

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación



“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GERENCIAL PARA UN DATACENTER DE UNA EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES Y SERVICIOS MÓVILES AVANZADOS, UTILIZANDO LA TECNOLOGÍA IOT (INTERNET OF THINGS) EN CONJUNTO CON LA HERRAMIENTA KIBANA Y VISUAL DATACENTER PARA EL ANÁLISIS, VISUALIZACIÓN DE DATOS EN TIEMPO REAL Y TOMA DE DECISIONES.”

**EXAMEN DE GRADO (COMPLEXIVO)**

Previa a la obtención del Título de:

**MAGISTER EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GERENCIAL**

AUTOR

PETER RAÚL HIDALGO CEDEÑO

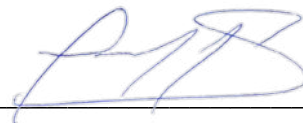
GUAYAQUIL – ECUADOR

2021

## AGRADECIMIENTO

A mis padres, que me enseñaron valores importantes y que me aconsejaron que con base al esfuerzo y constancia se alcanzan los objetivos en la vida. A Dios por haberme bendecido con mi gran esposa Wendy e hijos Peter, Fiorella y Noah que me han dado todo su apoyo incondicional durante todo este proceso. A todos mil gracias y que Dios los bendiga.

Ing. Peter Hidalgo

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'PH', is written over a horizontal line.

FIRMA

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo a:

A Dios, a mi esposa e hijos, mamá, papá (+)  
en el cielo, y familiares cercanos que de una  
u otra manera me dieron su apoyo para  
culminar este nuevo hito en mi vida  
profesional.

## TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



---

MSIG. Lenin Freire Cobo  
COORDINADOR DE MSIG



---

MSIG. Juan García Plúa  
PROFESOR DE MSIG

## RESUMEN

El presente trabajo, el cual está dividido en tres capítulos tiene como objetivo analizar y monitorear en tiempo real las principales variables o índices de rendimiento de un datacenter en el área de operación & mantenimiento de una empresa de telecomunicaciones y de servicios móviles avanzados mediante el uso de un sistema de información gerencial a través de un tablero interactivo para mejorar así el proceso de toma de decisiones y para mitigar riesgos e impacto en los servicios brindados.

En el capítulo I, se describe un antecedente para evaluar la criticidad e importancia de esta implementación en un datacenter o también llamado centro de procesamiento de datos. Se describe el problema que se tuvo previo a su ejecución y la solución que se propuso para solventar las novedades presentadas En el capítulo II, se describe el desarrollo de la solución, teniendo en cuenta las mejores prácticas para un datacenter y conceptos importantes para el entendimiento total del proyecto.

Finalmente, en el Capítulo III se presenta un análisis de las mejoras obtenidas en el centro de procesamiento de datos y de las experiencias relevantes post-  
implementación.

# ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO.....	II
DEDICATORIA.....	III
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN.....	IV
RESUMEN.....	V
ÍNDICE GENERAL.....	VII
ABREVIATURAS Y SIMBOLOGÍAS.....	X
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XII
ÍNDICE DE TABLAS.....	XVI
INTRODUCCIÓN.....	XVII
CAPÍTULO 1.....	1
GENERALIDADES.....	1
1.1 ANTECEDENTES.....	2
1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	5
1.3 QUÉ ES UN DATACENTER.....	8
1.3.1 PRINCIPALES PROBLEMAS EN DATACENTER.....	10
1.4 SOLUCIÓN PROPUESTA.....	14
CAPÍTULO 2.....	16
METODOLOGÍA DE DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN.....	16
2.1 ALCANCE.....	16
2.2 DEFINICIÓN DE LA SITUACIÓN PREVIA AL PROYECTO.....	16

2.3	DEFINICIÓN DE TECNOLOGÍA IOT.....	17
2.4	DEFINICIÓN DE SISTEMAS A MONITOREAR .....	18
2.5	MEJORES PRÁCTICAS PARA CONECTIVIDAD DE SENSORES EN DATACENTER.....	19
2.6	DISEÑO IMPLEMENTADO Y EJECUTADO EN DATACENTER.....	22
2.6.1	HARDWARE .....	29
2.6.1.1	GATEWAY IOT.....	29
2.6.1.2	SENSOR DE TEMPERATURA .....	30
2.6.1.3	SENSOR DE HUMEDAD.....	32
2.6.1.4	SENSOR DE CORRIENTE TRIFÁSICO.....	33
2.6.1.5	SENSOR PARA TANQUE DE COMBUSTIBLE .....	35
2.6.1.6	SENSOR PARA GENERADOR.....	37
2.6.2	SOFTWARE .....	37
2.6.2.1	VISUAL DATACENTER .....	38
2.6.2.2	SOFTWARE KIBANA.....	44
2.6.3	SISTEMAS DE INFORMACIÓN .....	49
	CAPÍTULO 3.....	54
	ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	54
3.1	ANÁLISIS DE MEJORAS OBTENIDAS .....	54
3.2	EXPERIENCIAS OBTENIDAS .....	56
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	62
	BIBLIOGRAFÍA.....	68



ANEXO 1.....	70
GLOSARIO .....	70

## ABREVIATURAS Y SIMBOLOGÍAS

Abreviatura	En Inglés	En Español
<b>AC</b>	Alternating current	Corriente alterna
	American Society of Heating, Refrigerating and Air-	La Sociedad Estadounidense de Ingenieros de Calefacción,
ASHRAE	Conditioning Engineer	Refrigeración y Aire Acondicionado
<b>°C</b>	Celsius grade	Grados centígrados
		Aire acondicionado del cuarto de equipos.
CRAC	Computer room air conditioner	
CPD	Data Center	Centro de Procesamiento de Datos
<b>EIA</b>	Electronic Industries Alliance	Asociación de Industrias Electrónicas
	Federal Communications	
<b>FCC</b>	Commission	Comisión de comunicaciones federal
<b>°F</b>	Fahrenheit grade	Grados Fahrenheit
	Frequency Hopping spread	Espectro ensanchado por salto de
<b>FHSS</b>	spectrum	frecuencia
<b>HR</b>	Relative Humidity	Humedad relativa
IaaS	Infrastructure as a service	Infraestructura como servicio
<b>IoT</b>	Internet of Things	Internet de las cosas
<b>IP</b>	Internet Protocol	Protocolo de internet
	IT	Tecnología de la Información.
NOC	Network Operation Center	Centro de operación de la red
PaaS	Platform as a service	Plataforma como servicio

PDU	Power distribution unit	Unidad de distribución de corriente
PYMES	Small and Medium Enterprise	Pequeñas y Medianas empresas
PUE	Power usage effectiveness	Eficacia del uso de la energía
<b>RF</b>	RadioFrequency	RadioFrecuencia
SaaS	Software as a service	Software como servicio
	Simple Network Management	Protocolo simple de Administración de
SNMP	Protocol	Red.
	Telecommunications Industry	Asociación de la Industria de las
<b>TIA</b>	Association	Telecomunicaciones
		Sistemas de alimentación
UPS	uninterruptible power supply	ininterrumpida
VDC	Visual Datacenter	Visual Centro de datos
2D	2 <sup>nd</sup> Dimenssion	2da dimensión
3D	3rd Dimenssion	3era dimensión

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.1 TEMPERATURAS RECOMENDADAS EN CENTRO DE DATOS.....	4
FIGURA 1.2 SEÑAL DE SERVICIOS MÓVILES AVANZADOS .....	6
FIGURA 1.3 PARTE INTERNA DE UN DATACENTER [2].....	10
FIGURA 1.4 HUMEDAD EN EQUIPOS DE TI .....	12
FIGURA 1.5 PASILLOS FRÍOS-CALIENTES EN UN CENTRO DE DATOS	13
FIGURA 1.6 CAUSAS DE INACTIVIDAD DE SERVICIOS EN UN DATACENTER.....	13
FIGURA 2.1. TECNOLOGÍA IOT .....	18
FIGURA 2.2. MEDICIONES EN EL PASILLO.....	20
FIGURA 2.3. PUNTOS DE MEDICIÓN EN EL RACK CON EQUIPOS. ....	21
FIGURA 2.4 CENTRO DE DATOS PREVIO A LA IMPLEMENTACIÓN.....	24
FIGURA 2.5. PROPUESTA SENSORIZACIÓN SALA 101. EL COLOR VERDE MUESTRA LOS RACKS QUE TENDRÍAN SENSORES. ....	25
FIGURA 2.6 PUNTOS DE MEDICIÓN SALA 103. EL COLOR VERDE MUESTRA LOS RACKS QUE TENDRÍAN SENSORES. ....	26
FIGURA 2.7 PROPUESTA DE SENSORIZACIÓN SALA 104.....	27

FIGURA 2.8. PUNTOS DE MEDICIÓN SALA 105.EL COLOR VERDE MUESTRA LOS RACKS QUE TENDRÍAN SENSORES. ....	28
FIGURA 2.9 GATEWAY IOT.....	29
FIGURA 2.10. SENSOR DE TEMPERATURA .....	30
FIGURA 2.11. SENSOR DE HUMEDAD/TEMPERATURA .....	32
FIGURA 2.12. SENSOR DE CORRIENTE TRIFÁSICA.....	34
FIGURA 2.13 USO DEL SENSOR ULTRASÓNICO.....	36
FIGURA 2.14 INSTALACIÓN DEL SENSOR ULTRASÓNICO.....	36
FIGURA 2.15 TARJETA CONTROLADORA DE GENERADOR. ....	37
FIGURA 2.16 ARQUITECTURA VISUAL DATACENTER .....	39
FIGURA 2.17 INTERFAZ DE USUARIO VISUAL DATACENTER.....	40
FIGURA 2.18 PANTALLA PRINCIPAL DE LA INTERFAZ WEB DEL VISUAL DATACENTER.....	41
FIGURA 2.19 PANTALLA PRINCIPAL DE LA INTERFAZ 3D DEL VISUAL DATACENTER.....	41
FIGURA 2.20 VISUALIZACIÓN DE SALAS DE EQUIPO EN AMBIENTE 3D.....	42
FIGURA 2.21 VISUALIZACIÓN DE SENSORES EN AMBIENTE 3D.....	43
FIGURA 2.22 VISUALIZACIÓN DE SALAS DE EQUIPO EN AMBIENTE 3D.....	43
FIGURA 2.23 PANTALLA PRINCIPAL LOGIN KIBANNA.....	45
FIGURA 2.24 PANTALLA PRINCIPAL DE KIBANA. ....	46

FIGURA 2.25 GRÁFICAS A OBTENER CON KIBANA.....	47
FIGURA 2.26 COMPORTAMIENTO DE LOS KILOWATIOS DE UNA SALA.....	48
FIGURA 2.27 COMPORTAMIENTO DE LA TEMPERATURA EN CUARTO DE EQUIPOS,.....	48
FIGURA 2.28 TEMPERATURA PROMEDIO POR FILAS EN SALAS DE EQUIPOS.....	50
FIGURA 2.29 PORCENTAJE OCUPACIÓN POR SISTEMAS DE UPS.....	50
FIGURA 2.30 PUE PROMEDIO POR DIA Y POR SALA.....	51
FIGURA 2.31 MEDICIÓN DE KW POR TABLEROS PRINCIPAL. ....	51
FIGURA 2.32 PORCENTAJE DE OCUPACIÓN POWER PLANT.....	52
FIGURA 2.33 GRÁFICA CONSUMO DE UPS EN HERRAMIETA KIBANA.	52
FIGURA 2.34 GRÁFICAS DE TEMPERATURA SALA DE EQUIPOS EN KIBANA.....	53
FIGURA 3.1 GRÁFICA DE SUBIDA DE TEMPERATURA EN PASILLOS FRÍOS.....	57
FIGURA 3.2 GRÁFICA DE MEJORA OBTENIDA DE LA TEMPERATURA EN PASILLOS FRÍOS.....	57
FIGURA 3.3 FUGA DE AIRE FRIO DE UN PASILLO CONTENIDO EN EL CENTRO DE DATOS .....	58
FIGURA 3.4 EVIDENCIA DEL CORRECTO ENCENDIDO DE GENERADORES EN HORARIO PROGRAMADO. ....	59

FIGURA 3.5 INFORMACIÓN DE NIVEL COMBUSTIBLE EN VISUAL DATACENTER.....	60
FIGURA 3.6 GRÁFICA DEL LLENADO DE COMBUSTIBLE DEL GENERADOR.....	60
FIGURA 3.7 MONITOREO DE GENERADORES Y TANQUES DE COMBUSTIBLE. ....	61

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 TABLA DE CLASIFICACIÓN DE CENTRO DE DATOS POR ASRAE [1].....	3
TABLA 2 CANTIDAD DE RACKS/FACILITIES EN EL DATACENTER POR SALA.....	23
TABLA 3 PROPUESTA DE INSTALACIÓN SENSORES SALA 101.....	24
TABLA 4 SENSORIZACIÓN SALA 102.....	25
TABLA 5 PROPUESTA SENSORIZACIÓN SALA 103.....	26
TABLA 6. PROPUESTA SENSORIZACIÓN SALA 104.....	27
TABLA 7. PROPUESTA SENSORIZACIÓN SALA 105.....	28
TABLA 8 REQUERIMIENTOS MÍNIMOS DEL SOFTWARE VISUAL DATACENTER.....	38
TABLA 9. REQUERIMIENTOS MÍNIMOS DEL SOFTWARE VISUAL KIBANA,.....	45



## **INTRODUCCIÓN**

El proyecto ejecutado que se detalla en el presente documento, el cual se incluye en el capítulo 3, tiene como fundamento teórico la toma de decisiones en el rol de un Gerente y el uso de la nueva tecnología IoT (Internet Of Things) dentro de un centro de procesamiento de datos en el cual residen y operan equipos de misión crítica en el entorno del negocio de las telecomunicaciones.

Los beneficios de las mejoras a implementar están enfocadas en mejorar el proceso de toma de decisiones de jefatura y gerencia en base a variables ó índices claves de rendimiento en un centro de procesamiento de datos, donde se puede decidir rápidamente con ayuda de las gráficas formadas con datos en tiempo real.

El presente trabajo se ha estructurado en 3 capítulos que se detallan en el siguiente resumen:

La primera parte del proyecto tiene como objetivo el análisis y descripción del problema planteado en el centro de datos que puede ocasionar grandes pérdidas económicas a la empresa y a sus clientes. Así mismo, la propuesta que ayudaría a mitigar los riesgos evidenciados.

La Segunda Parte, describe todo el desarrollo de la solución implementada en el centro de procesamiento de datos, los componentes de la solución, y las mejores prácticas de implementación,

Finalmente, en base a los análisis y al proceso de toma de decisiones ejecutadas con ayuda de la herramienta Kibana y Visual datacenter darles a conocer las experiencias obtenidas en la operación y de los resultados satisfactorios obtenidos en el día a día.

# CAPÍTULO 1

## GENERALIDADES

La creciente demanda de los centros de datos en América latina radica desde el inicio de la Industria 4.0 por el año 2010, denominada también la 4ta revolución industrial, donde entra en boga la digitalización, la tecnología IoT (Internet of things) , la inteligencia artificial, entre otras. Esta nueva industria hizo que exista adaptación dependiendo de la demanda, el brindar servicios al cliente de una forma más personalizada, diseño de productos para comercializar con mayor rapidez y aprovechar la información para su análisis desde múltiples orígenes (CRM, Help desk, redes sociales, IoT) para creación de estrategias empresariales y toma de decisiones en tiempo real.

En esta nueva era donde el consumo digital y la demanda de datos han crecido de manera exponencial, se ve la necesidad de un crecimiento a la par del mercado de los datacenter. Según DatacenterDynamics<sup>1</sup>, el

---

<sup>1</sup> Proveedor de servicios B2B y de conocimientos especializados en los centro de datos.

crecimiento de los centros de datos en América Latina alcanza un valor del 15% anual.

Es así como las empresas tecnológicas han visto la necesidad de fortalecer su centro de procesamiento de datos y tener la iniciativa para la creación de nuevas ubicaciones técnicas más robustas, con tecnología de punta que ayudará a la transformación de negocios y la economía del país.

### **1.1 Antecedentes**

En esta nueva era, donde la demanda de los datos cada vez va en aumento es una de las características de lo que hoy llamamos sociedad 5.0, donde el internet ha pasado a ser el protagonista central. Esta sociedad exigente por su uso de aplicaciones digitales, entretenimiento con videos bajo demanda, escuchar música online, uso de redes sociales, son factores que están impulsando el crecimiento de los centros de datos en América Latina. Esta demanda por el uso de los datacenter ya sea propios o arrendados, hace que se vuelvan indispensables para grandes negocios. Es por este motivo que se debe de seguir normas de certificadoras de centro de datos o de algún ente que muestre experiencia en buenas prácticas. Bajo este contexto, tenemos a la ASHRAE (Sociedad

Americana de Aire acondicionado, refrigeración y calefacción)<sup>2</sup> que es una sociedad internacional dedicada a mantener y mejorar la calidad en los datacenter.

La ASHRAE publica periódicamente las mejores prácticas sobre la temperatura y humedad de diversas industrias entre ellos la de salas de los centros de datos. Para conocer los valores que debemos configurar y monitorear en nuestro centro de datos. Se debe revisar la clasificación que tiene la ASHRAE:

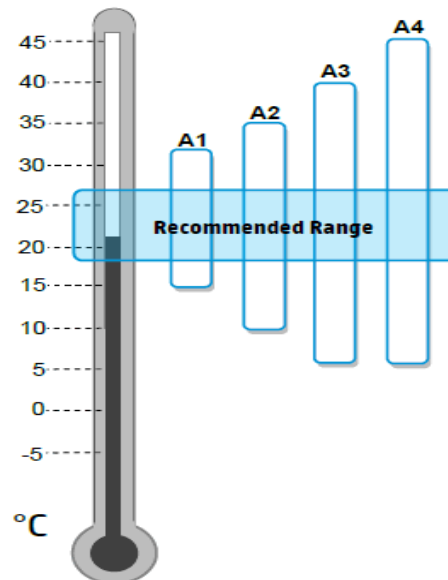
**Tabla 1** Tabla de clasificación de Centro de datos por ASRAE [1]

Clase	Tipo de Equipamiento IT	Rango de operación recomendada	Rango de operación permitida	Máximo valor seteado	Control del ambiente
A1	Servidores empresariales, Almacenamiento	18 ° - 27 ° C [1]	15 ° - 32 ° C [2]	17°C	Extremadamente controlado
A2	Servidores empresariales, Almacenamiento, Máquinas personales laptops	18 ° - 27 ° C [1]	10 ° - 35 ° C [2]	21°C	Control leve

<sup>2</sup> Es una asociación profesional estadounidense que busca avanzar en el diseño y construcción de sistemas de calefacción, ventilación y refrigeración.

A3	Servidores empresariales, Almacenamiento, Máquinas personales laptops	18 ° - 27 ° C [1]	5 ° - 40 ° C [3]	24°C	control leve
A4	Servidores empresariales, Almacenamiento, Máquinas personales laptops	18 ° - 27 ° C [1]	5 ° - 45 ° C [4]	24°C	control leve

Notas : 5.5°C set point – 60% humedad relativa.  
 20°C set point – 80% humedad relativa.  
 -12°C set point – 8 a 85% humedad relativa.  
 -12°C set point – 8 a 90% humedad relativa.



**Figura 1.1** Temperaturas recomendadas en Centro de Datos

## **1.2 Descripción del problema**

En la empresa de telecomunicaciones que brinda servicios móviles avanzados conocidos normalmente como servicios de telefonía celular 2G/3G/4G/5G, ahora se suma nuevo portafolio de servicios que incluye Hosting, Housing, Cloud empresarial y demás servicios TI. Todos estos servicios operan dentro de un centro de datos llamado Datacenter. Un datacenter está formado por dos grupos, facilities que se refiere a todo el sistema de climatización, sistemas mecánicos, sistemas eléctricos, sistema de protección contra incendios y los equipos de TI que se refiere a los servidores, routers, sistemas de almacenamiento y switches. Este datacenter juega un papel muy importante para la empresa y para los clientes corporativos alojados, si llegase a ocurrir alguna eventualidad crítica puede causar una afectación del servicio brindado, una baja calidad y finalmente una mala percepción del cliente final.

Todo esto puede tener consecuencias catastróficas para el giro del negocio como pérdidas económicas, fidelidad de los clientes, multas por parte del ente regulador y una pésima percepción del cliente. La falta de monitoreo es crítica para un centro de datos dado que es el encargado de mantener la operación 7x24x365 a los

servicios brindados por la empresa. Dadas las capacidades redundantes desplegadas en la red celular podrían existir varios escenarios de afectación para los clientes, y para identificarlos usaremos el siguiente gráfico:



**Figura 1.2** Señal de servicios móviles avanzados

1. Afectación parcial de voz: Un evento en un datacenter puede parar la operación de la señal de voz en uno o varios sectores de una ciudad ya sea por problemas de temperatura, problemas eléctricos o falla en la transmisión de los equipos del core.
2. Afectación parcial de datos: Cuando ocurre un problema en un uno de los equipos que maneja la transmisión de las salidas a



internet de toda la empresa, posee una interrupción parcial del servicio de datos ya sea por saturación o por fuera de servicios de los equipos conectados directamente. Dependiendo de la hora cuando ocurra el problema, la percepción del cliente y saturación de las conexiones será en mayor intensidad.

3. Afectación total voz y datos: Cuando existe interrupción del servicio en varios equipos/plataformas por problemas de inhibición, por temperatura, eléctrico, en el datacenter donde operan los servicios móviles avanzados que dan cobertura a toda una ciudad o varias ciudades por lo cual todos los usuarios de ese sector ó ciudad quedan sin servicio.
4. Afectación de equipos clientes Corporativos: Varias empresas utilizan el servicio de Housing y Hosting en el datacenter para disminuir sus costos operacionales, alquilando espacios dentro del centro de datos para alojar su equipamiento con servicios core del negocio. Ante fallas eléctricas, humedad o por temperatura dentro de este centro de datos puede ocasionarse grandes daños y pérdidas monetarias a sus negocios.

En el área de Operación y Mantenimiento, nos concentramos día a día en mantener la operación de todos los servicios involucrados de la empresa y de nuestros clientes corporativos los 365 días del año,

tratamos de reducir los tiempos de inactividad de servicios ejecutando procesos y monitoreando los trabajos que por la operación se deban realizar.

Cuando no se tiene un control y una gestión correcta en la operación de un centro de datos, los tiempos para solucionar fallas en equipamientos son elevados, siendo de una u otra manera reactivos, atendiendo problemas cuando estos ocurren.

### **1.3 Qué es un Datacenter.**

Un datacenter también conocido como Infraestructura de misión crítica, lleva este nombre debido a que es el lugar esencial donde se sostiene una empresa o una función gubernamental en todo momento [4]. Esto incluye cualquier componente de equipos críticos, cuyo problema podría ocasionar daños a la empresa, a los colaboradores de la empresa, a los inversionistas o lo más importante la reputación de una marca. Esta infraestructura puede ser dividida en piso, salas o un edificio.

Hay tres elementos esenciales para cada instalación de misión crítica, estos son:

- El centro de datos es una ubicación central para todo el equipamiento de ordenadores y de los equipos que juegan un papel fundamental y crítico de una empresa.

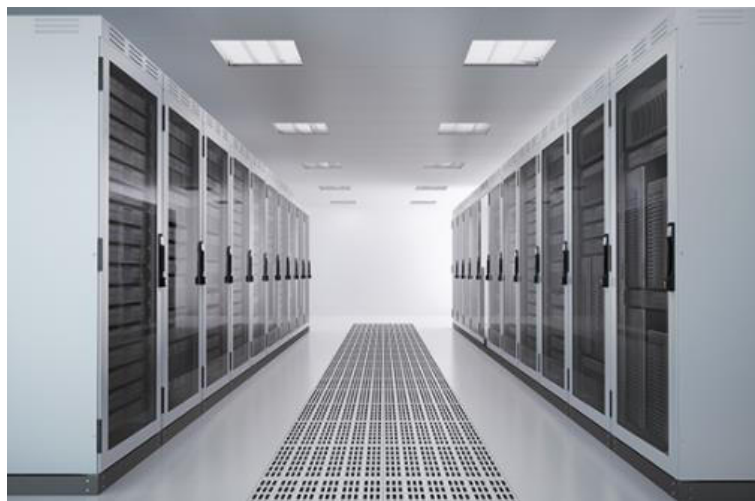
- El centro de operaciones de red (NOC), es el área donde existen colaboradores de la empresa que se encargan de supervisar la correcta operación de los servidores, del tráfico de datos, administración de las alarmas y todas las actividades relacionadas a la operación.
- La planta de energía es la columna vertebral del centro de datos que proporciona energía a la infraestructura, al sistema de climatización y demás equipamientos eléctricos.

Las organizaciones conocen que la operación 7x24x365 de un centro de datos juega un papel muy crítico, ya sean empresas multinacionales, pequeñas y medianas empresas que brindan servicios a clientes nacionales e internacionales.

Pocos minutos de inactividad en un centro de datos puede retrasar la ejecución de proyectos, pérdida en la facturación, pérdida de horas de procesamiento de datos electrónicos lo que puede tener graves consecuencias como pérdida de clientes por mala reputación de la marca.

Debido a los avances de la tecnología respecto a las tecnologías de la informática se ha podido tener avances en los diseños de equipamiento con redundancia en fuentes de poder, tarjetas controladoras, que ha ayudado a poder mitigar un poco el

problema de inactividad. Bajo este contexto, se tiene equipamiento más confiable en estos centros de datos donde se puede contemplar mantenimientos controlados correctivos y preventivos sin tener daño en los servicios.



**Figura 1.3** Parte interna de un datacenter [2]

### **1.3.1 Principales problemas en Datacenter**

En los últimos años se han podido reconocer los principales problemas que se han tenido en los centros de datos durante su operación, que se debe tener en cuenta en las empresas. El error humano, falla de la red eléctrica por falta de redundancia, mala calidad de energía, falla en la distribución de energía, falla por falta de procedimientos claros, falla en los equipos de climatización y falla por falta

de capacitación a los colaboradores que laboran en el mismo son algunas de las alertas que se tienen en el centro de datos.

A continuación, hablaremos de las que se tienen con mayor frecuencia durante la operación del mismo:

**Problemas por humedad**, la humedad ambiental es la cantidad de vapor de agua presente en el aire. En el datacenter nos enfocamos en la humedad relativa (HR) que es la relación porcentual entre la cantidad de vapor de agua real que contiene el aire y la que necesitaría contener para saturarse a la misma temperatura. Hay 2 amenazas respecto a la humedad como son las *descargas electrostáticas* que existe con temperaturas bajas o la humedad baja y *la corrosión* que se origina cuando un elemento metálico es expuesto al agua, ya sea porque se moja o por pequeñas gotas causadas por la condensación del agua en el aire, esto causa una elevada humedad en el cuarto de equipos que ocasiona daño irreversible en el equipamiento. [3]

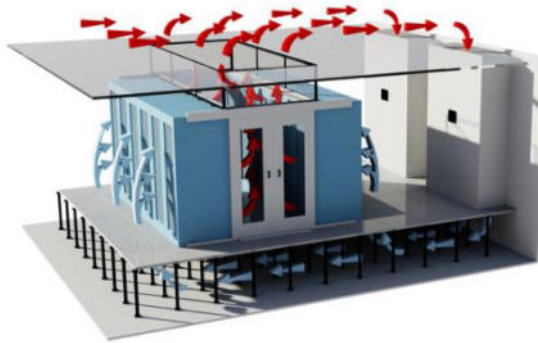
La clave es mantener un equilibrio para tener un rango óptimo respecto a la humedad de la sala donde se eviten

las descargas estáticas y de condensación. Según la TIA/EIA 942 recomienda que el rango sea entre 40% y 55%.



**Figura 1.4** Humedad en equipos de TI

**Problemas por temperatura,** El rango aceptable de temperatura en un centro de datos está entre 18° - 27°C. Cualquier temperatura sobre los 27°C el equipamiento se calentaría lo que provocaría que la energía disipada aumentaría y la energía disipada en forma de calor ocasionando graves daños en los circuitos integrados de la tarjetería electrónica. Una buena práctica indicada por la ASHRAE es que se disponga de pasillos fríos- calientes para la distribución del aire de una manera eficaz y usando placas perforadas como piso técnico en los pasillos fríos.



**Figura 1.5** Pasillos fríos-calientes en un centro de datos

**Problemas por error humano**, es el que lleva el mayor porcentaje ante los problemas en los tiempos de inactividad en un rango de 50-62% de las incidencias. Se debe tener presente las capacitaciones y el control extremo dentro del centro de datos.[4]



**Figura 1.6** Causas de inactividad de servicios en un datacenter

**Problemas por capacidad eléctrica**, el incremento desenfrenado de las cargas eléctricas por instalación de nuevo equipamiento en un centro de datos es otro problema a tener en cuenta para evitar cortocircuitos, daños por descargas eléctricas o por calentamiento en cableados que podría ocasionar una catástrofe sino se planifica y se omite el control.

#### **1.4 Solución propuesta**

Para solventar los inconvenientes presentados, iniciamos con un análisis técnico de las diferentes soluciones que se tenían en el mercado para lograr controlar y monitorear en tiempo real las principales variables del centro de datos y así minimizar los riesgos ocasionados por éstas, ejecutar mejoras preventivas/correctivas con soporte de la información obtenida en las gráficas de este sistema de información ó actuando de manera inmediata cuando el software envía mensajes de warning al usuario.

Basándonos en la tecnología IoT (Internet of things) para el levantamiento de los datos en tiempo real con ayuda de sensores por medio del software VDC (Visual DataCenter) que concentra toda la data y con la herramienta kibana instalada sobre un servidor ubicado en la nube, logramos construir un



sistema de información gerencial y otro sistema de información para los ingeniero de la operativa del datacenter. En base a esto se diagramó variables, identificar fallos y tomar decisiones rápidamente manteniendo el objetivo de tener la operación 7x24x365.

Se podrá intervenir en la red por temas de mantenimientos preventivos, correctivos con un sustento base identificada en las gráficas, minimizamos así el impacto ocasionado por el error humano o por falla en el equipamiento de misión crítica. Finalmente, se obtuvo el sistema de información con las principales variables de rendimiento que debemos monitorearlos para no ocasionar interrupciones en el sistema como son humedad/temperatura/sistemas eléctricos. Esta información la podrán ver en tiempo real y a su vez la aplicación fue programada para envíos de correos con las principales gráficas del comportamiento del datacenter con frecuencia semanal a los interesados relevantes y responsables de la operación del centro de procesamiento de datos.

## **CAPÍTULO 2**

### **METODOLOGÍA DE DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN**

#### **2.1 Alcance**

El alcance de esta implementación fue el datacenter donde se aloja el equipamiento del core TI y las diferentes plataformas que brindan los servicios móviles avanzados 2G/3G/4G y mantienen la operación de varios clientes de la industria financiera, gubernamental, pymes y multinacionales.

#### **2.2 Definición de la situación previa al proyecto**

El centro de datos o datacenter en donde se implementó este proyecto se encuentra dividido en salas de equipos de TI, cuarto de energía donde se alojan tableros eléctricos, ups y baterías, y un cuarto de generadores junto con sus tanques de combustible.

El centro de datos alberga equipos propios de la empresa para brindar servicios móviles avanzados (voz y datos) a nivel nacional y además

brinda todas las facilidades a las empresas que quieran instalar sus equipos en una sala donde se les facilita la protección en la parte de climatización, transmisión y eléctrico. También existen otros clientes en donde se les ofrece el servicio de software en la nube (SaaS), Infraestructura como servicio (IaaS) y de Plataforma como servicios (PaaS). Estos servicios mencionados están en auge ya que los clientes se enfocan en sus aplicaciones y el funcionamiento de éstas y ya no gastan en equipamiento, facturas eléctricas y a todo su entorno para mantener siempre en operación sus sistemas.

Por todo este antecedente y a la responsabilidad alta que se mantiene en el centro de datos es que se buscó la manera de optimizar recursos, estar alertas con lo que suceda en su interior y sus componentes siendo siempre preventivos/correctivos sin afectación de servicio a los clientes y que sea transparente para el usuario final es que autorizan la realización de este proyecto.

### **2.3 Definición de tecnología IoT**

La Tecnología IoT (Internet of Things), funciona como una red de dispositivos que están estrechamente relacionados con las cosas. Sensores y actuadores interactúan con las cosas físicas en el medio ambiente. [7]

Hoy en día la aplicación de IoT cada vez abarca más industrias como la medicina, agricultura, el hogar, acuicultura, y todo lo que tiene que ver con las ciudades inteligentes.

En la figura 2.1 tenemos un ejemplo de esta tecnología en donde por medio de sensores y las redes móviles/internet se logra obtener data que luego de ser analizada y filtrada si tiene información valiosa para la industria en donde se está aplicando.



**Figura 2.1.** Tecnología IoT<sup>3</sup>

## 2.4 Definición de sistemas a monitorear

En un centro de datos puedes encontrar varios sistemas que hacen posible su operación y brindar el servicio deseado entre los que podemos mencionar están los sistemas mecánicos, sistemas eléctricos, sistemas de refrigeración, sistemas de seguridad perimetral, sistemas

<sup>3</sup> Tecnología muy útil para el monitoreo remoto.

de seguridad de acceso, sistemas de monitoreo, sistemas de almacenamiento, sistemas de generadores, entre otros.

Como Área de Operación & Mantenimiento en un datacenter nos enfocamos en los sistemas eléctricos, sistemas de generadores, y sistemas de refrigeración o climatización.

En este proyecto en su fase 1 se realizará el monitoreo de:

- Consumo de tableros eléctricos.
- Temperatura de los cuartos de equipos.
- Operación de los generadores.
- Nivel de combustible de los generadores.
- Humedad en las salas de equipos.
- Consumo y capacidad de los UPS.

## **2.5 Mejores prácticas para conectividad de sensores en datacenter**

ASHRAE TC 9.9 en su publicación “Guías Térmicas para Ambientes de Procesamiento de Datos” [1], cuarta edición (2015), con respecto a la medición de temperatura y humedad de los Datacenters indica lo siguiente:

A falta de arreglos más elaborados de los sensores de temperatura y humedad colocados en las entradas de aire de las piezas individuales del equipo, se debe realizar una medición al menos un punto cada cuarta posición de rack, es decir una separación de 3 racks en cada

punto de medición como se puede observar en la Figura 2.2. Adicional a ello se indica que los sensores montados sobre columnas y paredes no se consideran adecuados.

En el mismo documento se menciona que: *“Los administradores de la instalación algunas veces utilizan Telcordia GR-63-CORE (2012) para medir y registrar la temperatura a 1.5 m (4.9 pies) de altura y 380 mm (15 pulgadas) desde el frente de la estructura o gabinete. Sin embargo, este método de medición no fue diseñado para equipos de cómputo.”*



**Figura 2.2.** Mediciones en el pasillo

Cuando se utiliza una configuración de pasillo caliente/frío, se debe establecer puntos de medición solamente en los pasillos fríos, las mediciones de temperatura del pasillo caliente pueden ser utilizadas para entender la instalación, dado que la variación significativa de la temperatura en este pasillo es algo normal.

Como recomendación para la medición de temperatura en la parte frontal del gabinete se precisa que se debe medir la parte superior, parte media y parte inferior del rack, ubicando los sensores a 50 mm de la parte frontal del equipo como se observa en la figura 2.3.



**Figura 2.3.** Puntos de medición en el rack con equipos.

En cuanto a la medición de humedad, ASHRAE TC 9.9 menciona que:  
*“En algunas instalaciones, particularmente en instalaciones presurizadas que controlan los niveles de humedad antes de introducir aire dentro del centro de datos, la humedad absoluta en el espacio es típicamente uniforme. Esto se debe a que no existen fuentes de*

*humedad dentro del centro de datos. Si no hay una fuente de humedad significativa dentro del centro de datos, las mediciones de humedad no deben tomarse en cada punto, éstas pueden ser calculadas como función de la temperatura localizada y la humedad absoluta (uniforme) del área.”[1]*

## **2.6 Diseño implementado y ejecutado en datacenter.**

En base a la información detallada en la sección 2.5, se recomienda:

1. Implementar tres sensores de temperatura por rack (superior, medio e inferior), saltando tres racks, solamente en el pasillo frío.
2. Implementar tres sensores de temperatura a lo largo del pasillo caliente, en la parte superior de los racks para entender la instalación con la medición del retorno del aire.
3. En caso de no existir configuración de pasillo frío/caliente se debe implementar tres sensores de temperatura por rack (superior, medio e inferior), saltando tres racks en todos los pasillos.
4. En el caso de espacios vacíos o filas pequeñas se deberá buscar el diseño que más se acople a lo sugerido.
5. Implementar sensores de humedad en las zonas que estén expuestas a intercambios de aire con aire no humidificado como son las puertas hacia zonas de exterior y pasillos.
6. Implementar sensores de corriente trifásica para cada unidad evaporadora de aire acondicionado.



7. Implementar sensores en los tableros eléctricos DC principales.
8. Implementar sensores en los generadores y tanques de combustible para revisar su correcta operación y su nivel de combustible respectivamente.

El datacenter en el cual se va a implementar esta solución cuenta con 4 salas de equipos de TI, cuarto de energía donde se alojan los sistemas de UPS/baterías /tableros eléctricos y el área donde opera el conjunto de generadores para mantener siempre operativo el datacenter.

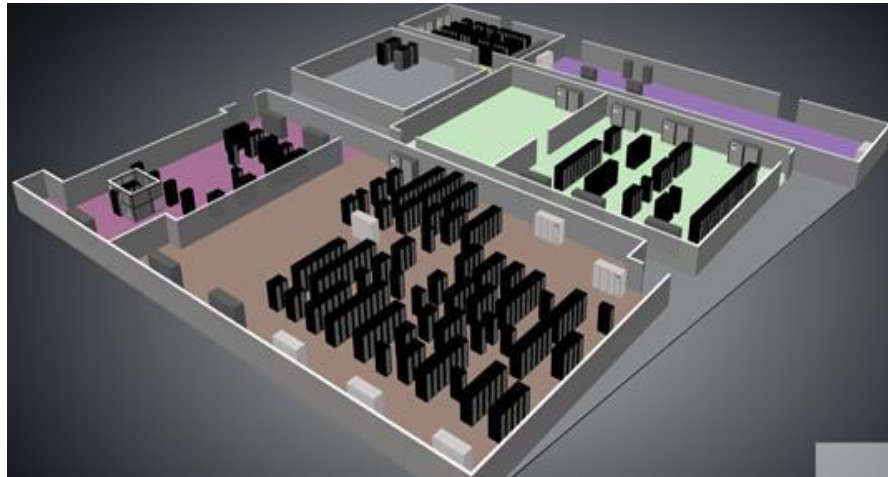
Para esto mostraremos en la tabla 2, la cantidad de racks/tableros y Crac`s que tenemos en nuestro centro de datos.

**Tabla 2** Cantidad de Racks/facilities en el datacenter por sala

<b>Sala</b>	<b>Crac</b>	<b>Rack</b>	<b>Tableros eléctricos</b>
<b>101</b>	9	150	10
<b>102</b>	3	50	6
<b>103</b>	7	60	6
<b>104</b>	3	7	2

Adicional se monitorearán los 2 generadores y 2 tanques de combustible en tiempo real.

La disposición de los racks dentro de las salas de equipos donde se va a llevar a cabo esta implementación se observa en la figura 2.4.

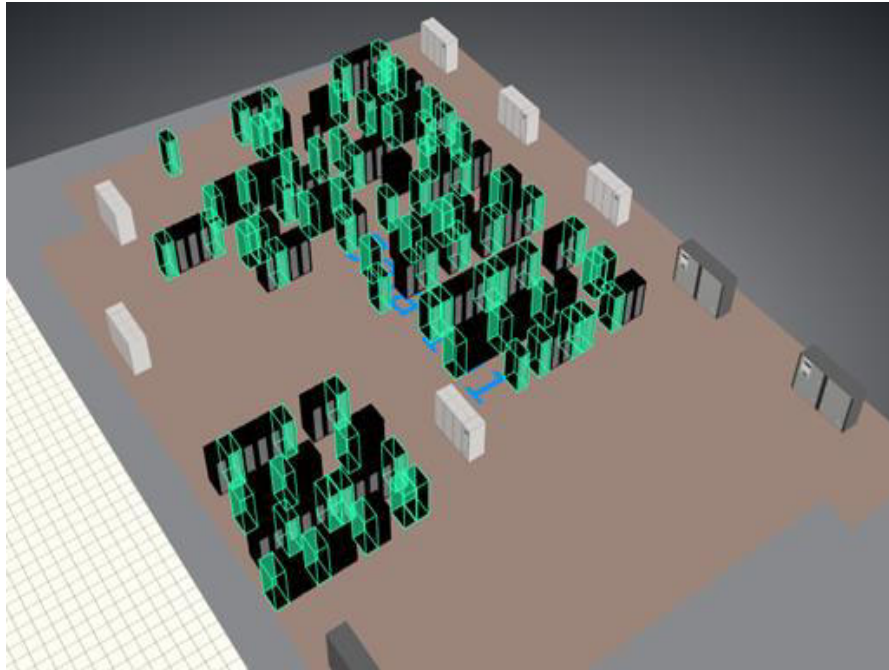


**Figura 2.4** Centro de datos previo a la implementación.

De acuerdo a la cantidad de racks/craçs que se tienen en las diferentes salas, la sensorización para la sala 101 quedaría de la siguiente manera:

**Tabla 3.** Propuesta de instalación sensores sala 101.

Datacenter	Sensor temperatura	Humedad	Corriente
Sala 101	200	4	9



**Figura 2.5.** Propuesta sensorización sala 101. El color verde muestra los racks que tendrían sensores.

El diseño para la sala de equipos 102, quedaría de la siguiente manera:

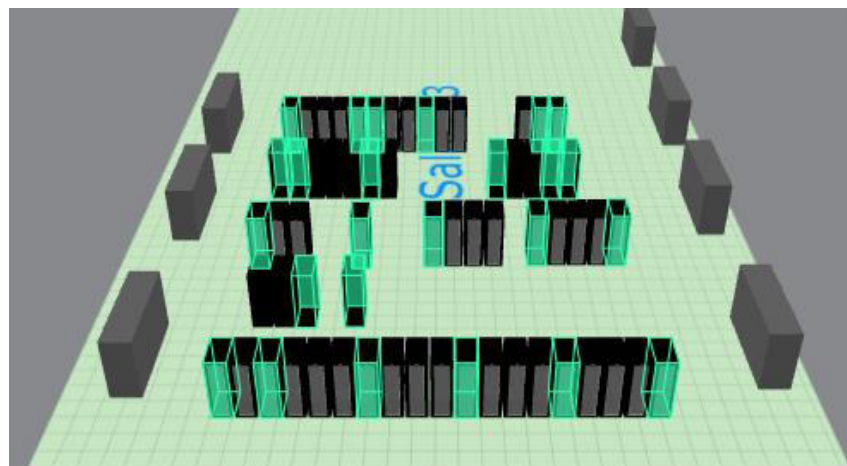
**Tabla 4** Sensorización sala 102

Datacenter	Sensor temperatura	Humedad	Corriente
Sala 102	65	2	7

Para la sala de equipos 103, se diseñó de esta manera:

**Tabla 5** Propuesta sensorización sala 103

Datacenter	Sensor temperatura	Humedad	Corriente
Sala 103	60	2	5

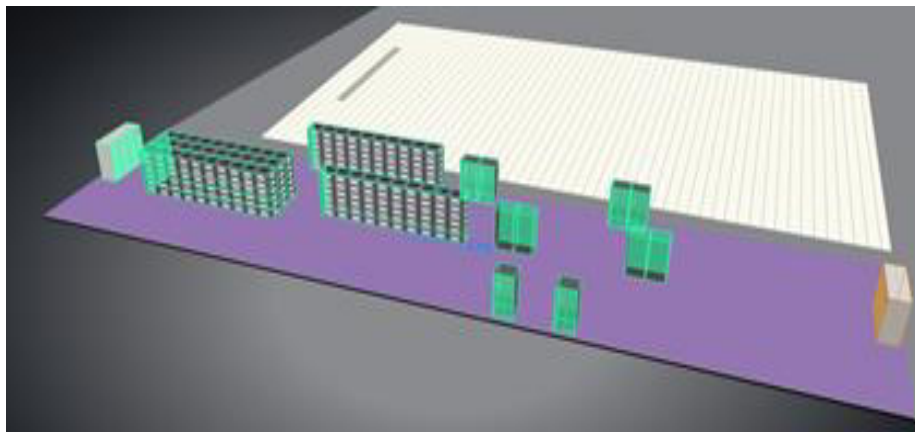


**Figura 2.6** Puntos de medición sala 103. El color verde muestra los racks que tendrían sensores.

Referente a la sala 104 o llamada cuarto de energía se dispuso de la siguiente cantidad de sensores:

**Tabla 6.** Propuesta sensorización sala 104

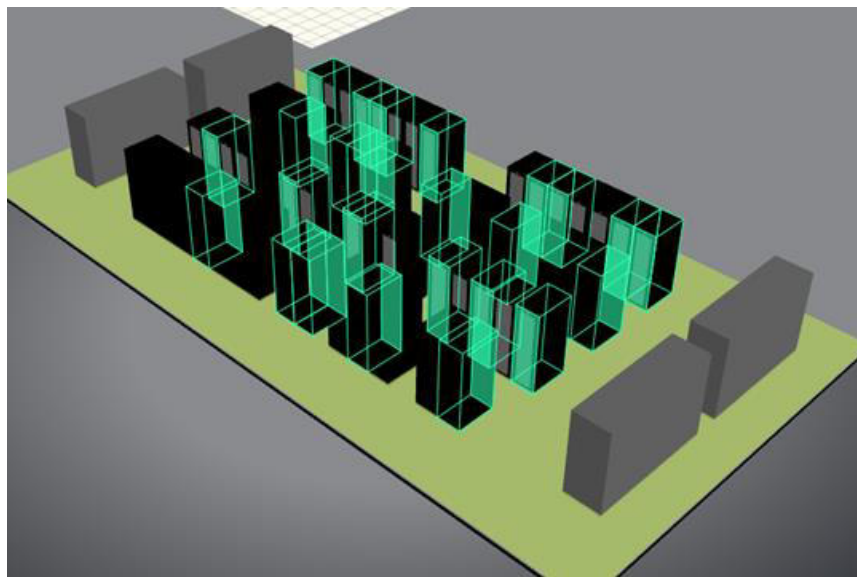
Datacenter	Sensor temperatura	Humedad	Corriente
Sala 104	20	2	2

**Figura 2.7** Propuesta de sensorización sala 104

Referente a la sala 105 se dispuso de la siguiente cantidad de sensores:

**Tabla 7.** Propuesta sensorización sala 105

Datacenter	Sensor temperatura	Humedad	Corriente
Sala 105	64	2	4



**Figura 2.8.** Puntos de medición sala 105. El color verde muestra los racks que tendrían sensores.

## 2.6.1 Hardware

### 2.6.1.1 Gateway IoT

Los Gateway IoT utilizados son instalados y distribuidos por la sala de equipos y son colocados sobre los racks. En la figura 2.9 se muestra el equipo que realiza las conexiones de todos los sensores de la sala. Tienen una capacidad real para administrar 90 sensores que se encuentran instalados en las puertas de los diferentes racks de los pasillos.



**Figura 2.9** Gateway IoT

Las principales características de este equipo:

- Dispositivos probados en Datacenters.
- Protocolo de comunicación SNMP.
- Encriptación de datos con clave mínima de 128 bits entre los sensores y el concentrador.

- Autenticación con llave mínima de 256 bits entre los sensores y el concentrador.
- Certificaciones de conformidad FCC o CE.
- No provocan interferencia en equipos de TI porque usan Spread Spectrum Frequency Hopping.
- Inmune a Interferencias de RF porque usan Spread Spectrum Frequency Hopping.
- No necesita software adicional en el medio de los concentradores y DCIM.
- Hasta 100 sensores por concentrador.

#### 2.6.1.2 Sensor de temperatura



**Figura 2.10.** Sensor de temperatura



Las características de este sensor:

- Sensor inalámbrico con capacidad de transmisión de 365 + metros.
- Atraviesan 12 + paredes.
- No provocan interferencia en equipos de TI porque usan Spread Spectrum Frequency Hopping.
- Inmune a Interferencias de RF porque usan Spread Spectrum Frequency Hopping (FHSS)
- Duración de baterías de 3 + años.
- Dispositivos probados en Datacenters.
- Protocolo de comunicación SNMP.
- Inalámbricos con reporte de medición del parámetro a medir, nivel de batería y nivel de señal.
- Frecuencia máxima de transmisión y reporte continuo de 10 minutos. (Heartbeat)
- Frecuencia máxima de medición para notificación de alerta de 2.46 segundos.
- Encriptación de datos con clave mínima de 128 bits entre los sensores y el concentrador.
- Autenticación con llave mínima de 256 bits entre los sensores y el concentrador.
- Certificaciones de conformidad FCC o CE.

### 2.6.1.3 Sensor de humedad



**Figura 2.11.** Sensor de humedad/temperatura

Las principales características de este sensor son:

- Sensor inalámbrico con capacidad de transmisión de 365 + metros.
- Atraviesan 12 + paredes.
- No provocan interferencia en equipos de TI porque usan Spread Spectrum Frequency Hopping.
- Inmune a Interferencias de RF porque usan Spread Spectrum Frequency Hopping.
- Duración de baterías de 3 + años.

- Dispositivos probados en Datacenters.
- Protocolo de comunicación SNMP.
- Inalámbricos con reporte de medición del parámetro a medir, nivel de batería y nivel de señal.
- Frecuencia máxima de transmisión y reporte continuo de 10 minutos. (Heartbeat)
- Frecuencia máxima de medición para notificación de alerta de 2.46 segundos.
- Encriptación de datos con clave mínima de 128 bits entre los sensores y el concentrador.
- Autenticación con llave mínima de 256 bits entre los sensores y el concentrador.
- Certificaciones de conformidad FCC o CE.

#### **2.6.1.4 Sensor de corriente trifásico**

Estos sensores son utilizados para extraer información de los tableros eléctricos de las salas de equipos, los mismos son instalados sobre los tableros, como se muestra en la figura 2.12.



**Figura 2.12.** Sensor de corriente trifásica

Las principales características de este sensor son:

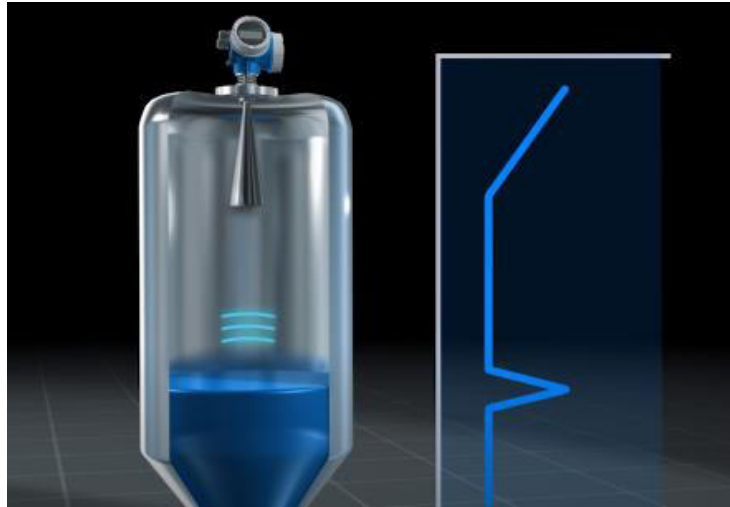
- Sensor inalámbrico con capacidad de transmisión de 365 + metros.
- Atraviesan 12 + paredes.
- No provocan interferencia en equipos de TI porque usan Spread Spectrum Frequency Hopping.
- Inmune a Interferencias de RF porque usan Spread Spectrum Frequency Hopping.
- Duración de baterías de 12 + años.
- Dispositivos probados en Datacenters.
- Protocolo de comunicación SNMP.
- Inalámbricos con reporte de medición del parámetro a medir, nivel de batería y nivel de señal.
- Frecuencia mínima de medición y reporte 10 minutos.

- Encriptación de datos con clave mínima de 128 bits entre los sensores y el concentrador.
- Autenticación con llave mínima de 256 bits entre los sensores y el concentrador.
- Certificaciones de conformidad FCC o CE.

#### **2.6.1.5 Sensor para tanque de combustible**

El sensor utilizado para lograr medir el nivel de combustible dentro de los tanques de combustible es el llamado sensor ultrasónico.

Este sensor se basa en que el impulso del radar de ultrasonido que se emite como onda electromagnética, éste se refleja en la superficie. Por la duración del tiempo de retorno del haz se determina la distancia entre el emisor y la superficie, teniendo en cuenta la altura del tanque o depósito se puede calcular el nivel de llenado. A este método se lo llama Time Of Flight (ToF).



**Figura 2.13** Uso del sensor ultrasónico.

En la figura 2.14 se muestra la colocación del sensor ultrasónico de los tanques de combustibles en el centro de datos, la misma que se comunica con el Gateway más cercano.



**Figura 2.14** Instalación del sensor ultrasónico.

### 2.6.1.6 Sensor para generador

El generador es gestionado mediante su tarjeta controladora donde por medio de su IP asignada se lo puede agregar en el aplicativo VDC por snmp ó modbus y extraer toda la información necesaria e importante para crear los reportes. En la figura 2.15 se puede ver la tarjeta controladora de uno de los generadores gestionados.



Figura 2.15 Tarjeta controladora de generador.

## 2.6.2 Software

Para esta solución se instalaron los aplicativos Visual Datacenter tanto a nivel web (2D) como a nivel de programa instalado en la computadora (3D), y además añadimos otros gráficos en tiempo real con la herramienta Kibana.

### 2.6.2.1 Visual Datacenter

Visual Datacenter es un software propietario de la marca Eaton, hoy en día de mucha aplicación en los centros de datos por todas sus bondades.[4]

**Tabla 8.** Requerimientos mínimos del Software Visual Datacenter.

Requerimientos	Componentes y versión
Sistema operativo	Red Hat Enterprise Linux 7.3 – 7.9
CPU	Como minimo Quadcore 4 cpu
Memoria	Como minimo 16gb
Velocidad del disco	125 Mb/seg.
Base de datos	PostgreSQL 11.3 server
Servidor web	Tomcat 9.0.38
Servidor virtual	Vmware Workstation
Capacidad en disco	Mínimo 800 Gb : Respaldo y base de datos
Puertos utilizados	3D Cliente: TCP 80/443-12003 – 12006.  SNMP Monitoreo : UDP 161-162  Modbus : TCP 502



La arquitectura usada para la instalación de este software en la empresa es la llamada ALL-in-One, es decir que todos los procesos del servidor se instalan en una única instancia.

En esta arquitectura ALL-in-One son muy importante sus requerimientos técnicos y recursos para su correcto funcionamiento por la cantidad de peticiones recibidas y la alta densidad de elementos a monitorear.



**Figura 2.16** Arquitectura Visual Datacenter

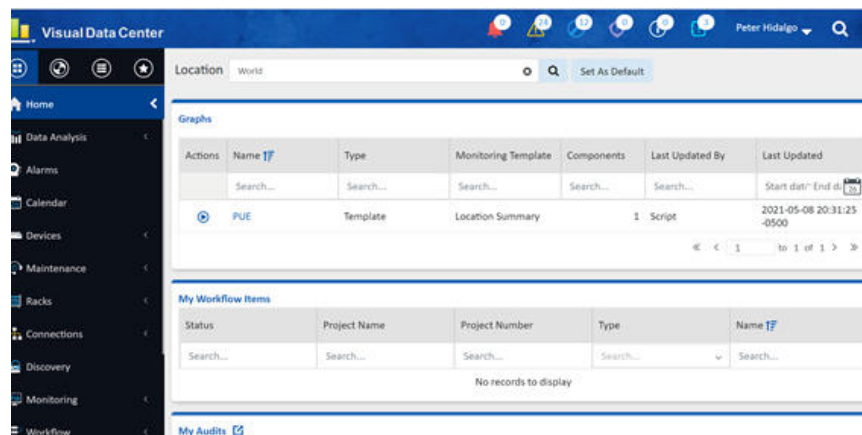
Algo a destacar es que este software VDC por default viene abierto para monitorear todo componente sin adquirir paquetes o licencias adicionales.

Para el funcionamiento tiene dos interfaces para el usuario: Web y Aplicación 3D.



**Figura 2.17** Interfaz de usuario Visual Datacenter

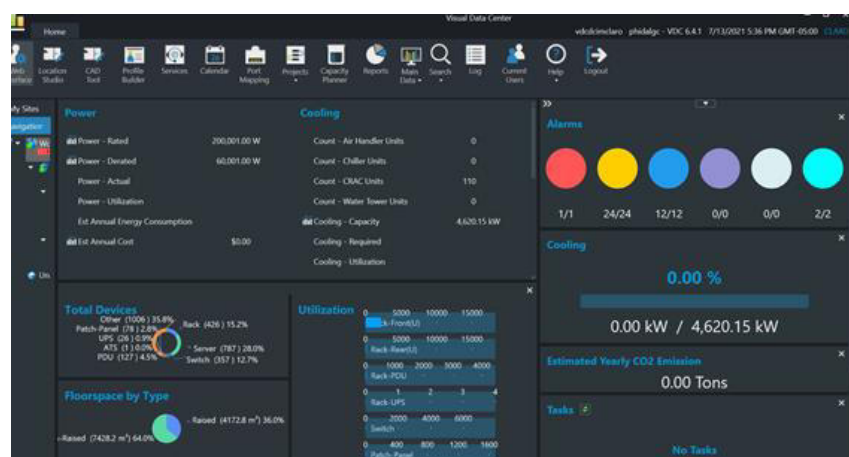
Luego de realizar el login en la interfaz web, podemos ver todas las opciones e información sobre el estatus de nuestro datacenter, como podemos observar en la figura 2.18.



**Figura 2.18** Pantalla principal de la interfaz web del Visual datacenter.

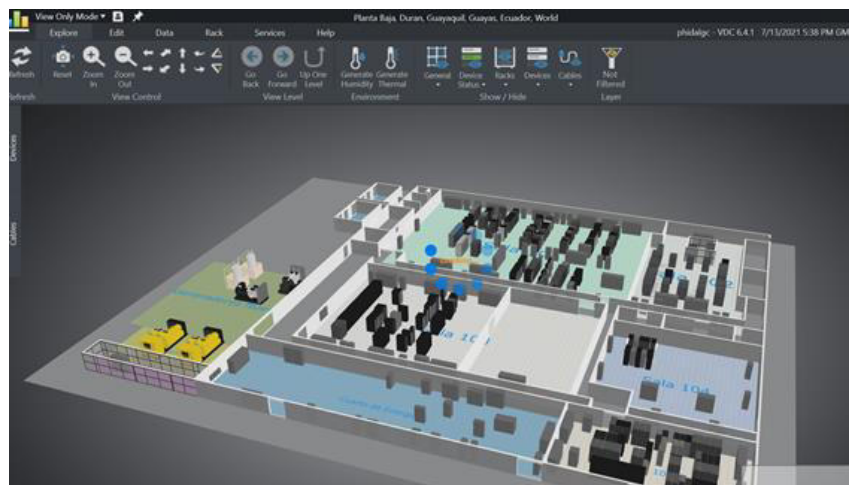
Así mismo, luego de realizar login en la interfaz 3D, se despliega una pantalla como se muestra en la figura 2.19.

Rápidamente podemos tener una visión general del estatus del centro de datos como alarmas, total equipamiento de una sala, cantidad de Kw utilizado/libre, sistemas de refrigeración, Utilización de la salsa de equipos, entre otros temas.



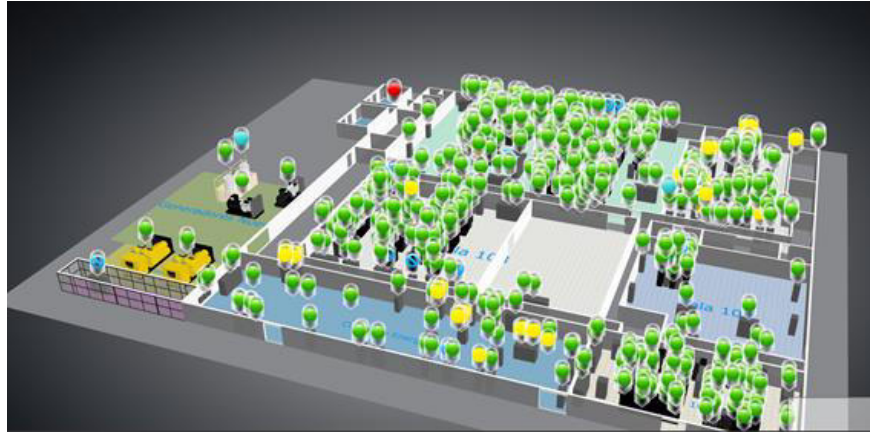
**Figura 2.19** Pantalla principal de la interfaz 3D del Visual datacenter.

En la vista 3D, podremos visualizar todas las salas, racks, crac's, tableros, equipos de TI creados en el ambiente 2D. En esta opción 3D podemos tener una visualización digital de todo el equipamiento real instalado en el centro de datos, los cuales de manera remota podremos darnos cuenta en un corto tiempo de cualquier urgencia que podamos tener en cualquiera de las salas.



**Figura 2.20** Visualización de salas de equipo en ambiente 3D.

En este ambiente 3D , podemos visualizar en primera plana todo el estatus de los sensores de cada rack donde por medio de colores verde, amarillo o rojo nos fijamos sobre algún problema en cualquiera de las salas respecto a los sensores, tal como se evidencia en la figura 2.21 y figura 2.22.



**Figura 2.21** Visualización de sensores en ambiente 3D



**Figura 2.22** Visualización de salas de equipo en ambiente 3D.

### **2.6.2.2 Software Kibana**

Esta herramienta adicional es compatible con los ambientes web, es decir nos ayuda a visualizar mediante extracción de datos desde la base de datos de Visual Datacenter poder modelar y transformarlos en información valiosa para la toma de decisiones para la correcta operación del centro de datos.

Los datos se los procesa y se dejan listos para ser consumidos, luego solo se realizan consultas que por medio de gráficas nos puede dar una idea del comportamiento de ciertos equipos ya sean de TI, eléctricos o de refrigeración.

Por su arquitectura, la misma está formada por 7 servidores: los que procesan la data y le dan formato, se tiene 4 nodos en clúster de datos por lo cual siempre va a estar disponible la información. Todo está desarrollado sobre Elastic, Kibana es un módulo adicional para esta solución.

La herramienta trabaja conectándose al servido Visual Datacenter via web service y realizando consultas cada 20 minutos, luego continúa guardando toda esta data en un índice que es parte de la base de datos y finalmente el usuario realizará las consultas necesarias utilizando toda esta información para la creación de gráficas lineales, sistemas de información para un

análisis exhaustivo en paralelo con el uso de VDC (Visual Datacenter).

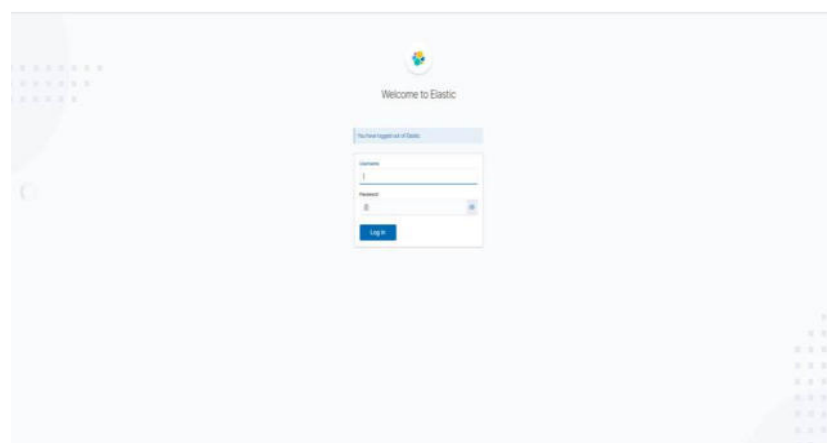
Los requerimientos mínimos para este software son:

**Tabla 9.** Requerimientos mínimos del Software Visual Kibana,

Disco	500 gigas
Memoria Ram	4Gb
Procesador	Doble núcleo
Sistema operativo	Window 7, Windows 10

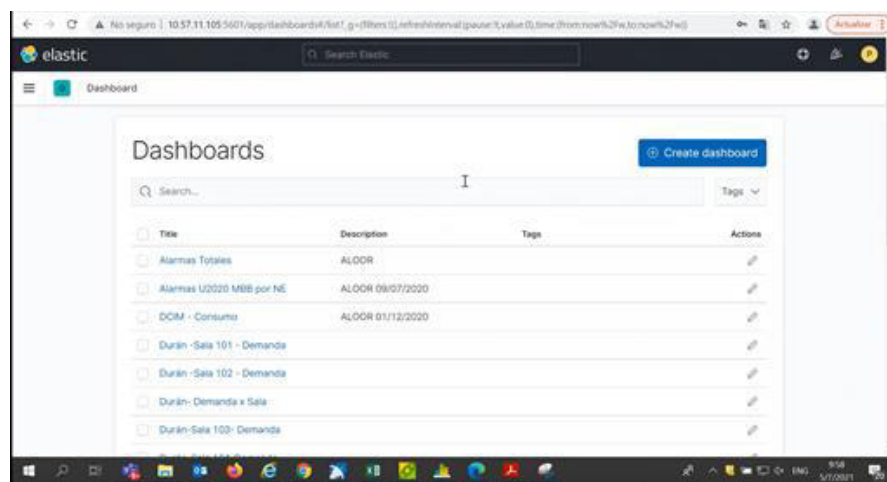
Este software posee unos requerimientos básicos para su funcionamiento debido a que éste no procesa la data, lo único que realiza son las consultas a otro servidor

La pantalla principal de Kibana, que es vía web, se muestra de la siguiente manera:



**Figura 2.23** Pantalla principal login Kibanna

Una vez que se hace login, nos mostrará la pantalla personalizada por cada usuario con información relevante de lo que se tiene monitoreado con ayuda de los sensores, ver figura 2.24.

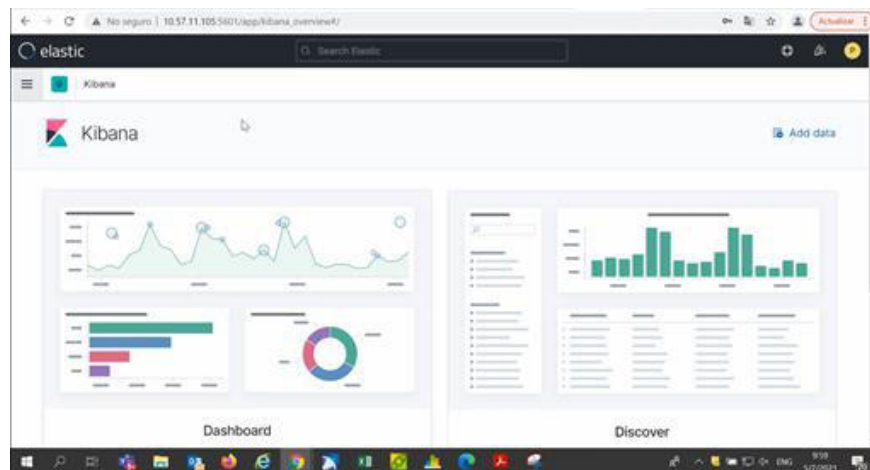


**Figura 2.24** Pantalla principal de Kibana.

Este software es libre para su uso pero con ciertas limitantes en lo que respecta a las consultas, no existe limitación de usuario, pero si depende del uso y de las consultas a realizar, toda necesidad extra va a necesitar un licenciamiento por nodo. Es una interfaz gratuita para el usuario y abierta que permite revisar los datos de Elasticsearch en forma gráfica y navegar en Elastic stack[5]



En esta herramienta se puede mostrar un sistema de información uniendo varias gráficas creadas con la data extraída del servidor Visual datacenter, tal como se muestra en la figura 2.25.



**Figura 2.25** Gráficas a obtener con Kibana.

Se puede realizar gráficas lineales para revisar la temperatura de las salas de equipos del centro de datos, revisar el comportamiento de las cargas eléctricas en un lapso de tiempo, visualizar la humedad relativa en los pasillos fríos/calientes, entre otras.

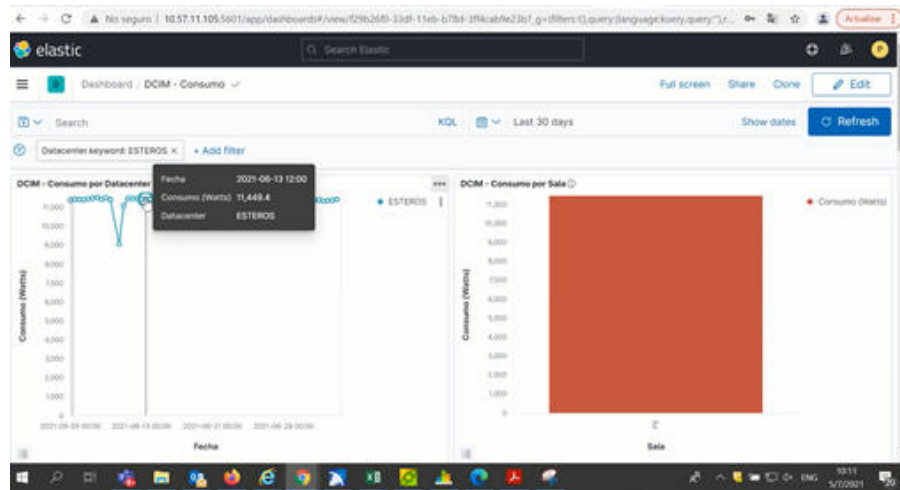


Figura 2.26 Comportamiento de los Kilowatios de una sala.

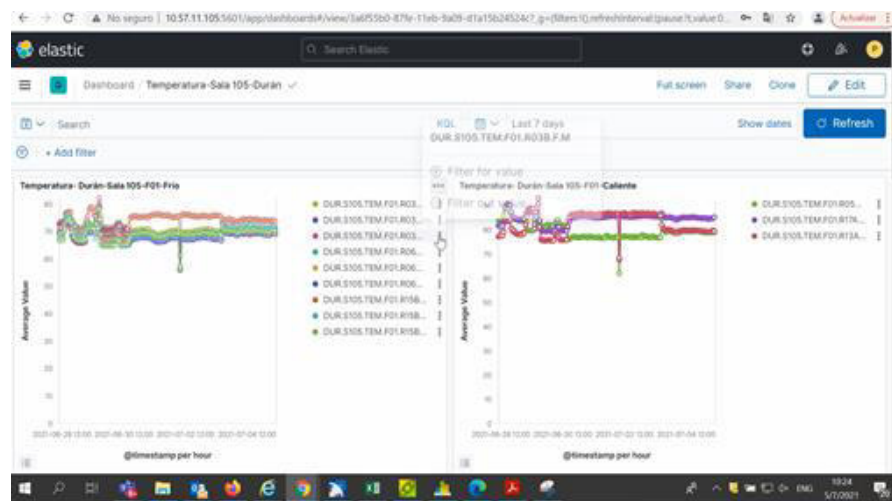


Figura 2.27 Comportamiento de la temperatura en cuarto de equipos,

### 2.6.3 Sistemas de Información

El término SI es un concepto genérico que tiene diferentes significados según el campo del conocimiento en el cual se aplique.

En informática, un SI es cualquier sistema soportado por TI que permite obtener , almacenar, manipular , administrar , controlar , procesar transmitir o recibir datos , para satisfacer una necesidad de información.

Los sistemas de tiempo real, tienen los recursos limitados (procesador, memoria, disco duro, etc.) y en estos sistemas el computador debe reaccionar a tiempo ante los cambios en el entorno ya que una acción retrasada puede ser inútil o peligrosa.

El sistema de información creado para esta implementación utiliza las herramientas VDC, Kibana y equipos de TI para soportar su operación. Se crearon tableros personalizado para las gerencias involucradas en la operación del centro de datos como son: O&M Datacenter y O&M Corporativo y Datacenter. Y otro tablero para las jefaturas y personal de tecnología responsable del día a día en la operación.

- **Dashboard gerencial**

En este dashboard se tiene gráficas de las temperaturas pasillos frios/calientes, Consumo en Kw de las power plant, PUE, sistemas de UPS y consumo de corrientes en tableros principales.



Figura 2.28 Temperatura promedio por filas en salas de equipos.

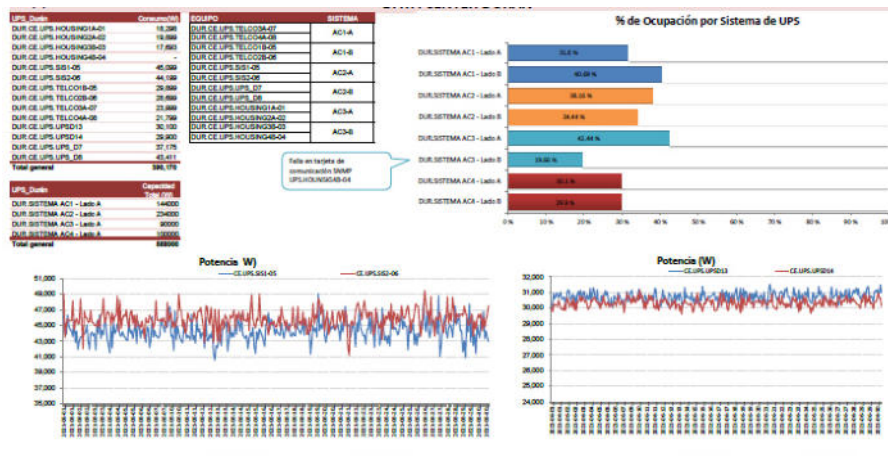


Figura 2.29 Porcentaje ocupación por sistemas de UPS

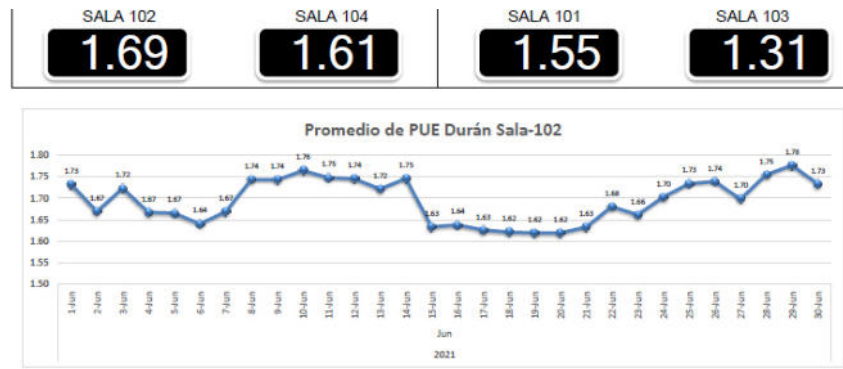


Figura 2.30 PUE promedio por día y por sala.

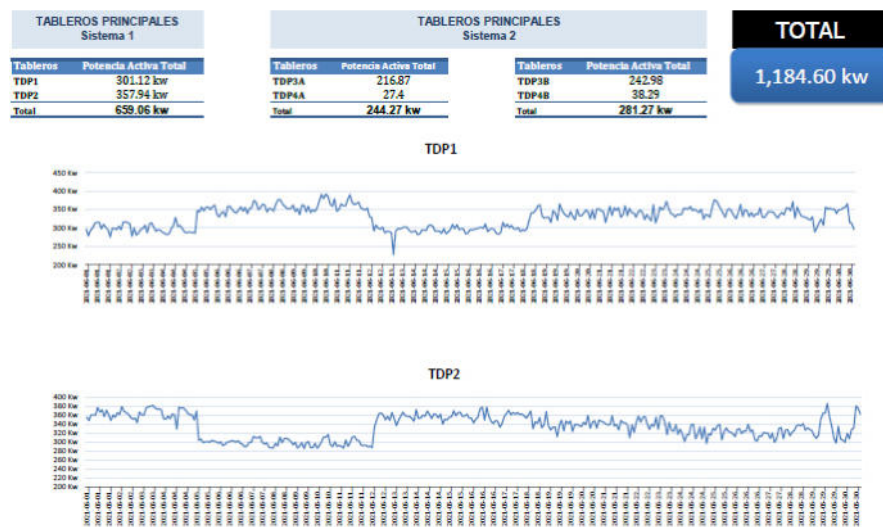


Figura 2.31 Medición de kw por tableros principal.

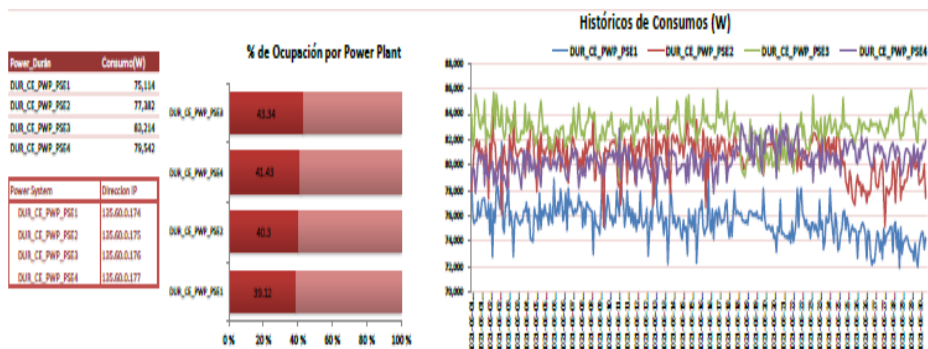


Figura 2.32 Porcentaje de ocupación Power plant.

Los otros dashboard realizados en Kibana, nos ayudan a tener claro los consumos de corriente, temperaturas por salas, ya sea en tiempo real y el histórico. En la gráfica 2.33 se puede visualizar un dashboard del consumo de los UPS existentes en el centro de datos.

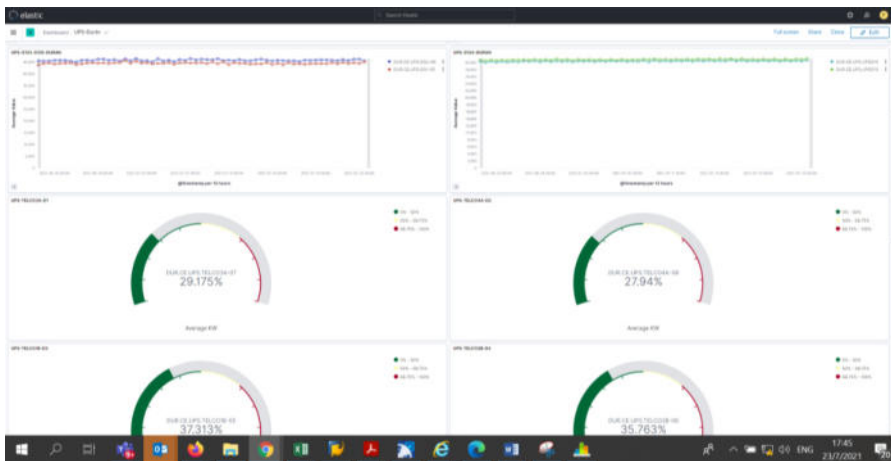
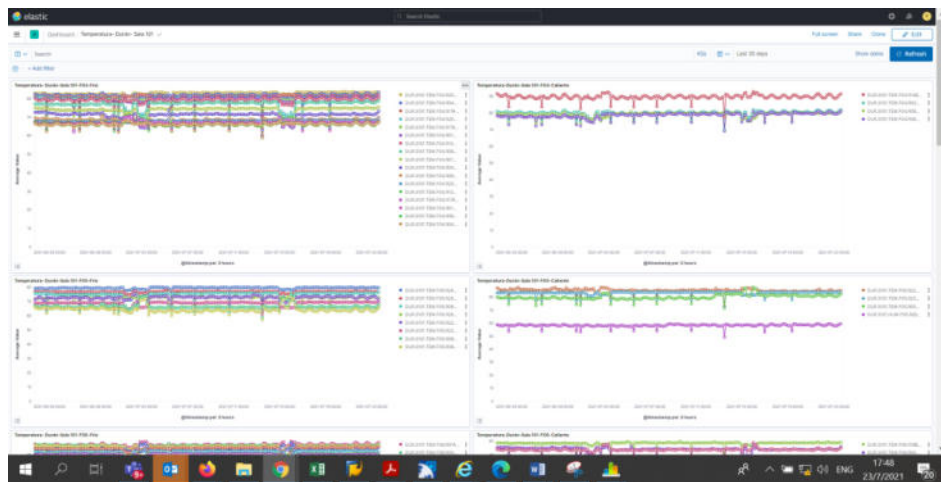


Figura 2.33 Gráfica consumo de UPS en herramienta Kibana.

Así mismo, se puede revisar en el dashboard de la herramienta kibana, el correcto funcionamiento de los sistemas de refrigeración de las salas de equipos, controlando su temperatura y humedad. En la figura 2.34 podemos revisar el rango de temperaturas de la sala 101.



**Figura 2.34** Gráficas de temperatura sala de equipos en Kibana.

## **CAPÍTULO 3**

### **ANÁLISIS DE RESULTADOS**

#### **3.1 Análisis de mejoras obtenidas**

Haciendo un análisis de todas las mejoras obtenidas por la implementación de este proyecto en el centro de datos se puede evidenciar algunas relevantes las cuales resalto a continuación:

- Un ahorro del 30% en el consumo de energía en todas las salas por el uso eficiente de la refrigeración en el centro de datos.
- Optimización y correctivos en los tableros eléctricos en un 80%.
- Balanceo de cargas y eficiencia en los tableros eléctricos al 100%.
- Balanceo de cargas y eficiencia en los diferentes UPS al 100%.



- Información relevante en tiempo real del 75% de los diferentes facilities del centro de datos.
- Mejora significativa en la operación de los equipos de climatización de las salas del centro de datos, se pudo configurar parámetros que hacen que estos equipos no trabajen de manera forzada y lo hagan de manera programada e intercalada.
- Disminución en OPEX en un 35% por correctivos en los equipos de refrigeración o climatización instalados en las salas de equipos.
- Planificar de mejor manera y con un sustento fehaciente el llenado de combustible para la operación de los generadores. Esta mejora fue superada en un 100%.
- Se logró identificar cargas en los UPS, liberando y migrando cargas entre UPS para mejorar la redundancia de las cargas en un 100%, al momento todos los tableros trabajan de manera redundante.
- Disminución de tiempos de inactividad de los servicios, mejorando así la confianza de los clientes hacia la marca. Se

disminuyó caídas de servicios en un 70% por manipulación humana o por ser reactivos.

- Se planifica y coordina los trabajos correctivos en los diferentes sistemas del centro de datos sin ocasionar pérdidas de servicios en un 90%.
- Cambio de la cultura de trabajo en el área de operación del centro de datos, usando la información de todos los sensores de ésta solución en un 100%.

### **3.2 Experiencias obtenidas**

Las experiencias que hemos obtenido post-implementación de este proyecto son:

- Se ha coordinado y planificado revisiones en ciertos pasillos fríos/calientes por el aumento o baja de temperatura con ayuda del histórico de las gráficas. En la siguiente imagen podemos ver que la temperatura de algunos racks subieron a 26-28°C con respecto al histórico de 22.



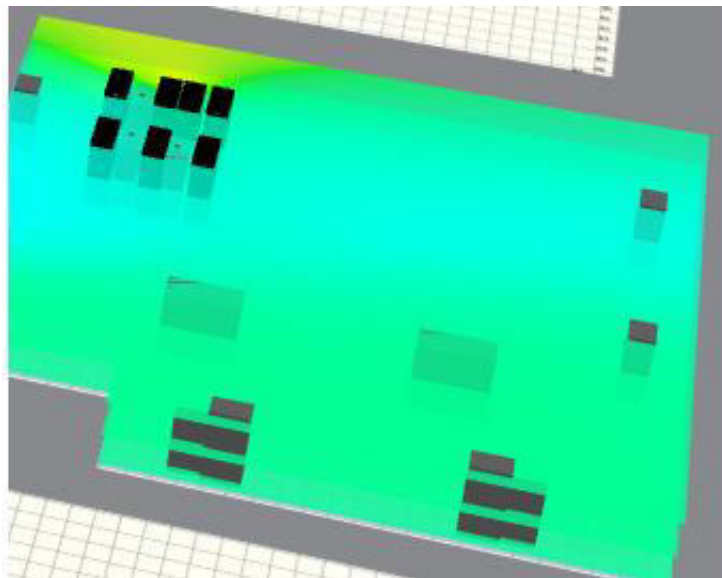
**Figura 3.1** Gráfica de subida de temperatura en pasillos fríos.

- Se ha evidenciado mejoras en pasillos fríos luego de algunas optimizaciones en la sala de equipos, disminuyendo así el trabajo forzado de las unidades de refrigeración.



**Figura 3.2** Gráfica de mejora obtenida de la temperatura en pasillos fríos.

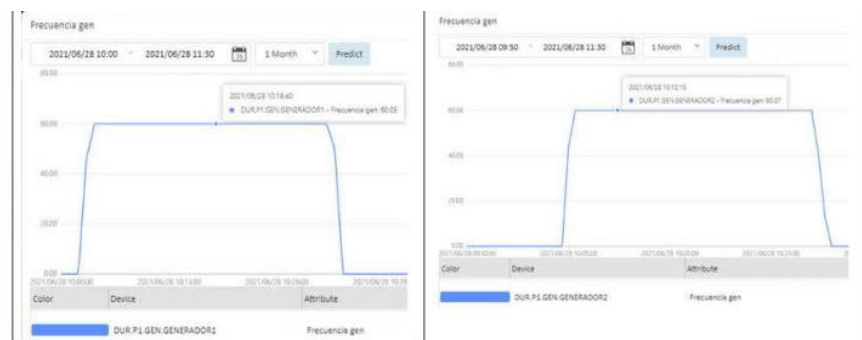
- Nos podemos percatar que luego de la instalación de nuevo equipamiento de TI en las salas y en especial la sala donde tenemos pasillos contenidos, si existe o no una correcta instalación de tal manera que el aire frío no salga del pasillo contenido. En la siguiente figura 3.3 podemos notar que el aire frío se encuentra por toda la sala y no solamente en el pasillo contenido como se tiene implementado.



**Figura 3.3** Fuga de aire frío de un pasillo contenido en el centro de datos

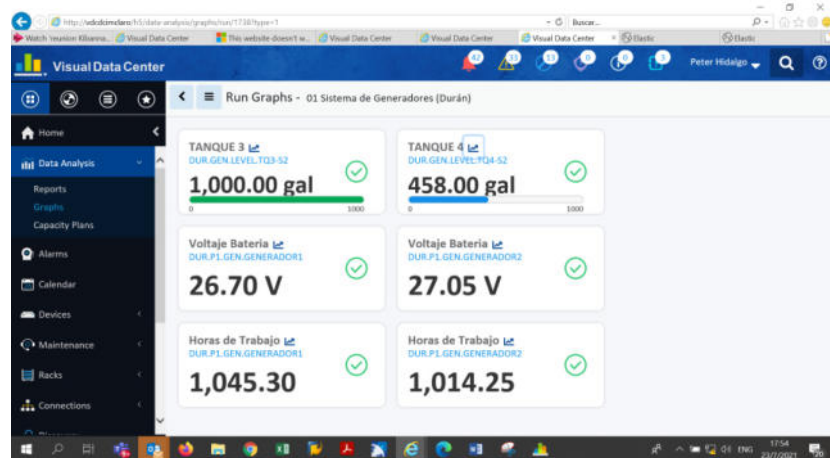
- Brindar seguimiento a la correcta operación de los generadores del centro de datos, durante los encendidos programados sin carga de manera semanal, manteniendo

siempre en condiciones óptimas y de esta manera solventar cualquier problema que se suscite a nivel eléctrico. En la figura 3.4 se muestra una gráfica de su correcto encendido en el horario programado.



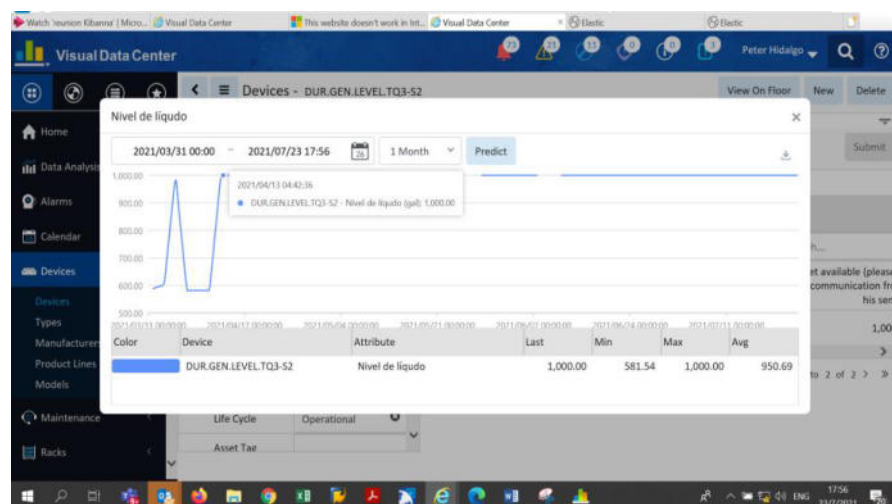
**Figura 3.4** Evidencia del correcto encendido de generadores en horario programado.

- Se ha podido ser preventivos en lo que respecta al llenado de combustible de los generadores del centro de datos. Rápidamente podemos coordinar y planificar su llenado revisando la información en el dashboard y en el aplicativo VDC. Tal como se ilustra en la figura 3.5.



**Figura 3.5** Información de nivel combustible en Visual Datacenter.

- Por medio de gráficas se puede visualizar la fecha exacta del último tanqueo de los generadores. En la figura 3.6 se muestra fecha de cuando fue el llenado de combustible del generador



**Figura 3.6** Gráfica del llenado de combustible del generador.

Sobre los elementos monitoreados en el VDC, siempre va a existir un ícono como un foco donde nos indica el tipo de alarma que tiene y en la cual debemos realizar la inspección y tomar acciones de inmediato.



**Figura 3.7** Monitoreo de generadores y tanques de combustible.

# CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## CONCLUSIONES

Con todo el análisis detallado en este documento y la información presentada podemos enumerar las siguientes conclusiones:

1. Es importante mencionar que el presente proyecto mejoró la optimización de recursos en el centro de datos respecto a su operación.
2. Se conoce el estado del centro de datos en tiempo real y también consultar su histórico, donde podemos fácilmente demostrar las mejoras que se realicen en los sistemas eléctricos y de refrigeración.
3. A pesar de que existen varios proveedores de equipamiento IoT, la herramienta VDC hoy en día forma parte del portafolio de equipos marca Eaton, lo cual nos facilitó la implementación de la gestión de las power plant en el aplicativo que son de la misma marca.



4. Se logró adquirir la certificación TIER III DESIGN en el centro de datos lo cual a los clientes se les puede ofrecer una mayor garantía para que su negocio siga funcionando de manera correcta sin importar los eventos que se susciten.
5. Como ingenieros de operación en el datacenter nos ha ayudado a ser muy proactivos y preventivos, toda novedad en el datacenter se toma acción de inmediato.
6. Al ser una empresa de telecomunicaciones y de servicios móviles avanzados bien consolidada en el medio ecuatoriano, podemos afirmar que el centro de datos ofrece la garantía para la continuidad de sus negocios.
7. La herramienta Kibana y VDC, nos ayudarán a lo largo del tiempo a tener la información en tiempo real para la toma de decisiones
8. El mantener al datacenter digitalizado y monitoreado 7x24x365 ha dado como resultado el hacer cambios tanto eléctricos como de refrigeración sin

alterar la disponibilidad de los servicios y aumentar el ahorro en los costos de operación.

9. Con este proyecto, la asignación de recursos como la ubicación del equipo en rack, el punto eléctrico en las PDU's ya sea AC/DC se lo realiza en tiempos record. Esto gracias a que tenemos los racks digitalizados, el consumo de las PDU's y su parte ambiental bajo control.
  
10. Con las herramientas utilizadas Kibana y VisualDatacenter se ha podido establecer dashboards personalizados dependiendo de los interesados del proyecto (Director de tecnología, Gerencia de tecnología y jefatura/equipo de soporte).
  
11. Los sensores de IoT instalados y distribuidos por todas las salas de equipos, tienen asignación diferente de gateways para evitar el problema de pérdida del monitoreo por la avería de un solo equipos. Cada Gateway maneja teóricamente 100 sensores pero se ha ajustado para que se conecten solo 90 sensores.

12. Se necesita de una máquina personal robusta en cuanto a su procesamiento/ memoria y disco duro, para poder laborar sin problemas con este sistema implementado en el centro de procesamiento de datos.
  
13. Los equipos Gateway utilizan conexiones eléctricas AC y los sensores manejan pilas de 3V, la conexión entre sensores y el Gateway es vía inalámbrica.
  
14. Esta fase I del proyecto ha dejado varias lecciones aprendidas muy buenas en cuanto a la operación y a las instalaciones por lo cual en los próximos meses se va a replicar esta solución en los otros datacenter que tiene la empresa.
  
15. Con la reducción de costos, la mejora de las tecnologías y el creciente poder de las IoT, es posible generar un crecimiento económico que traiga ganancias significativas, prosperidad y transformación a las empresas en los próximos años.

16. El centro de datos cuenta con personal de seguridad física, sistema de monitoreo de servicios, ingenieros dando soporte las 24 horas/365 días del año, sistema de video vigilancia, sistema de accesos a las diferentes salas y ahora esta implementación se suma a brindar la mayor confiabilidad y seguridad.
  
17. Con esta implementación se pudo decidir configurar el equipamiento de refrigeración con un seteo de 23°C, lo cual es suficiente para mantener un buen ambiente de trabajo a los equipos de TI.

## **RECOMENDACIONES**

En base a los resultados obtenidos en el proyecto expuesto en este documento podemos enumerar las siguientes recomendaciones:

1. Recomendamos considerar un buen diseño e identificar los puntos críticos en el centro de datos para lograr monitorear y tener todo bajo control.
  
2. Tener en consideración las buenas prácticas de implementación indicadas por las ASHRAE para la sensorización de las salas de equipo y así conseguir información más fiable y poder tomar decisiones en base a las gráficas mostradas.

3. Se recomienda el monitoreo del datacenter con esta solución IoT pues nos ayuda al ahorro y a la eficiencia energética del centro de datos.
  
4. Para el crecimiento del datacenter de manera eficiente, fiable y escalable se recomienda mantener el monitoreo en tiempo real de todas las variables críticas que puedan ocasionar alguna eventualidad en el mismo y cuyas consecuencias sean drásticas.
  
5. Este software VCOM o VDC tienen múltiples aplicaciones que ayudan a un datacenter a mantener ordenado y seguro todo el equipamiento como por ejemplo: habilitar cerraduras de los racks, puede implementarse cámaras, entre otras cosas.
  
6. Lo que hace de los sistemas de información gerencial el tema más emocionante en los negocios es el cambio continuo de la tecnología, su uso administrativo, los modelos de negocios y el impacto en el éxito de las empresas. [8]

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] **ASHRAE TC 9.9**, Data Center Power Equipment Thermal Guidelines and Best Practices, [https://tc0909.ashraetcs.org/documents/ASHRAE\\_TC0909\\_Power\\_White\\_Paper\\_22\\_June\\_2016\\_REVISED.pdf](https://tc0909.ashraetcs.org/documents/ASHRAE_TC0909_Power_White_Paper_22_June_2016_REVISED.pdf), 2016.
- [2] **Mundo contact**, Consejos para efficientar el consumo de energía en un datacenter, <https://mundocontact.com/consejos-para-eficientar-en-consumo-de-energia-en-un-data-center/>, 2016.
- [3] **Datacenters de hoy**, Humedad correcta en un datacenter, <http://www.datacentershoy.com/2014/03/cual-es-la-humedad-correcta-de-un-data.html>, 2014.
- [4] **Datacenterdynamics**, Mission critical training, <https://www.datacenterdynamics.com/en/dcpro/>, 2020
- [5] **EATON**, Eaton Visual Capacity Optimization Manager (VCOM), Software para la infraestructura de un datacenter, <https://www.eaton.com/us/en-us/catalog/backup-power-ups-surge-it-power-distribution/eaton-visual-capacity-optimization-manager--vcom-.html>, 2019

- [6] **Kibana**, Tu ventana al elastic stack, Herramienta para crear gráficas extrayendo datos de VDC, <https://www.elastic.co/es/kibana/>, 2020
- [7] **Cisco System**, The internet of things Reference Model, White paper, <http://www.iotwf.com>, 2014
- [8] **Pearson**, Sistemas de información gerencial, Kenneth C. Laudon Jane P. Laudon, Decima cuarta edición, 2016.

## ANEXO 1

### GLOSARIO

**ASHRAE.-** Es una Sociedad Estadounidense de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado que brindan información de las buenas prácticas en lo que respecta a la refrigeración de los centros de datos.

**Crac.-** Así se los conoce a los aires acondicionados de precisión de los centros de datos.

**Datacenter.-** También llamado centro de datos o centro de procesamiento de datos, es un lugar donde se concentran equipos de TI, refrigeración, generadores y demás, que hace posible que los negocios operen 7x24x365.

**Dashboard.-** Es un tablero en donde a nivel gráfico se puede visualizar las principales variables/kpi's de un determinado proyecto para alcanzar el objetivo y la estrategia.

**FCC.-** Es una certificación que deben cumplir los equipos de telecomunicaciones para ser comercializados cumpliendo ciertos estándares.

**FHSS.-** Es una técnica de modulación en espectro ensanchado.



**Facility.-** Se refiere a los equipamientos de un centro de datos como UPS, generadores, tableros, aires acondicionados, entre otros.

**Herbeat.-** Una señal generada periódicamente por un hardware para indicar el normal funcionamiento del equipo.

**IaaS.-** Infraestructura como servicios, proporciona a los usuarios finales una infraestructura de TI a través del internet.

**IoT.-** Es una tecnología que usa sensores en todas las industrias con el objetivo de evidenciar el comportamiento y tomar acciones con sustento fehaciente.

**Kibana.-** Es una herramienta gratuita que ayuda a analizar la data para ser graficada y pueda crear valor.

**Kw.-** Así se conoce a la abreviatura de Kilovatios.

**Modbus.-** Es un protocolo de comunicación situado en los niveles 1,2 y 7 del modelo OSI,

**Noc.-** Es el centro de operación de la red donde existe personal monitoreando los servicios 7x24x365.

**Opex.-** Costos permanentes para el funcionamiento de un negocio, llamado también gastos operacionales.

**PaaS.-** Es una plataforma como servicio, basado en la nube y que brinda a desarrolladores crear app de forma rápida y rentable.

**PUE.-** Es la eficacia del uso de la energía, puede tomar un valor de 1 hasta el infinito, un 1.0 de valor significaría que se tiene el 100% de eficiencia.

**SaaS.-** Software como servicio, ofrece una solución basada en la nube que tiene un modelo de pago por uso.

**Snmp.-** Es un protocolo de administración de red, utilizado para administrar y monitorear dispositivos de red.

**Tier.-** Es el nivel de fiabilidad de un centro de datos, hay niveles del I al IV, entre mayor es el nivel, mayor es su fiabilidad.

**UPS.-** Permite mantener el equipamiento AC operativo en todo momento incluso cuando exista cortes de energía.

**VDC.-** Conocido como Visual Datacenter y ahora llamado VCOM, software para administrar el equipamiento de manera digital de un centro de datos.