incluido cada uno; velocidad de 12,5 millones de pps (paquetes de 64 bytes); consumo energético no mayor a 600W; voltaje de entrada 100-127/200-240 Vca; corriente operativa de entrada 7,3/3,3 A; además se cuenta con catorce (14) switches de 4 puertos PoE para el CCTV; en la Torre de Switches se tiene dos (02) Switches de 48 puertos con similares características que los instalados en la Torre de Habitaciones.
- Dos (02) Switches de Distribución de 48 puertos RJ-45 10/100/100 y 4 puertos SFP 1000 Mbps, velocidad de 77,3 Mbps, función PoE 370W máximo, consumo de energía 435W (máximo), 34,2W (inactivo)

- Un (01) Switch Core, con 24 puertos RJ-45 10/100/1000 de detección automática, admite un mínimo de 16 puertos 10-GbE o 140 puertos 10/100/1000 de detección automática o 100 puertos mini-GBIC, o una combinación; procesador 10GB de 200MHz; velocidad mínima de 480,3 millones de pps; velocidad Switch de 691,2 Gbps; voltaje de entrada 100-127/200-240 Vca; corriente operativa de entrada 7,3/3,3 A;
- Dos (02) controladoras para la administración de toda la WLAN, que soportan hasta 75 AP administrados por cada una.
- Setenta y siete (77) puntos de acceso inalámbrico, distribuidos en habitaciones, salones de eventos, restaurantes y pasillos de los Edificios de Huéspedes y Torre de Suites, que son gestionados por las Controladoras.
- Cuenta con una plataforma de gestión para la administración de toda la infraestructura de red compatible con estándares SNMP, en la cual se gestionan alarmas, configuraciones y eventos de los equipos sobre la red instalada;
- Está implementado cableado estructurado inteligente categoría 6A, basado en los estándares EIA/TIA, con características de flexibilidad, operación simplificada y centralizada, aproximadamente 400 puntos de red certificados; de los cuales 70 son usados para terminales de los funcionarios y el resto está distribuido entre habitaciones, puntos de acceso inalámbrico y cámaras para el sistema de CCTV.
- Y un backbone de fibra óptica con redundancia en cobre categoría 6A, once (11) enlaces de fibra óptica multimodo 62,5/125 multimodo de 6 hilos.
- En cada uno de los pisos del Hotel en la Torre de Habitaciones se tienen cuartos de equipos con sus respectivos gabinetes, patch panel, separadores y organizadores, en la Torre de Suites no se cuenta con cuartos de Telecomunicaciones, pero si existe un (01) enlace de fibra óptica multimodo que interconecta uno de los Switches de la Torre de Suites con el Switch de Core del Centro de Datos ubicado en la Torre de Habitaciones.



### 2.2.7 Sistema de Iluminación

El sistema de iluminación atiende un requerimiento de 500 luxes promedio en habitaciones y oficinas, los alimentadores a los circuitos de iluminación son de cobre calibre Nro. 12 AWG con aislamiento THHN para 600V - 90°C.

En los salones se tienen disposiciones (arreglos) con dimerización, que permiten aumentar o disminuir la iluminación de determinada área, en pasillos y gradas de emergencia están dispuestos sensores de movimiento que permiten activar las luminarias evitando mantenerlas encendidas por tiempos largos.

En cada una de las habitaciones y áreas se cuentan con una cantidad suficiente y variada de luminarias, siendo las de mayor uso las de tipo dicróico y ahorradores de energía tipo led.

### 2.2.8 Otros Componentes o Sistemas

En el área administrativa que incluyen las Gerencias General, Contraloría, Alimentos y Bebidas, Mercadeo, Ama de Llaves, Lavandería, Mantenimiento y Tecnología, están desplegadas computadoras para el personal, pantallas de monitoreo, equipos multifunción (impresoras, escáneres, copadoras), que también generan altos consumos de energía y que serán analizados en las siguientes secciones.

En las áreas de Alimentos y Bebidas se tiene una gran variedad de equipamiento que consume grandes cantidades de energía, como son congeladoras, refrigeradoras, cocinas, lavavajillas, cafeteras eléctricas, licuadoras, batidoras, hornos, pantallas, impresoras, cajas registradoras entre otros elementos, que también entrarán en el análisis del presente documento.

Otros elementos que también entrarán en el análisis son los desplegados en las áreas de Ama de Llaves y Lavandería, como lavadoras, secadoras, planchas, bombas para la activación de los calderos para el calentamiento de agua, entre otros.

Cabe indicar que también dentro de cada habitación se tienen televisores, cafeteras eléctricas, neveras, hornos microondas, cocinas eléctricas, lámparas para escritorio y veladores, aires acondicionados tipo split, planchas; por lo que cada uno de estos elementos serán incluidos en los análisis del consumo de energía en los que incurre la operación del Hotel.

Si bien el hotel cuenta con otros servicios como el sistema de detección y extinción de incendios, manejo, operación y control de ascensores éstos no serán incluidos en el análisis del presente documento.

## 2.3 Análisis de consumo de Energía de los Servicios Hoteleros desplegados

Los servicios hoteleros detallados en la sección precedente consumen una gran cantidad de energía eléctrica, a continuación, se detallan los valores del consumo reflejado en las planillas emitidas por la Empresa Eléctrica Quito en el año 2019, los cuales serán clasificados por medidores, cargas y franjas horarias con el fin de tener una visión general de los recursos eléctricos y los costos incurridos.

De manera particular, se detallarán los valores de los consumos leídos con respecto a uno de los tres medidores con los que cuenta la Compañía, con respecto a los otros dos medidores se presentarán únicamente resúmenes generales de los consumos mensuales en KWH, la demanda facturable y sus gastos totales.

Medidor: **#1**

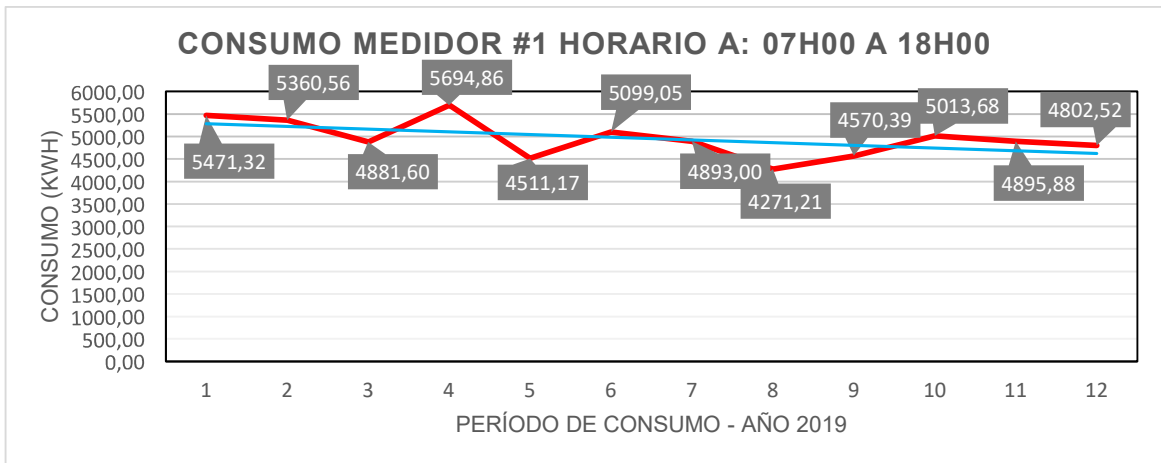
Tipo de Tarifa Arconel: **BTCGD31 – BT Comercial con Demanda Horaria**

Descripción: Energía **act. Horario A (07h00-18h00)**

Tipo de consumo: **Leído**

Período 2019	Consumo Total (kWh)	Monto (\$)
Enero	5.471,32	481,48
Febrero	5.360,56	471,73
Marzo	4.881,60	429,58
Abril	5.694,86	501,15
Mayo	4.511,17	396,98
Junio	5.099,05	448,72
Julio	4.893,00	430,58
Agosto	4.271,21	375,87
Septiembre	4.570,39	402,19
Octubre	5.013,68	441,20
Noviembre	4.895,88	430,84
Diciembre	4.802,52	422,62

Tabla 1.- Consumo kWh Medidor 1 - Horario A (07h00 a 18h00)  
Fuente: Facturas Empresa Eléctrica Quito – Archivos HSQ



*Figura 6.- Consumo Medidor #1 Horario A: 07h00 a 18h00*  
Fuente: Facturas Empresa Eléctrica Quito – Archivos HSQ

En base a los datos obtenidos, se obtuvo un consumo promedio de 4.955,44 kWh al mes, que aproximadamente son 165,18 kWh al día, en el horario de 07h00 a 18h00.

Medidor: **#1**

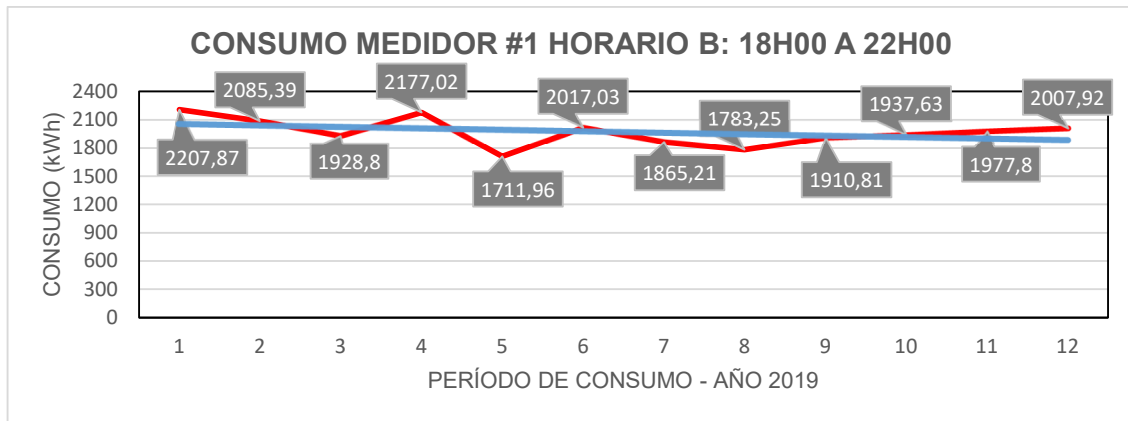
Tipo de Tarifa Arconel: **BTCGD31 – BT Comercial con Demanda Horaria**

Descripción: **Energía act. Horario B (18h00-22h00)**

Tipo de consumo: **Leído**

Período 2019	Consumo Total (kWh)	Monto (\$)
Enero	2.207,87	194,29
Febrero	2.085,39	183,51
Marzo	1.928,80	169,73
Abril	2.177,02	191,58
Mayo	1.711,96	150,65
Junio	2.017,03	177,50
Julio	1.865,21	164,14
Agosto	1.783,25	156,93
Septiembre	1.910,81	168,15
Octubre	1.937,63	170,51
Noviembre	1.977,80	174,05
Diciembre	2.007,92	176,70

*Tabla 2.- Consumo kWh Medidor 1 - Horario B (18h00 a 22h00)*  
Fuente: Facturas Empresa Eléctrica Quito – Archivos HSQ



*Figura 7.- Consumo Medidor #1 Horario B: 18h00 a 22h00*  
Fuente: Facturas Empresa Eléctrica Quito – Archivos HSQ

En base a los datos obtenidos, se obtuvo un consumo promedio de 1.967,56 kWh al mes, que aproximadamente son 65,68 kWh al día, en el horario de 18h00 a 22h00.

Medidor: **#1**

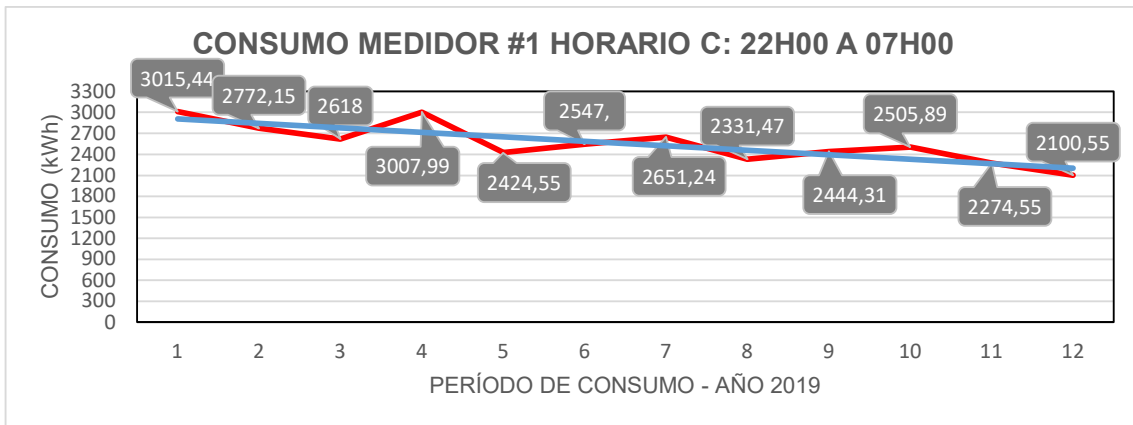
Tipo de Tarifa Arconel: **BTCGD31 – BT Comercial con Demanda Horaria**

Descripción: **Energía act. Horario C (22h00-07h00)**

Tipo de consumo: **Leído**

Período 2019	Consumo Total (kWh)	Monto (\$)
Enero	3.015,44	211,08
Febrero	2.772,15	194,05
Marzo	2.618,00	183,27
Abril	3.007,99	210,56
Mayo	2.424,55	169,72
Junio	2.547,50	178,33
Julio	2.651,24	185,59
Agosto	2.331,47	163,20
Septiembre	2.444,31	171,10
Octubre	2.505,89	175,41
Noviembre	2.274,55	159,22
Diciembre	2.100,55	147,04

*Tabla 3.- Consumo kWh Medidor 1 - Horario C (22h00 a 07h00)*  
Fuente: Facturas Empresa Eléctrica Quito – Archivos HSQ



*Figura 8.- Consumo Medidor #1 Horario C: 22h00 a 07h00*  
Fuente: Facturas Empresa Eléctrica Quito – Archivos HSQ

En base a los datos obtenidos, se obtuvo un consumo promedio de 2.490,61 kWh al mes, que aproximadamente son 83,02 kWh al día, en el horario de 22h00 a 07h00.

En la siguiente tabla se detallan los valores en kW de la Demanda Facturable del Medidor #1:

Período 2019	Consumo Total (kW)	Monto (\$)
Enero	28,20	117,93
Febrero	25,50	106,64
Marzo	36,00	150,48
Abril	24,40	97,44
Mayo	23,80	97,44
Junio	26,60	111,24
Julio	23,10	96,60
Agosto	24,80	103,71
Septiembre	23,20	97,02
Octubre	24,70	103,30
Noviembre	27,50	115,01
Diciembre	25,20	105,39

*Tabla 4.- Demanda Facturable Medidor #1*  
Fuente: Facturas Empresa Eléctrica Quito – Archivos HSQ

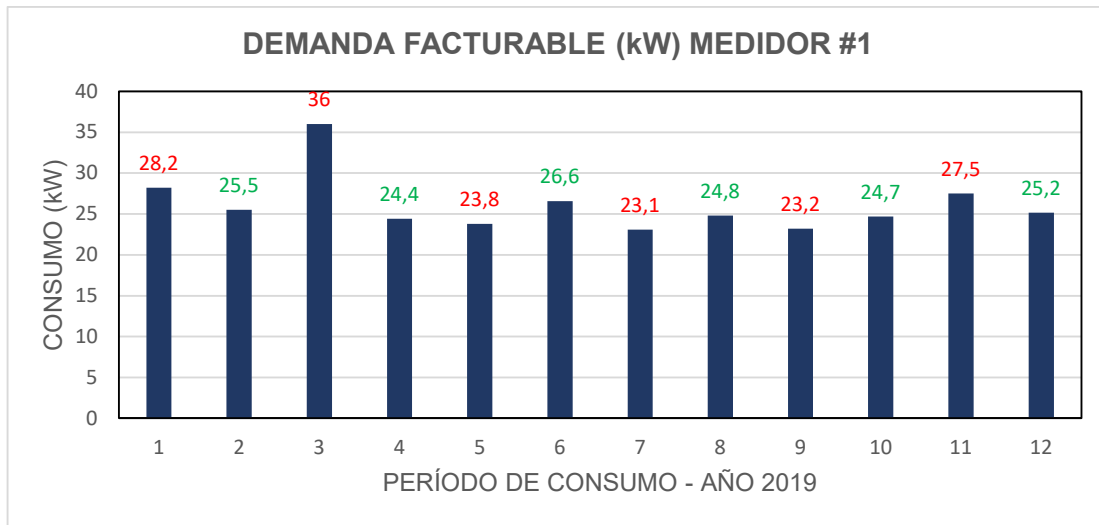


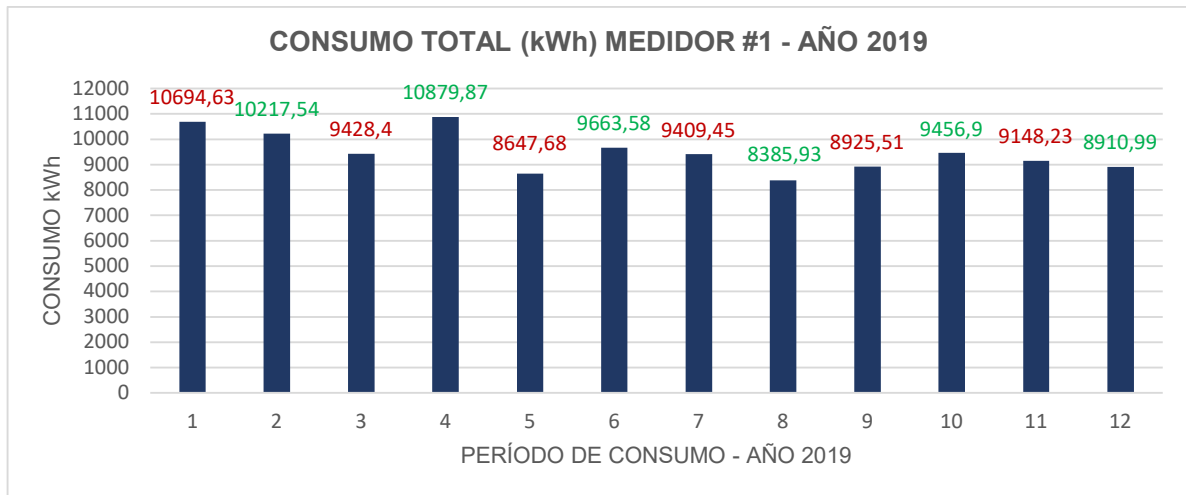
Figura 9.- Demanda Facturable (kW) Medidor #1  
Fuente: Facturas Empresa Eléctrica Quito – Archivos HSQ

En base a los datos obtenidos, se obtuvo un consumo de demanda promedio de 26,08 kW al mes.

A continuación, se muestra el resumen de los consumos (kWh) y costos (\$) del Medidor #1:

Período 2019	Consumo Total (kWh)	Valor Consumo (\$)	Com. (\$)	Valor Demanda (\$)	Valor Alumb. Público (\$)	Valor Recaud. Terceros (\$)	Valor Total (\$)
Enero	10.694,63	886,85	1,41	117,93	95,99	199,59	1.301,77
Febrero	10.217,54	849,29	1,41	106,64	91,33	195,52	1.244,19
Marzo	9.428,40	782,58	1,41	150,48	73,15	185,46	1.193,08
Abril	10.879,87	903,29	1,41	97,44	35,79	204,39	1.242,32
Mayo	8.647,68	717,35	1,41	97,44	35,79	167,57	1.019,56
Junio	9.663,58	804,55	1,41	111,24	78,33	187,57	1.183,10
Julio	9.409,45	780,31	1,41	96,60	71,14	179,87	1.129,33
Agosto	8.385,93	696,00	1,41	103,71	64,89	164,58	1.030,59
Septiembre	8.925,51	741,44	1,41	97,02	68,03	172,26	1.080,16
Octubre	9.456,90	787,12	1,41	103,30	72,24	182,55	1.146,62
Noviembre	9.148,23	764,11	1,41	115,01	71,32	180,31	1.132,16
Diciembre	8.910,99	746,36	1,41	105,39	63,99	174,89	1.092,04
<b>TOTAL</b>	<b>113.768,71</b>						<b>13.794,92</b>

Tabla 5.- Consumo Total kWh Medidor #1 Año 2019  
Fuente: Facturas Empresa Eléctrica Quito – Archivos HSQ



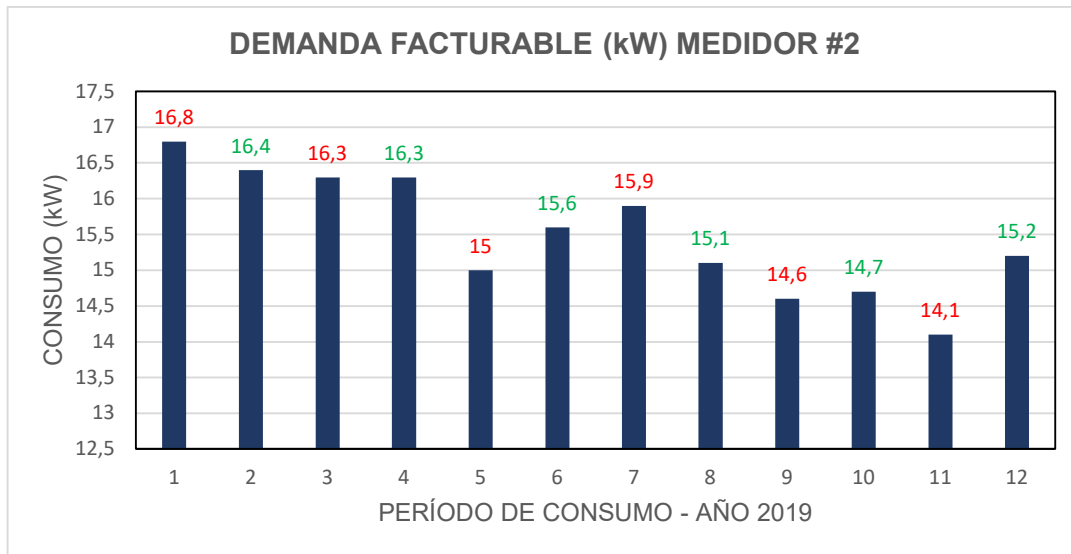
*Figura 10.- Consumo Total (kWh) Medidor #1 - Año 2019*  
Fuente: Facturas Empresa Eléctrica Quito – Archivos HSQ

En base a los datos obtenidos, se obtuvo que el consumo total del medidor #1 fue de 113.768,71 kWh que ocasionaron un gasto de USD 13.794,92 dólares americanos en el año 2019, generando un promedio de 9.480,72 kWh al mes, que dan aproximadamente 316,02 kWh al día.

En la siguiente tabla se detallan los valores en kW de la Demanda Facturable del Medidor #2:

Período 2019	Consumo Total (kW)	Monto (\$)
Enero	16,80	61,05
Febrero	16,40	63,98
Marzo	16,30	68,17
Abril	16,30	68,17
Mayo	15,00	59,80
Junio	15,60	65,24
Julio	15,90	62,31
Agosto	15,10	59,38
Septiembre	14,60	58,13
Octubre	14,70	61,48
Noviembre	14,10	56,04
Diciembre	15,20	53,53

*Tabla 6.- Demanda Facturable Medidor #2*  
Fuente: Facturas Empresa Eléctrica Quito – Archivos HSQ



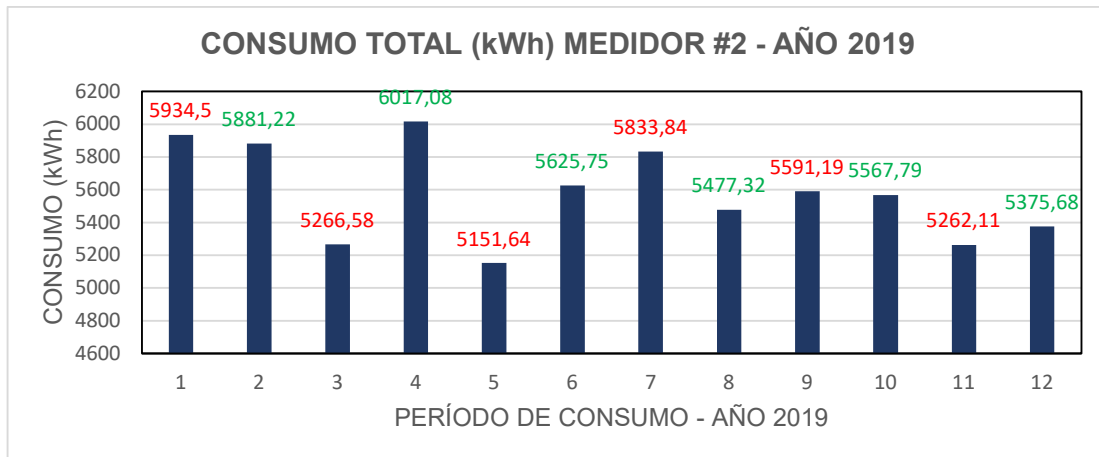
*Figura 11.- Demanda Facturable (kW) Medidor #2*  
Fuente: Facturas Empresa Eléctrica Quito – Archivos HSQ

En base a los datos obtenidos, se obtuvo un consumo de demanda promedio de 15,50 kW al mes.

A continuación, se muestra el resumen de los consumos (kWh) y costos (\$) del Medidor #2:

Período 2019	Consumo Total (kWh)	Valor Consumo (\$)	Com. (\$)	Valor Demanda (\$)	Valor Alumb. Público (\$)	Valor Recaud. Terceros (\$)	Valor Total (\$)
Enero	5.934,50	490,34	1,41	61,05	52,74	112,33	717,87
Febrero	5.881,22	485,81	1,41	63,98	52,58	115,09	718,87
Marzo	5.266,58	435,05	1,41	68,17	50,15	109,27	664,05
Abril	6.017,08	498,26	1,41	68,17	35,79	118,38	722,01
Mayo	5.151,64	426,32	1,41	59,80	35,79	102,48	625,80
Junio	5.625,75	466,06	1,41	65,24	45,49	111,43	689,63
Julio	5.833,84	483,90	1,41	62,31	44,36	114,38	706,36
Agosto	5.477,32	454,11	1,41	59,38	41,71	107,90	664,51
Septiembre	5.591,19	463,73	1,41	58,13	42,38	109,56	675,21
Octubre	5.567,79	462,54	1,41	61,48	42,56	109,99	677,98
Noviembre	5.262,11	436,45	1,41	56,04	40,01	103,74	637,65
Diciembre	5.375,68	445,77	1,41	53,53	37,55	105,09	643,35
<b>TOTAL</b>	<b>66.984,70</b>						<b>8.143,29</b>

*Tabla 7.- Consumo Total kWh Medidor #2 Año 2019*  
Fuente: Facturas Empresa Eléctrica Quito – Archivos HSQ



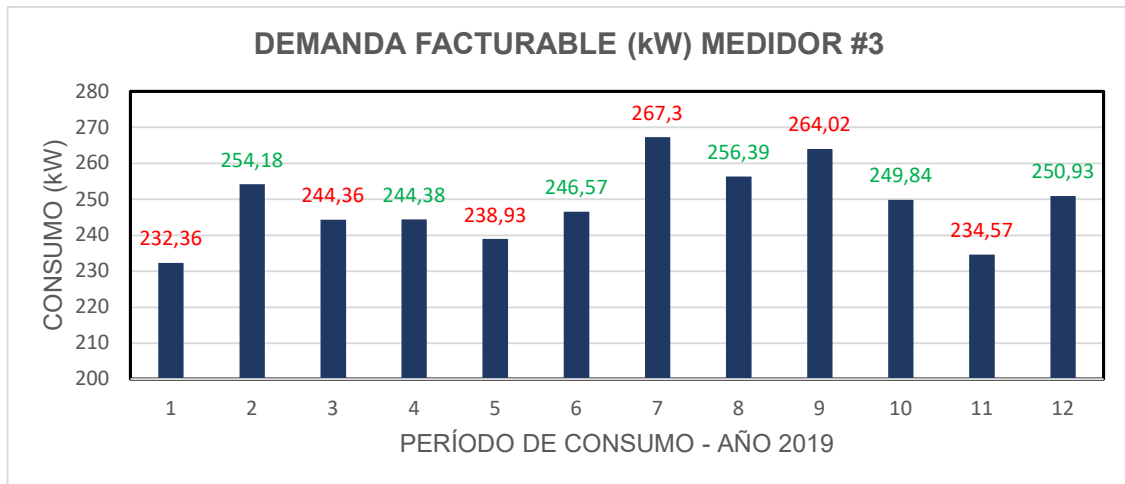
*Figura 12.- Consumo Total (kWh) Medidor #2 - Año 2019*  
Fuente: Facturas Empresa Eléctrica Quito – Archivos HSQ

En base a los datos obtenidos, se obtuvo que el consumo total del medidor #2 fue de 66.984,70 kWh que ocasionaron un gasto de USD 8.143,29 dólares americanos en el año 2019, generando un promedio de 5.582,06 kWh al mes, que dan aproximadamente 186,07 kWh al día.

En la siguiente tabla se detallan los valores en kW de la Demanda Facturable del Medidor #3:

Período 2019	Consumo Total (kW)	Monto (\$)
Enero	232,36	945,89
Febrero	254,18	986,43
Marzo	244,36	963,96
Abril	244,38	986,54
Mayo	238,93	982,00
Junio	246,57	946,01
Julio	267,30	1.067,59
Agosto	256,39	1.018,09
Septiembre	264,02	1.054,05
Octubre	249,84	1.031,59
Noviembre	234,57	909,94
Diciembre	250,93	991,02

*Tabla 8.- Demanda Facturable Medidor #3*  
Fuente: Facturas Empresa Eléctrica Quito – Archivos HSQ



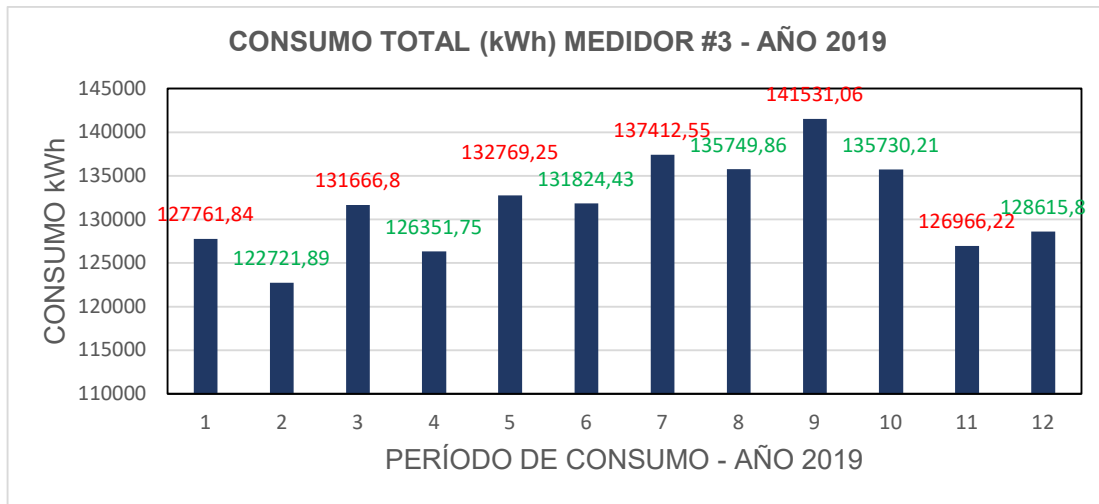
*Figura 13.- Demanda Facturable (kW) Medidor #3*  
Fuente: Facturas Empresa Eléctrica Quito – Archivos HSQ

En base a los datos obtenidos, se obtuvo un consumo de demanda promedio de 248,65 kW al mes.

A continuación, se muestra el resumen de los consumos (kWh) y costos (\$) del Medidor #3:

Período 2019	Consumo Total (kWh)	Valor Consumo (\$)	Com. (\$)	Valor Demanda (\$)	Valor Alumb. Público (\$)	Valor Recaud. Terceros (\$)	Valor Total (\$)
Enero	127.761,84	11.379,31	1,41	945,89	1.175,96	2.447,07	15.949,64
Febrero	122.721,89	10.944,33	1,41	986,43	1.138,33	2.368,95	15.439,45
Marzo	131.666,80	11.734,68	1,41	963,96	186,40	2.600,00	15.885,23
Abril	126.351,75	11.215,80	1,41	986,54	186,40	2.477,84	15.146,24
Mayo	132.769,25	11.727,05	1,41	982,00	1.085,47	2.523,08	16.319,01
Junio	131.824,43	11.648,61	1,41	946,01	1.020,28	2.500,42	16.116,73
Julio	137.412,55	12.146,01	1,41	1.067,59	1.070,42	2.623,00	16.908,43
Agosto	135.749,86	11.986,85	1,41	1.018,09	1.053,51	2.581,68	16.641,54
Septiembre	141.531,06	12.500,22	1,41	1.054,05	1.098,01	2.690,47	17.344,16
Octubre	135.730,21	12.002,94	1,41	1.031,59	1.055,91	2.587,54	16.679,39
Noviembre	126.966,22	11.220,46	1,41	909,94	909,89	2.408,49	15.450,19
Diciembre	128.615,80	11.359,74	1,41	991,02	864,65	2.452,22	15.669,04
<b>TOTAL</b>	<b>1'579.101,66</b>						<b>193.549,05</b>

*Tabla 9.- Consumo Total kWh Medidor #3 Año 2019*  
Fuente: Facturas Empresa Eléctrica Quito – Archivos HSQ



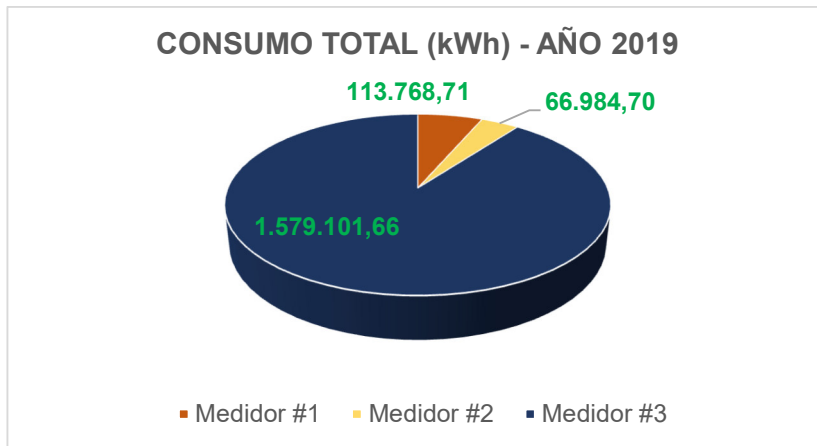
*Figura 14.- Consumo Total (kWh) Medidor #3 - Año 2019*  
Fuente: Facturas Empresa Eléctrica Quito – Archivos HSQ

En base a los datos obtenidos, se obtuvo que el consumo total del medidor #3 fue de 1'579.101,66 kWh que ocasionaron un gasto de USD 193.549,05 dólares americanos en el año 2019, generando un promedio de 131.591,80 kWh al mes, que dan aproximadamente 4.386,39 kWh al día.

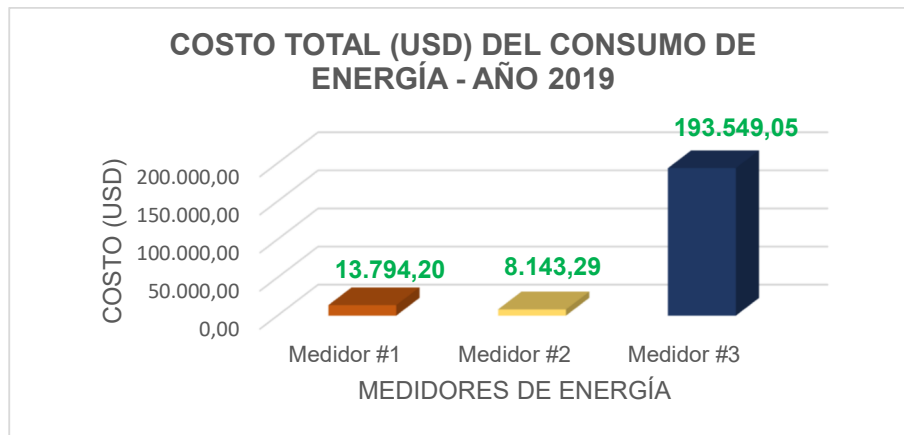
Con la información obtenida de los tres medidores, a continuación, se muestra el consolidado del consumo total de kWh de los tres medidores, así como el costo del uso del servicio durante el año 2019:

Medidor	Consumo Total (kWh)	Monto (\$)
#1	113.768,71	13.794,20
#2	66.984,70	8.143,29
#3	1'579.101,66	193.549,05
<b>TOTAL</b>	<b>1'759.855,07</b>	<b>215.486,54</b>

*Tabla 10.- Consumo Total kWh y Costos - Año 2019*  
Fuente: Facturas Empresa Eléctrica Quito – Archivos HSQ



*Figura 15.- Consumo Total (kWh) - Año 2019*  
 Fuente: Facturas Empresa Eléctrica Quito – Archivos HSQ



*Figura 16.- Costo Total (USD) del Consumo de Energía - Año 2019*  
 Fuente: Facturas Empresa Eléctrica Quito – Archivos HSQ

El HSQ durante el año 2019 consumió un total de **1'759.855,07 kWh** y por los cuales tuvo que cancelar el valor de **\$ 215.486,54 dólares americanos**.

## 2.4 Impacto Ambiental del Consumo de Energía Eléctrica en los Servicios Hoteleros desplegados

En la presente investigación, únicamente se realizará el cálculo de la Huella de Carbono<sup>13</sup> (Impacto Ambiental) producida por el consumo de energía eléctrica en el HSQ, que si bien, es una emisión indirecta de los Gases de Efecto Invernadero (GEI)<sup>14</sup>, pues las emisiones ocurren de fuentes que NO son propiedad o están controladas por el hotel, pues son únicamente quienes consumen el servicio, pero nos permitirán establecer los indicadores de sustentabilidad como la Huella de Carbono; para dicho cálculo se utilizará la metodología de GreenHouse Gas Protocol (GHG Protocol)<sup>15</sup>.

Para el cálculo de las emisiones generadas, se requiere contar con los factores de emisión de CO<sub>2</sub> por generación eléctrica en el Ecuador, cuyo dato se obtuvo del estudio del “Factor de emisión de CO<sub>2</sub> debido a la generación de electricidad en el Ecuador durante el período 2001 – 2014” realizado por Rene Parra en el año 2015, que para el año 2014 fue de 0,3462 kgCO<sub>2</sub>/kWh (Parra Narváez, 2015).

En base a las herramientas de cálculo suministradas por el Protocolo de Gases Efecto Invernadero (GHG Protocol)(“Greenhouse Gas Protocol |,” n.d.) y a la investigación sobre el “Cálculo de la Huella de Carbono” realizada por Gutiérrez y Montoya (Gutiérrez Fernández & Montoya, 2014), la fórmula para el cálculo de las emisiones indirectas de GEI asociadas al consumo de energía eléctrica es:

$$Ton CO_{2eq} = A * FE * FC$$

*Ecuación 1.- Cálculo de las emisiones indirectas de GEI*

Fuente: (“Greenhouse Gas Protocol |,” n.d.; Gutiérrez Fernández & Montoya, 2014)

---

<sup>13</sup> *Huella de Carbono.- Es la medida del impacto de todos los gases de efecto invernadero producidos por nuestras actividades (individuales, colectivas, eventuales y de los productos) en el medio ambiente (Melo, 2018).*

<sup>14</sup> *GEI (Gases Efecto Invernadero). - Se denominan gases de efecto invernadero (GEI) o gases de invernadero a todos aquellos compuestos que se acumulan en la atmósfera de la Tierra y que son capaces de absorber la radiación infrarroja del Sol, aumentando y reteniendo el calor allí mismo, en la atmósfera (Guarduño, Martínez, & Fernández, 2004; Melo, 2018)*

<sup>15</sup> *GHG Protocol.- Establece marcos globales estandarizados para medir y gestionar las emisiones de gases efecto invernadero de las operaciones del sector público y privado, las cadenas de valor y las acciones de mitigación (“About Us | Greenhouse Gas Protocol,” n.d.).*

Donde:

- Ton CO<sub>2eq</sub>: Toneladas de equivalente de Dióxido de Carbono
- A: es el consumo de electricidad en kWh
- FE: factor de emisión en kgCO<sub>2</sub>/kWh
- FC: Factor de conversión (Ton/kg)

En base a los datos detallados en la Tabla 10, de la sección 2.3, se procede a reemplazar los valores en la Ecuación Nro.1:

$$\text{Ton } CO_{2eq} = 1'759.855,07kWh * \frac{0,3462kgCO_2}{kWh} * \frac{1Ton}{1.000kg} = 609,26$$

$$\text{Ton } CO_{2eq} = 609,26$$

Por lo que, durante el año 2019, el HSQ, produjo 609,26 Toneladas de CO<sub>2eq</sub> (GEI), por los 1'759.855,07kWh consumidos por los servicios desplegados y los cuales fueron leídos en sus tres medidores.

Una vez que se cuenta con la información de la energía eléctrica consumida y el impacto ambiental que se ha generado por la emisión indirecta de este servicio durante el último año en el HSQ, se procederá al desarrollo del diseño de una solución que permita mitigar esta afectación.

## CAPÍTULO III

### 3. DISEÑO DE UNA SOLUCIÓN BASADA EN FUENTES DE ENERGÍA SOLAR Y EL INTERNET DE LAS COSAS (IoT) PARA CONTROLAR EL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE LOS SERVICIOS HOTELEROS

Previo a realizar el diseño, se procederá a describir las características generales de que son el Internet de las Cosas y los Sistemas de Energía Solar, para posterior a eso realizar el diseño de la solución sugerida:

#### 3.1 Internet de las Cosas (IoT)

Algunos investigadores definen el Internet de las Cosas (*IoT* por sus siglas en inglés) como un modelo que abarca a las tecnologías de comunicación inalámbrica como las redes de sensores inalámbricos, redes móviles y actuadores, con cada uno de los elementos denominados “objeto o cosa” y con una dirección única (Said & Masud, 2013),(Cama Pinto, De la Hoz Franco, & Cama Pinto, 2012).

Para Bautista, Guerrero, Parra-Valencia (Bautista, Rico; Guerrero, Cesar D.; Parra-Valencia, 2017), el Internet de las cosas o IoT (Internet of Things), se refiere a la conexión de objetos tecnológicos o que sean electrónicos a Internet, este concepto se deriva del avance de la tecnología y a la necesidad de compartir y controlar las cosas que nos rodean (Li, Xu, & Zhao, 2015).

Algunos de los campos en los que IoT se presenta fuertemente son: la adopción generalizada de redes basadas en el protocolo IP (Airehrour, Gutierrez, & Ray, 2016), la economía en la capacidad de cómputo, la miniaturización, los avances en el análisis de datos (Danieletto, Bui, & Zorzi, 2014) y el surgimiento de la computación en la nube, salud, herramientas de aprendizaje, seguridad (Flauzac, Gonzalez, & Nolot, 2015), optimización de procesos (Aziz, 2016), agricultura (Stoces, Vanek, Masner, & Pavlík, 2016), entre otros.

Para Huang & Li (Huang & Li, 2010), el Internet se ha vuelto más frecuente en nuestras vidas en un período de tiempo más corto que cualquier otra tecnología en la historia. Revolucionó la forma de comunicarse de las personas. Actualmente, Internet implica el

proceso de conectar máquinas, equipos, software y cosas en nuestro entorno. Esta conexión se realizará mediante el uso de la dirección única del protocolo de Internet que permite que las cosas se comuniquen entre sí sin intervención humana y a éste nuevo escenario se lo llama IoT.

El término IoT está formalizado por el centro de identificación automática de MIT (Mealling M, 2003)(Said & Masud, 2013). Hasta ahora no hay una definición aceptada o estándar para IoT.

Para Salazar y Silvestre (Salazar & Silvestre, 2014), el IoT introduce un cambio radical en la calidad de vida de las personas, ofreciendo una gran cantidad de nuevas oportunidades de acceso a datos, servicios específicos en la educación, en seguridad, asistencia sanitaria o en el transporte, entre otros campos. Por otra parte, señalan que será la clave para aumentar la productividad de las empresas, ofreciendo una amplia distribución de la red, redes locales inteligentes de dispositivos inteligentes y nuevos servicios que pueden ser personalizados según las necesidades del cliente. Señalan que el IoT trae beneficios de mejora de la gestión y el seguimiento de los activos y de los productos, aumenta la cantidad de datos de información y permite la optimización de equipos y uso de los recursos que puede traducirse en ahorro de costes. Además, ofrece la oportunidad de crear nuevos dispositivos interconectados inteligentes y explorar nuevos modelos de negocio.

Para Kopetz (Kopetz, 2011), la arquitectura de sistemas de IoT se puede dividir en cuatro capas: capa de detección de objetos, la capa de intercambio de datos, capa de integración de la información, y la capa de servicios de aplicaciones. Los dispositivos inteligentes pueden estar ya conectados a través de Internet tradicional. Sin embargo, el IoT incorpora la capa de detección que reduce los requisitos de la capacidad de esos dispositivos y permite su interconexión. Sensores consumidores de datos se comunican con sensores o propietarios de estos a través de la capa de integración de la información que es responsable de toda la comunicación y las transacciones. Mientras tanto surgen nuevos requerimientos y desafíos para el intercambio de datos, el filtrado y la integración de la información, la definición de nuevos servicios para los usuarios, así como un incremento de la complejidad de la arquitectura de la red. Por otra parte, el uso de las tecnologías en nube está creciendo de manera exponencial. Nuevas plataformas de infraestructuras y aplicaciones de software se ofrecen en el marco del IoT.

### 3.2 Ventajas y Beneficios del Internet de las Cosas (IoT)

Para el año 2014, Salazar y Silvestre (Salazar & Silvestre, 2014) señalaban que algunas de las principales ventajas y beneficios del IoT serían la creación de servicios innovadores con un mejor rendimiento y soluciones de valor agregado, junto con la reducción de los costos de adquisición de datos de los servicios existentes y la oportunidad de crear nuevas fuentes de ingresos en un contexto de un modelo de negocio sostenible. Estas aplicaciones podrían orientarse a los consumidores, negocios, comerciales, y actividades de encuestas, a la comunidad industrial y científica mediante el aprovechamiento de los desarrolladores de aplicaciones.

La aplicación con éxito del concepto IoT en el mundo real es posible gracias a los avances en las tecnologías subyacentes: energía, sensores, computación en la nube, comunicación, integración, estándares, entre otras (Gubbi, Buyya, Marusic, & Palaniswami, 2013; Lee & Lee, 2015).

El ritmo al que crece Internet de las Cosas (IoT) es imparable. Existen un sin número de fabricantes que desarrollan dispositivos IoT, siguiendo sus propias especificaciones y sin atender a un estándar que a la fecha todavía no existe como tal. Esto nos lleva a una situación donde la gran heterogeneidad de dispositivos que podemos encontrar en el mercado provoca que esta interconexión sea compleja o incluso no sea posible, impidiendo así que los dispositivos puedan coordinarse para desarrollar tareas colaborativas. Esta interconexión además depende del contexto, pues los dispositivos IoT deben adaptar su comportamiento dependiendo de las características de las personas que les rodean (Flores-Martin, Pérez-Vereda, Berrocal, Canal, & Murillo, 2018).

Para Daniel Waintrub (Daniel Waintrub, 2019), diversos sectores e industrias pueden beneficiarse de lo que ofrece el IoT, entre éstas señala que, puede ser utilizado para *Aplicación Urbana* como por ejemplo el seguimiento y control de semáforos y vías en donde el IoT es capaz de detectar cambios en condiciones estructurales y responder inmediatamente ante emergencias; *Producción en masa*, en donde el IoT puede ser aplicado para optimizar cadenas de producción y aportar en la información sobre demandas de algún producto; *en Logística*, el IoT puede ayudar a controlar el tráfico de manera inteligente; en *Ocio*, el IoT puede optimizar los sensores celulares y dispositivos tecnológicos para mejorar experiencias del usuario. Señala además que, el beneficio de aplicar la Tecnología IoT a la *gestión del gasto eléctrico* permite alcanzar eficiencia en el consumo energético, lo que hace posible disminuir consumos innecesarios, además la

tecnología IoT facilita la obtención de métricas históricas e inmediatas del consumo eléctrico, lo que a la larga permite tomar mejores decisiones dentro de los espacios monitoreados. Finalmente indica que, el Internet de las Cosas aplicado en el consumo energético, permite no solo la reducción de gastos en la cuenta eléctrica a fin de mes, sino que también facilita la comunicación de la empresa hacia colaboradores y clientes externos, permite alertar fallas de manera oportuna, impacta en la ruta de sustentabilidad de la empresa y, también, habilita una asignación de costos por área efectiva, entre otras.

Daniel Santander (Santander, 2019), señala que la tecnología IoT aplicada en el monitoreo eléctrico entrega beneficios tales como: visualizar de forma panorámica el gasto eléctrico en horario de trabajo y fuera de él; ver la electricidad en tiempo real, de modo que las decisiones para abordar una falla operacional se hacen en base a datos empíricos y es posible anticiparse a futuras fallas; monitorear el consumo y hacer un prorrateo de los costos operacionales equitativo entre las distintas áreas; comparar el consumo nominal y el real de los activos.

### **3.3 Energía Solar**

La energía solar constituye la principal fuente de vida en la Tierra, dirige los ciclos biofísicos, geofísicos y químicos que mantienen la vida en el planeta, los ciclos del oxígeno, del agua, del carbono y del clima. La energía del Sol es la que induce el movimiento del viento y del agua, y el crecimiento de las plantas, por ello la energía solar es el origen de la mayoría de las fuentes de energía renovables: eólica, hidroeléctrica, biomasa, de las olas y corrientes marinas, además de la propia solar. La energía solar se puede aprovechar activamente mediante dos vías: la térmica, que transforma la energía procedente del sol en energía calorífica, y la fotovoltaica, que convierte directamente la energía solar en energía eléctrica gracias al efecto fotovoltaico. La energía solar fotovoltaica es una fuente de energía renovable, lo que significa que es inagotable a escala humana. Una de las ventajas fundamentales de esta energía es que permite la obtención de la electricidad sin recurrir a ningún tipo de combustión, y por tanto no se producen emisiones a la atmósfera de contaminantes que provocan fenómenos de lluvia ácida y el denominado efecto invernadero (Espejo Marín, 2004).

Los sistemas fotovoltaicos consisten en un conjunto de elementos, denominados células solares o células fotovoltaicas, dispuestos en paneles, que transforman directamente la energía solar en energía eléctrica. La luz solar transporta energía en forma de un flujo de

fotones, éstos cuando inciden en determinado tipo de materiales bajo ciertas condiciones, provocan una corriente eléctrica. Es lo que se denomina efecto fotovoltaico (Espejo Marín, 2004); (UNESA, 1998).

Un módulo fotovoltaico es un conjunto formado por un determinado número de células fotovoltaicas eléctricamente interconectadas, formando una estructura compacta y resistente capaz de suministrar una corriente eléctrica a un circuito externo. Dependiendo de la producción de electricidad necesaria para un edificio, según su función, ubicación geográfica, operación y ocupación, se puede determinar cuántos módulos es necesario interconectar. A ese conjunto de módulos fotovoltaicos montados sobre una estructura común e interconectadas eléctricamente en serie, paralelo o de forma mixta se le conoce como panel fotovoltaico (Hernández, Alonso, Nochebuena, & Oliver, 2012); (ASIF, 2002). Las condiciones de funcionamiento de un módulo fotovoltaico dependen de variables como la radiación solar y la temperatura de funcionamiento (Espejo Marín, 2004).

Un sistema fotovoltaico está compuesto por las siguientes partes: i) el generador fotovoltaico; ii) el sistema de acondicionamiento de potencia; iii) los sistemas de protección, medida y control; y iv) las cargas a quienes sule de potencia (Moralejo, 2018), por lo que; en base a lo descrito, se planteará un diseño que involucre estos elementos, pero enfatizando que no se entrará a un nivel de detalle significativo, pues no es materia de este trabajo de investigación.

### **3.4 Diseño de la Solución**

La solución que se plantea a continuación está dividida en dos secciones, una en lo concerniente a la tecnología IoT como base para el diseño global y otra referente a las fuentes de energía solar.

En lo referente a la Tecnología IoT, se procederá a identificar todos los activos que consumen energía eléctrica en los distintos ambientes existentes en el HSQ, de los cuales se verificará si cuentan o no con conexión a Internet y si generan información que permita determinar el consumo de ésta, de no contar con históricos de consumo por equipos o áreas, se tomarán valores de placa para estimar el consumo de energía en base al porcentaje de ocupación que tuvo el hotel el año 2019 tanto en habitaciones como Salones de Eventos y Restaurantes, y así tener un panorama del comportamiento del hotel durante el último año, se revisarán las infraestructuras de red y de energía existentes, con el fin de determinar la mejor opción de diseño que se acople a lo desplegado previamente en el

hotel y que el diseño propuesto no genere mayor afectación tanto en la parte arquitectónica como estética.

En referencia a la solución de fuentes de energía solar, corresponderá al diseño de un sistema fotovoltaico añadido al edificio (Building Added / Applied / Attached Photovoltaics – BAPV), que se refiere a la superposición del sistema fotovoltaico a la envolvente<sup>16</sup> del edificio ya terminado, este tipo de sistema es usado en rehabilitaciones o reequipamientos de edificios (es decir posterior al diseño arquitectónico del edificio, y su costo total es adicional al de la construcción del mismo (Moralejo, 2018), pues se tratan de edificaciones construidas años atrás) .

### 3.4.1 Solución IoT

Como se detalló en secciones precedentes, el IoT se basa en conectar los objetos o cosas con Internet, con el fin de conseguir centralizar la información y los datos para poder tomar decisiones en base a la información que nos proporcionan dichos objetos/cosas, y cómo éstos se comportan en un sistema en particular o en su conjunto. Para obtener esto, se debe enfocar en la sensorización de todas las variables físicas que se puedan conseguir, como por ejemplo luces encendidas, sistemas de aire acondicionado prendidos, puertas abiertas o cerradas y un sin número de variables que pueden ser medidas.

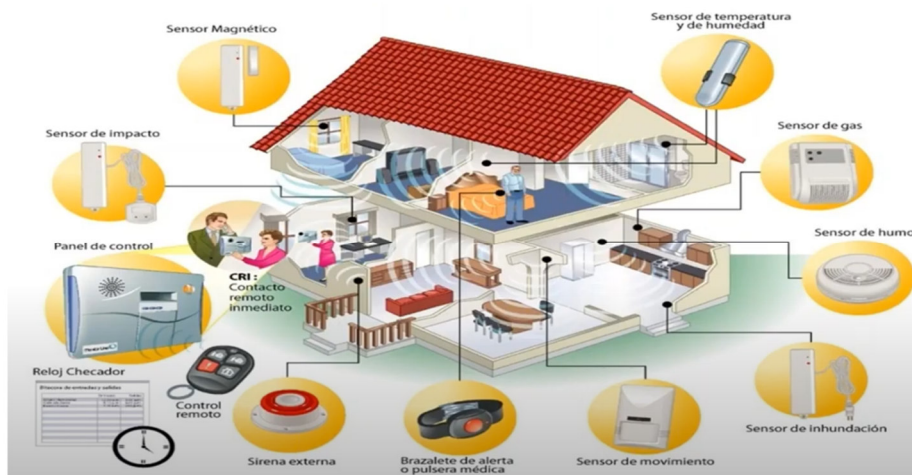


Figura 17.- Sensorización de Activos  
Fuente: (Efor, 2017)

<sup>16</sup> *Envolvente del Edificio.* - Se compone de todos los cerramientos que separan el ambiente del edificio del exterior (Moralejo, 2018).

Hoy en día a nivel mundial existen varias normativas en materia de eficiencia energética, en Europa por ejemplo, años atrás se planteó la creación de Edificios de Consumo Energético Casi Nulo NZEB por sus siglas en inglés (Nearly Zero Energy Building), por lo que, se pretende que ahora los edificios tengan un menor consumo de energía usando diferentes técnicas como super aislamiento, ventilación selectiva o casas pasivas, sin dejar de lado conceptos como sostenibilidad, interoperabilidad o compartición de recursos; para conseguir esto, la tecnología debe ser un aliado fundamental, entre éstas tecnologías están el *Internet de las Cosas* con el cual se puede controlar todos los activos, hacer enfoques hacia edificios inteligentes, medir el consumo que existe, con el *Big Data* se puede reconstruir parámetros de uso de los usuarios, costumbres, con la *Realidad Aumentada* se puede hacer un marketing de experiencias, diseño de interiores, con la *Inteligencia Artificial* se puede tener un asistente de automatización, gestión de recursos, entre muchas más mejoras. Así mismo existen Certificaciones como Passive House<sup>17</sup> o Retrofit<sup>18</sup>, que lo que buscan es certificar que los edificios tengan un gasto energético mínimo; éstas últimas normativas surgieron en sus inicios de las experiencias de viviendas que aprovechaban las condiciones climáticas para disminuir las necesidad de calefacción y refrigeración (Efor, 2017).

### Modelo de proyecto IoT

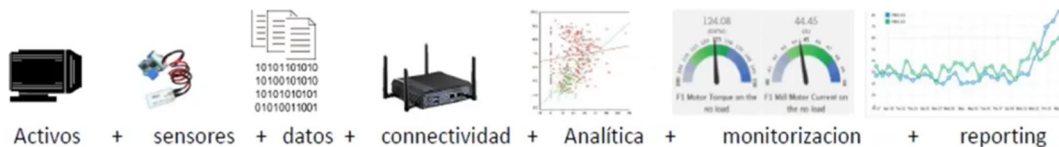


Figura 18.- Modelo de Proyecto IoT  
Fuente: (Efor, 2017)

Varias empresas integradoras de soluciones o que gestionan proyectos coinciden que el diseño de un Proyecto de IoT debe abarcar como mínimo los siguientes aspectos:

1. Conocer el entorno, es decir la empresa y sus clientes, las condiciones de producción o de los servicios

<sup>17</sup> Certified Passive House. - Certificación de edificio pasivo para obras de nueva construcción.

<sup>18</sup> Certified Retrofit. - Certificación de edificio pasivo para reformas.

2. Interconectar los Sensores, los cuales pueden tener distintos protocolos de comunicación, esto con el fin de reunir todos los datos que se obtienen.
3. Subir la información a la nube, para realizar un análisis inteligente sobre el que luego se van a tomar decisiones estratégicas, por lo que se requiere tener todo interconectado y centralizado para cotejar los datos.
4. Convertir los datos en Valor (Big Data), en indicadores, en costumbres, en hábitos ya sean buenos o malos.
5. Medir y Compartir: Cuadros de Mando y BI, una vez que los indicadores están calculados e identificados, hay que tener una manera visual de poder tomar las decisiones, por lo que se puede hacer uso de cuadros de mando y Business Intelligence.
6. Transformar la experiencia de usuario, que es el conjunto de factores y/o elementos relativos a la interacción del usuario con un entorno o dispositivos en particular, que dan como resultado una percepción a favor o en contra del servicio o producto recibido.

En base a lo señalado en los párrafos precedentes, se seguirá una metodología similar, que permita en primera instancia conocer el entorno, por lo que, para poder conocer los consumos energéticos de una empresa, lo primero que se debe hacer es controlar todos los activos que se tienen, para luego establecer una serie de parámetros de consumo, por lo que es prioritario clasificar cuál es la importancia de los activos que se tienen. Por ejemplo, existe la clasificación ABC que consiste en establecer un orden de prioridad a los activos, a continuación, se muestra una tabla que describe esta clasificación:

Clasificación	Activos Críticos	Descripción
A	Modelos personalizados	Los equipos más críticos, con funcionalidad única, las paradas no programadas causan un gran impacto en la producción, costes de reparación muy significativos.
B	Modelos Estándar	Equipos críticos, muchos activos de tipos similares o clase, las paradas no programadas impactan en la producción, el coste acumulado de mantenimiento es significativo.
C	Equipos menos Críticos	Reemplazo fácil, "run to failure" o mantenimiento basado en tiempo.

Tabla 11.- Modelo de Clasificación ABC de Activos  
Fuente: (Efor, 2017)

Por lo tanto, se realizará la descripción de los ambientes, la clasificación de los activos por su criticidad, además se verificará si los activos cuentan con conexión a Internet y si éstos generan información de consumo de energía eléctrica:

#### 3.4.1.1 *Ambientes y Activos del HSQ*

El HSQ cuenta con diferentes ambientes, entre éstos están:

- Habitaciones: sencillas, dobles, suites;
- Oficinas: Administrativas, Operativas, Business Center, Recepción, Lobby, Mezanine, Subsuelos 1, 2 y 3;
- Centro de datos, Cuartos de Telecomunicaciones, Tableros Eléctricos, CCTV;
- Salones: De Eventos, Reuniones/Conferencias;
- Restaurantes: De Alimentos y Bebidas;
- Áreas de Cocina, Refrigeración, Congelación, Panadería y Pastelería;
- Cuartos de Máquinas: de Mantenimiento, Lavandería, Secado, Planchado y Fitness Center;

##### a) Habitaciones:

El HSQ cuenta con 136 habitaciones y 40 suites, todas cumplen con altos estándares de calidad y confort que permiten al huésped tener una experiencia única y reconfortante, cada habitación cuenta con muchas facilidades y prestaciones en forma de activos que se detallan a continuación de manera referencial:

Activos	Tipo de Habitación					
	Clásica Sencilla	Clásica Doble	Club Sencilla	Club Doble	Suite Sencilla	Suite Doble
Televisor (55", 32")	1	1	2	2	1	2
Decodificador TV	1	1	2	2	1	2
Radio Reloj	1	1	1	1	1	1
Mini Nevera	1	1	1	1	0	0
Nevera	0	0	0	0	1	1
Lámparas (Escritorio, Pie, Mesa de Noche)	3	5	3	5	3	5
Iluminación – Dicroicos Led	4	4	4	4	4	4
Iluminación – Focos Led	6	6	6	6	8	10
Tomacorrientes*	7	7	7	7	8	16

Cafetera	1	1	1	1	1	1
Horno Microondas	0	0	0	0	1	1
Lavadora-Secadora	0	0	0	0	1	1
Secadora de Cabello	1	1	1	1	1	1
Plancha de Ropa	1	1	1	1	1	1
Cortinas enrollables Automáticas	1	1	2	2	4	6
Aire Acondicionado	1	1	1	1	1	2
Cocina de Inducción	0	0	0	0	1	1
Acceso Alámbrico	1	1	1	1	1	1
Acceso Inalámbrico**	1	1	1	1	1	1

\* Los tomacorrientes NO son activos, pero se los incluye en la tabla porque se pueden conectar diferentes activos.

\*\* Se coloca únicamente un acceso, aunque se pueden conectar hasta 4 dispositivos por huésped en la habitación.

**Tabla 12.- Activos en Habitaciones**  
 Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se muestra una tabla resumen de los activos en base al número total de habitaciones y se realiza su clasificación en base a lo señalado en la tabla Nro. 11 de la sección 3.4:

Activos en Habitaciones, Suites y Pasillos						
Activos	Total	Clasificación			Tiene conexión a Internet?	Genera Información de Consumo de Energía?
		A	B	C		
Televisor (55", 32")	160	-	-	✓	No	No
Decodificador TV	160	-	-	✓	No	No
Radio Reloj	150	-	-	✓	No	No
Mini Nevera	108	-	-	✓	No	No
Nevera	40	-	-	✓	No	No
Lámparas (Escritorio, Pie, Mesa de Noche)	222	-	-	✓	No	No
Iluminación – Dicroicos Led*	1100	-	-	✓	No	No
Iluminación – Focos Led	1260	-	-	✓	No	No
Tomacorrientes**	1500	-	-	✓	No	No
Cafetera	176	-	-	✓	No	No
Horno Microondas	40	-	-	✓	No	No
Lavadora-Secadora	40					
Secadora de Cabello	176	-	-	✓	No	No
Plancha de Ropa	176	-	-	✓	No	No
Cortinas enrollables Automáticas	254	-	-	✓	No	No

Aire Acondicionado	176	-	✓	-	No	No
Cocina de Inducción	40	-	-	✓	No	No
Acceso Alámbrico***	176	-	-	✓	No	No
Acceso Inalámbrico***	176	-	✓	-	No	No

\* Se incluye la iluminación de pasillos de Pisos de Habitaciones

\*\* Los tomacorrientes NO son activos, pero se los incluye en la tabla porque se pueden conectar diferentes activos.

\*\*\* Para el cálculo del consumo de energía de equipos a través de los accesos alámbricos e inalámbricos de red se considerará un equipo conectado por habitación.

Tabla 13.- Activos en Habitaciones, Suites Pasillos  
 Fuente: Elaboración Propia

b) Oficinas:

Tanto las Áreas Administrativas como Operativas, Bussiness Center, Recepción, Lobby, Mezanine, y Subsuelos (sin tomar en cuenta Salones) cuentan con diversos activos que permiten que las operaciones funcionen de manera óptima, los cuales se detallan a continuación:

Activos en Oficinas							
Activos	Total	Clasificación			Tiene conexión a Internet?	Genera Información de Consumo de Energía?	
		A	B	C			
Biométrico Control Asistencia	1	-	-	✓	Si	No	
Computador Tipo Desktop con Monitor	54	-	✓	-	Si	No	
Computador Tipo Mini PC	7	-	✓	-	Si	No	
Computador Tipo Touch	6	-	✓	-	Si	No	
Computador Tipo iMac	5	-	✓	-	Si	No	
Computador Tipo Portátil	17	-	✓	-	Si	No	
Computador Tipo Microtorre	7	-	✓	-	Si	No	
Equipo Datafast Inalámbrico	1	-	✓	-	Si	No	
Equipo Datafast Alámbrico	3	-	✓	-	Si	No	
Impresoras	2	-	-	✓	No	No	
Impresora Ticketera	3	-	✓	-	No	No	
Impresora de Punto de Venta	2	-	✓	-	No	No	
iPad	3	-	-	✓	Si	No	
Tablets	16	-	-	✓	Si	No	
Contador de Billetes	1	-	-	✓	No	No	

Equipo Fax	1	-	-	✓	No	No
Máquina activadora de Llaves	1	✓	-	-	No	No
Máquina Programadora de Cerraduras	1	✓	-	-	No	No
Monitores Led (55" y 49")	5	-	-	✓	No	No
Pantalla Touch 15"	1	-	✓	-	No	No
Playstation	1	-	-	✓	Si	No
Proyectores	2	-	-	✓	No	No
Iluminación – Dicroicos Led*	180	-	-	✓	No	No
Iluminación – Tubos Led (Lámparas)*	250	-	-	✓	No	No
Iluminación – Lámparas Dulux*	15	-	-	✓	No	No
Tomacorrientes**	120	-	-	✓	No	No

\* Se incluye la iluminación de Mezanine, Lobby, Recepción, Subsuelos S1, S2 y S3 (sin incluir salones).

\*\* Los tomacorrientes NO son activos, pero se los incluye en la tabla porque se pueden conectar diferentes activos.

Tabla 14.- Activos en Oficinas

Fuente: Elaboración Propia

c) Centro de datos, Cuartos de Telecomunicaciones, Tableros Eléctricos, CCTV

Las distintas infraestructuras de red, energía y sistemas con las que cuenta el HSQ cumplen un rol fundamental para la provisión de servicios, y gran parte de sus activos son críticos, por ejemplo, el servicio de Internet que es provisto a través de estas infraestructuras es catalogado como prioritario, por tanto, es fundamental su correcto funcionamiento:

Activos en Centro de Datos, Cuartos de Telecomunicaciones y Tableros Eléctricos						
Activos	Total	Clasificación			Tiene conexión a Internet?	Genera Información de Consumo de Energía?
		A	B	C		
Controladora Wireless	2	✓	-	-	Si	No
Access Point	77	✓	-	-	Si	No
Módulos de Batería Data Center	1	-	✓	-	No	Sí
Servidores	6	✓	-	-	Si	Si
Switch de 24 Puertos	14	✓	-	-	No	No
Switch de 48 Puertos	4	✓	-	-	No	No
Switch de Distribución	2	✓	-	-	No	No
Switch de Core	1	✓	-	-	No	No

Transmisores Portátiles	10	-	✓	-	No	No
UPS	4	✓	-	-	No	Si
Central Telefónica	1	✓	-	-	No	No
PDU	3	✓	-	-	No	Si
Aire Acondicionado	2	✓	-	-	No	No
Condensadora Aire A.	1	✓	-	-	No	No
Control de acceso	1	✓	-	-	No	No
Regletas	15	✓	-	-	No	No
Iluminación – Tubos Led (Lámparas)	10	-	-	✓	No	No
Tomacorrientes*	10	-	-	✓	No	No

\* Los tomacorrientes NO son activos, pero se los incluye en la tabla porque se pueden conectar diferentes activos.

Tabla 15.- Activos en Centro de Datos, CT y Tableros Eléctricos  
 Fuente: Elaboración Propia

El sistema de CCTV desplegado en el Hotel permite a los funcionarios del área de Seguridad, desarrollar sus funciones de una manera más eficiente, pues pueden monitorear eventos en tiempo real o revisar sucesos a través de los grabadores existentes:

Activos en Sistema CCTV						
Activos	Total	Clasificación			Tiene conexión a Internet?	Genera Información de Consumo de Energía?
		A	B	C		
Cámaras IP	70	✓	-	-	Si	Si
Cámaras Analógicas	16	✓	-	-	No	No
Grabador DVR	2	✓	-	-	No	No
Grabador NVR	3	✓	-	-	No	No
Radios Motorola Portátiles	36	-	-	✓	No	No
Monitores (23", 32" y 55")	7	-	✓	-	No	No

Tabla 16.- Activos en Sistema CCTV  
 Fuente: Elaboración Propia

d) Salones: De Eventos, Reuniones/Conferencias

Los salones existentes en el Hotel pueden ser adaptados para cualquier tipo de evento (Reuniones Ejecutivas, Conferencias Magistrales, Capacitaciones Corporativas, Matrimonios, entre otros), por lo que se cuenta con diferentes activos que permiten adecuar los salones para satisfacer las distintas necesidades de sus clientes, si bien es cierto, éstos

activos no son del todo críticos, la falla de varios de los activos desplegados en los salones puede generar problemas en una correcta ejecución de un evento:

Activos en Salones de Eventos/Reuniones y Conferencias						
Activos	Total	Clasificación			Tiene conexión a Internet?	Genera Información de Consumo de Energía?
		A	B	C		
Bar Iluminados	3	-	-	✓	No	No
Parlantes de Audio	84	-	✓	-	No	No
Amplificador de Línea	3	-	✓	-	No	No
Amplificador – Mixer	3	-	✓	-	No	No
Sistema de Audio de 4 canales	3	-	✓	-	No	No
Mezcladora de 4 canales	3	-	✓	-	No	No
Modulo Controlador de Dimmers	8	-	✓	-	No	No
Panel Táctil para Iluminación	5	-	✓	-	No	No
Pantalla de Proyección	11	-	✓	-	No	No
Pantallas LCD	5	-	-	✓	No	No
Soporte de techo motorizados	6	-	✓	-	No	No
Stereo	3	-	✓	-	No	No
Teléfonos Digitales	8	-	-	✓	No	No
Televisor Led 42"	3	-	-	✓	No	No
Controladores de Salas e Interiores	3	-	✓	-	No	No
Proyectores	6	-	✓	-	No	No
Iluminación – Dicroicos Led	10	-	✓	-	No	No
Iluminación - Tubos Led (Lámparas)	8	-	✓	-	No	No
Iluminación – Dicroicos Incandescentes	120	-	✓	-	No	No
Iluminación – Tubos Fluorescentes	150	-	✓	-	No	No
Tomacorrientes*	60	-	✓	-	No	No

\* Los tomacorrientes NO son activos, pero se los incluye en la tabla porque se pueden conectar diferentes activos.

Tabla 17.- Activos en Salones de eventos, reuniones y conferencias  
 Fuente: Elaboración Propia

e) Restaurantes: De Alimentos y Bebidas

En los restaurantes habilitados, existe una menor cantidad de activos que necesitan conexiones a la energía eléctrica, por lo que no requieren un monitoreo mayor de su uso:

Activos en Restaurantes: De Alimentos y Bebidas						
Activos	Total	Clasificación			Tiene conexión a Internet?	Genera Información de Consumo de Energía?
		A	B	C		
Televisor 55"	7	-	-	✓	No	No
Televisor 65"	1	-	-	✓	No	No
Decodificador TV	8	-	-	✓	No	No
Jugueras	2	-	-	✓	No	No
Cajas Registradoras – Punto Pago	3	✓	-	-	No	No
Iluminación – Dicroicos Led	50	-	-	✓	No	No
Iluminación – Tubos Led (Lámparas)	60	-	-	✓	No	No
Tomacorrientes*	40	-	-	✓	No	No

\* Los tomacorrientes NO son activos, pero se los incluye en la tabla porque se pueden conectar diferentes activos.

Tabla 18.- Activos en Restaurantes de Alimentos y Bebidas  
 Fuente: Elaboración Propia

f) Áreas de Cocina, Refrigeración, Congelación, Panadería y Pastelería

En estas áreas se concentra la mayor cantidad de activos que requieren conexiones a la energía eléctrica, los activos son críticos, no pueden ser reemplazados rápidamente ni tampoco pueden entrar en un mantenimiento sin planificación pues generan una afectación a la operación:

Activos en áreas de Cocina, Refrigeración, Congelación, Panadería y Pastelería						
Activos	Total	Clasificación			Tiene conexión a Internet?	Genera Información de Consumo de Energía?
		A	B	C		
Amasadoras	2	✓	-	-	No	No
Balanza Electrónica	1	-	✓	-	No	No
Batidora	1	✓	-	-	No	No

Batidora Amasadora	1	✓	-	-	No	No
Batidora Industrial	1	✓	-	-	No	No
Batidora Semiindustrial	1	-	-	-	No	No
Circulador Termal Cocción	1	✓	-	-	No	No
Cocina de Inducción	2	✓	-	-	No	No
Cortadora Procesador Cutter	1	✓	-	-	No	No
Dispensador de bebidas calientes	1	-	✓	-	No	No
Empacadora al vacío	3	-	✓	-	No	No
Equipo para refrigeración cuarto frío	1	✓	-	-	No	No
Extractor de Jugos	5	-	✓	-	No	No
Estufa Inducción Portátil	2	-	✓	-	No	No
Evaporadores	3	✓	-	-	No	No
Freidora Eléctrica	1	✓	-	-	No	No
Gratinadora	1	✓	-	-	No	No
Horno Gratinador	1	✓	-	-	No	No
Horno	1	✓	-	-	No	No
Horno Microondas	4	-	✓	-	No	No
Horno Modular Pizza	1	-	✓	-	No	No
Laminadoras	1	✓	-	-	No	No
Licadoras	9	-	✓	-	No	No
Máquina de café expreso	1	-	✓	-	No	No
Máquina de Hielo	1	-	✓	-	No	No
Máquina de Waffles	4	-	✓	-	No	No
Mesa Refrigeradora	2	-	✓	-	No	No
Molino Automático	1	✓	-	-	No	No
Motor Compresor	3	✓	-	-	No	No
Plancha Freidora	1	✓	-	-	No	No
Purificador de Agua	4	-	✓	-	No	No
Sanduchera	1	-	✓	-	No	No
Tostador Industrial	1	-	✓	-	No	No
Tostador de Banda	1	-	✓	-	No	No
Iluminación – Tubo Led (Lámparas)	70	-	-	✓	No	No
Tomacorrientes*	50	-	-	✓	No	NO

\* Los tomacorrientes NO son activos, pero se los incluye en la tabla porque se pueden conectar diferentes activos.

Tabla 19.- Activos en áreas Operativas I  
 Fuente: Elaboración Propia

g) Cuartos de Máquinas: de Mantenimiento, Lavandería, Secado, Planchado y Fitness Center

Los cuartos de máquinas son áreas altamente críticas, donde un daño o avería de uno de los activos puede ocasionar un paro crítico que genere afectaciones a las operaciones y a su vez ocasione altos costos las reparaciones de estos, por lo que en estas áreas se cuenta con las debidas protecciones que permiten mantener un trabajo eficiente con una alta carga:

Activos en Cuartos de Máquinas: de Mantenimiento, Lavandería, Secado, Planchado, Fitness Center						
Activos	Total	Clasificación			Tiene conexión a Internet?	Genera Información de Consumo de Energía?
		A	B	C		
Ascensores de Huéspedes	4	✓	-	-	No	No
Ascensores de Empleados	1	✓	-	-	No	No
Abrillantadora Industrial	1	-	✓	-	No	No
Aspiradora	1	-	✓	-	No	No
Aspirador de Agua y Polvo	1	-	✓	-	No	No
Aspiradora con Filtro de Agua	5	-	✓	-	No	No
Aspiradora Industrial	3	-	✓	-	No	No
Aspiradora Semiindustrial	6	-	✓	-	No	No
Compresor	2	-	✓	-	No	No
Condensador 2 HP	1	-	✓	-	No	No
Lavadoras	5	-	✓	-	No	No
Máquina lavadora de alfombras	1	-	✓	-	No	No
Plancha de vapor	2	-	✓	-	No	No
Pulidora de Mármol	1	-	✓	-	No	No
Ventiladores Extractores de Aire	2	-	✓	-	No	No
Calentador por Inducción	9	-	✓	-	No	No
Caminadora Estática	3	-	✓	-	No	No
Bomba Centrífuga	2	✓	-	-	No	No
Bomba de Agua Potable	1	✓	-	-	No	No
Bomba Regeneradora	1	✓	-	-	No	No
Cafeteras Profesionales	6	-	✓	-	No	No
Calefactor	4	-	✓	-	No	No
Calentadores por Inducción	5	✓	-	-	No	No

Destapador Industrial Cañerías	1	-	✓	-	No	No
Evaporador del Chiller	1	✓	-	-	No	No
Purificador de aire	3	-	✓	-	No	No
Unidades Condensadoras	2	✓	-	-	No	No
Cuarto Frío	1	✓	-	-	No	No
Iluminación – Tubos Led (Lámparas)	80	-	-	✓	No	No
Tomacorrientes*	60	-	-	✓	No	No

\* Los tomacorrientes NO son activos, pero se los incluye en la tabla porque se pueden conectar diferentes activos.

Tabla 20.- Activos en áreas Operativas II  
 Fuente: Elaboración Propia

### 3.4.1.2 Valores de Consumo y Tiempo de Uso de los Activos del HSQ

Una vez que se han identificado los activos, se los ha clasificado por su criticidad, y se ha validado que un gran porcentaje de éstos no cuenta con conexión a Internet y que tampoco se está generando mayor información histórica que permita determinar el consumo real de energía eléctrica de cada activo o grupo de activos, el siguiente paso en el diseño de la solución es analizar como fue el comportamiento de los Huéspedes y Clientes con respecto al uso de Energía Eléctrica, por lo que se estimará su consumo y el tiempo de uso de cada uno de éstos en base al nivel de ocupación que tuvo el Hotel el año 2019 tanto en las Habitaciones como en Salones y Restaurantes, esto nos permitirá tener un valor estimado de KWH requeridos para el diseño de la solución con fuentes de energía solar, ya que con dicha solución únicamente será posible suplir un cierto porcentaje del total de energía requerida para mantener la operación del HSQ. En la siguiente tabla se detalla la tasa de ocupación (%) en el año 2019:

Tasa de Ocupación (%) en el año 2019					
Mes	Días del Mes	Nro. De Habitaciones	Habitaciones Disponibles	Tasa de Ocupación (%)	Habitaciones Ocupadas
Enero	31	136	4.216	62,30	2.627
Febrero	28	136	3.808	76,90	2.928
Marzo	31	136	4.216	70,40	2.968
Abril	30	136	4.080	74,70	3.048
Mayo	31	136	4.216	72,40	3.052
Junio	30	136	4.080	73,30	2.991
Julio	31	136	4.216	77,40	3.263
Agosto	31	136	4.216	70,40	2.968
Septiembre	30	136	4.080	80,80	3.297

Octubre	31	136	4.216	67,50	2.846
Noviembre	30	136	4.080	73,05	2.980
Diciembre	31	136	4.216	51,10	2.154
<b>Total Año 2019</b>	<b>365</b>	<b>136<sup>19</sup></b>	<b>49.640</b>	<b>70,75</b>	<b>35.122</b>

Tabla 21.- Tasa de Ocupación (%) del HSQ en el año 2019  
Fuente: Quito Turismo

Durante el año 2019, el HSQ tuvo una tasa de ocupación del 70,75%, es decir del total de 49640 habitaciones disponibles en el año hubo una ocupación de 35122 habitaciones. A continuación se estimará el número de ocupantes en base al tipo de habitaciones con las que cuenta el HSQ:

<b>Ocupantes en el 2019 (Valor estimado)</b>			
<b>Tipo de Habitación</b>	<b>Habitaciones Ocupadas en 2019</b>	<b>Promedio de Huéspedes por Habitación</b>	<b>Número Estimado de Ocupantes</b>
Individual	24.914	1	24.914
Doble	16.144	2	32.288
<b>Total Habitaciones 2019</b>	<b>35.122</b>	<b>Total estimado de ocupantes 2019</b>	<b>57.202</b>

Tabla 22.- Ocupantes en el 2019 (Valor estimado)  
Fuente: Elaboración Propia

Durante el año 2019, el HSQ en base al porcentaje de ocupación y al tipo de habitación con las que cuenta, se estima que hubo un total de 57202 ocupantes.

A continuación, se detalla el número de personas que fueron atendidas en los Restaurantes y Salones de Eventos durante el año 2019:

<b>Personas atendidas en Restaurantes y Salones de Eventos en el 2019</b>	
<b>Mes</b>	<b>Personas atendidas</b>
Enero	14.667
Febrero	17.327
Marzo	16.595
Abril	20.076

<sup>19</sup> Para el cálculo de Ocupación, el ente rector únicamente contabiliza las habitaciones que son Propiedad del Hotel, las Suites tienen su propio dueño y no entran en este cálculo.

Mayo	20.428
Junio	20.121
Julio	18.999
Agosto	16.235
Septiembre	17.976
Octubre	17.875
Noviembre	15.476
Diciembre	19.091
<b>Total 2019</b>	<b>214.866</b>

Tabla 23.- *Personas atendidas en Restaurantes y Salones en 2019*  
 Fuente: Registros HSQ

El total de personas atendidas por Ambiente, están clasificadas de la siguiente manera:

<b>Personas atendidas por Ambiente en el 2019</b>	
<b>Ambiente</b>	<b>Personas atendidas</b>
Restaurante 1	40.795
Restaurante 2	17.442
Lobby Bar	2.678
Bakery&Deli	47.139
Room Service	10.107
Eventos	96.705
<b>Total 2019</b>	<b>214.866</b>

Tabla 24.- *Personas atendidas por Ambiente en el 2019*  
 Fuente: Registros HSQ

Con la información detallada en las Tablas Nros. 22 y 24, se procederá a estimar los consumos de energía por ambientes, pero únicamente en lo que respecta a uso de energía eléctrica en Habitaciones (*incluye iluminación de pasillos para ingreso a habitaciones y excluye lo requerido para el calentamiento de agua*), Salones de Eventos y Restaurantes, pues con respecto a los otros ambientes es muy complejo estimar los consumos ya que existen un sin número de variables que se deben tomar en cuenta y se cometerían muchos errores de apreciación y cálculo.

Para poder estimar el consumo de energía eléctrica en lo referente al Sistema de Iluminación, primero se debe determinar el tipo de luminarias (iluminación) y sus consumos promedios:

Ambiente	Tipo de Luminarias (Sistema de Iluminación)					
	Dicroicos Led	Focos Led	Tubos Led (Lámparas)	Dicroicos Incandesc.	Tubos Fluoresc.	Lámparas Dulux
Habitaciones	✓	✓	-	-	-	-
Pasillos Pisos	✓	-	-	-	-	-
Mezanine	✓	-	-	-	-	-
Lobby-Recep.	✓	-	-	-	-	-
Fitness Center	✓	-	-	-	-	-
Oficinas Adm.	-	-	✓	-	-	-
Áreas Oper.	-	-	✓	-	-	-
Salón 1 (Mez)	✓	-	✓	-	-	-
Salón 2 (S1)	-	-	-	✓	✓	-
Salón 3 (S1)	-	-	-	✓	✓	-
Salón 4 (S1)	-	-	-	✓	✓	-
Salón 5 (S1)	-	-	-	✓	✓	-
Salón 6 (S1)	-	-	-	✓	✓	-
Restaurante 1	✓	-	✓	-	-	-
Restaurante 2	-	-	✓	-	-	-
Bakery&Deli	✓	-	✓	-	-	-
Cocina	-	-	✓	-	-	-
Subsuelo 1	✓	-	✓	-	-	✓
Subsuelo 2	-	-	✓	-	-	-
Subsuelo 3	-	-	✓	-	-	-

Tabla 25.- Tipo de Luminarias por Ambiente  
Fuente: Elaboración Propia

Ahora, se detallará el consumo individual y la cantidad total por tipo de luminaria:

Tipo de Luminaria	Potencia Individual
Dicroicos Led	7 W
Focos Led	24 W
Tubos Led (Lámparas de 1.20m)	18 W
Tubos Led (Lámparas de 0.60m)	14 W

Dicroicos Incandescentes	50 W
Tubos Fluorescentes	32 W
Lámparas Dulux	7 W

Tabla 26.- Consumo individual por tipo de Luminaria  
Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se desagregará el consumo de energía (kWh/día) *por activo*, de los Ambientes de Habitaciones (*incluye iluminación de pasillos para ingreso a habitaciones y excluye lo requerido para el calentamiento de agua*), salones de Eventos y Restaurantes, tomando en cuenta la potencia de cada uno de los activos, el tiempo promedio de uso de cada uno, y el factor de coincidencia<sup>20</sup> de uso de los activos:

Recordando que:

$$1kWatio = 1.000 Watts$$

El cálculo del consumo de energía (kWh/día) para un activo sería:

$$ConsumoE_{Activo} \left( \frac{kWh}{día} \right) = Potencia_{Activo}(W) * \frac{1kWatio}{1.000 Watts} * Tiempo de uso al día \left( \frac{h}{día} \right)$$

Ecuación 2.- Cálculo de Consumo de energía (kWh/día) para un activo  
Fuente: (Salamanca-Avila, 2017)

Para el cálculo del consumo total de energía (kWh/día) de *todos los activos* se debe incluir un factor de coincidencia o de simultaneidad de uso ( $F_{CU}$ ) de los activos, el cual es diferente para cada uno de ellos y depende de diferentes aspectos como por ejemplo: experiencia, diseño, entre otros; por tanto la fórmula de cálculo que se tiene es:

$$Consumo TotalE_{Activos} \left( \frac{kWh}{día} \right) = \left[ \sum Activos \right] * \left[ ConsumoE \left( \frac{kWh}{día} \right) * F_{CU} \right]$$

Ecuación 3.- Cálculo de Consumo de energía (kWh/día) de todos los activos  
Fuente: (Salamanca-Avila, 2017)

---

<sup>20</sup> Factor de coincidencia. – También llamado factor de simultaneidad es el porcentaje de consumo real respecto al consumo máximo de la carga.

Consumo de Energía en Habitaciones por día						
Tipo de Activo	Potencia (W)	Tiempo de uso al día (Horas)	Consumo de energía (kWh/día) Por Activo	Total Activos	Factor de Coincid.	Consumo de energía (kWh/día) Total Act.
Televisor Led (55")	54	8	0,43	136	0,70	40,94
Televisor LCD (32")	120	8	0,96	24	0,70	16,13
Decodificador TV	28	8	0,22	160	0,70	24,64
Radio Reloj	25	24	0,60	150	1	90,00
Mini Nevera	60	24	1,44	108	0,30	46,66
Nevera	85	24	2,04	40	0,30	24,48
Lámparas (Escritorio, Pie, Mesa de Noche)	4	4	0,02	222	0,75	3,33
Iluminación – Dicroicos Led*	7	6	0,04	1100	0,75	33,00
Iluminación – Focos Led	24	6	0,14	1260	0,75	132,30
Cafetera	900	0,5	0,45	176	0,2	15,84
Horno Microondas	800	0,5	0,40	40	0,5	8,00
Lavadora - Secadora	900	2	1,80	40	0,2	14,40
Secadora de Cabello	2.000	0,5	1,00	176	0,2	35,20
Plancha de Ropa	1500	0,5	0,75	176	0,2	26,40
Cortinas enrollables Automáticas	90	0,25	0,02	254	0,8	4,06
Aire Acondicionado	2.500	3	7,50	176	1	1.320,00
Cocina de Inducción	3.000	2	6,00	40	0,5	120,00
Laptop*	130	8	1,04	176	0,2	36,61
Celular**	15	4	0,06	176	0,2	2,11
					<b>TOTAL</b>	<b>1.994,09</b>

\* Como se señaló en la Tabla Nro. 13, se cuenta con accesos alámbricos e inalámbricos, pero únicamente se estimará la conexión de un solo activo (laptop).

\*\* Se estima la carga un teléfono celular en uno de los tomacorrientes por habitaciones libres.

Tabla 27.- Consumo de Energía en Habitaciones por día  
Fuente: Elaboración Propia

En base a la información de la tabla Nro. 27, se estima que el HSQ, utiliza un promedio de 1.994,09 kWh/día, siempre y cuando estén todas las habitaciones ocupadas (*incluyendo la iluminación de pasillos para ingreso a habitaciones y excluyendo lo requerido para el calentamiento de agua*), pero como se detalló en la tabla Nro. 21, en el año 2019 existió un porcentaje de ocupación del 70,75% que nos daría un consumo de energía **1.410,82 kWh/día**.

Ahora, se realizará los mismos cálculos para el consumo de energía en los Salones de Eventos y Restaurantes:

Consumo de Energía en Salones por día						
Tipo de Activo	Potencia (W)	Tiempo Promedio (Horas de uso al día)	Consumo de energía (kWh/día) Por Activo	Total Activos	Factor de Coincid.	Consumo de energía (kWh/día) Total Act.
Bar Iluminados	50	8	0,40	3	0,75	0,90
Parlantes de Audio	20	12	0,24	84	0,75	15,12
Amplificador de Línea	150	8	1,20	3	0,75	2,70
Amplificador – Mixer	120	8	0,96	3	0,75	2,16
Sistema de Audio de 4 canales	700	8	5,60	3	0,75	12,60
Mezcladora de 4 canales	200	8	1,60	3	0,75	3,60
Modulo Controlador de Dimmers	75	12	0,90	8	0,75	5,40
Panel Táctil para Iluminación	50	12	0,60	5	0,75	2,25
Pantalla de Proyección	150	8	1,20	11	0,75	9,90
Pantallas LCD	120	12	1,44	5	0,75	5,40
Soporte de techo motorizados	200	2	0,40	6	0,75	1,80
Stereo	500	12	6,00	3	0,75	13,50
Teléfonos Digitales	3	24	0,07	8	0,75	0,42
Televisor Led 42"	92	8	0,74	3	0,75	1,67

Controladores de Salas e Interiores	50	12	0,60	3	0,75	1,35
Proyectores	2.000	4	8,00	6	0,75	36,00
Iluminación – Dicroicos Led	7	8	0,06	10	0,75	0,45
Iluminación - Tubos Led (Lámparas)	18	12	0,22	8	0,75	1,32
Iluminación – Dicroicos Incandescentes	50	12	0,60	120	0,75	54,00
Iluminación – Tubos Fluorescentes	32	12	0,38	150	0,75	42,75
Tomacorrientes*	150	8	1,20	60	0,2	14,40
					<b>TOTAL</b>	<b>227,69</b>

\* Se estima un consumo promedio de 150W por tomacorriente, porque se desconoce el tipo de activo que se conecte, pero por lo general pueden ser cargadores de laptops, tables o teléfonos celulares.

\*\* Se debe tomar en cuenta que no todos los salones funcionan al mismo horario.

Tabla 28.- Consumo de Energía en Salones por día  
Fuente: Elaboración Propia

Consumo de Energía en Restaurantes por día						
Tipo de Activo	Potencia (W)	Tiempo Promedio (Horas de uso al día)	Consumo de energía (kWh/día) Por Activo	Total Activos	Factor de Coincid.	Consumo de energía (kWh/día) Total Act.
Televisor 55"	54	12	0,65	7	0,75	3,41
Televisor 65"	146	5	0,73	1	1	0,73
Decodificador TV	28	12	0,34	8	0,75	2,04
Jugueras	230	10	2,30	2	0,5	2,30
Cajas Registradoras – Punto Pago	100	10	1,00	3	0,66	1,98
Iluminación – Dicroicos Led	7	8	0,06	50	0,75	2,25
Iluminación – Tubos Led (Lámparas)	14	8	0,11	60	0,75	4,95
Tomacorrientes*	150	2	0,30	40	0,2	2,40
					<b>TOTAL</b>	<b>20,06</b>

\* Se estima un consumo promedio de 150W por tomacorriente, porque se desconoce el tipo de activo que se conecte, pero por lo general pueden ser cargadores de laptops, tables o teléfonos celulares.

\*\* Se debe tomar en cuenta que los dos restaurantes, Bakery-Deli funcionan en distinto horario.

Tabla 29.- Consumo de Energía en Restaurantes por día  
Fuente: Elaboración Propia

Con base a la información obtenida en las tablas Nro. 28 y 29, se estima que el HSQ, utiliza un promedio de 247,75 kWh/día en los Salones de Eventos y Restaurantes, con lo que sumado al Consumo de Habitaciones (*incluyendo la iluminación de pasillos para ingreso a habitaciones y excluyendo lo requerido para el calentamiento de agua*), el hotel consume un promedio de **1,65 MWh/día**, que si se compara con el valor de consumo promedio al día de los medidores 1, 2 y 3 detallados en la sección 2.3 que son **4,89 MWh/día**, esté representaría un poco más del **33%** del total, valor que deberá ser tomado en cuenta para el diseño de la solución de fuentes de energía solar fotovoltaica que se analizará en la sección 3.4.2.

#### 3.4.1.3 *Sensores IoT para medición del Consumo de Energía*

Una vez que se han identificado todos los activos con los cuales cuenta el HSQ, se los ha clasificado en base a su criticidad; se verificó si contaban con conexión a Internet; si generaban o no reportes de consumo de energía eléctrica y se estimó el consumo y tiempo de uso de éstos, se tiene un panorama más claro del entorno del Hotel, de lo cual se puede inferir que todo lo referente a Infraestructura de Red, Sistema CCTV, los cuartos de máquinas en donde se encuentran las Bombas para el calentamiento de Agua, los Ascensores de Huéspedes y Empleados, y todo lo referente al equipamiento del manejo, conservación y preparación de alimentos son los activos más críticos y que requieren mayor atención para evitar apagones o paradas no programadas pues causan un gran impacto en la producción y sus costes de reparación son muy significativos, pero todos estos datos siguen siendo únicamente valores estimados, pues como se ha analizado en la sección 3.4.1.2, es muy complejo determinar valores de consumo de la energía eléctrica por cada activo o grupo de activos por ambientes, pues no son datos que se ajustan totalmente a la realidad, es así que como parte del diseño de la solución de éste trabajo de investigación, se propone habilitar sensores IoT que permitan realizar el monitoreo del consumo real de energía eléctrica en los activos, para esto, se debe determinar los sensores IoT que se deben instalar y en qué lugar hacerlo, con el fin de obtener valores específicos de los consumos de energía en las diferentes áreas. Aquí surgen varias alternativas disponibles en el mercado hoy en día, entre éstas hay sensores IoT que permiten la conexión de un activo, hay otro tipo de sensores IoT que permiten ser conectados directamente en los tableros de los medidores de energía a cada una de las entradas (Breaker de Tomacorrientes, Iluminación, entre otros), por lo que, a continuación,

se analizarán los dos tipos de sensores descritos y se seleccionará la opción que mejor se adapte a las condiciones del HSQ.

El primer dispositivo por analizar son los que se conectan directamente a los activos, un ejemplo de éstos es el equipo Fractal X Modelo EQ, que permite realizar lecturas de corriente eléctrica que transita a través de un sistema, además muestra la potencia en KW en función del voltaje con el que está sensando, permite lecturas de 0 a 100A y en voltaje de 80 hasta 240 voltios (RMS); mantiene un historial de consumos de una ubicación o equipo específico, lo que permite conocer los picos de uso y cuando es más eficiente la operación de dicho activo (Fractal, 2018).

Este sensor en particular requiere un tomacorriente eléctrico a 110V/AC – 220V/AC (máximo 1.5 metros) y conexión a una red wifi sin restricción de navegación para el equipo con una señal mínimo de -70dBm.



*Figura 19.- Sensor IoT - Fractal X EQ*  
Fuente: Fractal (Fractal, 2018)

El segundo sensor por analizar es el que puede ser conectado directamente a los tableros eléctricos, un ejemplo de éstos, son los sensores del fabricante Wenu Work, este sensor es un contador de energía inteligente monofásico o trifásico con conexión a red Wifi. El hardware sensa el flujo de corriente y lo multiplica por el voltaje de alimentación del dispositivo, para obtener la potencia instantánea del conductor. Esta información se envía

hacia los servidores, la cual pasa por algoritmos para obtener otros datos e indicadores como energía, kWh/m<sup>2</sup>, entre otros, y luego, ser visualizada en la aplicación/dashboard propia del fabricante (Wenu Work, 2019a).

El dispositivo Wenu es un sensor con tecnología propietaria IoT, que permite medir el consumo de energía, permitiendo visualizar y entender el consumo de electricidad de manera fácil, desagregada y en tiempo real. Para medir el consumo eléctrico, el equipo requiere registrar dos variables: El cable alimentador del circuito a monitorear (registro de corriente eléctrica consumida); los cables de alimentación del medidor (registro de voltaje). Esta información se recopila gracias al sensor y mediante una conexión Wifi se envía a través de Internet al servidor en la nube. La medición de los registros de corriente y voltaje del circuito a monitorear se hace desde el tablero eléctrico. Ahí se instala el sensor, el cual es capaz de medir el circuito general y subcircuitos (Wenu Work, 2019c).



*Figura 20.- Sensor IoT - Wenu Work*  
Fuente: Wenu Work (Wenu Work, 2019c)

Una vez que se han descrito las principales características físicas de los sensores, se debe seleccionar la opción que mejor se adapte a las condiciones del HSQ y que no genere mayor afectación tanto en la parte arquitectónica como estética, esto debido al impacto visual que pueden generar los dispositivos hacia los huéspedes y clientes, por lo que se generará un cuadro comparativo que ayude a la elección:

<b>Característica</b>	<b>Sensor IoT Fracttall X EQ (Conexión directa al Activo)</b>	<b>Sensor IoT Wenu Work (Conexión en Tablero Eléctrico)</b>
Lectura de Corriente	Si	Si
Lectura de Voltaje	Si	Si
Lectura de Potencia en kW	Si	Si
Conexión a red Wifi (Internet)	Si	Si
Recolección de datos online	Si	Si
Recolección de datos offline	Si	Si
Historial de Consumo	Si	Si
Procesa datos en la nube	Si	Si
Permite visualización de información en diferentes dispositivos como Computadoras, Smart Tv, Smartphone, etc.)	Si	Si
Afectación arquitectónica	No	No
Afectación estética	Si	No

*Tabla 30.- Cuadro Comparativo Sensores IoT*  
 Fuente: Elaboración Propia

Como se puede apreciar en la tabla Nro.30, los dos tipos de sensores proporcionan las mismas funciones y son de similares características, siendo un punto diferenciador para la elección, la afectación estética que ocasionaría en un futuro la implementación de sensores IoT que se conecten directamente a los activos, pues generarían un alto impacto visual negativo hacia los Huéspedes y Clientes del HSQ, además que esto significaría adquirir una gran cantidad de sensores para conectarlos a cada uno de los activos y a la infraestructura de red para analizar su comportamiento, mientras que los sensores IoT que se conectarían en los tableros eléctricos pasarían prácticamente desapercibidos, claro está que, éstos últimos permitirán obtener los valores de consumos con menor granularidad que los primeros, pues proporcionarían la información por circuitos generales y subcircuitos dependiendo en donde y cuántos sean instalados, por lo que, en base a lo descrito, se ha seleccionado el uso de los Sensores IoT del fabricante Wenu Work, por tanto, se procederá a detallar las especificaciones técnicas de éstos dispositivos.

a) *Especificaciones Técnicas*

Característica	Especificación Técnica
Dimensiones físicas sensor Monofásico	51mm x 51mm x 15mm (fuente de alimentación) 81mm x 41mm x 15mm (procesador)
Dimensiones físicas sensor trifásico	59,5mm x 86,8mm x 71,5mm
Medición de voltaje	20 a 230 VAC
Rango de medición de corriente	4A a 1200 A
Frecuencia AC	50/60 Hz
Interfaz de comunicación	Wifi – 2.4GHz – IEEE802.11g
Datos consumidos	60,48 Mb/Mes
Temperatura de operación	-20°C~+50°C
Intervalo de transmisión	15 seg
Precisión de las mediciones	Rango 1kW a 260kW (según transformador de corriente) Voltaje: 0,5% Consumo de energía: 1,5%

Tabla 31.- *Especificaciones Técnicas Sensor IoT Wenu Work*  
Fuente: Wenu Work (Wenu Work, 2019b)

b) *Dimensiones Físicas Wenu Monofásico*

La versión monofásica se compone de dos carcasas unidas por un cable de comunicación, un transformador de corriente y dos cables utilizados para la alimentación del dispositivo.

- Caja Procesadora de datos:

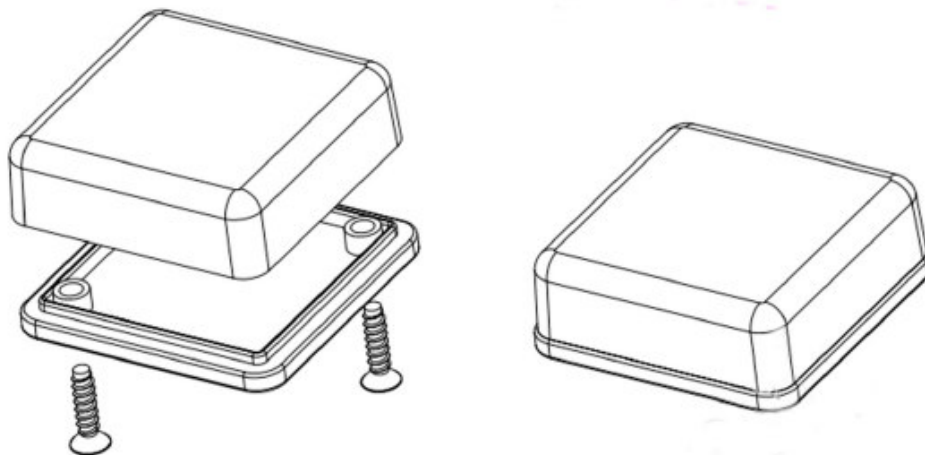


Figura 21.- *Caja procesadora de datos Wenu Monofásico*  
Fuente: Wenu Work (Wenu Work, 2019b)

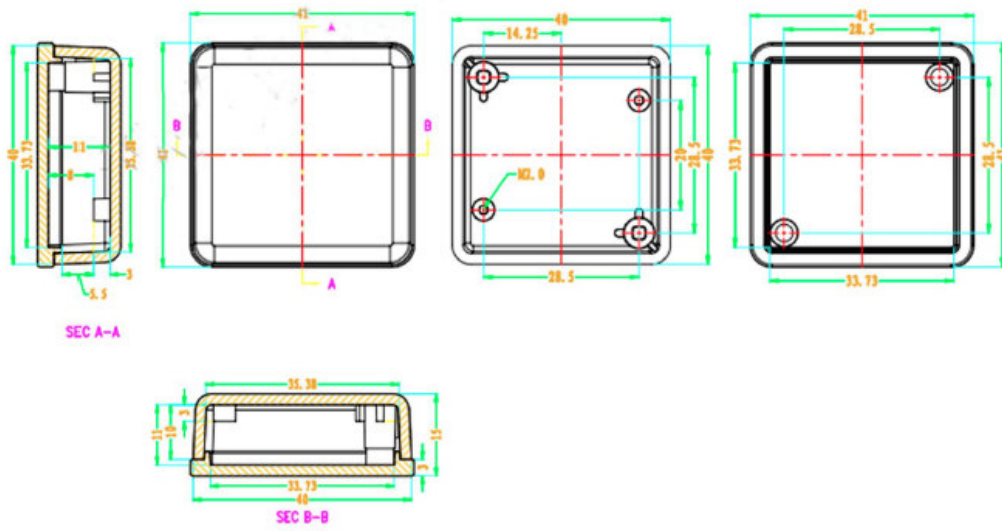


Figura 22.- Dimensiones Caja Procesadora de datos Wenu Monofásico  
 Fuente: Wenu Work (Wenu Work, 2019b)

- Caja de alimentación y conexión Wifi

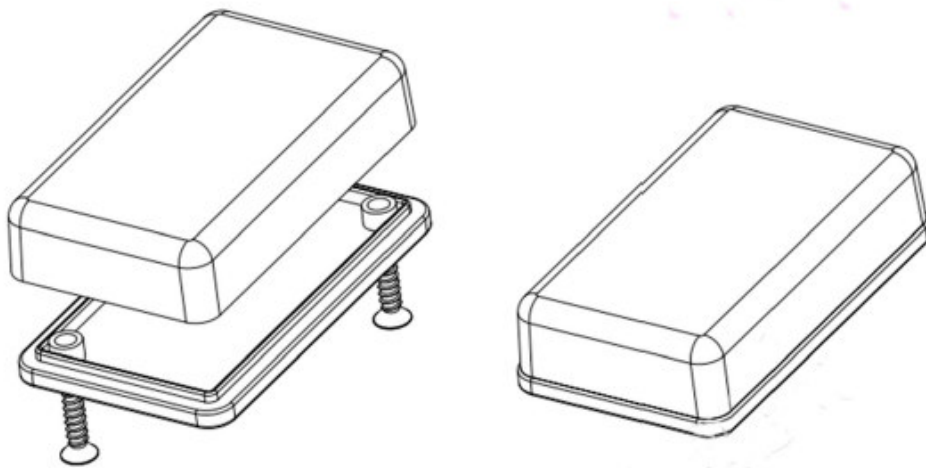


Figura 23.- Caja de alimentación y conexión Wenu Monofásico  
 Fuente: Wenu Work (Wenu Work, 2019b)

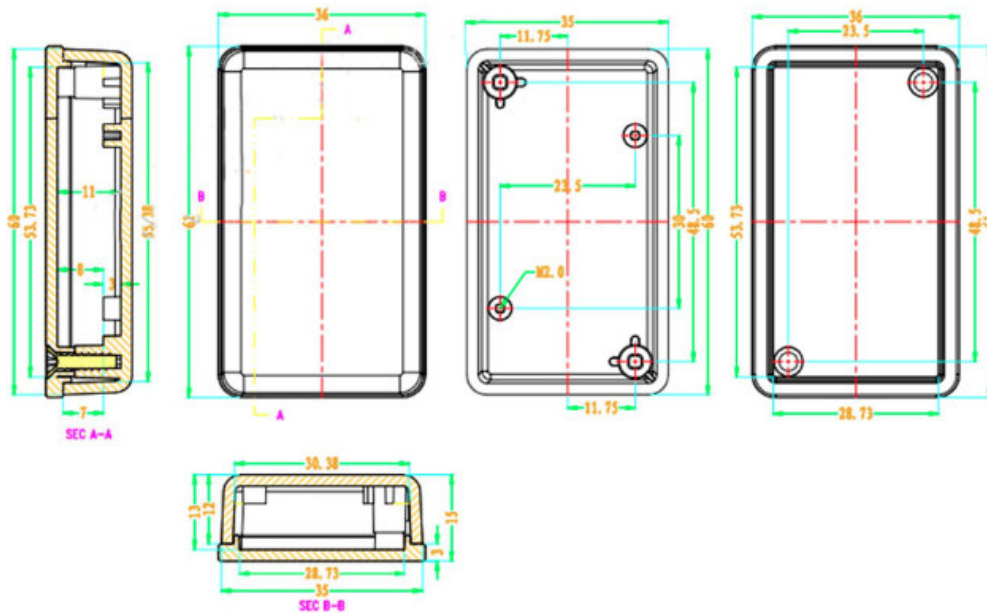


Figura 24.- Dimensiones caja de alimentación y conexión Wenu Monofásico  
Fuente: Wenu Work (Wenu Work, 2019b)

### c) Dimensiones Físicas Wenu Trifásico

La versión trifásica se compone de una carcasa, hasta tres transformadores de corriente y cuatro cables utilizados para la alimentación del dispositivo.

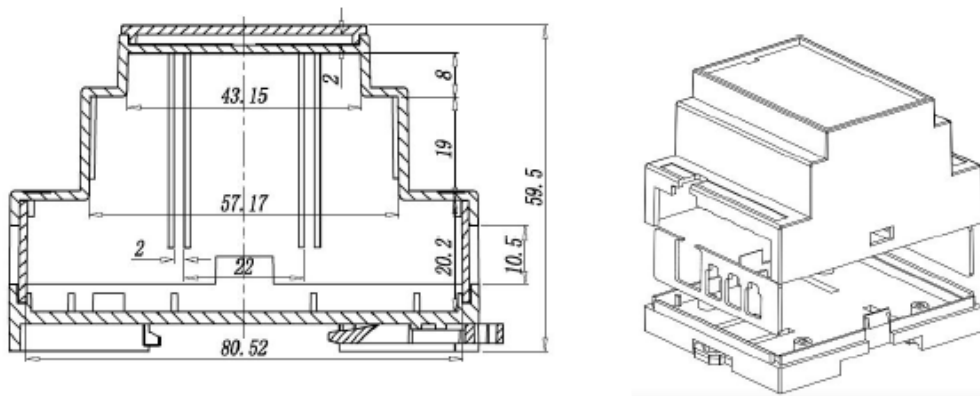


Figura 25.- Vista frontal dimensiones Wenu Trifásico  
Fuente: Wenu Work (Wenu Work, 2019b)

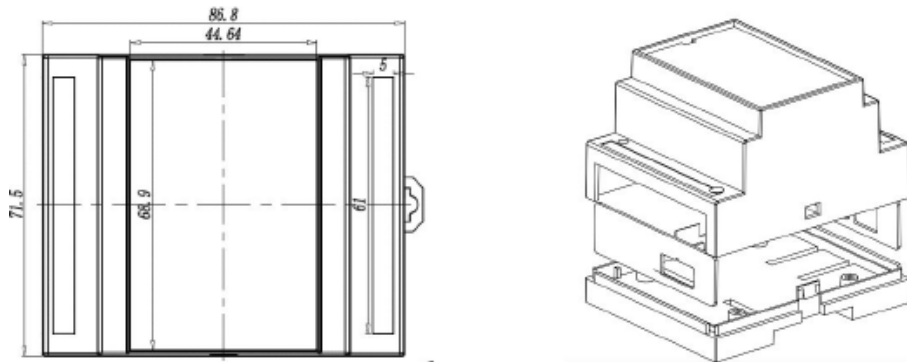


Figura 26.- Vista superior dimensiones Wenu Trifásico  
Fuente: Wenu Work (Wenu Work, 2019b)

d) Transformadores de corriente<sup>21</sup>

- Modelo: KCT-10

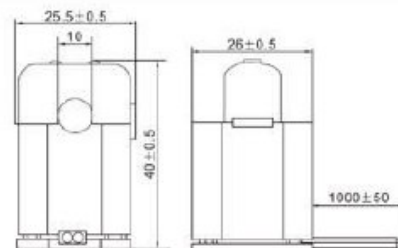


Figura 27.- Transformador de Corriente KCT-10  
Fuente: Wenu Work (Wenu Work, 2019b)

<sup>21</sup> Transformadores de corriente. - Reducen las señales de corriente a valores estandarizados que pueden ser conectados a las entradas de los instrumentos de medida y a los relés de protección, se usan para medir la corriente y monitorear la operación de la red eléctrica.

Parámetro	Especificación Técnica
Radio de corriente	60A/20mA
Corriente primaria	60A
Corriente máxima	75A
Clase	0,5/1,0
Nivel de protección	7,5V0-P
Categoría de aislamiento	CATIII
Condición de uso	-20°C~+50°C, <85% RH, sin condensación

Tabla 32.- Especificaciones Técnicas KCT-10  
Fuente: Wenu Work (Wenu Work, 2019b)

- Modelo: KCT-16

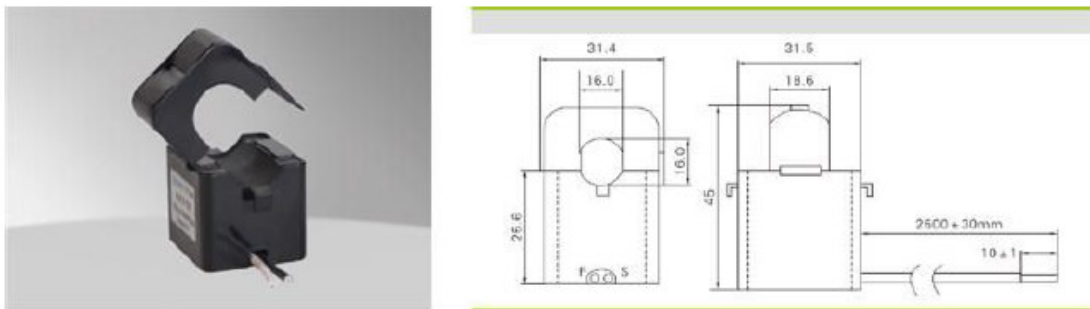


Figura 28.- Transformador de Corriente KCT-16  
Fuente: Wenu Work (Wenu Work, 2019b)

Parámetro	Especificación Técnica
Radio de corriente	120A/20mA
Corriente primaria	120A
Corriente máxima	130A
Clase	0,5/1,0
Nivel de protección	7,5V0-P
Categoría de aislamiento	CATIII
Condición de uso	-20°C~+50°C, <85% RH, sin condensación

Tabla 33.- Especificaciones Técnicas KCT-16  
Fuente: Wenu Work (Wenu Work, 2019b)

- Modelo: KCT-24

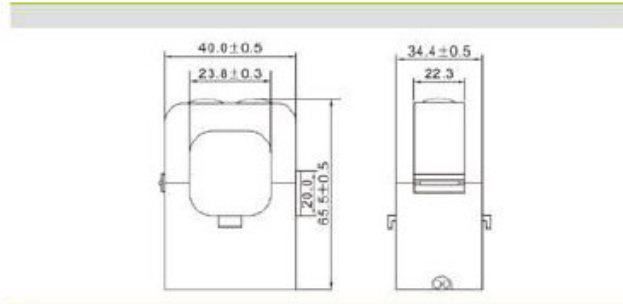


Figura 29.- Transformador de Corriente KCT-24  
Fuente: Wenu Work (Wenu Work, 2019b)

Parámetro	Especificación Técnica
Radio de corriente	200A/20mA
Corriente primaria	200A
Corriente máxima	240A
Clase	0,5/1,0
Nivel de protección	7,5V0-P
Categoría de aislamiento	CATIII
Condición de uso	-20°C~+50°C, <85% RH, sin condensación

Tabla 34.- Especificaciones Técnicas KCT-24  
Fuente: Wenu Work (Wenu Work, 2019b)

- Modelo: KCT-36

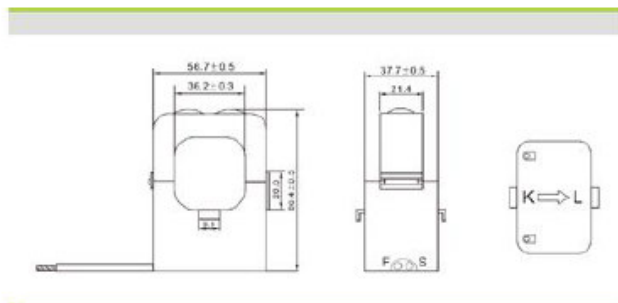


Figura 30.- Transformador de Corriente KCT-36  
Fuente: Wenu Work (Wenu Work, 2019b)

Parámetro	Especificación Técnica
Radio de corriente	600A/60mA
Corriente primaria	600A
Corriente máxima	720A
Clase	0,5/1,0
Nivel de protección	7.5V0-P
Categoría de aislamiento	CATIII
Condición de uso	-20°C~+50°C, <85% RH, sin condensación

Tabla 35.- Especificaciones Técnicas KCT-36  
Fuente: Wenu Work (Wenu Work, 2019b)

- Modelo: DP-58

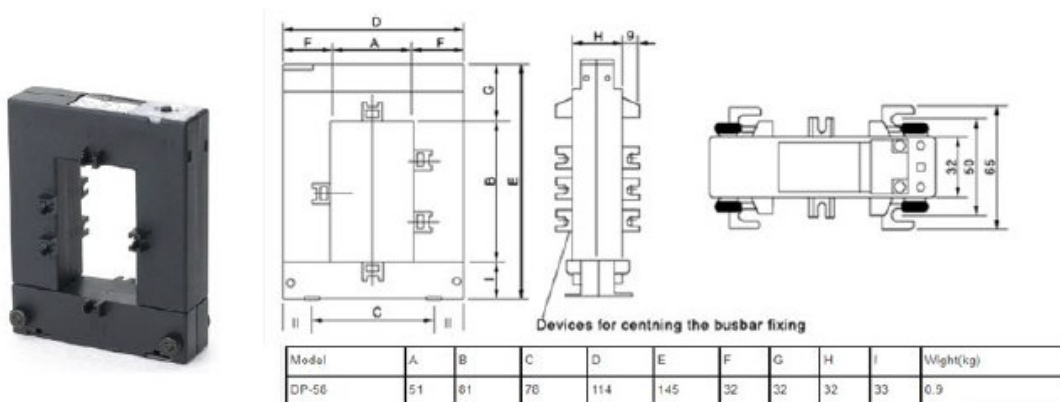


Figura 31.- Transformador de Corriente DP-58  
Fuente: Wenu Work (Wenu Work, 2019b)

Parámetro	Especificación Técnica
Radio de corriente	1.200A/60mA
Corriente primaria	1.200A
Corriente máxima	1.200A
Clase	0,5/1,0
Nivel de protección	7.5V0-P
Categoría de aislamiento	CATIII
Condición de uso	-20°C~+50°C, <85% RH, sin condensación

Tabla 36.- Especificaciones Técnicas DP-58  
Fuente: Wenu Work (Wenu Work, 2019b)

e) *Detalles conexión Wifi*

<b>Información sobre el Hardware</b>	
<b>Parámetro</b>	<b>Especificación Técnica</b>
Wifi viruta	ESP8266
MCU	ATmega328P
<b>Parámetro de RF</b>	
<b>Parámetro</b>	<b>Especificación Técnica</b>
Estándar inalámbrico	IEEE 802.11g
Rango de frecuencia	2,4GHz
Potencia de transmisión	17 dBm
Sensibilidad de recepción	-75 dBm
Antena	PCB traza
<b>Parámetro Wifi</b>	
<b>Parámetro</b>	<b>Especificación Técnica</b>
Tipo de red inalámbrica	Estación SoftAP +
Mecanismo de seguridad	SoftAP: Open (*) – Estación: Dependerá de enrutador
Tipo de cifrado	Estación: Dependerá de enrutador
Protocolo de redes	IPv4: TCP/HTTP
<b>Herramientas de Usuario</b>	
<b>Parámetro</b>	<b>Especificación Técnica</b>
Herramientas de configuración	Página Web (**)
Solicitud del cliente	

(\*) Una vez que se configura la red Wifi en el dispositivo, el AP se apaga.

(\*\*) Es la ruta de acceso para configurar la conexión Wifi en el dispositivo. Es posible acceder a este al conectarse al AP que genera el dispositivo al instalarse.

*Tabla 37.- Detalles conexión Wifi Sensores IoT Wenu Work*

Fuente: Wenu Work (Wenu Work, 2019b)

El siguiente paso del diseño de la solución una vez que se han seleccionado los sensores IoT a utilizar, es revisar la infraestructura eléctrica existente en el HSQ, con el fin de, determinar la cantidad de sensores a utilizar así como diagramar la arquitectura requerida, por lo que a continuación, se registrará el levantamiento de dicha información.

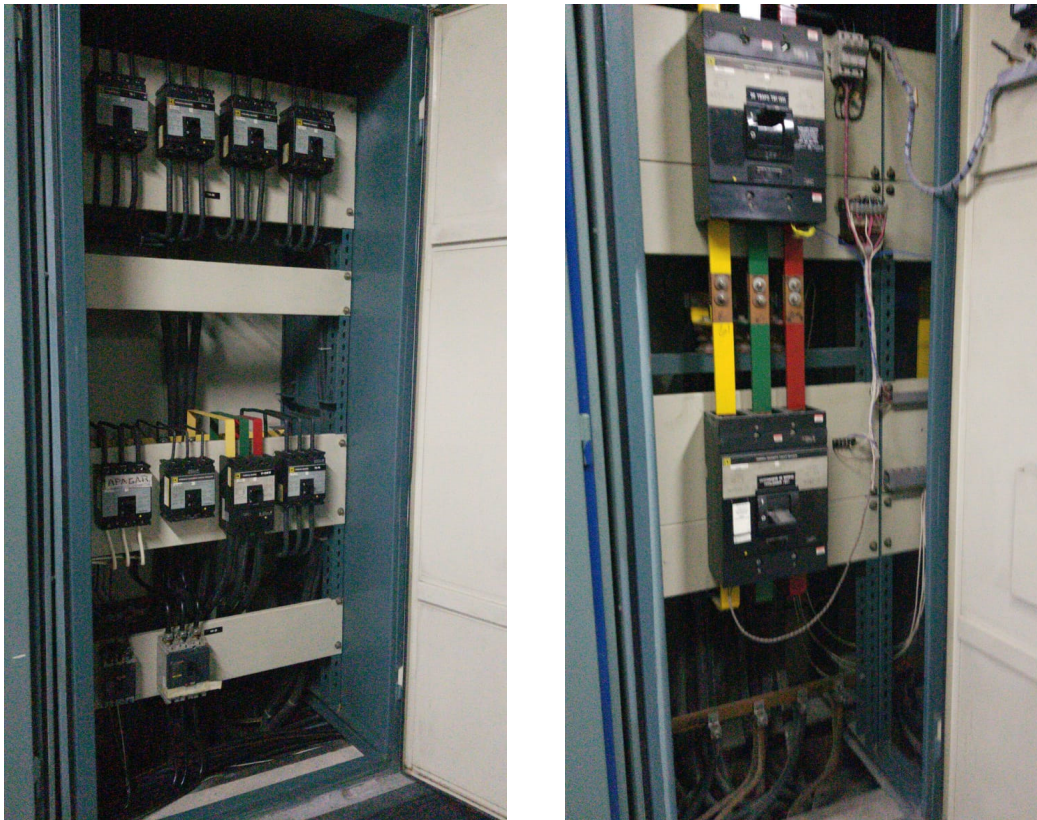
#### 3.4.1.4 Levantamiento de Información Infraestructura Eléctrica del HSQ

En las imágenes a continuación (fig. 32) se muestran los Centros de Carga (figura a la izquierda) instalados en cada una de las habitaciones, en donde se concentran los circuitos de toma corrientes, iluminación y aire acondicionado, la siguiente imagen (figura a la derecha), corresponde al tablero instalado por cada piso en donde están las habitaciones, al cual llegan las conexiones de cada uno de los centros de carga de las habitaciones y donde se deberán dimensionar los Sensores IoT requeridos que permitan determinar los consumos de energía por circuitos.



*Figura 32.- Centro de Carga Hab. (Fig. Izq.) y Tablero de Piso de Hab. (Fig. Der.)*  
Fuente: Archivos HSQ

En las imágenes a continuación (fig. 33), se muestra el Tablero de Distribución Principal (figura a la izquierda), de donde se distribuyen los circuitos a cada uno de los pisos y uno de los Tableros de Transferencia Automática (figura a la derecha) al cual llega la carga de los Transformadores Principales.



*Figura 33.- SubTablero de Breakers (Fig. Izq.) y Tablero Principal (Fig. Der.)*  
Fuente: Archivos HSQ

En base a la distribución de centros de cargas, tableros eléctricos y los breakers respectivos, se procederá a dimensionar la cantidad de sensores IoT requeridos para el control de consumo de energía eléctrica del Hotel. A continuación, se muestran los Diagramas Eléctricos Vertical y Unifilar de la Torre de Habitaciones, en donde se detallan los tipos y cantidades de Tableros Eléctricos existentes, así como, los diferentes elementos eléctricos distribuidos por cada uno de los pisos:

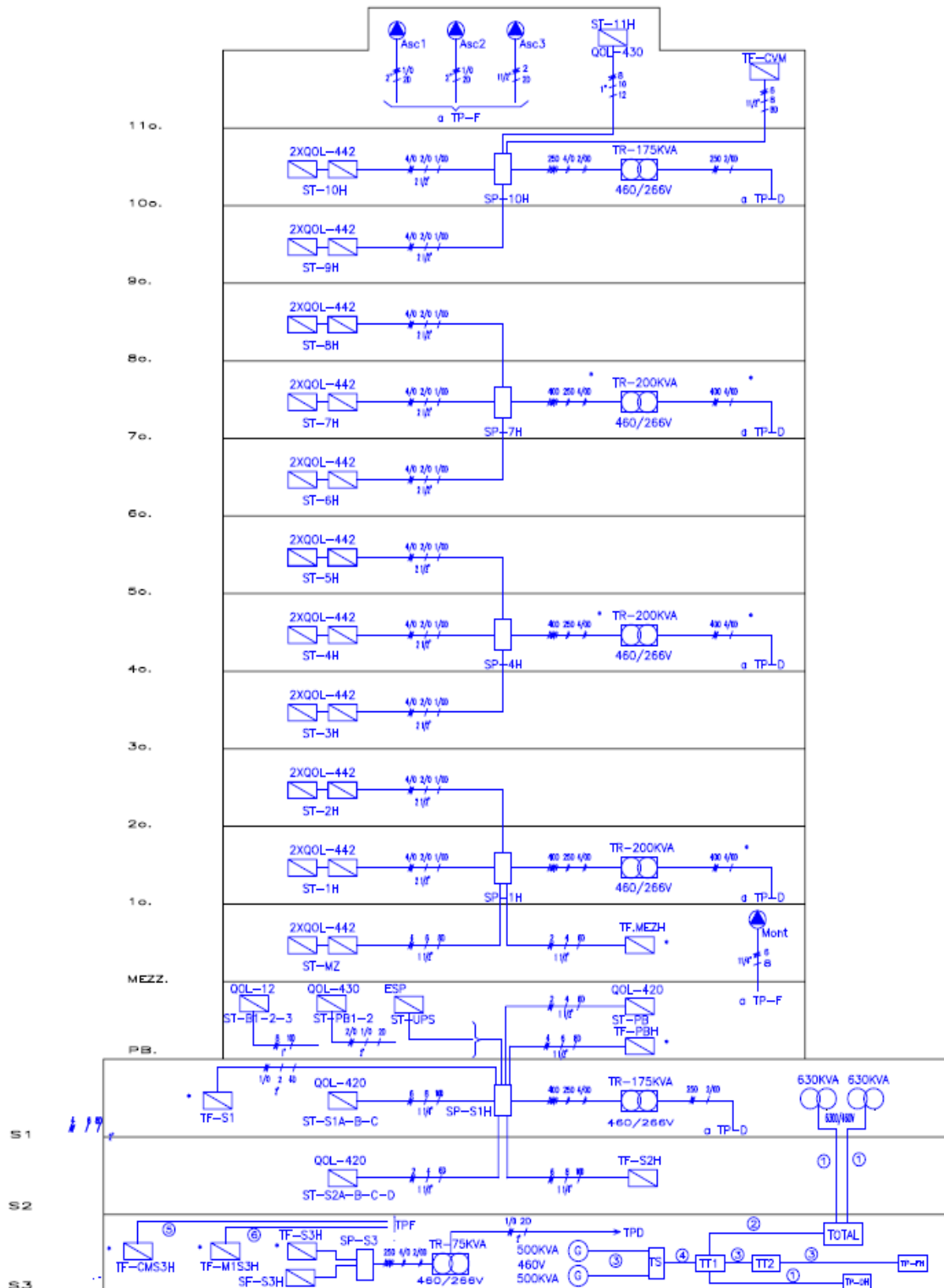


Figura 34.- Diagrama Eléctrico Vertical Torre de Habitaciones  
Fuente: Archivos HSQ

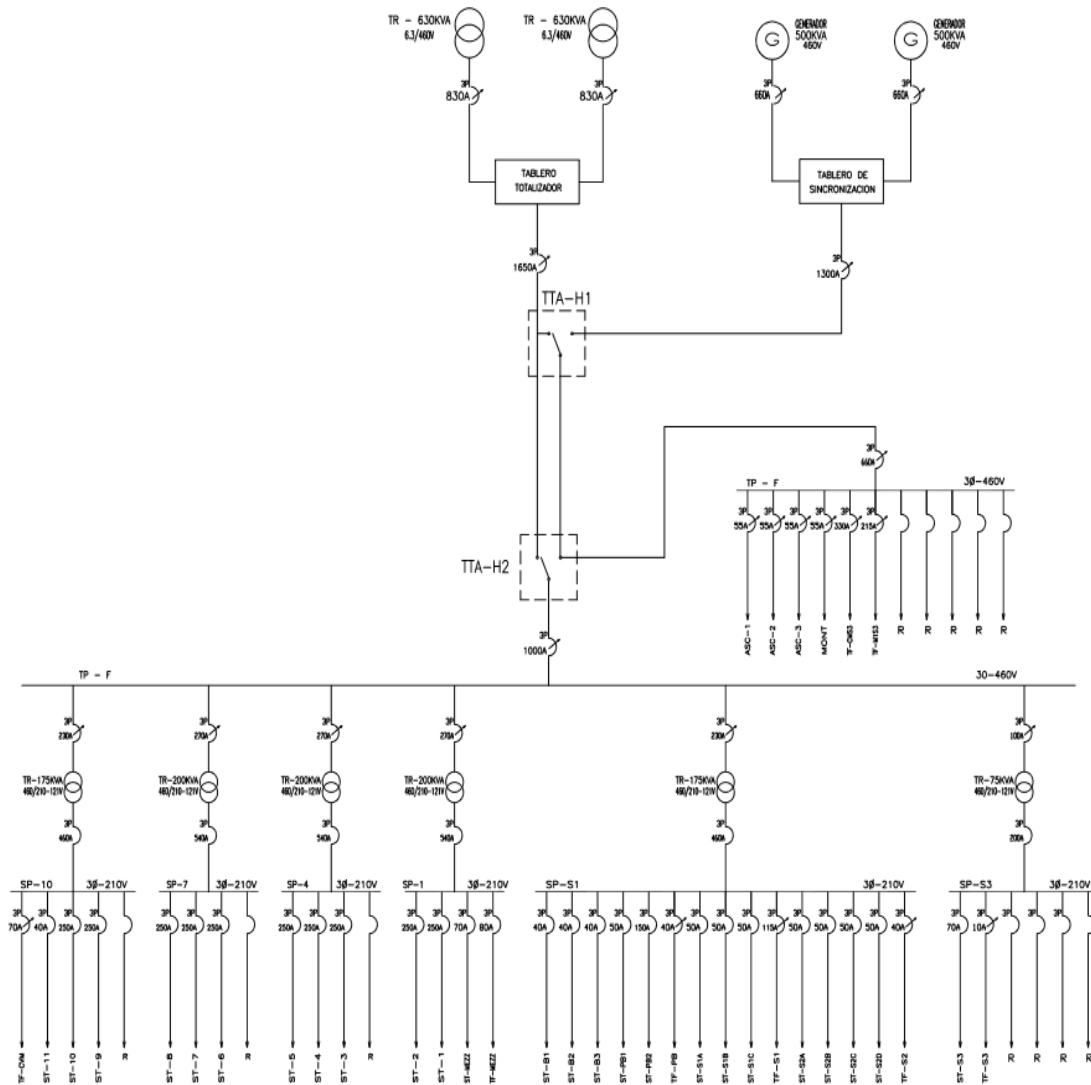


Figura 35.- Diagrama Unifilar - Torre de Habitaciones  
Fuente: Archivos HSQ

Como se señaló en secciones previas, el complejo de edificios del HSQ, está conformado por dos Torres: Habitaciones y Suites (Apartamentos), de 15 y 14 pisos respectivamente en donde se incluyen 3 subsuelos, Planta Baja, Mezanine; en la torre de Habitaciones se distribuyen 14 habitaciones por piso desde el piso 1 al piso 9, en el piso 10 únicamente existen 10 habitaciones, en la Torre de Suites existen 4 departamentos por cada uno de los 10 pisos, completando las 136 habitaciones y 40 suites, además existen los salones de eventos, restaurantes, oficinas administrativas y operativas; la distribución de los Tableros Eléctricos es de la siguiente manera:

Tableros Eléctricos						
Piso	Torre de Habitaciones			Torre de Suites		
	Tableros Especiales	Tableros Principal y de Servicios Gen. por Piso	Centros de Carga (Hab.)	Tableros Especiales	Tablero Servicios Gen. por Piso	Centros de Carga (Suites)
Piso 11	1	1	-	-	n/a	n/a
Piso 10	1	2	10	-	1	4
Piso 9	-	2	14	-	1	4
Piso 8	-	2	14	-	1	4
Piso 7	1	2	14	-	1	4
Piso 6	-	2	14	-	1	4
Piso 5	-	2	14	-	1	4
Piso 4	1	2	14	-	1	4
Piso 3	-	2	14	-	1	4
Piso 2	-	2	14	-	1	4
Piso 1	1	2	14	-	1	4
Mezanine	1	2	-	-	-	-
Planta Baja	2	2	3	-	-	-
Subsuelo 1	1	1	3	5	-	-
Subsuelo 2	-	1	4	-	-	-
Subsuelo 3	10	1	-	-	-	-

Tabla 38.- Tableros Eléctricos HSQ  
 Fuente: Archivos HSQ

En cada uno de los tableros existen varios breakers de distintas capacidades y sobre éstos, se deben dimensionar los sensores IoT y Transformadores Eléctricos a requerir en el diseño a realizar. A continuación se detallan los Breakers en cada una de las Torres (Habitaciones y Suites):

Torre Habitaciones – Piso 11					Torre Habitaciones – Piso 10					
Tablero	ST-11H			TF-CVM	SP-10H			ST-10H	Habitaciones de la 1001-1010	Servicios Generales
Capacidad	1P	2P	3P	3P	1P	2P	3P	1P	1P	1P
15A	1	-	-	-	8	-	-	-	-	-
20A	18	-	-	-	3	-	-	10	50	8
30A	2	-	-	-	-	1	-	28	-	-
40A	-	-	-	-	4	-	1	-	-	-
50A	1	1	-	-	5	-	-	-	-	-
60A	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-
70A	1	-	-	1	3	-	1	-	-	-
100A	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-
250A	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-

Tabla 39.- Breakers Pisos 11 y 10 - Torre de Habitaciones  
 Fuente: Elaboración Propia

Torre Habitaciones – Piso 9				Torre Habitaciones – Piso 8		
Tablero	ST-9H	Habitaciones de la 901-915	Servicios Generales	ST-8H	Habitaciones de la 801-815	Servicios Generales
Capacidad	1P	1P	1P	1P	1P	1P
20A	9	70	3	8	70	3
30A	26	-	-	27	-	-

Tabla 40.- Breakers Pisos 9 y 8 - Torre de Habitaciones  
Fuente: Elaboración Propia

Torre Habitaciones – Piso 7						
Tablero	SP-7H			ST-7H	Habitaciones de la 701-715	Servicios Generales
Capacidad	1P	2P	3P	1P	1P	1P
20A	-	-	-	7	70	3
30A	-	-	-	28	-	-
60A	9	1	-	-	-	-
100A	-	-	1	-	-	-
250A	-	-	3	-	-	-

Tabla 41.- Breakers Piso 7 - Torre de Habitaciones  
Fuente: Elaboración Propia

Torre Habitaciones – Piso 6				Torre Habitaciones – Piso 5		
Tablero	ST-9H	Habitaciones de la 601-615	Servicios Generales	ST-8H	Habitaciones de la 501-515	Servicios Generales
Capacidad	1P	1P	1P	1P	1P	1P
20A	9	70	3	8	70	3
30A	26	-	-	27	-	-

Tabla 42.- Breakers Pisos 6 y 5 - Torre de Habitaciones  
Fuente: Elaboración Propia

Torre Habitaciones – Piso 4						
Tablero	SP-4H			ST-4H	Habitaciones de la 401-415	Servicios Generales
Capacidad	1P	2P	3P	1P	1P	1P
20A	-	-	-	7	70	3
30A	-	-	-	28	-	-
70A	9	-	-	-	-	-
100A	-	-	1	-	-	-
250A	-	-	3	-	-	-

Tabla 43.- Breakers Piso 4 – Torre de Habitaciones  
Fuente: Elaboración Propia

Torre Habitaciones – Piso 3				Torre Habitaciones – Piso 2		
Tablero	ST-9H	Habitaciones de la 901-915	Servicios Generales	ST-8H	Habitaciones de la 801-815	Servicios Generales
Capacidad	1P	1P	1P	1P	1P	1P
20A	6	70	3	5	70	3
30A	28	-	-	28	-	-

Tabla 44.- Breakers Pisos 3 y 2 – Torre de Habitaciones  
Fuente: Elaboración Propia

Torre Habitaciones – Piso 1						
Tablero	SP-1H			ST-1H	Habitaciones de la 101-115	Servicios Generales
	1P	2P	3P	1P	1P	1P
20A	-	-	-	3	70	5
30A	-	-	-	28	-	-
40A	2	-	-	-	-	-
50A	3	-	-	-	-	1
60A	6	-	1	-	-	-
100A	-	-	1	-	-	-
250A	-	-	2	-	-	-

Tabla 45.- Breakers Piso 1 - Torre de Habitaciones  
Fuente: Elaboración Propia

Torre Habitaciones – Piso Mezanine						
Tablero	TF-MZH	ST-MZH-1		ST-MZH-2		Servicios Generales
	1P	1P	3P	1P	2P	1P
15A	-	1	-	-	-	-
20A	14	14	-	1	-	2
30A	1	2	-	-	4	-
50A	-	1	1	-	-	-
60A	-	1	-	-	-	-
100A	-	1	-	-	-	-

Tabla 46.- Breakers Piso Mezanine - Torre de Habitaciones  
Fuente: Elaboración Propia

Torre Habitaciones – Piso Planta Baja (Parte 1)											
Tablero	SP-PBH			ST-PB1		ST-PB2 (Cocina_1)		ST-PB3 (Cocina_2)		UPS	
	1P	2P	3P	1P	3P	1P	2P	1P	3P	1P	2P
15A	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20A	4	-	-	19	-	10	1	26	1	5	-
30A	2	-	-	6	-	8	-	12	-	-	-
40A	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50A	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1
60A	3	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-
100A	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-
200A	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 47.- Breakers Piso PB\_Part1 - Torre de Habitaciones  
Fuente: Elaboración Propia

Torre Habitaciones – Piso Planta Baja (Parte 2)										
Tablero	SP-B1 (Restaurant_1)			ST-B2 (Restaurant_2)			ST-B3 (Cafetería)	ST-B4 Lobby	TF-PBH	
	1P	2P	3P	1P	2P	3P	1P	1P	1P	2P
15A	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-
20A	31	3	-	17	3	-	11	12	6	5
30A	-	-	-	2	-	1	-	-	1	4
40A	-	-	1	-	-	-	-	-	-	2
50A	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
60A	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 48.- Breakers Piso PB\_Part2 - Torre de Habitaciones  
Fuente: Elaboración Propia

Torre Habitaciones – Piso Subsuelo 1 (Salones)									
Tablero	SP-S1H			TF-S1	ST-S1A		ST-S1B		ST-S1C
	1P	2P	3P	3P	1P	2P	1P	2P	1P
15A	-	-	2	-	-	-	-	-	4
20A	7	4	1	-	10	1	8	3	2
30A	14	-	-	-	3	-	4	1	7
40A	-	-	5	-	1	-	-	-	-
50A	-	1	8	-	-	-	-	-	-
60A	-	-	1	2	-	-	-	-	-
100A	-	-	1	-	-	-	-	-	-
115A	-	-	1	-	-	-	-	-	-
150A	-	-	1	-	-	-	-	-	-
250A	-	-	6	-	-	-	-	-	-

Tabla 49.- Breakers Piso S1\_Salones - Torre de Habitaciones  
Fuente: Elaboración Propia

<b>Torre Habitaciones – Piso Subsuelo 1 (Aires Acond.)</b>			
<b>Tablero</b>	<b>TD-AA-1</b>	<b>TD-AA-2</b>	<b>TD-AA-3</b>
<b>Capacidad</b>	<b>3P</b>	<b>1P</b>	<b>2P</b>
<b>20A</b>	-	10	18
<b>50A</b>	2	-	-
<b>100A</b>	2	-	-
<b>250A</b>	1	-	-

*Tabla 50.- Breakers Piso S1\_AA - Torre de Habitaciones*  
Fuente: Elaboración Propia

<b>Torre Habitaciones – Piso Subsuelo 1 (Energía Reg.)</b>				
<b>Tablero</b>	<b>TD-REG-1</b>		<b>TD-REG-2</b>	<b>TD-REG-3</b>
<b>Capacidad</b>	<b>1P</b>	<b>2P</b>	<b>1P</b>	<b>1P</b>
<b>10A</b>	-	-	2	-
<b>15A</b>	2	-	-	-
<b>20A</b>	4	-	6	-
<b>30A</b>	-	-	-	7
<b>40A</b>	-	2	-	-

*Tabla 51.- Breakers Piso S1\_EnerReg - Torre de Habitaciones*  
Fuente: Elaboración Propia

<b>Torre Habitaciones – Piso Subsuelo 2 (Data Center)</b>									
<b>Tablero</b>	<b>TDP-DC</b>		<b>UPS-DC</b>		<b>Normal-DC</b>		<b>TF-S2H</b>		
<b>Capacidad</b>	<b>2P</b>	<b>3P</b>	<b>1P</b>	<b>2P</b>	<b>1P</b>	<b>3P</b>	<b>1P</b>	<b>2P</b>	<b>3P</b>
<b>15A</b>	-	-	-	-	-	-	3	1	2
<b>20A</b>	-	-	11	2	3	-	-	-	-
<b>30A</b>	-	-	-	-	-	2	-	1	-
<b>50A</b>	-	-	-	2	-	-	-	-	1
<b>60A</b>	-	1	-	1	-	-	-	-	-
<b>100A</b>	2	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>125A</b>	-	2	-	-	-	-	-	-	-
<b>150A</b>	-	1	-	-	-	-	-	-	-

*Tabla 52.- Breakers Piso S2\_Datacenter -Torre de Habitaciones*  
Fuente: Elaboración Propia

<b>Torre Habitaciones – Piso Subsuelo 2</b>				
<b>Tablero</b>	<b>ST-S2A</b>	<b>ST-S2B</b>	<b>ST-S2C</b>	<b>ST-S2D</b>
<b>Capacidad</b>	<b>1P</b>	<b>1P</b>	<b>1P</b>	<b>1P</b>
<b>20A</b>	18	9	5	6
<b>30A</b>	7	3	5	2

*Tabla 53.- Breakers Piso S2 - Torre de Habitaciones*  
Fuente: Elaboración Propia

<b>Torre Habitaciones – Piso Subsuelo 3 (Parte 1)</b>								
<b>Tablero</b>	<b>SP-S3</b>	<b>ST-S3A</b>			<b>ST-S3B</b>		<b>TF-S3</b>	
<b>Capacidad</b>	<b>3P</b>	<b>1P</b>	<b>2P</b>	<b>3P</b>	<b>1P</b>	<b>2P</b>	<b>1P</b>	<b>2P</b>
<b>15A</b>	-	-	-	-	1	-	-	2
<b>20A</b>	-	1	1	1	2	-	10	1
<b>30A</b>	-	-	-	-	1	1	2	1
<b>40A</b>	-	-	-	2	-	-	-	-
<b>50A</b>	-	1	-	-	-	-	-	-
<b>60A</b>	-	-	-	2	-	-	-	-
<b>70A</b>	-	-	-	1	-	-	-	-
<b>100A</b>	2	-	-	-	-	-	-	-
<b>250A</b>	1	-	-	-	-	-	-	-

*Tabla 54.- Breakers Piso S3\_Part1 - Torre de Habitaciones*  
Fuente: Elaboración Propia

<b>Torre Habitaciones – Piso Subsuelo 3 (Parte 2)</b>						
<b>Tablero</b>	<b>TS</b>	<b>TOTAL</b>	<b>TTA-H1</b>	<b>TTA-H2</b>	<b>TP-DH</b>	<b>TP-FH</b>
<b>Capacidad</b>	<b>3P</b>	<b>3P</b>	<b>3P</b>	<b>3P</b>	<b>3P</b>	<b>3P</b>
<b>55A</b>	-	-	-	-	4	-
<b>100A</b>	-	-	-	-	-	1
<b>215A</b>	-	-	-	-	1	-
<b>230A</b>	-	-	-	-	-	2
<b>270A</b>	-	-	-	-	-	3
<b>330A</b>	-	-	-	-	1	-
<b>660A</b>	2	-	-	1	-	-
<b>830A</b>	-	2	-	-	-	-
<b>1000A</b>	-	-	-	1	-	-
<b>1300A</b>	-	-	1	-	-	-
<b>1650A</b>	-	-	1	-	-	-

*Tabla 55.- Breakers Piso S3\_Part2 - Torre de Habitaciones*  
Fuente: Elaboración Propia

Torre Suites – Pisos del 12 al 3				
Tablero	Apartamentos A-B-C-D		Servicios Generales	
PISOS	Capacidad			
	20A	40A	20A	30A
	1P	2P	1P	2P
12	24	12	2	5
11	24	12	2	5
10	24	12	2	5
9	24	12	2	5
8	24	12	2	5
7	24	12	2	5
6	24	12	2	5
5	24	12	2	5
4	24	12	2	5
3	24	12	2	5

Tabla 56.- Breakers Pisos del 12 al 3 - Torre de Suites  
Fuente: Elaboración Propia

Torre Suites – Piso Subsuelo 1												
Tablero	TTM	TS	TDP		T_Deli			TD1		TD2		SG
Capacidad	3P	3P	1P	3P	1P	2P	3P	1P	3P	1P	3P	1P
20A	-	-	11	-	13	-	-	-	-	-	-	8
30A	-	-	-	10	-	6	-	2	-	-	-	-
40A	-	1	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-
50A	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-
60A	-	1	-	1	-	-	1	60	-	60	-	-
80A	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100A	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
125A	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
150A	2	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-
500A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-

Tabla 57.- Breakers Piso S1 - Torre de Suites  
Fuente: Elaboración Propia

Una vez que se ha recopilado la información de todos los breakers existentes en la Infraestructura Eléctrica del HSQ, se realiza la tabulación resumen para determinar la cantidad total de éstos:

Capacidad	1P	2P	3P
10A	2	-	-
15A	23	3	4
20A	1378	42	3
30A	425	69	13

Capacidad	3P
150A	6
200A	1
215A	1
230A	2

<b>40A</b>	16	126	9	<b>250A</b>	18
<b>50A</b>	13	11	12	<b>270A</b>	3
<b>55A</b>	-	-	4	<b>330A</b>	1
<b>60A</b>	147	2	11	<b>500A</b>	1
<b>70A</b>	13	1	2	<b>660A</b>	2
<b>80A</b>	-	-	1	<b>830A</b>	2
<b>100A</b>	1	3	15	<b>1000A</b>	1
<b>115A</b>	-	-	1	<b>1300A</b>	1
<b>125A</b>	-	-	4	<b>1650A</b>	1

Tabla 58.- Cantidad y Capacidad de Breakers en Infraestructura Eléctrica del HSQ.  
Fuente: Elaboración Propia

Como se puede apreciar en la Tabla Nro.58, existe una gran cantidad y variedad de breakers desplegados en la Infraestructura eléctrica del HSQ. Determinar la cantidad de Sensores IoT y Transformadores Eléctricos a requerir en el diseño de la solución de control de energía, así como las ubicaciones de estos; debería estar en relación directa a la cantidad de breakers y/o circuitos disponibles, si es que lo que se requeriría es tener un control detallado y específico de los activos (si bien es cierto esto sería lo ideal), pero, tanto el costo como el despliegue de los Sensores IoT y los transformadores de corriente encarecerían el proyecto, por lo que se considerará únicamente, ubicarlos en puntos y áreas estratégicas que permitan tener un control de consumo de la energía eléctrica específico por áreas y no por activo; es así que a continuación se describen los criterios a utilizar para colocar los Sensores IoT:

<b>Criterio para Colocación de Sensores en Torre de Habitaciones</b>		
<b>Piso</b>	<b>Área</b>	<b>Criterio</b>
11	Fitness Center y Terraza.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Circuitos de alimentación de Tableros.</li> </ul>
10	Salón Ejecutivo y Habitaciones.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Circuitos de alimentación de Tableros.</li> <li>• Circuitos de iluminación y tomacorrientes del Salón Ejecutivo.</li> <li>• Circuitos de Servicios Generales.</li> <li>• Circuitos de Iluminación y tomacorrientes del Tablero Principal del Piso.</li> </ul>
Del 9 al 1	Habitaciones.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Circuitos de alimentación de Tableros.</li> <li>• Circuitos de Servicios Generales.</li> <li>• Circuitos de Iluminación y tomacorrientes del Tablero Principal del Piso.</li> </ul>
Mezanine	Oficinas Administrativas y Salón 1.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Circuitos de alimentación de Tableros.</li> <li>• Circuitos principales de los Tableros del Piso.</li> <li>• Circuitos de Servicios Generales.</li> </ul>

Planta Baja	Restaurantes, Cocina, Lobby Recepción.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Circuitos de alimentación de Tableros.</li> <li>• Circuitos principales de los Tableros del Piso.</li> <li>• Circuitos de equipos especiales.</li> </ul>
Subsuelo 1	Oficinas y Salones del 2 al 6, Parqueaderos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Circuitos de alimentación de Tableros.</li> <li>• Circuitos principales de los Tableros del Piso.</li> </ul>
Subsuelo 2	Oficinas Administrativas y Data Center, Parqueaderos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Circuitos de alimentación de Tableros.</li> <li>• Circuitos principales de los Tableros del Piso.</li> <li>• Todos los circuitos del Data Center.</li> </ul>
Subsuelo 3	Lavandería, Cuartos de Máquinas, Parqueaderos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Circuitos de alimentación de Tableros.</li> <li>• Circuitos principales de los Tableros del Piso.</li> </ul>

*Tabla 59.- Criterio para Colocación de Sensores en Torre de Habitaciones*  
Fuente: Elaboración Propia

<b>Criterio para Colocación de Sensores en Torre de Suites</b>		
<b>Piso</b>	<b>Área</b>	<b>Criterio</b>
Del 12 al 3	Apartamentos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Circuitos Principales de Servicios Generales.</li> </ul>
Subsuelo 1	Tableros de Apartamentos y Bakery&Deli	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Circuitos de alimentación de Tableros.</li> <li>• Circuitos principales de los Tableros del Piso.</li> </ul>

*Tabla 60.- Criterio para colocación de Sensores en Torre de Suites*  
Fuente: Elaboración Propia

Por tanto, tomando en cuenta los criterios señalados en las Tablas Nros. 59 y 60, se muestra el resumen de la cantidad de circuitos y/o breakers a monitorear en el HSQ:

Capacidad	1P	2P	3P	Capacidad	3P
20A	3	3	2	150A	3
30A	3	4	6	200A	1
40A	2	-	4	230A	2
50A	2	1	3	250A	15
55A	-	-	2	330A	1
60A	2	1	4	500A	1
70A	1	1	2	660A	2
80A	-	-	1	830A	2
100A	-	2	10	1000A	1
125A	-	-	3		

*Tabla 61.- Cantidad y Capacidad de Breakers a monitorear del HSQ.*  
Fuente: Elaboración Propia

A continuación se detallan la cantidad de Sensores IoT y Transformadores de corriente a requerir para la solución de control de energía eléctrica para el HSQ en base a los circuitos y/o breakers a monitorear:

<b>Sensores IoT</b>	
<b>Sensor Wenu</b>	<b>Cantidad</b>
Monofásico	13
Trifásico*	77

\*Se incrementan 12 Sensores Trifásicos, debido a que los sensores seleccionados no se fabrican en modalidad bifásica

*Tabla 62.- Cantidad de Sensores IoT requeridos*  
Fuente: Elaboración Propia

<b>Transformador de Corriente</b>	
<b>Modelo</b>	<b>Cantidad*</b>
KCT-10	93
KCT-16	46
KCT-24	21
KCT-36	57
DP-58	15

\*El cálculo es en base al valor más cercano de corriente a medir, así mismo se toma en cuenta que para circuitos bifásicos y trifásicos se requieren dos y tres transformadores de corriente respectivamente

*Tabla 63.- Cantidad de Transformadores de Corriente requeridos*  
Fuente: Elaboración Propia

#### 3.4.1.5 Interconexión de los Sensores IoT a la Infraestructura del HSQ

Una vez que se ha determinado la cantidad de Sensores IoT a requerir, el siguiente paso en el diseño de la solución es la interconexión de los mismos, para lo cual, se hará uso de la Infraestructura de Red Wlan desplegada en el HSQ, la cual fue detallada en la sección 2 del presente documento, en donde se indicó que, todos los Pisos del HSQ tanto de la Torre de Habitaciones como la de Suites, cuentan con cobertura del servicio de Internet a través de una red Wifi de alta velocidad y capacidad, por lo que no habría ningún inconveniente con interconectar los Sensores IoT a la red, además, cabe indicar que, tampoco existirá una sobrecarga de dispositivos a la red, tanto porque el consumo promedio de ancho de banda por dispositivo es apenas de 60,48 Mb/Mes así como, porque cada Access Point desplegado en la red soporta hasta 150 dispositivos conectados a la vez, por tanto, existe capacidad más que suficiente para no interferir en el rendimiento de la red, y no se requerirían dispositivos adicionales de este tipo.

Para asegurar la seguridad de la información se pueden incluir todos los dispositivos en una Vlan independiente al resto de las configuradas previamente en la infraestructura de red, así como, crear claves de acceso robustas para precautelar la integridad y confiabilidad de los datos a obtener.

#### 3.4.1.6 *Análisis, monitoreo y reporte de los datos*

Finalmente una vez que se han identificado los activos, estimado los consumos de energía eléctrica, se ha recopilado la información de la infraestructura tanto de red como eléctrica existente, se han determinado el tipo y cantidad de Sensores IoT a requerir, y cómo estos se interconectarán a la Infraestructura del HSQ, resta únicamente determinar el manejo de los datos que arrojará cada Sensor IoT y cómo estos serán analizados, monitoreados y reportados, para así tomar las acciones respectivas para el control del consumo de energía eléctrica del HSQ, programar planes de mantenimiento preventivos y predecir posibles daños que puedan presentarse sobre la infraestructura eléctrica existente, así como disminuir tiempos de respuesta en la solución de problemas, lo que permitirá transformar la experiencia del usuario.

Una de las soluciones más utilizadas hoy en día, es la de *“subir la información a la nube”* (Cloud Computing) para realizar un análisis inteligente, sobre el que luego se van a tomar decisiones estratégicas, es decir convertir los datos en Información (conocimiento derivado de los datos), valor, indicadores, costumbres, hábitos, entre otros parámetros; una vez que estos parámetros estén calculados e identificados, éstos deben ser manejados por cuadros de mando o Business Intelligence (BI)<sup>22</sup> y así tener una manera visual de poder tomar las decisiones.

El NIST<sup>23</sup> define al Cloud Computing como: *“un modelo que permite acceso a redes bajo demanda, para compartir un conjunto de recursos de computación configurable (es decir, redes, servidores, almacenamiento, aplicaciones y servicios) que pueden ser rápidamente provistos o liberados con un mínimo esfuerzo de administración o interacción con los proveedores de servicio”* (Mell & Grance, 2011). Bajo el marco de esta definición, se

---

<sup>22</sup> *Business Intelligence (BI)* es un término paraguas que abarca los procesos, las herramientas, y las tecnologías para convertir datos en información, información en conocimiento y planes para conducir de forma eficaz las actividades de los negocios (Cano, 2007).

<sup>23</sup> NIST. – National Institute of Standards and Technology

puntualizan cinco características principales (*On-demand self-service, Broad network access, Resource pooling, Rapid elasticity, y Measured Service*), cuatro modelos de despliegue de servicio (*Private Cloud, Community Cloud, Public Cloud, y Hibrid Cloud*) y tres modelos de servicio (*Software as a Service – SaaS, Plataforma as a Service – PaaS y Infraestructura as a Service -IaaS*)(Zalazar, Gonnet, & Leone, 2014).

Los servicios prestados por los proveedores de Cloud Computing se pueden clasificar en tres modelos o tipos de servicio, considerando el “Modelo SPI” (Software, Plataforma e Infraestructura) (Winkler, 2011; Zalazar et al., 2014); los modelos disponibles dentro del enfoque SPI son:

- **Software como un Servicio (SaaS).** – La capacidad provista a los clientes es la de usar las aplicaciones del proveedor que se ejecutan sobre la infraestructura de Cloud. Las aplicaciones son accesibles desde varios dispositivos del cliente a través de una interfaz thin client, como un web browser o la interfaz de un programa. El cliente no administra o controla la infraestructura del Cloud subyacente, que incluye redes, servidores, sistemas operativos, almacenamiento, o las capacidades de las aplicaciones; con la posible excepción de algunas configuraciones de la aplicación específicas (J. Chafra, 2019).
- **Plataforma como un Servicio (PaaS).** – La capacidad provista a los clientes es la de desplegar sobre la infraestructura de Cloud aplicaciones desarrolladas o adquiridas por el cliente usando lenguajes de programación, librerías, servicios y herramientas soportadas por el proveedor. El cliente no administra o controla la infraestructura del Cloud subyacente, pero tiene control sobre las aplicaciones desplegadas; y posiblemente ciertas configuraciones sobre el ambiente de la aplicación (J. Chafra, 2019).
- **Infraestructura como un Servicio (IaaS).** – La capacidad provista a los clientes es la de brindar procesamiento, almacenamiento, redes y otros recursos de cómputo básicos sobre los cuales el cliente pueda ejecutar software arbitrario, que puede incluir sistemas operativos y aplicaciones. El cliente no administra la infraestructura del Cloud subyacente, pero tiene control sobre los sistemas operativos, almacenamiento y las aplicaciones desplegadas; y posiblemente control limitado sobre ciertos componentes de red (J. Chafra, 2019).

En síntesis, el Cloud Computing es lo que hace posible que la tecnología digital penetre en cada rincón de nuestra economía y nuestra sociedad, no solo permitiendo que los usuarios estén conectados al mundo digital a través de sus dispositivos móviles, sino posibilitando

que también lo esté cualquier objeto o dispositivo, lo que se denomina Internet de las Cosas. Todo ello provoca una gran cantidad de información digital que requiere una capacidad de almacenamiento y procesamiento que se lo conoce como Big Data<sup>24</sup> (Torres, 2016).

Debido a que el HSQ no cuenta con Infraestructura de alto desempeño, plataformas de procesamiento masivo en paralelo, analítica avanzada, es decir herramientas y técnicas que permitan el manejo del gran volumen de datos (Big Data) que se generarán por cada uno de los Sensores IoT a desplegar, ni tampoco con la experticia para el análisis que permita transformar los grandes volúmenes de datos en decisiones acertadas, la solución que más se adapta a las necesidades es la contratación de Servicios tipo SaaS, la cual debe cumplir con las recomendaciones legales (Catteddu, 2010; Zalazar et al., 2014) para la contratación de este tipo de servicios:

- *Protección de datos.* – Control de medidas técnicas de seguridad adecuada y medidas organizativas de protección de datos.
- *Seguridad de los datos.* – Respetar las medidas obligatorias a escala nacional y supranacional de seguridad de los datos.
- *Transferencia de información.* – Garantizar la protección adecuada de los datos, aun cuando el origen/destino de la transferencia sea de diferente jurisdicción.
- *Acceso a las autoridades policiales.* – Analizar las restricciones y requisitos necesarios de las autoridades policiales sobre la jurisdicción en la que los datos pueden almacenarse, procesarse y evaluar cualquier riesgo derivado a esto.
- *Confidencialidad y no divulgación.* – Analizar las políticas de confidencialidad y no divulgación de los datos.
- *Propiedad Intelectual.* – Respeto de los derechos sobre cualquier propiedad intelectual o trabajo original.
- *Asignación de riesgos y limitaciones de la responsabilidad.* – Considerar las obligaciones que plantean los riesgos y los límites de responsabilidad.

---

<sup>24</sup> *Big Data.* - Se refiere a conjuntos de datos cuyos tamaños van más allá de la capacidad de ciertos programas/software de uso común para capturar, almacenar, manejar, y procesar dentro de límites de tiempos aceptables (J. F. Chafla, 2019).

- *Servicios de subcontratación y cambio de control.* – Capacidad para continuar las obligaciones contractuales en caso de producirse un cambio de control, o bien la posibilidad de rescindir el contrato.

Una vez que los datos son procesados en la nube, la información puede ser visualizada en distintas Plataformas desarrolladas por el fabricante de los Sensores IoT y desplegadas sobre Computadores, Smart TV's, smartphones, entre otros; mostrando información como huella de Carbono producida, picos de potencia, gasto aproximado, consumo energético y consumos comparativos con históricos, los cuales permitirán la toma de decisiones al interior de los espacios monitoreados.

Definidos todos los aspectos del diseño, la solución de IoT se representa en la siguiente gráfica:

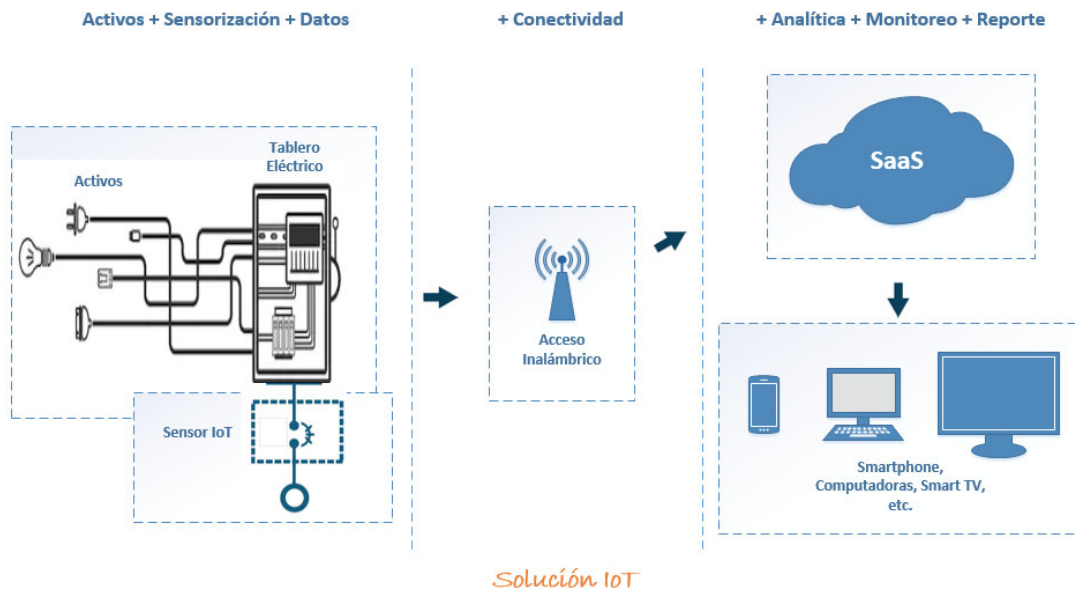
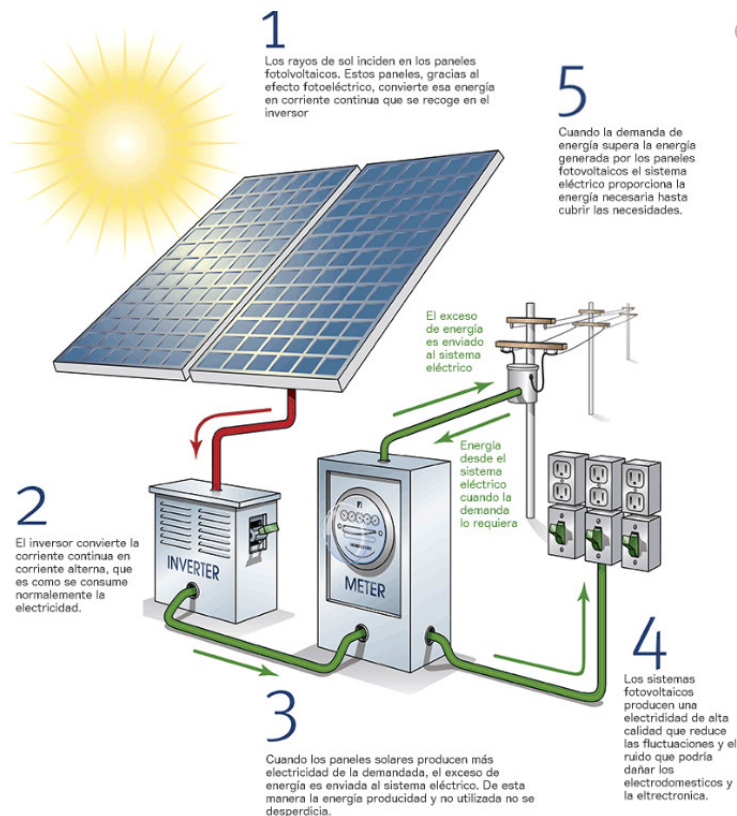


Figura 36.- Diagrama Solución IoT  
Fuente: Modificado de (Wenu Work, 2019a)

En la siguiente sección, se describirán los aspectos que involucran la Solución de Fuentes de Energía Solar.

### 3.4.2 Solución Fuentes de Energía Solar

Quando se plantea el diseño de soluciones de energía solar fotovoltaica, fundamentalmente se atiende a dos razones principales: la necesidad de proporcionar energía eléctrica a una zona aislada o de difícil acceso para la red de distribución, o la posibilidad de inyectar energía eléctrica a la red de distribución (Vegas Portero, 2009). Es decir, los sistemas fotovoltaicos se clasifican en función de la disponibilidad que el generador fotovoltaico pueda tener para su conexión a la red eléctrica comercial. En el presente caso de estudio se realizará el diseño de un sistema fotovoltaico conectado a la red eléctrica, cuyo generador tiene la capacidad de conectarse en paralelo con la red eléctrica comercial, para este efecto el principal elemento es el inversor, el cual debe poseer la capacidad para una conexión en sincronismo entre el generador fotovoltaico y la red de distribución (conexión en bajo voltaje)(Itaz, 2017). El dimensionamiento de esta solución se lo hará de manera que la generación no supere la demanda ya que se inyectaría energía a la red eléctrica comercial.



*Figura 37.- Sistema Fotovoltaico conectado a la red*  
Fuente: (Heliosfera, 2019)

En el año 2011, se expidió la Norma Ecuatoriana de Construcción NEC-11, en cuyo capítulo 14, Energías Renovables, se establecen las especificaciones y características técnicas que deben tener los sistemas fotovoltaicos (SFV) que se emplean en la generación de energía de origen fotovoltaico en el Ecuador y los servicios que deben proporcionar las empresas proveedoras para garantizar la confiabilidad, seguridad y durabilidad de los componentes de sistema a instalar, según sus fichas técnicas; así mismo esta norma constituye una guía para formulación, diseño, ejecución y tareas relativas al funcionamiento y sostenibilidad de los sistemas fotovoltaicos (SFV). En su sección 14-2, se detalla todo lo referente a Sistemas de Generación con energía Solar Fotovoltaica para sistemas aislados y conexión a red de hasta 100 kW (MIDUVI & Cámara de la Construcción de Quito, 2011), si bien nuestro sistema con conexión a red a diseñar tendrá un valor mayor de 100 kW de potencia nominal, ésta normativa es bastante útil como guía para el diseño, así mismo se seguirán los lineamientos de diseño emitidos por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía detallados en el documento Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Energía Solar Fotovoltaica conectadas a la red (Institute for Energy Diversification and Saving - IDAE, 2011).

#### 3.4.2.1 *Componentes de un Sistema Fotovoltaico conectado a Red*

Un Sistema Fotovoltaico (SFV) conectado a red está conformado por al menos los siguientes componentes (MIDUVI & Cámara de la Construcción de Quito, 2011):

- Panel Fotovoltaico

El panel fotovoltaico es la unión de varias células fotovoltaicas, también llamadas celdas solares o celdas fotovoltaicas, para obtener voltajes normalizados de 6, 12, 24, 36,48 voltios; su interior está construido de una capa de silicio, el cual es un material semiconductor que con incrustaciones de impurezas permite las condiciones necesarias para el efecto fotoeléctrico.

- Inversor de Conexión a red

Es el dispositivo que transforma la corriente continua entregada por el arreglo fotovoltaico a corriente alterna de las mismas características que la red eléctrica pública a la que se conecta. Este inversor tiene que ser capaz de sincronizar correctamente con la red eléctrica y no ocasionar fallas o disturbios en la misma, que afecten a la calidad del servicio de la energía según las normas y regulaciones aplicables.

- Estructuras de Soporte

Son los elementos de sujeción, unión, fijación y protección mecánica de los componentes de un SFV. Incluyen la estructura de los paneles fotovoltaicos, el soporte del banco de baterías, y protecciones adecuadas para el resto de los elementos.

- Elementos de Protección y Seccionamiento

Los SFV deben proveer todos los elementos de protección comunes de las instalaciones eléctricas contra sobre voltajes, sobre intensidades, corto circuitos, desconexión automática en caso de variaciones de los parámetros de la red, inducción de corrientes de tierra, entre otros.

- Tableros Eléctricos

Dependiendo de la aplicación y de la capacidad del SFV, se debe prever la instalación de armarios de conexiones, gabinetes, tableros de protección y seccionamiento con elementos dimensionados para las capacidades de potencia y corriente que soportan.

- Cables

El calibre de los diferentes conductores se debe ceñir a los requerimientos eléctricos de ampacidad, caída de voltaje y seguridad en cada parte del sistema.

#### 3.4.2.2 *Recurso Solar disponible*

Una vez que se han detallado los componentes que conforman un Sistema Fotovoltaico, el primer paso para el diseño del SFV consiste en conocer si en el sitio existe el recurso suficiente de energía solar. En Ecuador, los niveles de radiación son relativamente altos, entre 4 y 6 kWh/m<sup>2</sup>/día promedio anual, además se debe tener en cuenta las condiciones climáticas del sitio (nubosidad, pluviosidad, temperatura, viento).

Debido a que, en Ecuador, no existe un registro histórico completo de radiación solar, además que no se cuenta con datos de la radiación solar medida en el sitio y tal como se cita en la Norma NEC-11, se pueden usar los datos de valores promedios mensuales de radiación solar global que ahí se detallan confirmándolos con datos reales medidos en el sitio donde se instalará el SFV, al menos con datos de 12 meses anteriores, en el presente caso de diseño se hará uso de esa información:

Mes	kWh/m <sup>2</sup> /día
Enero	4,94
Febrero	4,64
Marzo	4,78
Abril	4,53
Mayo	4,83
Junio	4,69
Julio	5,53
Agosto	5,47
Septiembre	4,89
Octubre	5,25
Noviembre	5,14
Diciembre	5,14
Promedio	<b>4,99</b>

Tabla 64.- Valores promedio mensuales de radiación Solar Global para Quito  
 Fuente: (MIDUVI & Cámara de la Construcción de Quito, 2011)

### 3.4.2.3 Ubicación

Las coordenadas del Complejo de Edificios que conforman el HSQ son: latitud: 0°10'40"S y longitud de 78°28'44"W, la superficie de las terrazas de las dos torres es de aproximadamente 1.200 m<sup>2</sup>, de los cuales 750 m<sup>2</sup> es el área útil donde se podrían instalar los paneles solares del SFV.

### 3.4.2.4 Dimensionamiento

#### 3.4.2.4.1 Valor de irradiación sobre el plano generador

La mayor o menor irradiación solar que se puede coleccionar en el generador fotovoltaico está relacionada directamente tanto por la orientación como la inclinación de los paneles solares, por tanto los valores de irradiación detallados en la Tabla Nro. 64 se verán afectados por el ángulo azimut ( $\alpha$ ), el ángulo de inclinación ( $\beta$ ) y por el sombreado de los paneles solares. Para el cálculo de la irradiación se puede utilizar la siguiente ecuación (Institute for Energy Diversification and Saving - IDAE, 2011):

$$G_{dm}(\alpha, \beta) = G_{dm}(0) \times FI \times FS \times K$$

Ecuación 4.- Irradiación diaria incluidas las pérdidas por incidencia y sombreado  
 Fuente: (Institute for Energy Diversification and Saving - IDAE, 2011)

Donde:

- $G_{dm}(\alpha, \beta)$ : Irradiación media mensual diaria sobre el generador orientado a un ángulo azimut e inclinación ( $\alpha, \beta$ ), descontadas las pérdidas por incidencia y sombreado [kWh/día].
- $G_{dm}(0)$ : Irradiación media mensual diaria incidente en el lugar de la instalación del generador fotovoltaico [kWh/día].
- $FI$ : Factor de incidencia.
- $FS$ : Factor de sombreado.
- $K$ : Constante de tabla

O se puede hacer uso de tablas que permiten encontrar la media mensual de irradiación diaria sobre la superficie del panel según la siguiente ecuación:

$$\bar{H}_T = K \times \bar{H}$$

*Ecuación 5.- Irradiación sobre superficie inclinada*

Fuente:(MIDUVI & Cámara de la Construcción de Quito, 2011)

Donde:

- $\bar{H}$ : Media mensual diaria de irradiación sobre la superficie horizontal [kWh/día] (Valores Tabla Nro. 64).
- $K$ : constante de tabla

Latitud 0°

$\beta$	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0°	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5°	1,02	1,01	1	0,98	0,97	0,96	0,97	0,98	1	1,01	1,02	1,02
10°	1,03	1,01	0,99	0,96	0,93	0,92	0,93	0,95	0,99	1,02	1,04	1,04
15°	1,04	1,01	0,97	0,92	0,88	0,87	0,88	0,92	0,97	1,02	1,05	1,05
20°	1,04	1	0,95	0,88	0,83	0,81	0,83	0,88	0,95	1,01	1,05	1,06
25°	1,03	0,99	0,92	0,84	0,77	0,75	0,77	0,83	0,92	0,99	1,04	1,06
30°	1,02	0,97	0,88	0,79	0,71	0,68	0,70	0,78	0,88	0,97	1,03	1,05
35°	1	0,94	0,84	0,74	0,64	0,61	0,64	0,72	0,84	0,94	1,02	1,03
40°	0,98	0,90	0,80	0,68	0,57	0,53	0,56	0,66	0,79	0,91	0,99	1,01
50°	0,95	0,87	0,75	0,61	0,5	0,45	0,49	0,59	0,73	0,87	0,96	0,98

*Tabla 65.- Valor K según inclinación y mes del año a Latitud 0°*

Fuente: (MIDUVI & Cámara de la Construcción de Quito, 2011)

Para este caso, se utilizará la ecuación Nro.5 para calcular la irradiación sobre superficie inclinada, y se comparará con el valor promedio de la Tabla Nro.64 con el fin de determinar las pérdidas ocasionadas por la inclinación de los paneles:

$\beta$	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PRO	PER (%)
0°	4,94	4,64	4,78	4,53	4,83	4,69	5,53	5,47	4,89	5,25	5,14	5,14	4,99	0,08
5°	5,04	4,69	4,78	4,44	4,69	4,50	5,36	5,36	4,89	5,30	5,24	5,24	4,96	0,58
10°	5,09	4,69	4,73	4,35	4,49	4,31	5,14	5,20	4,84	5,36	5,35	5,35	4,91	1,65
15°	5,14	4,69	4,64	4,17	4,25	4,08	4,87	5,03	4,74	5,36	5,40	5,40	4,81	3,56
20°	5,14	4,64	4,54	3,99	4,01	3,80	4,59	4,81	4,65	5,30	5,40	5,45	4,69	5,96
25°	5,09	4,59	4,40	3,81	3,72	3,52	4,26	4,54	4,50	5,20	5,35	5,45	4,53	9,14
30°	5,04	4,50	4,21	3,58	3,43	3,19	3,87	4,27	4,30	5,09	5,29	5,40	4,35	12,88
35°	4,94	4,36	4,02	3,35	3,09	2,86	3,54	3,94	4,11	4,94	5,24	5,29	4,14	17,04
40°	4,84	4,18	3,82	3,08	2,75	2,49	3,10	3,61	3,86	4,78	5,09	5,19	3,90	21,86
50°	4,69	4,04	3,59	2,76	2,42	2,11	2,71	3,23	3,57	4,57	4,93	5,04	3,64	27,11

Tabla 66.- Irradiación mensual sobre superficie inclinada  
 Fuente: Elaboración Propia

A medida que se aumenta el ángulo de inclinación las pérdidas por este factor se incrementan, y aunque a menor inclinación las pérdidas son nulas por este factor, se incrementan considerablemente las pérdidas por acumulación de polvo y suciedad, por lo que se define que un valor óptimo de inclinación para los paneles sería de  $\beta = 10^\circ$  con una radiación solar inclinada promedio de 4,91 kWh/m<sup>2</sup>/día.

A continuación se presenta la tabla resumen en base al ángulo  $\beta$  seleccionado:

Mes	$\bar{H}$ ó $G_{dm}(0)$ kWh/m <sup>2</sup> /día	K	$\bar{H}_T$ ó $G_{dm}(\alpha, \beta)$ kWh/m <sup>2</sup> /día
Enero	4,94	1,03	5,09
Febrero	4,64	1,01	4,69
Marzo	4,78	0,99	4,73
Abril	4,53	0,96	4,35
Mayo	4,83	0,93	4,49
Junio	4,69	0,92	4,31
Julio	5,53	0,93	5,14
Agosto	5,47	0,95	5,20
Septiembre	4,89	0,99	4,84
Octubre	5,25	1,02	5,36
Noviembre	5,14	1,04	5,35
Diciembre	5,14	1,04	5,35
Promedio	<b>4,99</b>		<b>4,91</b>

Tabla 67.- Irradiación mensual diaria en función del valor K,  $\alpha$  y  $\beta$   
 Fuente: Elaboración Propia

#### 3.4.2.4.2 Rendimiento Global del Sistema (PR)

El rendimiento global del sistema (performance ratio) PR está definido como la relación entre la energía útil y la máxima energía que teóricamente produce el arreglo fotovoltaico (Itaz, 2017). Para el cálculo del PR se deben considerar los siguientes aspectos:

$$PR = \eta_{temp} \times \eta_{dis} \times \eta_{cab} \times \eta_{pol} \times \eta_{ref} \times \eta_{pan} \times \eta_{inv}$$

*Ecuación 6.- Rendimiento Global del Sistema (Performance Ratio)*  
Fuente: (Institute for Energy Diversification and Saving - IDAE, 2011)

Donde:

- $\eta_{temp}$ : Rendimiento por temperatura
- $\eta_{disp}$ : Rendimiento por dispersión
- $\eta_{cab}$ : Rendimiento por el cableado en CC
- $\eta_{pol}$ : Rendimiento por acumulación de polvo en los paneles
- $\eta_{ref}$ : Rendimiento por reflectancia angular espectral
- $\eta_{pan}$ : Rendimiento de los paneles solares
- $\eta_{inv}$ : Rendimiento del inversor

##### a. Rendimiento por temperatura $\eta_{temp}$

Los paneles solares funcionan en condiciones distintas a las Condiciones Estándar de Medida (CEM), las cuales son condiciones de irradiancia y temperatura en la célula solar. Las condiciones CEM son:

- Irradiancia solar: 1.000W/m<sup>2</sup>
- Distribución espectral: AM 4,5 G
- Temperatura de la célula: 25°C

Por lo que, las fórmulas para el cálculo del rendimiento por temperatura y la temperatura de la celda a una irradiación de 1.000W/m<sup>2</sup> son:

$$\eta_{temp} = 1 - C_T \times (T_c - 25)$$

*Ecuación 7.- Rendimiento por temperatura*  
Fuente: (Institute for Energy Diversification and Saving - IDAE, 2011)

$$T_c = T_a + (TONC - 20) \times \frac{E}{800}$$

Ecuación 8.- Temperatura de la celda a una irradiación de 1.000 W/m<sup>2</sup>

Fuente: (Institute for Energy Diversification and Saving - IDAE, 2011)

Donde:

- C<sub>T</sub>: Coeficiente de variación de la potencia por funcionamiento a temperatura distintas a las CEM, si no se dispone de este valor se asumirá 0,005 [1/°C]
- T<sub>C</sub>: Temperatura de la celda a una irradiación de 1.000 [W/m<sup>2</sup>]
- T<sub>a</sub>: Temperatura ambiente [°C]
- TONC: Temperatura normal de operación [°C]
- E: Irradiancia solar 1.000 [W/m<sup>2</sup>]



Figura 38.- Temperatura Promedio Anual de Quito

Fuente: (Weatherspark, 2018)

En la ciudad de Quito, la temperatura máximo promedio fluctúa entre los 19°C y una temperatura mínimo promedio de 9°C, para el cálculo de las pérdidas por temperatura, se seleccionará el valor promedio de temperatura ambiente de 15°C, por lo que:

$$T_c = 15^\circ C + (30^\circ C - 20^\circ C) \times \frac{1.000 \text{ W/m}^2}{800 \text{ W/m}^2}$$

$$T_c = 27,5^\circ C$$

$$\eta_{temp} = 1 - \frac{0,0029}{^\circ C} \times (27,5^\circ C - 25^\circ C)$$

$$\eta_{temp} = 0,993$$

**b. Rendimiento por dispersión de parámetros  $\eta_{disp}$**

Las pérdidas por dispersión se producen por la conexión de módulos con distintas características de voltaje y corriente, esto es debido a que en un mismo módulo las celdas fotovoltaicas pueden presentar diferentes características individuales aunque pertenezcan a la misma línea de fabricación (Itaz, 2017).

La tolerancia de Potencia de los paneles seleccionados es de +5/-3% (SunPower, 2017), para nuestro caso de estudio se selecciona la peor condición, por tanto el rendimiento será de 0,95.

**c. Rendimiento por el cableado en CC  $\eta_{cab}$**

El valor de pérdidas por cableado deber ser inferior al 3%, por lo que se asume el valor de 2%, por tanto el rendimiento del cableado será de 0,98.

**d. Rendimiento por acumulación de polvo en los paneles  $\eta_{pol}$**

El valor de pérdidas por acumulación de polvo está ligado a la inclinación de los paneles y se producen porque el polvo cubre las células solares ya sea porque las células se encuentran muy cercanas al marco de la zona inferior donde se acumula el polvo o porque las estructuras sobresalen los paneles acumulando cantidades de polvo. (Itaz, 2017).

Las pérdidas pueden ir desde el 0% al 8%, se selecciona la peor condición, es decir 8%, por tanto el rendimiento sería del 0,92.

**e. Rendimiento por reflectancia angular espectral  $\eta_{ref}$**

La reflectancia es la relación entre la potencia electromagnética incidente con respecto a la potencia que es reflejada por una superficie (Itaz, 2017). Las pérdidas por reflectancia están en el rango entre el 2% y el 6%, en este caso de estudio se seleccionará 6%, por tanto el rendimiento sería del 0,94.

**f. Rendimiento de los paneles solares  $\eta_{pan}$**

El fabricante SunPower, garantiza que el rendimiento de los paneles seleccionados sería mayor del 95% dentro de los primeros 10 años y mayor al 90% durante 25 años (SunPower, 2017), en este caso de estudio se seleccionará el 95%.

**g. Rendimiento del inversor  $\eta_{inv}$**

El rendimiento del inversor es la relación entre la potencia de corriente alterna que logra transformar el equipo y la potencia en corriente continua que ingresa (Itaz, 2017). El rendimiento del inversor seleccionado es del 98,2% (ABB, 2014).

En resumen se tiene:

Parámetro	Rendimiento	Referencia
$\eta_{temp}$	0,993	Valor Calculado
$\eta_{disp}$	0,950	Datasheet Fabricante
$\eta_{cab}$	0,980	Valor de Tabla
$\eta_{pol}$	0,920	Valor de Tabla
$\eta_{ref}$	0,940	Valor de Tabla
$\eta_{pan}$	0,950	Datasheet Fabricante
$\eta_{inv}$	0,982	Datasheet Fabricante

Tabla 68.- Rendimientos Individuales  
 Fuente: Elaboración Propia

En base a la ecuación No.6, y una vez que se tiene determinado los rendimientos individuales (Tabla Nro. 39), el rendimiento global del sistema PR es:

$$PR = 0,993 \times 0,950 \times 0,980 \times 0,920 \times 0,940 \times 0,950 \times 0,982$$

$$PR = 0,7458$$

### 3.4.2.4.3 Características del Inversor seleccionado

El inversor seleccionado es de la marca ABB modelo TRIO-27.6-TL-OUTD-S2X-400/JP, a continuación se detallan las especificaciones técnicas más relevantes:

Parámetro	Especificación Técnica
<b>Lado de Entrada</b>	
Voltaje de entrada CC (máximo absoluto) ( $V_{\max,abs}$ )	1.000 V
Voltaje de entrada CC (puesta en marcha) ( $V_{star}$ )	430 V (adj. 250 ...500V)
Rango de Voltaje de entrada CC (operación) ( $V_{dmin} \dots V_{dmax}$ )	$0,7 \times V_{star} \dots 950V$
Voltaje de entrada CC nominal ( $V_{dcr}$ )	620 V
Potencia de entrada CC nominal ( $P_{dcr}$ )	28.600 W
Número de entradas independientes MPPT	2
Máxima Potencia de entrada CC por cada MPPT ( $P_{MPPTmax}$ )	16.000 W
Rango de voltaje de entrada de CC con configuración paralela de MPPT en $P_{acr}$	500...800 V
Corriente de entrada de CC máxima ( $I_{dmax}$ ) / para cada MPPT ( $I_{MPPTmax}$ )	64,0 A / 32,0 A
Corriente máxima de cortocircuito de entrada para cada MPPT	40,0 A
Número de pares de entradas de CC para cada MPPT	5
<b>Lado de Salida</b>	
Tipo de conexión a la red CA	Trifásico 3W + PE o Trifásico 3W + N + PE
Potencia nominal de CA ( $P_{acr} @ \cos\phi=1$ )	27.600 W
Potencia máxima de salida de CA ( $P_{acmax} @ \cos\phi=1$ )	27.600 W
Potencia aparente ( $S_{max}$ )	30.000 VA
Voltaje nominal de la red AC ( $V_{ac,r}$ )	400 V
Rango de Voltaje AC	320...480 V
Corriente máxima de salida AC ( $I_{ac,max}$ )	45,0 A
Frecuencia nominal de salida ( $f_r$ )	50 Hz / 60 Hz
Rendimiento europeo	98,0 %

Tabla 69.- Especificaciones Técnicas Inversor ABB TRIO-27.6-TL-OUTD-S2X-400/JP  
Fuente:(ABB, 2014)

### 3.4.2.4.4 Características de los Paneles Solares seleccionados

El panel solar seleccionado es de la marca SunPower modelo X21-345-COM, a continuación se detallan las especificaciones técnicas más relevantes:

Parámetro	Especificación Técnica
<b>Datos Eléctricos</b>	
Potencia Nominal*	345 W
Tolerancia de Potencia	+5/-3%
Eficiencia Promedio del Panel **	21,5%
Voltaje Nominal ( $V_{mpp}$ )	57,3 V
Corriente Nominal ( $I_{mpp}$ )	6,02 A
Voltaje de Circuito Abierto ( $V_{oc}$ )	68,2 V
Corriente de Corto Circuito ( $I_{sc}$ )	6,39 A
Máximo Voltaje del Sistema	1.000 V UL & 1.000 V IEC
Maximum Series Fuse	15 A
Potencia de Salida en 10 años	≥ 95%
Coefficiente de Temperatura de Potencia	-0.29% / °C
Coefficiente de Temperatura de Voltaje	-167,4 mV / °C
Coefficiente de Temperatura de Corriente	2.9 mA / °C
<b>Condiciones de Operación y Datos Mecánicos</b>	
Temperatura	-40°C a +85°C
Apariencia	Clase B
Celdas Solares	96 Monocristalino Maxeon Gen II
Dimensiones	1.559 mm x 1.046 mm

\* Condiciones estándar del Test (irradiancia de 1000 W/m<sup>2</sup>, AM 1.5, 25°C)

\*\* Basado en el promedio de los valores de potencia medidos durante la producción

Tabla 70.- Especificaciones Técnicas Panel Solar SunPower X21-345-COM

Fuente:(SunPower, 2017)

Si bien para realizar los cálculos se debe reajustar los parámetros eléctricos con los coeficientes de temperatura debido a que los datos del fabricante de los paneles seleccionados están dados para una temperatura de operación de 25°C, en este caso de estudio se mantendrán los datos originales proporcionados por el fabricante.

#### 3.4.2.4.5 Potencia pico mínima del SFV en base al PR

La potencia mínima del generador fotovoltaico es la mínima capacidad de generación que debe tener el arreglo fotovoltaico para satisfacer la demanda de energía eléctrica, y su ecuación de cálculo es:

$$P_{mp} = \frac{E_d \times G_{CEM}}{G_{dm(\alpha,\beta)} \times PR}$$

Ecuación 9.- Potencia pico mínima del generador

Fuente: (Institute for Energy Diversification and Saving - IDAE, 2011)

Donde:

- $P_{mp}$ : Potencia pico del generador [kW<sub>p</sub>]

- $E_d$ : Promedio de consumo diario de energía [kWh/m<sup>2</sup>/día] → 1,65 [MWh/día]
- $G_{CEM}$ : Irradiancia solar en CEM [kW/m<sup>2</sup>] → 1 [kW/m<sup>2</sup>]
- $G_{dm(\alpha, \beta)}$ : Irradiancia solar sobre el plano generador [kWh/m<sup>2</sup>/día]
- $PR$ : Rendimiento global → 0,7458

Mes	$G_{dm(\alpha, \beta)}$ [kWh/m <sup>2</sup> /día]	$P_{mp}$ [kW <sub>p</sub> ]
Enero	5,09	482,07
Febrero	4,69	523,19
Marzo	4,73	518,76
Abril	4,35	564,08
Mayo	4,49	546,49
Junio	4,31	569,31
Julio	5,14	477,38
Agosto	5,20	471,87
Septiembre	4,84	506,97
Octubre	5,36	457,79
Noviembre	5,35	458,64
Diciembre	5,35	458,64
Promedio	<b>4,91</b>	<b>502,93</b>

Tabla 71.- Potencia Pico Mínima  
Fuente: Elaboración Propia

Reemplazando los valores en la ecuación Nro. 9, la potencia mínima pico en el peor mes de irradiación solar está en el rango de los 513,31 kW<sub>p</sub> y es sobre este valor que se debería dimensionar los diferentes elementos del generador fotovoltaico, pero existe un limitante muy importante y es el área disponible para desplegar los paneles solares, la cuál es de 750 m<sup>2</sup>, y es en función de este dato que se debe limitar a la potencia máxima del Generador Fotovoltaico.

Tomando en cuenta las dimensiones físicas de los paneles solares seleccionados, el número máximo de paneles solares estaría definido por:

$$N_{Máx\_Paneles} = \frac{A_{Total}}{A_{Panel}}$$

Ecuación 10.- Número Máximo de Paneles  
Fuente: (Díaz & Mora, 2015)

Donde:

- $N_{Máx\_Paneles}$ : Número máximo de paneles solares

- $A_{Total}$ : Área total disponible para el despliegue de los paneles solares [ $m^2$ ]
- $A_{Panel}$ : Área del panel solar [ $m^2$ ]

$$N_{Máx\_Paneles} = \frac{750 m^2}{(1,559 \times 1,046) m^2}$$

$$N_{Máx\_paneles} = 459,92 \approx 460$$

Ahora, tomando en cuenta que la Potencia del Generador está dada por:

$$P_{mp} = N_{paneles} \times P_{mpp}$$

*Ecuación 11.- Potencia del Generador*  
Fuente: (Díaz & Mora, 2015)

Donde:

- $P_{mp}$ : Potencia pico a inyectar a la red [kW]
- $N_{paneles}$ : Número de paneles solares
- $P_{mpp}$ : Potencia máxima del panel [kW]

Se tiene que:

$$P_{mp} = 460 \text{ paneles} \times \frac{345 W}{\text{panel}}$$

$$P_{mp} = 158,7 \text{ kW}_p$$

Por tanto, 158,7kW<sub>p</sub>, sería la máxima potencia del generador fotovoltaico dado por las condiciones en las cuales se instalaría la solución (área de la instalación).

#### 3.4.2.4.6 Dimensionamiento de los elementos del generador

La solución planteada es conectada a la red, por tanto no se realizará el cálculo de baterías ni controladores de carga, únicamente se calculará el número de inversores, paneles en serie y ramales en paralelo.

### a. Número de inversores

El número de inversores esta dado por la ecuación:

$$N_{inv} = \frac{P_{mp}}{P_{CA,inv}}$$

*Ecuación 12.- Número de Inversores*  
 Fuente: (Díaz & Mora, 2015)

Donde:

- $N_{inv}$ : Número de inversores
- $P_{mp}$ : Potencia pico a inyectar a la red [kW]
- $P_{CA, inv}$ : Potencia de salida del inversor [kW]

$$N_{inversores} = \frac{158,7 \text{ kW}}{27,6 \text{ kW}}$$

$$N_{inversores} = 5,75 \approx 6$$

### b. Número de Paneles en serie

La conexión de paneles en serie se realiza con el fin de sumar los voltajes individuales de cada panel solar para obtener el voltaje de alimentación que necesita el inversor; para el cálculo, la condición principal es el rango de voltaje de corriente directa que puede soportar el inversor, de tal forma que el voltaje del ramal no sea menor que el voltaje mínimo del inversor porque se apagaría y tampoco debe ser mayor al voltaje máximo porque pueden presentarse problemas de bloqueo del inversor para resguardar el aislamiento. El cálculo de los paneles en serie se calcula como el promedio del número mínimo y el número máximo de paneles (Itaz, 2017):

$$N_s = \frac{N_{serie,min} + N_{serie,max}}{2}$$

*Ecuación 13.- Promedio del número de paneles en serie*  
 Fuente: (Díaz & Mora, 2015)

$$N_{serie,min} = \frac{V_{inv,min}}{V_{mpp}}$$

*Ecuación 14.- Número mínimo de paneles en serie*  
 Fuente: (Díaz & Mora, 2015)

$$N_{serie,max} = \frac{V_{inv,max}}{V_{mpp}}$$

*Ecuación 15.- Número máximo de paneles en serie*  
Fuente: (Díaz & Mora, 2015)

Donde:

- $N_S$ : Número de paneles en serie
- $V_{inv,min}$ : Voltaje DC mínimo de entrada al inversor [V]
- $V_{inv,max}$ : Voltaje DC máximo de entrada al inversor [V]
- $V_{mpp}$ : Voltaje nominal del panel solar [V]

$$N_{serie,min} = \frac{500 V}{57,3 V} = 8,73$$

$$N_{serie,min} = \frac{800 V}{57,3 V} = 13,96$$

$$N_S = \frac{8,73 + 13,96}{2}$$

$$N_S = 11,34 \approx 11$$

### c. Número de ramales en paralelo

Los ramales se conectan en paralelo cuando la potencia de un solo ramal no es suficiente para abastecer la demanda de energía eléctrica de la carga, para cumplir este objetivo se debe tener en cuenta: La potencia en corriente continua de todos los ramales en paralelo no debe sobrepasar el límite de potencia de corriente continua del inversor, la corriente de cortocircuito de todos los ramales no debe superar la corriente máxima de entrada de inversor y finalmente no se pueden conectar más ramales en paralelo de lo que indica el inversor (Itaz, 2017), la ecuación para su cálculo es:

$$N_p = \frac{P_{P\_Gen}}{P_{P\_Ramal}}$$

*Ecuación 16.- Número de ramales en paralelo*  
Fuente: (Díaz & Mora, 2015)

Donde:

- $N_p$ : Número de ramales conectados en paralelo

- $P_{P\_Gen}$ : Potencia máxima del generador [kW<sub>p</sub>]
- $P_{P\_Ramal}$ : Potencia máxima de un ramal [kW<sub>p</sub>]

$$P_{P\_Gen} = \frac{P_{CA\_inv}}{\eta_{inv} \times \eta_{panel}}$$

*Ecuación 17.- Potencia máxima del generador*  
Fuente: (Díaz & Mora, 2015)

Donde:

- $P_{P\_Gen}$ : Potencia máxima del generador [kW<sub>p</sub>]
- $P_{CA\_inv}$ : Potencia de salida del inversor [kW<sub>p</sub>]
- $\eta_{inv}$ : Rendimiento del inversor
- $\eta_{panel}$ : Rendimiento del panel

$$P_{P\_Gen} = \frac{27,6 \text{ kWp}}{0,985 \times 0,95}$$

$$\mathbf{P_{P\_Gen} = 29,49 \text{ kWp}}$$

La potencia pico del ramal está dada por:

$$P_{P\_Ramal} = N_S \times P_{mpp}$$

*Ecuación 18.- Potencia máxima del ramal*  
Fuente: (Díaz & Mora, 2015)

Donde:

- $P_{P\_Ramal}$ : Potencia máxima del ramal [kW<sub>p</sub>]
- $N_S$ : Número de paneles en serie
- $P_{mpp}$ : Potencia máxima del panel [W<sub>p</sub>]

$$P_{P\_Ramal} = 11 \times 345 \text{ Wp}$$

$$\mathbf{P_{P\_Ramal} = 3,79 \text{ kWp}}$$

Reemplazando los valores en la ecuación Nro. 16, se tiene:

$$N_p = \frac{29,49 \text{ kWp}}{3,79 \text{ kWp}}$$

$$N_p = 7,77 \approx 7$$

No se puede aproximar al inmediato superior, debido a que la corriente de cortocircuito del arreglo fotovoltaico sobrepasaría la máxima corriente de entrada del inversor, dicha condición se verifica con la siguiente ecuación:

$$N_p \times I_{CCRamal} < I_{\max\_inv}$$

*Ecuación 19.- Condición de la máxima corriente de cortocircuito*

Fuente: (Díaz & Mora, 2015)

Donde:

- $N_p$ : Número de ramales en paralelo
- $I_{CCRamal}$ : Corriente de cortocircuito de cada ramal [A]
- $I_{MAX\_inv}$ : Máxima corriente continua del inversor [A]

$$7 \times 6,39 \text{ [A]} < 64 \text{ [A]}$$

$$44,73 \text{ [A]} < 64 \text{ [A]}$$

Por tanto, a continuación, se resumen los elementos que conforman el Generador Fotovoltaico:

Especificación	Parámetro
Sistema	Trifásico
Potencia [kWp]	158,7 kW <sub>p</sub>
Número Total de Inversores	6
Número de Paneles en Serie	11
Número de Ramales en Paralelo por Inversor	7
Número Total de Ramales en Paralelo	42
Número Total de Paneles	460
Área en m <sup>2</sup>	750

*Tabla 72.- Elementos que conforman el Generador Fotovoltaico*

Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, se calcula la energía disponible y la energía fotovoltaica efectiva producida por la solución, las mismas que se calculan con las siguientes ecuaciones:

$$E_{Fot\_Dis} = A_{T\_Pan} \times G_{dm}(\alpha, \beta)$$

*Ecuación 20.- Energía Fotovoltaica Disponible*  
Fuente: (Díaz & Mora, 2015)

$$E_{Fot\_Efec} = E_{Fot\_Dis} \times Ef_{Prom\_Pan}$$

*Ecuación 21.- Energía Fotovoltaica Efectiva*  
Fuente: (Díaz & Mora, 2015)

Donde:

- $E_{Fot\_Dis}$ : Energía Fotovoltaica Disponible [MWh]
- $E_{Fot\_Efec}$ : Energía Fotovoltaica Efectiva [MWh]
- $A_{T\_Pan}$ : Área total de los paneles [m<sup>2</sup>]
- $Ef_{Prom\_Pan}$ : Eficiencia promedio de cada panel → 21,5% (Dato del Fabricante)
- $G_{dm(\alpha, \beta)}$ : Irradiancia solar sobre el plano generador [kWh/m<sup>2</sup>/día]

Mes	Radiación Solar Inclinada Diaria [kWh/m <sup>2</sup> /día]	# de Días del mes	Radiación Solar Inclinada Mensual [kWh/m <sup>2</sup> /mes]	Área Total de los Paneles [m <sup>2</sup> ]	Energía Fotovoltaica Disponible Mensual [MWh/mes]	Eficiencia Promedio De cada Panel	Energía Fotovoltaica Efectiva Mensual [MWh/mes]
Enero	5,09	31	157,79	750	118,34	21,5%	25,44
Febrero	4,69	28	131,32	750	98,49	21,5%	21,18
Marzo	4,73	31	146,63	750	109,97	21,5%	23,64
Abril	4,35	30	130,50	750	97,88	21,5%	21,04
Mayo	4,49	31	139,19	750	104,39	21,5%	22,44
Junio	4,31	30	129,30	750	96,98	21,5%	20,85
Julio	5,14	31	159,34	750	119,51	21,5%	25,69
Agosto	5,20	31	161,20	750	120,90	21,5%	25,99
Septiembre	4,84	30	145,20	750	108,90	21,5%	23,41
Octubre	5,36	31	166,16	750	124,62	21,5%	26,79
Noviembre	5,35	30	160,50	750	120,38	21,5%	25,88
Diciembre	5,35	31	165,85	750	124,39	21,5%	26,74
<b>TOTAL</b>		<b>365</b>			<b>1.344,74</b>		<b>289,12</b>
					<b>MWh/año</b>		<b>MWh/año</b>

*Tabla 73.- Energía Fotovoltaica Efectiva [MWh/mes]*  
Fuente: Elaboración Propia

En consecuencia, la Energía Total Disponible Anual para entregar a la red en base al PR del Sistema sería:

$$E_{T\_Dis} = 289,12 \text{ MWh/año} \times 0,7458$$

$$\mathbf{E_{T\_Dis} = 215,63 [MWh/año]}$$

Una vez que se han definido todos los aspectos de la solución basada en fuentes de Energía Solar y el Internet de las Cosas (IoT) para controlar el consumo de energía eléctrica de los servicios hoteleros, resta únicamente diagramar la Arquitectura de la solución propuesta.

### **3.5 Arquitectura de la solución propuesta**

A continuación, se presenta la Arquitectura del Diseño de la solución basada en fuentes de Energía Solar y el Internet de las Cosas (IoT) para el control del consumo de energía eléctrica de los servicios hoteleros:

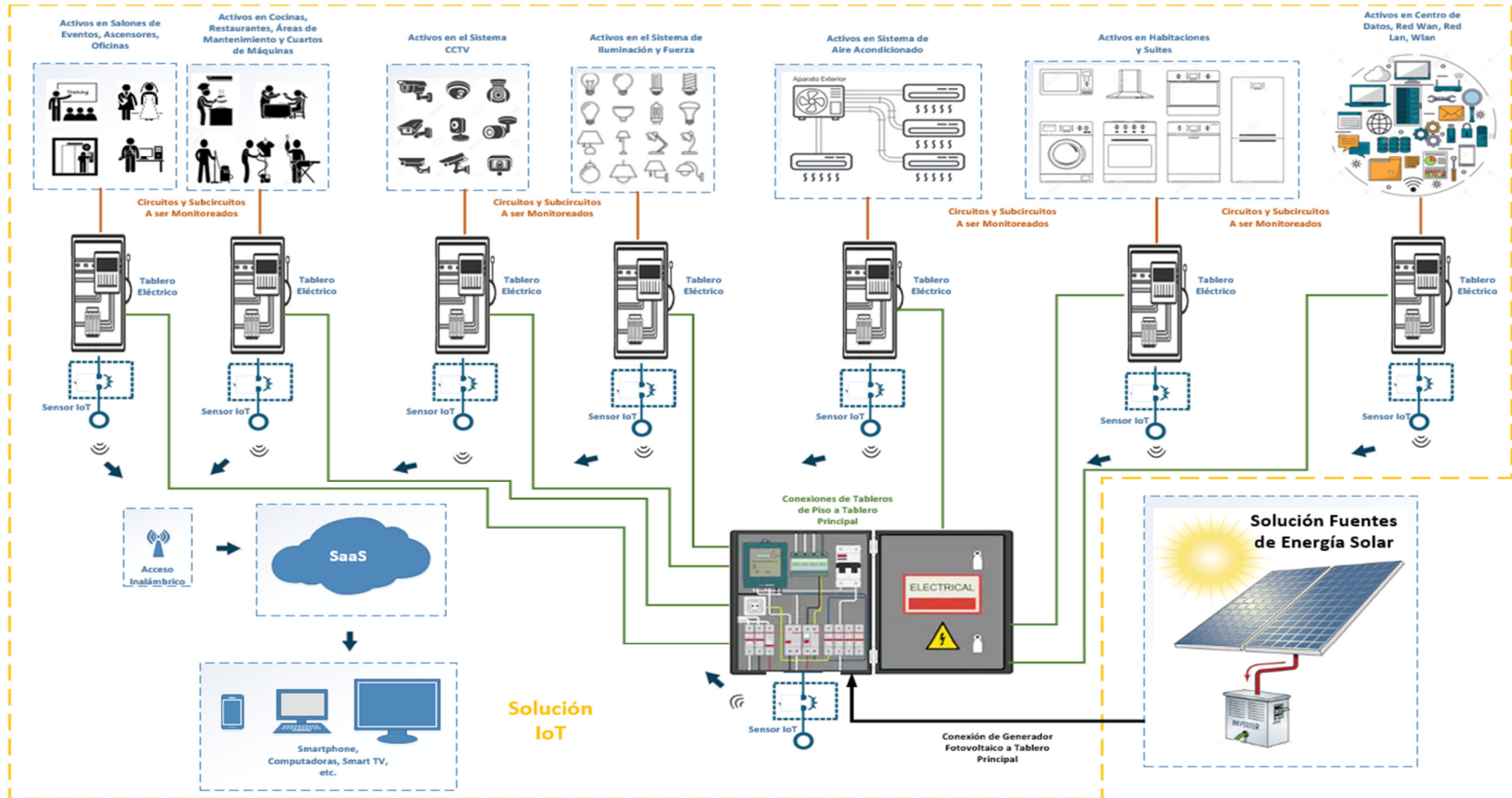


Figura 39.- Arquitectura Solución Propuesta  
 Fuente: Elaboración Propia

## CAPÍTULO IV

### 4. EVALUACIÓN ECONÓMICA

Se realizará la evaluación económica del Proyecto para conocer la viabilidad de la implementación de lo diseñado en el capítulo anterior tanto en lo que corresponde a la Solución IoT como a lo referente a la Solución con Fuentes de Energía Solar, pero tomando en cuenta que la finalidad del HSQ es optimizar el consumo de energía, por ende reducir el Impacto Ambiental producido por el consumo de energía eléctrica, es decir las emisiones indirectas de los Gases de Efecto Invernadero (GEI), así como el gasto tanto en el pago de la planilla eléctrica como en sus costos operativos; además sin esperar ganancias, sino reducción de indicadores ambientales, económicos y energéticos. A continuación se detallarán ciertos conceptos económicos a utilizar dentro de este capítulo.

#### 4.1 Definiciones generales

##### 4.1.1 Proyecto de Inversión

Existen varias definiciones, entre estas están:

*“Es la cantidad de recursos materiales, humanos y tecnológicos que se requiere para la producción y/o distribución de un producto con el fin de satisfacer una determinada necesidad humana” (Besley, 2000).*

*“Es un plan que si se le asigna determinado monto de capital y se le proporcionan insumos de varios tipos podrá producir un bien o un servicio útil al ser humano o a la sociedad en general” (Pacheco & Pérez, 2016).*

##### 4.1.2 Valor Actual Neto (VAN)

El Valor Actual Neto de un proyecto es el valor actual/presente de los flujos de efectivo netos de una propuesta, entendiéndose por flujos de efectivo netos la diferencia entre los ingresos y los egresos periódicos. Para actualizar esos flujos netos se utiliza una tasa de descuento denominada tasa de expectativa o alternativa/oportunidad, que es una medida de la rentabilidad mínima exigida por el proyecto que permite recuperar la inversión, cubrir los costos y obtener beneficios (Mete, 2014).

El VAN se calcula con la siguiente ecuación:

$$VAN = \left[ \sum_{t=1}^n FE(t) * (1 + i)^{(0-t)} \right] + I(0)$$

*Ecuación 22.- Valor Actual Neto*  
Fuente: (Mete, 2014)

Donde:

- *VAN*: Valor Actual Neto
- *FE(t)*: Flujo de efectivo neto del período t [USD]
- *i*: Tasa de expectativa o alternativa/oportunidad [%]<sup>25</sup>
- *n*: Número de períodos de vida útil del proyecto [años]
- *I(0)*: Valor del desembolso inicial de la inversión [USD]

*a. Criterio de aceptación*

Si el Valor Actual Neto (VAN) de un proyecto independiente es mayor o igual a 0 el proyecto se acepta, caso contrario se rechaza (Mete, 2014).

*b. Explicación del criterio de aceptación*

- Un VAN negativo no implica necesariamente que no se estén obteniendo beneficios, sino que evidencia alguna de estas situaciones:
  - Que no se están obteniendo beneficios, o
  - Que estos no alcanzan a cubrir las expectativas del proyecto.

Lamentablemente el VAN no aclara con precisión en cuál de estas situaciones entramos, beneficios inexistentes o beneficios insuficientes, solamente indica que el proyecto debe rechazarse (Mete, 2014).

- Por lo tanto, un VAN igual a 0 no significa que no haya beneficios sino que ellos apenas alcanzan a cubrir las expectativas del proyecto. Asimismo, un VAN mayor

---

<sup>25</sup> *Tasa de expectativa (i).* – Es el interés mediante el cual se cubrirían los costos de producción e inversión y se alcanzarían beneficios. Se emplea para actualizar los flujos monetarios, es decir, es el tanto por ciento de interés al cual los valores futuros se actualizan al valor actual del dinero, dado que éste cambia con el paso del tiempo (Díaz & Mora, 2015).

a 0 indica que el proyecto arroja un beneficio aún después de cubrir las expectativas (Mete, 2014).

#### 4.1.3 Tasa Interna de Rendimiento/Retorno (TIR)

Se define como la tasa de descuento que iguala el valor presente de los ingresos del proyecto con el valor presente de los egresos. Es la tasa de interés que, utilizada en el cálculo del Valor Actual Neto, hace que este sea igual a 0 (Mete, 2014).

El cálculo de la TIR puede resultar muy complejo si la vida útil del proyecto excede los dos períodos. En este caso, la solución requiere considerar a la TIR como incógnita en la ecuación del Valor Actual Neto, ya que ella tiene la particularidad de ser la única tasa que hace que el resultado de aquel sea igual a 0 (Mete, 2014):

$$\sum_{t=0}^n \frac{FE}{(1 + TIR)^t} = VAN = 0$$

*Ecuación 23.- Tasa Interna de Rendimiento*  
Fuente: (Mete, 2014)

Donde:

- TIR: Tasa Interna de Rendimiento/Retorno
- VAN: Valor Actual Neto
- $FE(t)$ : Flujo de efectivo neto del período t [USD]
- $n$ : Número de períodos de vida útil del proyecto [años]

##### a. *Criterio de aceptación*

Para proyectos independientes: Surge de la comparación entre la TIR y la tasa de expectativa o alternativa/oportunidad (Mete, 2014).

- Si la TIR es mayor a la tasa de expectativa, el proyecto es financieramente atractivo ya que sus ingresos cubren los egresos y generan beneficios adicionales por encima de la expectativa o alternativa.
- Si la TIR es menor a la tasa de expectativa, el proyecto no es financieramente atractivo ya que hay alternativas de inversión que pueden generar mejores resultados. Dentro de este escenario dos alternativas:

- ✓ TIR menor a la expectativa pero mayor a 0: significa que los ingresos apenas cubren los egresos del proyecto y no se generan beneficios adicionales.
- ✓ TIR menor a 0: significa que los ingresos alcanzan a cubrir los egresos, por ende, el proyecto genera pérdidas.
- Si la TIR es igual a la tasa de expectativa es indiferente realizar el proyecto o escoger las alternativas, ya que generan idéntico beneficio. En caso de no existir alternativas debería llevarse a cabo el proyecto ya que los ingresos cubren los egresos y generan beneficios.

*b. Problemas, desventajas y limitaciones*

Una de las mayores desventajas o limitación de la TIR es que en su comportamiento depende de la forma y composición de flujo de fondos del proyecto. Existen flujos para los cuales hay una única solución, otros para los que no hay solución posible para la TIR y otros para los cuales hay más de una solución posible. Otra cuestión a tener en cuenta es que la decisión de aceptar o rechazar proyectos independientes dependerá del tipo de proyecto de que se trate, Inversión o Financiamiento (Mete, 2014).

#### 4.1.4 Índice Neto de Rentabilidad (INR)

Se define como la relación de los costos con los beneficios obtenidos de una inversión o proyecto y tiene como objetivo conocer el porcentaje de rentabilidad a adquirir. Los beneficios obtenidos hacen referencia a los ingresos que se recibirá en los años venideros de proyección; los costos hacen referencia a los egresos que producirán salida de efectivo durante el tiempo de proyección. Los ingresos y los egresos son valores que deben ser transformados a valor presente (Itaz, 2017).

El INR se calcula con la siguiente ecuación:

$$INR = \frac{\sum Ingresos_{valor\ presente}}{\sum Egresos_{valor\ presente}}$$

*Ecuación 24.- Índice Neto de Rentabilidad*  
Fuente: (Díaz & Mora, 2015)

Dependiendo del valor del INR, se tienen tres escenarios (Itaz, 2017):

- Si el  $INR < 1$ , los egresos son mayores que los ingresos, por lo que no sería recomendable poner en marcha el proyecto.
- Si el  $INR = 1$ , los ingresos son iguales a los egresos, por lo que se adoptaría una postura indiferente ante la puesta en marcha del proyecto.
- Si el  $INR > 1$ , los ingresos son mayores que los egresos por tanto, la inversión del proyecto generaría ganancias.

## 4.2 Costos estimados de Implementación de la Solución Diseñada

Con la finalidad de realizar la evaluación económica de una futura implementación, se debe realizar un análisis que determine los costos estimados que se incurrirían en cada una de las soluciones descritas en el Capítulo 3 del presente documento.

### 4.2.1 Costos de Implementación de la Solución IoT

Se determinará el presupuesto referencial de la Solución IoT, para lo cual, se desglosarán los componentes, cantidades, costos unitarios, tiempo de servicio a contratar y costo total, este valor será el desembolso inicial de la inversión en dólares americanos (USD), que se utilizará para realizar el análisis financiero:

Componente	Cantidad	Unidad	Costo Unitario (USD)	Tiempo de Servicio (meses)	Costo Total (USD)
Instalación de Sensores Monofásicos y Trifásicos, Transformadores de Corriente	1	Glb		-	\$ 5.000,00
Servicio tipo SaaS para análisis, monitoreo y reporte de datos <b>Sensor Monofásico</b>	13	U	\$ 24,00	36	\$ 11.232,00
Servicio tipo SaaS para análisis, monitoreo y reporte de datos <b>Sensor Trifásico</b>	77	U	\$ 30,00	36	\$ 83.160,00
<b>TOTAL</b>					<b>\$ 99.392,00</b>

Tabla 74.- Presupuesto Solución IoT  
Fuente: Elaboración Propia

#### 4.2.2 Costos de Implementación de la Solución de Fuentes de Energía Solar

Se determinará el presupuesto referencial de la Solución de Fuentes de Energía Solar, para lo cual, se desglosarán los componentes, cantidades, costos unitarios y costo total, este valor será el desembolso inicial de la inversión en dólares americanos (USD), que se utilizará para realizar el análisis financiero:

Componente	Cantidad	Unidad	Costo Unitario (USD)	Costo Total (USD)
Paneles Solares SunPowerX21-345-COM	460	U	\$ 390,00	\$ 179.400,00
Inversor ABB TRIO-27.6-TL-OUTD-S2X	6	U	\$ 8.781,00	\$ 52.686,00
Juego de Protecciones	1	Glb	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00
Estructuras para Paneles	460	U	\$ 35,00	\$ 16.100,00
Cable para conexiones (distintos calibres)	2500	m	\$ 1,85	\$ 4.625,00
Instalación y conexión del Sistema	1	Glb	\$ 10.000,00	\$ 10.000,00
			<b>TOTAL</b>	<b>\$ 263.811,00</b>

*Tabla 75.- Presupuesto Solución Fuentes de Energía Solar*  
 Fuente: Elaboración Propia

### 4.3 Evaluación Económica de la Implementación de la Solución Diseñada

Una vez que se han determinado los costos estimados que se incurrirían en la implementación de cada una de las soluciones, se debe realizar el Análisis Financiero para determinar los valores VAN, TIR e INR, en base a una Tasa de Expectativa, el tiempo de contratación de servicios y/o vida útil para cada solución.

#### 4.3.1 Análisis Financiero de la Solución IoT

Para el cálculo de los índices financieros de la Solución IoT, se establece una tasa de expectativa o alternativa/oportunidad del 10,00%, debido a que, lo que se busca por parte del HSQ es optimizar el consumo de energía y reducir el Impacto Ambiental que genera esta, más que una rentabilidad económica; se prevé que se contratará el servicio por 3 años.

El proveedor del servicio estima un 20% de ahorro en el pago de la cuenta eléctrica (Wenu Work, 2020) por la Implementación de la Solución; el valor promedio que paga el HSQ por concepto de Planilla Eléctrica es de \$ 17.957,21 USD/mensual (valor determinado en la sección 2.3 por la suma del consumo de los 3 medidores con los que cuenta el HSQ), por tanto el ahorro ascendería a un valor promedio de \$ 3.591,44 USD/mensual, resultando:

Mes	Inversión Inicial (USD)	Ahorro estimado en el pago de la cuenta eléctrica por la Implementación de la Solución IoT (USD)	Flujo Operativo (USD)
0	99.392,00	-	-99.392,00
1	-	3.591,44	3.591,44
2	-	3.591,44	3.591,44
3	-	3.591,44	3.591,44
4	-	3.591,44	3.591,44
5	-	3.591,44	3.591,44
6	-	3.591,44	3.591,44
7	-	3.591,44	3.591,44
8	-	3.591,44	3.591,44
9	-	3.591,44	3.591,44
10	-	3.591,44	3.591,44
11	-	3.591,44	3.591,44
12	-	3.591,44	3.591,44
13	-	3.591,44	3.591,44
14	-	3.591,44	3.591,44
15	-	3.591,44	3.591,44
16	-	3.591,44	3.591,44
17	-	3.591,44	3.591,44
18	-	3.591,44	3.591,44
19	-	3.591,44	3.591,44
20	-	3.591,44	3.591,44
21	-	3.591,44	3.591,44
22	-	3.591,44	3.591,44
23	-	3.591,44	3.591,44
24	-	3.591,44	3.591,44
25	-	3.591,44	3.591,44
26	-	3.591,44	3.591,44
27	-	3.591,44	3.591,44
28	-	3.591,44	3.591,44
29	-	3.591,44	3.591,44
30	-	3.591,44	3.591,44
31	-	3.591,44	3.591,44
32	-	3.591,44	3.591,44
33	-	3.591,44	3.591,44
34	-	3.591,44	3.591,44
35	-	3.591,44	3.591,44

36	-	3.591,44	3.591,44
<b>TOTAL</b>	<b>99.392,00</b>	<b>129.291,84</b>	
<b>Indicadores Financieros</b>			
<b>VAN</b>		<b>\$ 7.784,56</b>	
<b>TIR</b>		<b>14,40 %</b>	
<b>Tasa de Expectativa</b>		<b>10,00 %</b>	
<b>INR</b>		<b>1,30</b>	

Tabla 76.- Indicadores Financieros Solución IoT  
Fuente: Elaboración Propia

#### 4.3.2 Análisis Financiero de la Solución de Fuentes de Energía Solar

Para el cálculo de los índices financieros, se estable que el Generador Fotovoltaico tendrá una vida útil de 25 años y una tasa de expectativa o alternativa/oportunidad del 5,00 %.

En base a lo detallado en la Tabla Nro. 73 y el PR (Performance Ratio) del Sistema de Generación Fotovoltaica descritos en la sección 3.4.2 del presente documento, se obtuvo un total de 215.63 MWh/año de Energía disponible, y tomando como referencia lo dispuesto en el Pliego Tarifario emitido por la Agencia de Regulación y Control de la Electricidad, el costo de la energía facturable al HSQ es de 0,088 USD/kWh<sup>26</sup>, por tanto el ahorro por la implementación de esta solución sería de \$ 18.975,44 USD/año, resultando:

<b>Año</b>	<b>Inversión Inicial (USD)</b>	<b>Ahorro estimado en el pago de la cuenta eléctrica por la Implementación de la Solución de Fuentes de Energía Solar (USD)</b>	<b>Flujo Operativo (USD)</b>
0	263.811,00	-	- 263.811,00
1	-	18.975,44	18.975,44
2	-	18.975,44	18.975,44
3	-	18.975,44	18.975,44
4	-	18.975,44	18.975,44
5	-	18.975,44	18.975,44
6	-	18.975,44	18.975,44
7	-	18.975,44	18.975,44
8	-	18.975,44	18.975,44
9	-	18.975,44	18.975,44
10	-	18.975,44	18.975,44
11	-	18.975,44	18.975,44

<sup>26</sup> Costo Baja Tensión con Demanda Horaria – Clientes Comerciales (Agencia de Regulación y Control de Electricidad, 2018)

12	-	18.975,44	18.975,44
13	-	18.975,44	18.975,44
14	-	18.975,44	18.975,44
15	-	18.975,44	18.975,44
16	-	18.975,44	18.975,44
17	-	18.975,44	18.975,44
18	-	18.975,44	18.975,44
19	-	18.975,44	18.975,44
20	-	18.975,44	18.975,44
21	-	18.975,44	18.975,44
22	-	18.975,44	18.975,44
23	-	18.975,44	18.975,44
24	-	18.975,44	18.975,44
25	-	18.975,44	18.975,44
<b>TOTAL</b>	<b>263.811,00</b>	<b>474.386,00</b>	
<b>Indicadores Financieros</b>			
<b>VAN</b>		<b>\$ 3.627,80</b>	
<b>TIR</b>		<b>5,14 %</b>	
<b>Tasa de Expectativa</b>		<b>5,00 %</b>	
<b>INR</b>		<b>1,80</b>	

*Tabla 77.- Indicadores Financieros Solución Fuentes de Energía Solar*  
 Fuente: Elaboración Propia

#### 4.4 Análisis de Rentabilidad de la Solución Propuesta

Tal y como se realizó el análisis de costos de cada una de las soluciones diseñadas en el Capítulo 3 del presente documento, se realizará el análisis de los valores de los Indicadores Financieros obtenidos con el fin de determinar si la ejecución del Proyecto presenta una rentabilidad para el HSQ:

##### 4.4.1 Análisis de Rentabilidad de la Solución IoT

Con relación a los datos obtenidos de los Indicadores Financieros de la Solución IoT y detallados en la Tabla Nro. 75, se tiene:

Indicador Financiero Obtenido	Análisis de los valores de los Indicadores Obtenidos
VAN = \$ 7.784,56 por tanto > 0	El Proyecto puede cubrir el costo de inversión inicial y generaría ganancias económicas.
TIR = 14,40%, que es > La Tasa de Expectativa y > 0	El proyecto es financieramente atractivo ya que sus ingresos cubren los egresos y generan beneficios

	adicionales por encima de la expectativa o alternativa.
INR = 1,30 por tanto > 1	Los ingresos serían mayores que los egresos por tanto, la inversión del proyecto generaría ganancias.

*Tabla 78.- Análisis del valor de los Indicadores Financieros obtenidos Solución IoT*  
Fuente: Elaboración Propia

En base al análisis de los valores de los Indicadores Financieros obtenidos se concluye que la Solución IoT es un Proyecto de Inversión VIABLE de ejecución, pues se cubren los egresos o inversión inicial realizada y se obtienen ganancias económicas.

#### 4.4.2 Análisis de Rentabilidad de la Solución de Fuentes de Energía Solar.

Con relación a los datos obtenidos de los Indicadores Financieros de la Solución de Fuentes de Energía Solar y detallados en la Tabla Nro. 75, se tiene:

<b>Indicador Financiero Obtenido</b>	<b>Análisis de los valores de los Indicadores Obtenidos</b>
VAN = \$ 3.627,80 por tanto > 0	El proyecto puede cubrir el costo de inversión inicial y generaría ganancias económicas.
TIR = 5,14%, que es > La Tasa de Expectativa y > 0	El proyecto es financieramente atractivo ya que sus ingresos cubren los egresos y generan beneficios adicionales por encima de la expectativa o alternativa.
INR = 1,80 por tanto > 1	Los ingresos serían mayores que los egresos por tanto, la inversión del proyecto generaría ganancias.

*Tabla 79.- Análisis del valor de los Indicadores Financieros obtenidos*  
Fuente: Elaboración Propia

En base al análisis de los valores de los Indicadores Financieros obtenidos se concluye que la Solución de Fuentes de Energía Solar es un Proyecto de Inversión VIABLE de ejecución, pues se cubren los egresos o inversión inicial realizada y se obtienen ganancias económicas.

## 4.5 Análisis del Impacto Ambiental de la Solución Propuesta

Tal como se realizó en la Sección 2.4 del presente documento, se realizará el cálculo de la Huella de Carbono (Impacto Ambiental), una vez que se implementen las soluciones diseñadas.

### 4.5.1 Impacto Ambiental de la Solución IoT

Tomando en cuenta lo señalado en la sección 4.3.1, el HSQ ahorraría un valor promedio de \$ 3.591.44 USD/mensual por la Implementación de la Solución IoT, además se conoce que el costo de la energía facturable al HSQ es de 0,088 USD/kWh, se tendría un estimado de 489,74 MWh/año de energía que no se consumiría; la cantidad de CO<sub>2eq</sub> que se evitaría emitir anualmente es:

$$Ton CO_{2eq} = 489741,81kWh * \frac{0,3462kgCO_2}{kWh} * \frac{1Ton}{1000kg} = 169,55$$

$$Ton CO_{2eq} = 169,55$$

### 4.5.2 Impacto Ambiental de la Solución de Fuentes de Energía Solar

Tomando en cuenta lo señalado en la sección 3.4.2, la Solución de Fuentes de Energía Solar tiene la capacidad de producir 215.63 MWh/año; la cantidad de CO<sub>2eq</sub> que se evitaría emitir anualmente es:

$$Ton CO_{2eq} = 215630,00kWh * \frac{0,3462kgCO_2}{kWh} * \frac{1Ton}{1000kg} = 74,65$$

$$Ton CO_{2eq} = 74,65$$

Por lo tanto, sumando los valores obtenidos en 4.5.1 y 4.5.2, se tendría un total de **244,20 Toneladas de CO<sub>2eq</sub> (GEI) anuales que se dejarían de emitir** a la atmósfera por la Implementación de la Solución de Fuentes de Energía Solar y el Internet de las Cosas (IoT) para el control del consumo de energía eléctrica de los servicios hoteleros del HSQ.

## CONCLUSIONES

El investigar trabajos previos en las cuales se involucran las Fuentes de Energía Solar y el Internet de las Cosas para controlar el consumo de energía eléctrica de los servicios hoteleros, permitió evidenciar que no existe un patrón de diseño para este tipo de soluciones; sin embargo, se apreció que se han desarrollado diferentes trabajos de investigación, aplicaciones y pruebas de concepto que se centran en el uso del Internet de las Cosas y cómo éste puede ayudar en diferentes aspectos de la vida humana, de la sociedad y contribuir a tener un medio ambiente más sostenible; así mismo, permite tener una visión general de: las ventajas del uso del Internet de las Cosas; la importancia que se debe tener al cuidado del Medio Ambiente; la Situación Energética Global y particularmente en el Ecuador; el comportamiento del Sector Turístico y la Industria Hotelera en el Ecuador; la Responsabilidad Social Corporativa y el Marco Regulatorio que rige el sector.

En base al levantamiento de información realizado, se pudo evidenciar que el HSQ cuenta con una gran variedad de servicios y elementos que consumen energía eléctrica, pero no cuentan con una solución que permita determinar cuáles son los servicios hoteleros que más la demandan y que durante el año 2019 generaron un consumo total de 1.759,85 MWh, produciendo una Huella de Carbono (Impacto Ambiental) de 609,26 Toneladas de CO<sub>2eq</sub> (GEI), por lo que la solución planteada con el uso del Internet de las Cosas, en particular sensores conectados en los tableros eléctricos distribuidos a lo largo de toda la infraestructura permitirá tener un monitoreo y valores reales de consumo que generarán una mejor eficiencia y control de la energía eléctrica requerida.

La solución propuesta permite evidenciar como las Tecnologías de la Información y Comunicación, en particular el Internet de las Cosas (IoT), y las Fuentes de Energía Solar utilizadas en su conjunto para el control del consumo de energía eléctrica de los Servicios Hoteleros, pueden ayudar a la preservación del medio ambiente y a una disminución del uso de recursos asociados a este consumo, ya que la implementación de este tipo de soluciones no sólo permitirá disminuir el Impacto Ambiental que se ocasiona por el consumo de Energía Eléctrica asociado al uso de dispositivos eléctricos y electrónicos para satisfacer las diferentes demandas en el Sector Hotelero, sino que también, permitirá una gestión sostenible y optimización de los activos con los que cuenta y presta servicio a sus huéspedes, clientes y empleados.

El uso del Internet de las Cosas (IoT) para controlar el consumo de la energía eléctrica de un Hotel, permitiría entre otros aspectos: visualizar el gasto que se genera en diferentes

períodos de tiempo, por ejemplo cuando existe una alta o baja demanda de sus huéspedes e instalaciones o en diferentes festividades en el transcurso de un año; tener métricas históricas e inmediatas del consumo eléctrico; gestionar las fallas operacionales en base a datos reales; programar planes de mantenimiento preventivos, incluso se podría prever daños o futuras fallas que puedan presentarse sobre la infraestructura eléctrica existente; tomar mejores decisiones dentro de los espacios monitoreados, por ende una mejor gestión del gasto eléctrico que permitiría alcanzar eficiencia en el consumo de energía, disminución de consumos innecesarios y tiempos de respuesta en la solución de problemas, lo que permitirá transformar la experiencia del usuario.

La mayor sensorización de activos permitiría un mayor nivel de detalle para conocer el comportamiento de los huéspedes, clientes y empleados con relación al uso de energía eléctrica, pero esto implicaría una mayor inversión en la instalación de los Sensores IoT y transformadores de corriente así como en los costos mensuales por el uso de los Servicios tipo SaaS que permitan monitorear su uso, que a la larga, desde el punto de vista económico no es atractivo para un inversionista, aunque desde el punto de vista ambiental, se podrían obtener mayores opciones para un mejor control de emisiones indirectas de los Gases de Efecto Invernadero asociados con el consumo de energía eléctrica.

La siempre creciente demanda de turistas y los respectivos ingresos que de éstos se generan, las leyes y reglamentos vigentes, impulsan a las Cadenas Hoteleras a tener una mayor Responsabilidad Social Corporativa, que les permita mejorar los servicios que prestan a los turistas de una manera más sostenible, por lo que, deben tener una mayor importancia el cuidado y atención que se preste a la preservación del medio ambiente, pues en las acciones que se hagan o se dejen de hacer, estará un gran diferenciador con sus competidores, por tanto, una Responsabilidad Social Corporativa que priorice a las energías renovables, permitirá disminuir el Impacto Ambiental, además de generar un ahorro energético con el consiguiente beneficio económico para la empresa, claro está, tomando en cuenta que se trataría de una inversión fructífera a largo plazo.

El diseño de una Solución de Fuentes de Energía Solar y el Internet de las Cosas (IoT) para el control del consumo de energía eléctrica de los Servicios Hoteleros, es un Proyecto de Inversión VIABLE de ejecución, no sólo porque se cubrirían los egresos o inversiones iniciales que se realizarían y se obtendrían ganancias, sino también, porque sobre todo se lograría optimizar el consumo de energía eléctrica, por ende reducir la Huella de Carbono (Impacto Ambiental) producida por el consumo de esta energía, así como el gasto tanto en

el pago de la planilla eléctrica como en los costos operativos que se incurre mensualmente y cumplir con las Políticas Ambientales exigidas por la Cadena que la Opera.

La Industria Hotelera genera una serie de contaminantes y daños ambientales en el desarrollo de sus actividades, por tanto, soluciones como la planteada en el presente documento, permitirán combatir y disminuir los problemas ambientales que se ocasionan por la constante demanda del consumo de energía eléctrica utilizada para satisfacer las necesidades de confort y calidad que requieren los huéspedes y clientes de un Hotel.

## RECOMENDACIONES

Hacer campañas de concientización de un uso adecuado de la Energía Eléctrica a huéspedes, clientes y empleados permitirán disminuir la emisión indirecta de Gases de Efecto Invernadero por ende la Huella de Carbono (Impacto Ambiental) que se genera por el uso de esta energía, pues si bien, el crecimiento en el sector turístico y en particular en la industria hotelera ha tenido un importante desarrollo en los últimos años que beneficia a la economía del País, también trae consigo afectaciones en el plano ambiental, ya que se requieren mayores recursos para atender y satisfacer las necesidades de sus clientes.

Promover el uso de equipos y activos con ahorro de energía, apagar luces o equipos que no estén siendo utilizados; esto contribuirá a mejorar el uso eficiente de la energía y permitirá generar ahorros en sus costos mensuales.

## BIBLIOGRAFÍA

- ABB. (2014). *ABB string inverters. 2014, 2.*
- About Us | Greenhouse Gas Protocol. (n.d.). Retrieved January 29, 2020, from <https://ghgprotocol.org/about-us>
- Agencia de Regulación y Control de Electricidad. (2018). *Pliego tarifario para las Empresas Eléctricas de Distribución. Servicio Público de Energía Eléctrica. Periodo: enero - diciembre 2018. 18*, 1–18. Retrieved from <http://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/2018-01-11-Pliego-y-Cargos-Tarifarios-del-SPEE-20182.pdf>
- Bautista, Rico; Guerrero, Cesar D.; Parra-Valencia, J. A. (2017). *lot: Una Aproximacion Desde Ciudad Inteligente a Universidad Inteligente lot: an Approach From Intelligent City To Intelligent. 13(May)*, 9–20.
- Bigné, J. E., Font, X., & Andreu, L. (2000). *Marketing de destinos turísticos: análisis y estrategias de desarrollo*. Retrieved from [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=0zQyIYo7i2oC&oi=fnd&pg=PA9&dq=Bigné,+J.,+Font,+X.,+%26y+Andreu,+M.L.+\(2000\).+Marketing+de+destinos+turísticos.&ots=ggu11r\\_WI7&sig=JbcYDMnBdDDyqvmgXImNwxtsDV0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=0zQyIYo7i2oC&oi=fnd&pg=PA9&dq=Bigné,+J.,+Font,+X.,+%26y+Andreu,+M.L.+(2000).+Marketing+de+destinos+turísticos.&ots=ggu11r_WI7&sig=JbcYDMnBdDDyqvmgXImNwxtsDV0#v=onepage&q&f=false)
- Cama Pinto, A., De la Hoz Franco, E., & Cama Pinto, D. (2012). Las redes de sensores inalámbricos y el internet de las cosas. *Inge Cuc*, 8(1), 163–172. <https://doi.org/10.5121/ijcsit.2015.7409>
- Cano, J. L. (2007). Business Intelligence: Competir Con Información. *Banesto, Fundación Cultural*, 397. Retrieved from [http://itemsweb.esade.edu/biblioteca/archivo/Business\\_Intelligence\\_competir\\_con\\_informacion.pdf](http://itemsweb.esade.edu/biblioteca/archivo/Business_Intelligence_competir_con_informacion.pdf)
- Catteddu, D. (2010). *Cloud Computing: Benefits, Risks and Recommendations for Information Security. 17–17*. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-16120-9\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-642-16120-9_9)
- CEPAL. (2013). Los desafíos energéticos de la región de cara al desarrollo inclusivo y sostenible | CEPAL. Retrieved December 10, 2019, from <https://www.cepal.org/notas/75/Opinion.html>
- Chafla, J. (2019). *Apuntes de Clase - Almacenamiento, Manejo y Protección de Información Digital - Módulo 2 Unidad 1.*

- Chafla, J. F. (2019). *Apuntes de Clase - Almacenamiento, Manejo y Protección de Información Digital - Módulo 1 Unidad 1*.
- CreamosExperiencias - GHL Hoteles - Confluence. (n.d.). Retrieved January 7, 2020, from <http://wiki.ghlink.com:8086/confluence/display/GHL/CreamosExperiencias>
- Cuzme Rodriguez, F. G. (2015). El Internet de las Cosas y las consideraciones de Seguridad. *Pontificia Universidad Católica Del Ecuador*, 179. <https://doi.org/10.1145/3132847.3132886>
- Daniel Waintrub. (2019). Qué es el IoT y cómo permite la visibilización del gasto eléctrico. Retrieved February 18, 2020, from <https://blog.wenuwork.cl/que-es-el-iot-y-como-permite-la-visibilizacion-del-gasto-electrico>
- Díaz, M., & Mora, C. (2015). *Gestión Energética aplicada a la Operación del Edificio del Ministerio de Ambiente (Quito-Ecuador)*.
- Efor. (2017). Webinar IoT aplicado al control energético en edificios, fábricas u otros activos - YouTube. Retrieved February 12, 2020, from <https://www.youtube.com/watch?v=ZODWd5vwDKA&feature=youtu.be>
- Empresa Pública Metropolitana de Gestión de Destino Turístico. (2019). *UIO\_cifras\_2019\_vr17oct2019*.
- Espejo Marín, C. (2004). La energía solar fotovoltaica en España. *Electra*, (137), 94–100.
- Figuerola, N. (2014). Internet de las cosas. *PMQuality*, 1–27. <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2011.03.145>
- Flores-Martin, D., Pérez-Vereda, A., Berrocal, J., Canal, C., & Murillo, J. M. (2018). Coordinación de Dispositivos IoT mediante Web Semántica y Ontologías en Situational-Context. *Actas de Las 23rd Jornadas de Ingeniería Del Software y Bases de Datos, JISBD 2018*.
- Fractal. (2018). *Fractal X Modelo EQ*. 2018.
- Greenhouse Gas Protocol |. (n.d.). Retrieved January 28, 2020, from <https://ghgprotocol.org/>
- Guarduño, R., Martínez, J., & Fernández, A. (2004). *Cambio Climático: una visión desde México*.
- Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer*

- Systems*, 29(7), 1645–1660. <https://doi.org/10.1016/J.FUTURE.2013.01.010>
- Gutiérrez Fernández, F., & Montoya, L. (2014). La huella de carbono como herramienta para lograr una producción sostenible en un cultivo de flores ubicado en la Sabana de Bogotá – Colombia. *Revista de Tecnología*, 13(3), 73–86. <https://doi.org/10.18270/rt.v13i3.1858>
- Heliosfera. (2019). ¿Cómo funciona un sistema fotovoltaico de autoconsumo? - HelioEsfera. Retrieved April 9, 2020, from <https://www.helioesfera.com/como-funciona-un-sistema-fotovoltaico-de-autoconsumo/>
- Hernandez, A. H. (2013). Responsabilidad social de la empresa. *Revista de Responsabilidad Social de La Empresa*, 5, 85–112. Retrieved from [http://www.luisvivesces.org/upload/58/92/RRSE2-09-completa\\_terceras.pdf#page=199](http://www.luisvivesces.org/upload/58/92/RRSE2-09-completa_terceras.pdf#page=199)
- Hernández, J. M., Alonso, B. D. C., Nochebuena, M. C. V., & Oliver, J. S. (2012). Integración de sistemas de energía solar fotovoltaica en el edificio de oficinas del ZAE en Alemania encia Energética y Confort en Edificios de Oficina: el Caso Alemán Integración de sistemas de energía solar fotovoltaica en el edificio de oficinas del Z. *Hábitat Sustentable*, 2(April), 59–72. Retrieved from <http://revistas.ubiobio.cl/index.php/RHS/article/view/421>
- Historia GHL Hoteles - GHL Hoteles - Confluence. (n.d.). Retrieved January 7, 2020, from <http://wiki.ghlink.com:8086/confluence/display/GHL/Historia+GHL+Hoteles>
- Huang, Y., & Li, G. (2010). Descriptive models for Internet of Things. *2010 International Conference on Intelligent Control and Information Processing*, 483–486. <https://doi.org/10.1109/ICICIP.2010.5564232>
- Institute for Energy Diversification and Saving - IDAE. (2011). Energía Solar Fotovoltaica: Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red. *Idae*, 46. Retrieved from [http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos\\_5654\\_FV\\_pliego\\_condiciones\\_tecnicas\\_instalaciones\\_conectadas\\_a\\_red\\_C20\\_Julio\\_2011\\_3498eaaf.pdf](http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_5654_FV_pliego_condiciones_tecnicas_instalaciones_conectadas_a_red_C20_Julio_2011_3498eaaf.pdf)
- Itaz, K. (2017). *Estudio de Factibilidad de un Sistema de Generación Fotovoltaico para brindar servicio al Edificio Sede de la organización Latinoamericana de Energía*.
- Kopetz, H. (2011). *Internet of Things*. [https://doi.org/10.1007/978-1-4419-8237-7\\_13](https://doi.org/10.1007/978-1-4419-8237-7_13)
- Lara Naranjo, R. (2016). Estudio de las comunicaciones inalámbricas basadas en el

- estándar IEEE 802.11 para la implementación de comunicaciones con dispositivos de domótica – Caso de Estudio Dispensar Alimentos Automáticos. *Pontificia Universidad Católica Del Ecuador*. <https://doi.org/10.1109/ciced.2018.8592188>
- Lee, I., & Lee, K. (2015). The Internet of Things (IoT): Applications, investments, and challenges for enterprises. *Business Horizons*, 58(4), 431–440. <https://doi.org/10.1016/J.BUSHOR.2015.03.008>
- Llamas, P. L. (2009). Eficiencia Energética y Medio Ambiente. In *Revista: Información Comercial Española, ICE: Revista de Economía, Periodo: 1, Volumen: 847, Número: , Página inicial: 75, Página final: 92*. Retrieved from <https://repositorio.comillas.edu/xmlui/handle/11531/5204>
- Luna, E. (2019). *Influencia del cambio de la Matriz Energética en la Seguridad Nacional del Estado Ecuatoriano. Establecimiento de criterios para optimizar su Protección y Defensa*. 143. Retrieved from <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/13743/5/T-ESPE-057806.pdf%0Ahttp://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/10846/1/T-ESPE-049674.pdf>
- Maciel, A. D., Poggi, E., Gutierrez, F., & Hazuda, Y. (2014). *Uso racional y eficiencia energetica aplicado a hoteles*. Retrieved from <http://edicionesfhycs.fhycs.unam.edu.ar/index.php/tekoha/article/viewFile/7/5>
- Martínez, J. C. (2011). *APLICACIONES INDUSTRIALES del grupo Cubanacán de la provincia de Camagüey Toward an indicator of more effective electric power consumption in hotels of the Cubanacan company in Camagüey*. XXXII(1), 35–42.
- Maury Yera, L. (2015). *Estándares para la realización práctica de la Internet de las Cosas*.
- Medina Medina, J. G., Gutiérrez Caleron, J. S., & De Alba de la Cerda, R. (2018). Sistema de Telemetría para Gestión de Microgrids y Sistemas de Generación Distribuida mediante Inteligencia Artificial, Supercómputo e Internet de las Cosas. *XLII Semana Nacional de Energía Solar*, (November). Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/330170824\\_Sistema\\_de\\_Telemetria\\_para\\_Gestion\\_de\\_Microgrids\\_y\\_Sistemas\\_de\\_Generacion\\_Distribuida\\_mediante\\_Inteligencia\\_Artificial\\_Supercomputo\\_e\\_Internet\\_de\\_las\\_Cosas](https://www.researchgate.net/publication/330170824_Sistema_de_Telemetria_para_Gestion_de_Microgrids_y_Sistemas_de_Generacion_Distribuida_mediante_Inteligencia_Artificial_Supercomputo_e_Internet_de_las_Cosas)
- Mell, P., & Grance, T. (2011). *The NIST Definition of Cloud Computing Recommendations of the National Institute of Standards and Technology*. <https://doi.org/10.6028/NIST.SP.800-145>

- Melo, G. (2018). *Medidas de Reducción y Mitigación de la Huella de Carbono en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Matriz Quito*.
- Mete, M. R. (2014). Valor Actual Neto Y Tasa De Retorno: Su Utilidad Como Herramientas Para El Análisis Y Evaluación De Proyectos De Inversión. *Fides et Ratio - Revista de Difusión Cultural y Científica de La Universidad La Salle En Bolivia*, 7(7), 67–85.
- Michelena Calderon, J. (2015). Diseño de un Sistema de Monitoreo de incendios forestales en tiempo real basado en Internet de las cosas y plataformas como servicio en la nube. *Pontificia Universidad Católica Del Ecuador*, (593), 1–2.
- MIDUVI, & Cámara de la Construcción de Quito. (2011). Norma Ecuatoriana de Construcción NEC-11 Capítulo 14 Energías Renovables. *Norma Ecuatoriana De Construcción, Nec - 11*, 110.
- Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos. (2016). *Agenda Nacional de Energía 2016 - 2040*.
- Ministerio de Turismo de Ecuador. (2016). *Manual de aplicación del reglamento de alojamiento turístico*. 1–10.
- MINTUR. (2018). *Informe Rendición de Cuentas 2018 Ministerio de Turismo del Ecuador*.
- Molina, M. M. (2011a). Anuario turismo y sociedad. In *Anuario Turismo y Sociedad*, ISSN-e 0120-7555, Vol. 12, 2011, págs. 169-184. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3914606>
- Molina, M. M. (2011b). *La Responsabilidad Social Corporativa en la Gestión Hotelera*. xii, 169–184.
- Monge Rodríguez, J. (2017). *Estudio de las Características y el Impacto de los wearables centrado en el paradigma del Internet de las Cosas*.
- Moralejo, F. (2018). *Contribución a la mejora de la integración de la energía solar fotovoltaica en edificios*. 210.
- Pacheco, C., & Pérez, G. (2016). El Proyecto de Inversión como Estrategia Gerencial. Retrieved May 28, 2020, from <https://books.google.com.ec/books?id=RcRXDwAAQBAJ&pg=PP9&lpg=PP9&dq=Es+un+plan+que+si+se+le+asigna+determinado+monto+de+capital+y+se+le+proporcionan+insumos+de+varios+tipos+podrá+producir+un+bien+o+un+servicio+útil+al+ser+humano+o+a+la+sociedad+en+general>
- Papa Francisco. (2015). *Encíclica Laudato Si'*. 184. Retrieved from

- [https://www.oas.org/es/sg/casacomun/docs/papa-francesco-enciclica-laudato-si-sp.pdf%0Ahttps://www.oas.org/es/sg/casacomun/docs/papa-francesco-enciclica-laudato-si-sp.pdf%0Ahttp://www.costarricense.cr/pagina/franval/index\\_archivos/Page1247.htm](https://www.oas.org/es/sg/casacomun/docs/papa-francesco-enciclica-laudato-si-sp.pdf%0Ahttps://www.oas.org/es/sg/casacomun/docs/papa-francesco-enciclica-laudato-si-sp.pdf%0Ahttp://www.costarricense.cr/pagina/franval/index_archivos/Page1247.htm)
- Parra Narváez, R. (2015). Factor de emisión de CO<sub>2</sub> debido a la generación de electricidad en el Ecuador durante el periodo 2001-2014. *Avances En Ciencias e Ingeniería*, 7(2). <https://doi.org/10.18272/aci.v7i2.269>
- Pericás Franco, J. (2017). *Diseño de una herramienta de medición del impacto de la Responsabilidad Social Corporativa en una compañía hotelera, aplicado al caso práctico de Meliá Hotels International*. 2017. Retrieved from <http://hdl.handle.net/10609/67027>
- Robles, C. L., Calderón Gómez, G., De Azalea, F., & Robles, L. (n.d.). *La industria hotelera y el medio ambiente. El caso de la Isla de Ciudad del Carmen, Campeche*. Retrieved from [https://www.usfx.bo/nueva/vicerrectorado/citas/SOCIALES\\_8/Turismo/CLRobles.pdf](https://www.usfx.bo/nueva/vicerrectorado/citas/SOCIALES_8/Turismo/CLRobles.pdf)
- Said, O., & Masud, M. (2013). Towards internet of things: Survey and future vision. *International Journal of Computer Networks*, 5(1), 1–17. Retrieved from <http://www.cscjournals.org/csc/manuscript/Journals/IJCN/volume5/Issue1/IJCN-265.pdf>
- Salamanca-Avila, S. (2017). Propuesta de diseño de un sistema de energía solar fotovoltaica. Caso de aplicación en la ciudad de Bogotá. *Revista Científica*, 3(30), 263. <https://doi.org/10.14483/23448350.12213>
- Salazar, J., & Silvestre, S. (2014). Internet de las cosas. *Internet de Las Cosas*, 24. <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2011.03.145>
- Santander, D. (2019). ¿Cómo ahorrar en energía eléctrica con sensores IoT en tu empresa? Retrieved February 19, 2020, from <https://blog.wenuwork.cl/como-ahorrar-en-energia-electrica-con-sensores-iot-dentro-de-tu-empresa>
- SENPLADES. (2017). Plan Nacional del Buen vivir 2017-2021. *Educational Research*, 1, 150. Retrieved from <http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/07/Plan-Nacional-para-el-Buen-Vivir-2017-2021.pdf>
- SunPower. (2017). *SunPower Commercial Solar Panels Engineered for Peace of Mind Commercial Solar Panels X21-470-COM Solar Panels X21-255 SunPower X-Series Residential*.

- Torres, J. (2016). Del “internet de las cosas” a la “nube”: las aplicaciones de Bosch - Tecnología - Híbridos y Eléctricos | Coches eléctricos, híbridos enchufables. Retrieved May 21, 2020, from <https://www.hibridosyelectricos.com/articulo/tecnologia/internet-cosas-nube-aplicaciones-bosch/20160405112433011600.html>
- Vegas Portero, A. (2009). *Diseño de una instalación fotovoltaica de 200 kW en un edificio*. 150. Retrieved from <https://orffpruebas.uc3m.es/handle/10016/9063>
- Weatherspark. (2018). *Clima Promedio en Quito*. Retrieved from <https://es.weatherspark.com/y/20030/Clima-promedio-en-Quito-Ecuador-durante-todo-el-año#Sections-Clouds>
- Wenu Work. (2019a). *Descripción de hardware*. 5.
- Wenu Work. (2019b). *Especificaciones técnicas*.
- Wenu Work. (2019c). SOLUCIONES | WenuWork. Retrieved March 30, 2020, from <https://wenuwork.cl/soluciones/>
- Wenu Work. (2020). Visualización y gestión de la electricidad | WenuWork : WenuWork. Retrieved May 30, 2020, from <https://wenuwork.cl/>
- Winkler, V. (2011). Securing the Cloud. In *Securing the Cloud*. <https://doi.org/10.1016/C2009-0-30544-9>
- Zalazar, A. S., Gonnet, S., & Leone, H. (2014). *Aspectos Contractuales de Cloud Computing*. 10.