

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE INDICADORES DE  
MANTENIMIENTO PARA OPTIMIZAR EL PROCESO DE  
OPERACIÓN EN UN DATA CENTER EN LA EMPRESA BCA”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional  
de:

Ingeniera Industrial

**Autor:**

Geraldine Paola Huaranca Chee

Asesor:

Ing. Erick Humberto Rabanal Chávez  
<https://orcid.org/0000-0002-1289-1221>

Lima - Perú

### **Dedicatoria**

Dedicado a mi madre Jacqueline Chee E. por su entrega, quien venció los miedos y se llenó de fortaleza, para convertirse en el mejor papá que podría tener.

### Agradecimiento

A Dios, quién siempre está presente

A mi esposo, por su gran apoyo e inspiración

A la empresa donde me permitieron desarrollarme profesionalmente.

### Tabla de contenidos

<b>Dedicatoria</b> .....	<b>2</b>
<b>Agradecimiento</b> .....	<b>3</b>
<b>Tabla de contenidos</b> .....	<b>4</b>
<b>Índice de Tablas</b> .....	<b>6</b>
<b>Índice de Figuras</b> .....	<b>7</b>
<b>índice de Ecuaciones</b> .....	<b>9</b>
<b>Resumen Ejecutivo</b> .....	<b>10</b>
<b>CAPÍTULO 1. Introducción</b> .....	<b>11</b>
1.1. Antecedentes de la empresa.....	13
1.1.1. <i>Misión.</i> .....	14
1.1.2. <i>Visión.</i> .....	14
1.1.3. <i>Valores.</i> .....	14
1.1.4. <i>Organigrama</i> .....	15
1.1.5. <i>Clientes</i> .....	16
1.1.6. <i>Actividades especializadas.</i> .....	18
1.2. Realidad Problemática.....	18
1.2.1. <i>Formulación del problema</i> .....	19
1.3. Justificación .....	20
1.4. Objetivos .....	21
1.4.1. <i>Objetivo general.</i> .....	21
1.4.2. <i>Objetivos específicos.</i> .....	21
<b>CAPÍTULO 2. Marco Teórico</b> .....	<b>22</b>
2.1. Antecedentes.....	22
2.1.1. <i>Antecedentes nacionales.</i> .....	22
2.1.2. <i>Antecedentes internacionales</i> .....	23
2.2. Base teórica.....	24
2.2.1. <i>Mantenimiento.</i> .....	24
2.2.2. <i>Árbol de fallas</i> .....	24
2.2.3. <i>Diagrama Causa y efecto</i> .....	25
2.2.4. <i>Indicadores de Mantenimiento</i> .....	26
2.2.5. <i>RCM</i> .....	28
2.2.6. <i>Índice de rotación de personal</i> .....	28
<b>CAPÍTULO 3. Descripción de la Experiencia</b> .....	<b>30</b>

3.1.	Fundamentos para solucionar el problema .....	31
3.1.1.	<i>Relacionado a cronograma de mantenimiento y control de actividades</i> .....	31
3.1.2.	<i>Relacionado a la capacidad humana</i> .....	32
3.1.3.	<i>Relacionado Seguridad y Salud en el Trabajo</i> .....	36
3.1.4.	<i>Relacionado al control de almacenes</i> .....	38
3.1.5.	<i>Relacionado al control de incidentes</i> .....	38
3.1.6.	<i>Relacionado a la gestión de disponibilidad</i> .....	40
3.1.7.	<i>Relacionado a la eficiencia del consumo eléctrico</i> .....	44
3.1.8.	<i>Relacionado a reuniones y acuerdos</i> .....	48
3.1.9.	<i>Esquema de informe mensual</i> .....	49
<b>CAPÍTULO 4. Resultados.....</b>		<b>51</b>
4.1.	Validación de la propuesta de solución .....	52
4.2.	Simulación de la propuesta de solución .....	54
4.2.1.	<i>Cronograma de mantenimiento preventivo</i> .....	54
4.2.2.	<i>Administración de actividades en la operación y mantenimiento</i> .....	55
4.2.3.	<i>Índice de rotación de personal</i> .....	58
4.2.4.	<i>Implementación de flujograma de reclutamiento de personal</i> .....	60
4.2.5.	<i>Capacitaciones</i> .....	61
4.2.6.	<i>Gestión de Seguridad y Salud en el trabajo</i> .....	62
4.2.7.	<i>Gestión de disponibilidad</i> .....	74
4.2.8.	<i>Gestión de energía</i> .....	75
4.2.9.	<i>Gestión de Cambios</i> .....	77
4.2.10.	<i>Gestión de incidentes</i> .....	82
4.2.11.	<i>Gestión de inventarios</i> .....	86
4.2.12.	<i>Registro de reuniones y acuerdos</i> .....	91
4.2.13.	<i>Gestión de reportes y comunicaciones</i> .....	95
4.2.14.	<i>Contenido de informe mensual de prestación del servicio</i> .....	99
<b>CAPÍTULO 5. Conclusiones y Recomendaciones .....</b>		<b>102</b>
5.1.	Conclusiones .....	102
5.2.	Recomendaciones .....	103
<b>CAPÍTULO 6. Referencias.....</b>		<b>104</b>
6.1.	Anexos .....	107

### Índice de Tablas

<i>Tabla 1. Penalidades de la empresa .....</i>	<i>30</i>
<i>Tabla 2. Riesgos en la operación y mantenimiento del Data Center .....</i>	<i>39</i>
<i>Tabla 3. Aplicación de Disponibilidad equipos críticos en el evento .....</i>	<i>44</i>
<i>Tabla 4. Primera fase para la implementación de RCM .....</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 5. Segunda fase para la implementación de RCM .....</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 6. Tercera fase para la implementación de RCM .....</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 7. Análisis de costos para aplicación de RCM .....</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 8. Cantidad de órdenes de trabajo (OT) por tipo de mantenimiento.....</i>	<i>56</i>
<i>Tabla 9. Cantidad de órdenes de trabajo (OT) por sistema .....</i>	<i>57</i>
<i>Tabla 10. Implementación de formato de rotación de personal .....</i>	<i>59</i>
<i>Tabla 11. Criterios de evaluación de desempeño del personal .....</i>	<i>61</i>

## Índice de Figuras

Figura 1. Organigrama general de la empresa BCA	15
Figura 2. Organigrama operacional Data Center – empresa BCA	16
Figura 3. Evolución del Mantenimiento a lo largo del tiempo	24
Figura 4. Símbolos usados en árbol de falla.	25
Figura 5. Diagrama Ishikawa, ejemplo en operación según confiabilidad de equipo mecánico	26
Figura 6. Administración y Operación. Categoría: Mantenimiento –( Up Time Institute, 2017)	31
Figura 7. Cronograma de mantenimiento	32
Figura 8. Rol de turnos de las guardias de trabajo.	33
Figura 9. Métricas de incentivo económico al personal	34
Figura 10. Proceso de reclutamiento e inducción de la empresa.	35
Figura 11. Cumplimiento de capacitaciones año 2015.	36
Figura 12. Formato para requerimiento de materiales	38
Figura 13. Infograma de incidentes 2015 de la empresa BCA	40
Figura 14. . Proceso de evaluación para logro de la disponibilidad.	40
Figura 15. Análisis causa - efecto –	43
Fuente: Elaboración propia.	43
Figura 16. Criterios para cálculo de disponibilidad.	43
Figura 17. Evolución del PUE anual.	45
Figura 18. Flujo de climatización 1-2 – Elaboración propia	46
Figura 19. Flujo de climatización 2-2 – Elaboración propia	47
Figura 20. Indicador de operación temperatura en salas de Cómputo	48
Figura 21. Formato de registro de reuniones	49
Figura 22. Esquema de presentación e información del servicio prestado al cliente.	50
Figura 23. Implementación de formato de cronograma de mantenimiento anual	55
Figura 24. Cantidad de OT reflejadas en el año 2015.	57
Figura 25. Cantidad de OT reflejadas en el año 2015, por tipo de sistema de mantenimiento.	58
Figura 26. Porcentaje de cantidad de OT	58
Figura 27. Porcentaje de rotación de personal	60
Figura 28. Implementación del proceso de reclutamiento e inducción de la empresa.	61
Figura 29. Implementación de criterios de evaluación	62
Figura 30. Implementación de formato de Matriz IPER 1-2	65
Figura 31. Implementación de formato de Matriz IPER 2-2	66
Figura 32. Implementación de Registro de accidentes de trabajo	68
Figura 33. Formato de registro de asistencia a capacitaciones de seguridad y salud en el trabajo	69
Figura 34. Registro de inspecciones internas sobre Seguridad y salud en el trabajo.	70
Figura 35. Implementación de formato de registro de enfermedades ocupacionales en seguridad y salud en el trabajo	71
Figura 36. Implementación de formato de registro de entrega de equipos de protección personal a los operarios del data center.	72
Figura 37. Implementación de formato de registro análisis de trabajo seguro (ATS)	73
Figura 38. Implementación de formato de matriz de riesgos	74
Figura 39. Criterios de evaluación PUE	75
Figura 40. implementación formato medición pue	77
Figura 41. Implementación flujograma de gestión de cambios.	79
Figura 42. Implementación de formato de solicitud de cambios 1-2.	80
Figura 43. Implementación de formato de solicitud de cambios 2-2.	81
Figura 44. Implementación de formato de Registro de cambios.	82
Figura 45. Flujograma de gestión de incidentes	84

<i>Figura 46. Implementación de bitácora para control de incidentes</i>	85
<i>Figura 47. Implementación de formato macro para elaboración diagrama Ishikawa</i>	85
<i>Figura 48. Implementación de diagrama Ishikawa</i>	86
<i>Figura 49. Implementación de formato para acciones a tomar</i>	86
<i>Figura 50. Implementación de flujograma de gestión de almacenes 1-3</i>	88
<i>Figura 51. Flujograma de gestión de almacenes 2-3</i>	89
<i>Figura 52. Flujograma de gestión de almacenes 3-3</i>	90
<i>Figura 53. Flujograma de requerimiento de materiales para mantenimiento</i>	90
<i>Figura 54. Implementación de Kardex de gestión de almacenes</i>	91
<i>Figura 55. Implementación de formato de requerimiento de materiales</i>	91
<i>Figura 56. Implementación de formato de agenda de reunión 1-2</i>	92
<i>Figura 57. Figura X. Formato de agenda de reunión 2-2</i>	93
<i>Figura 58. Implementación de formato de acta de reunión</i>	94
<i>Figura 59. Implementación de Plan de Comunicaciones Internas</i>	95
<i>Figura 60. Implementación de Plan de Comunicaciones Externa</i>	95
<i>Figura 61. Implementación de reporte SCADA</i>	97
<i>Figura 62. Implementación de reporte Técnico</i>	98
<i>Figura 63. Implementación nuevo esquema de reportes al cliente en informes mensuales 1-3</i>	99
<i>Figura 64. Implementación nuevo esquema de reportes al cliente en informes mensuales 2-3</i>	100
<i>Figura 65. Implementación nuevo esquema de reportes al cliente en informes mensuales 3-3</i>	101

### Índice de Ecuaciones

<i>Ecuación 1. Tiempo promedio entre fallas (MTBF).....</i>	<i>27</i>
<i>Ecuación 2. Tiempo promedio para la falla (MTTF) .....</i>	<i>27</i>
<i>Ecuación 3. Tiempo promedio para la reparación (MTTR).....</i>	<i>27</i>
<i>Ecuación 4. Disponibilidad Operativa (A) .....</i>	<i>27</i>
<i>Ecuación 5. Indicador de rotación del personal.....</i>	<i>29</i>
<i>Ecuación 6. Gestión del Mantenimiento basado en la confiabilidad.....</i>	<i>41</i>

## Resumen Ejecutivo

Este trabajo propone una propuesta de mejora en los indicadores de mantenimiento que se realiza en un Centro de Datos por parte de la empresa “BCA”, realiza en el Perú. Los procesos se analizaron en un Data Center con lineamientos según normativas de Tier III de Uptime Institute, quienes globalmente certifican las operaciones de los centros de datos para la confiabilidad y desempeño según los niveles de operación. Por ello el autor realizó la verificación de procesos que se consideran en la gestión de mantenimiento; permitiendo al autor conocer que las actividades que son críticos para la continuidad de la operación ininterrumpida

En el primer capítulo se desarrollará parte introductoria y antecedentes de la empresa en evaluación, en el capítulo 2 se desarrolla el marco teórico con los temas referentes a la operación y mantenimiento. En el capítulo 3 se mostrará la experiencia personal obtenida en la empresa, donde se describen y analizan las problemáticas de los procesos. Finalmente, en el capítulo 4 de los resultados se valida la propuesta de optimización con indicadores de gestión de mantenimiento.

Por lo mencionado el autor pudo concluir en la evaluación de la aplicación de la metodología RCM (Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad) donde permite conocer los beneficios, aplicación, costos y la optimización de los procesos, garantizando la operación del Centro de Datos.

## CAPÍTULO 1. Introducción

El centro de cómputo es una de las áreas más modernas en la actualidad. En la evolución de tecnologías nuestro entorno gira en una base de datos. Contamos con información de archivos, información tratada en proceso y a futuro; en general, toda una industria de información que es vital para la continuidad de nuestra sociedad. Toda esta información electrónica se torna a un flujo cuantitativo en la criticidad que contiene o procesa la información. Los Data Center (DC), integran un conjunto de gestiones y operaciones adecuadas, estandarizadas e integradas que permiten garantizar la continuidad del servicio. Mantenimiento significa conservar algo, la gestión del mantenimiento es un proceso dinámico y no estático, ya que los equipos las maquinas también envejecen y las tecnologías se actualizan de manera constante, es por ello que es importante estar a la vanguardia de los avances en herramientas que integren la optimización de los recursos.

Según un estudio de Emerson Network Power y el Ponemon Institute, en el año 2016, en un estudio realizado en Estados Unidos, el resultado de las encuestas en la muestra de 63 centros de cómputo, indican que se aumentó el costo total en promedio ascendió de \$5617 en el año 2010 a \$8851 en su último informe del año 2016, por lo que el estudio de energía de red de Emerson indica que las interrupciones no planificadas del centro de datos cuestan a las empresas casi \$ 9,000 por minuto.

El presente trabajo está enfocado en poder realizar una propuesta con base a los indicadores de mantenimiento que permita identificar y evitar los fallos en el proceso, a fin de mitigar y garantizar los riesgos en la operatividad.

La herramienta RCM tiene una gran variedad de áreas donde ha tenido éxito a lo largo de la historia, dando inicio en el área naval desde los años 60, hasta la actualidad con manufactura,

minería, siderúrgica, tratamiento de desechos, producción de gas, transmisión y distribución eléctrica y recientemente aplicándolo a tránsito masivo en ciudades (Reyes, 2017).

Como afirma Reyes y Campbell (2016), RCM es un sabio elección para la industria porque sirve de manera sostenible a lo que hoy se conoce como el “resultado final triple” para el éxito, en las personas como, responsabilidad social; en el planeta, como administración ambiental; y en beneficio, basado en la prosperidad económica.

El RCM aplicado al proceso de mantenimiento del Data Center determinará lo que debe ejecutarse a fin de asegurar la operatividad de los equipos y operación.

## 1.1. Antecedentes de la empresa

La empresa, cuenta con más de 40 años en el mercado en los sectores de telecomunicación, minería y Data Centers en infraestructura y mantenimientos. En nuestra amplia trayectoria y en conjunto con nuestros socios estratégicos en las diferentes tecnologías que representamos hemos formado profesionales certificados y que generan alto valor en las propuestas de solución que el mercado exige desde la concepción, diseño y desarrollo de proyectos llave en mano, así como también en los servicios de mantenimiento y operación de infraestructura crítica.

La empresa deriva de un grupo, donde se divide en la parte comercial con base en los proyectos con una planta metalmecánica y el área de operación y servicios, según los requerimientos de cada cliente.

Para el caso de Data Center, ha tenido participación en los rubros de telecomunicaciones, finanzas y minería, desde su diseño, construcción y operación; incluyendo, además, servicios especializados como tableros de transferencia cerrada, cableado estructurado y servicios de suministro de infraestructura crítica que va desde HVAC, energía estabilizada y de contingencia.

Cuentan con la mayor experiencia en Perú, realizando Operación y Mantenimiento de los dos centros de cómputo de mayor envergadura (900 KW en configuración 2N y de 1200 KW en configuración en 2N).

El personal cuenta con capacitaciones y certificaciones para la Operación y Mantenimiento de casi el 100% de los facilities de ambos centros de cómputo.

### **1.1.1. Misión.**

Brindar servicios de implementación y mantenimiento a sitios de misión crítica para asegurar la continuidad operativa de nuestros Clientes, siendo la empresa peruana de mayor experiencia cuyo activo principal es el equipo humano de trabajo de vasta experiencia y los sistemas de formación continua (La empresa)

### **1.1.2. Visión.**

Constituirnos en la empresa peruana más importante del mercado de infraestructura de Data Centers participando en los siguientes servicios:

- Operación y Mantenimiento
- Construcción
- Supervisión
- Asesorías y Pruebas
- Diseño
- (La empresa).

### **1.1.3. Valores.**

- Innovación y Superación
- Trabajo en equipo y Respeto
- Disciplina y Excelencia

### 1.1.4. Organigrama.

La empresa cuenta con su organigrama (Matricial), el cual permite que el personal de Operación y Mantenimiento tenga contacto constante con los miembros de otras áreas funcionales. La colaboración entre las áreas funcionales y de línea de negocio permitirá al equipo de operación y mantenimiento estar integrados para brindar una mejor satisfacción en el servicio al cliente.

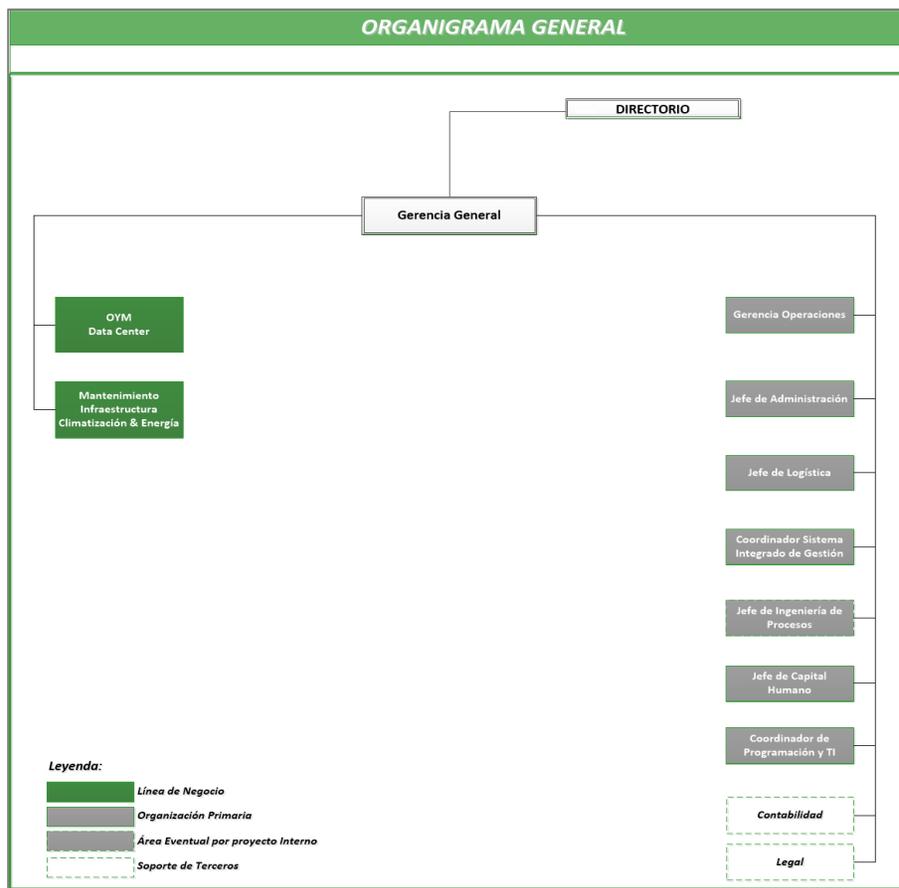


Figura 1. Organigrama general de la empresa BCA

Fuente: Manual de Organización y Funciones (MOF) 2017 empresa BCA.

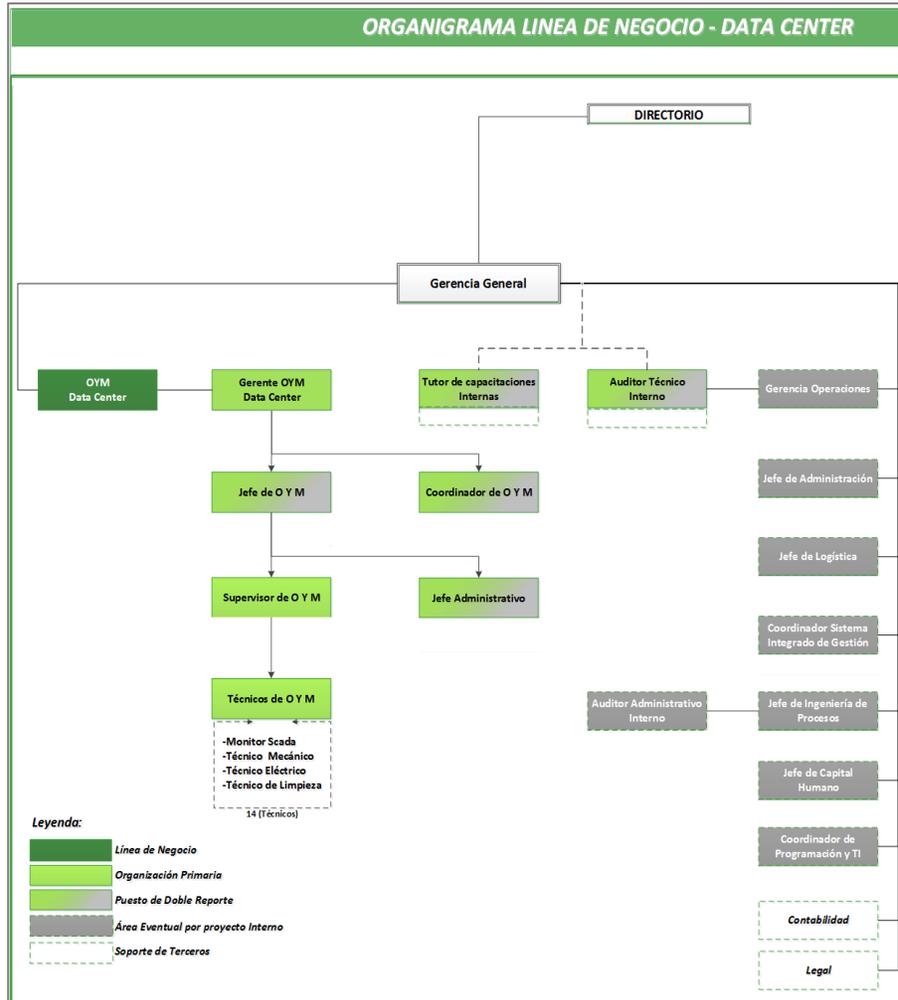


Figura 2. Organigrama operacional Data Center – empresa BCA  
 Fuente: Manual de Organización y Funciones (MOF) 2017 empresa BCA

### 1.1.5. Clientes.

- Telefónica
- Entel
- Telxius
- Claro
- Consorcio Internacional Wayra

- Consorcio Constructor Muna
- Técnicas reunidas
- Chacongesa
- Petroperú
- Southern Copper
- Interbank
- BBVA Banco Continental
- Banco de Credito del Peru
- Banco Pichincha
- Luz del Sur
- Schneider Electric
- Cencosud
- Siemens
- Antamina
- Newmont
- Las Bambas
- Compañía minera Raura
- Poderosa
- Minera Chinalco Peru
- Aspersur
- IBT
- Azteca

### 1.1.6. Actividades especializadas.

- Telecomunicaciones
- Salud
- Minería
- Data Centers
- Construcción
- Servicios

### 1.2. Realidad Problemática

En el servicio de “Operación y Mantenimiento” que realiza la empresa, en el Data Center, en el año 2015 presentó un evento de corte de energía, los equipos de AA (aire acondicionado), luego de un mantenimiento preventivo a los equipos de climatización, por un error humano, se dejaron a modo manual y no encendieron según la frecuencia que requerían; esto llevo a que, la temperatura comenzó a incrementar llegando a 40° C. Si bien es cierto esta incidencia no afecto a la operatividad del Data Center en general, definitivamente esto afecta en el tiempo de vida de los servidores que alberga de centro de datos considerando un riesgo en la operación.

De igual manera, en un evento presentado en el año 2016 en el Data Center, ante una baja tensión del suministro eléctrico, el tablero de transferencia, habilito el funcionamiento de los grupos para sostener la operación, al verificar el funcionamiento de los generadores se detecta que se requiere realizar un mantenimiento correctivo de urgencia, se procede a mantener encendido el generador redundante y se programa para el apagado del equipo a intervenir. En ese momento se inicia una falla en ambos grupos electrógenos. quedando fuera de funcionamiento y el centro de cómputo en respaldo absoluto del banco de baterías, al ser crítica la alimentación de las baterías, solo distribuye energía a los equipos de prioridad. Es cuando inicia a elevarse la

temperatura por al no tener suministro eléctrico para los equipos de aire. El evento se presentó aproximadamente 20 minutos

El Data Center del servicio se encuentra con una clasificación Tier III. El Tier proporciona los comportamientos y riesgos intrínsecos recomendados para lograr un mejor desempeño y maximizar la inversión de infraestructura. Los Tier describen de manera coherente la infraestructura de un sitio que se necesita para sostener las operaciones de un centro de datos con base a la continuidad operativa de sus equipos, en este caso, se compone por equipos de agua helada, condensadores, evaporadores, inyectores, extractores, etc. Si bien es cierto, la empresa se rige a los procesos referenciales de las normas Uptime Institute, como BICSI y ASRAE, pero no existe una guía de gestión de mantenimiento que rijan cada proceso en infraestructuras de alta criticidad informática; es por ello, que la mayor parte de la gestión que realizan las empresas prestadoras de servicios, se basan a procesos de infraestructuras administrativas. De igual importancia, es el análisis del equipo humano quienes operan las maquinarias.

Ante lo mencionado anteriormente es notable que el problema en la optimización del mantenimiento, en el sistema de climatización para evitar caídas de la operación, no solo se centra en la operación de los equipos, sino que intervienen factores que también se involucran en la operación y se debe determinar cuáles serían los más impactantes y cuáles podemos controlar, desde la parte administrativa, logística, proveedores, capital humano, capacitaciones, entre otros.

### **1.2.1. Formulación del problema.**

#### ***1.2.1.1. Problema general.***

¿Cuál es el impacto de la propuesta de implementación de indicadores de mantenimiento para optimizar el proceso de operación en un Data Center en la empresa BCA?

### *1.2.1.2. Problemas específicos.*

- ¿Son adecuados los procesos que se realizan actualmente en el Data Center?
- ¿Cuáles serían los indicadores de gestión de mantenimiento para evitar riesgos y fallas en la operación?
- ¿De qué manera sería recomendable realizar los mantenimientos?

### **1.3. Justificación**

Ante una caída de la operación del Data Center, nuestro cliente puede tener pérdidas de hasta \$9,000 por minuto; con ello, la empresa, recibe penalidades contractuales y comerciales.

Determinando los puntos que involucran las posibles fallas, podremos determinar mejores procesos, siguiendo los parámetros contractuales y así poder mantener nuestros parámetros dentro de lo requerido; de esta manera, al no presentar fallas significativas en la operación no llegaría a generar costos por penalidades.

Con la aplicación del RCM lograríamos disponibilidad y confiabilidad de la planta, mayor seguridad en la operación, mejor calidad del servicio, ningún daño al medio ambiente, mejoramiento de la vida útil de los equipos y mayor costo - eficacia Según (Moubray, J., 2000) de esta manera justificamos el correcto mantenimiento de los equipos de climatización, se evitan los riesgos de fallos, posibles caídas de la operación y reducción de recursos del Data Center; por ello en este estudio, evaluaremos todos los procesos involucrados a la gestión y climatización, nos permitirá conocer la gestión humana, para la operatividad de los equipos y cuáles serían los cuellos de botella en los trabajadores o si cuentan con el perfil adecuado para poder realizar las funciones que corresponden a un Data Center.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general.**

Realizar una propuesta de implementación de indicadores de mantenimiento para optimizar el proceso de operación en un Data Center en la empresa BCA

### **1.4.2. Objetivos específicos.**

- Identificar los procesos no adecuados o a mejorar
- Determinar indicadores de aplicación para medición de posibles fallas y control de gestión de mantenimiento
- Diseñar y elaborar nuevos procesos de gestión según las normativas Uptime Institute

## CAPÍTULO 2. Marco Teórico

### 2.1. Antecedentes

#### 2.1.1. Antecedentes nacionales.

Mahauad (2010), en su tesis nos muestra es importante realizar un análisis, para poder diseñar correctamente un Centro de Datos con factores como disponibilidad, escalabilidad, seguridad, manejabilidad y desempeño, son muy importantes para la preservación y por ello deberán definirse. De igual modo nos permite tomar en cuenta que la seguridad en los accesos también es considerada de alto riesgo para la operación; puesto que, existen muchos factores en los cuales una persona no capacitada en Centros de Datos, ocasionaría mayores riesgos en manipulación en la zona industrial que se maneja en el Centro de datos.

Castillo y, Raquel (2011). La presente tesis consiste en brindar una metodología de diseño de infraestructura de telecomunicaciones para la implementación de un centro de datos en el local de una empresa que ha establecido su planta de producción en nuestro país. Nos permite conocer las el desempeño del cliente de nuestro cliente y los cuidados por los que los cuales el Data Center requiere su funcionamiento permanente, ya que el diseño que empleado en este estudio se centrará en el sistema de cableado estructurado y de puesta a tierra para telecomunicaciones.

Espinoza y lobaton (2014). La investigación propone una estrategia para la implementación de virtualización en el centro de cómputo de la oficina de tecnología de información del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Con la virtualización de equipos físicos se logra la reducción de costos en rubros como el mantenimiento, energía, espacio físico y personal necesario para la administración del equipo. En su conjunto las reducciones producen ahorros muy atractivos para las empresas o instituciones que buscan la optimización de sus recursos,

pero manteniendo o incrementando el nivel de los servicios de tecnologías de la información existentes.

Zavala, J & Ormeño, C. (2017) En su tesis evalúan los procesos de mantenimiento para presentar una propuesta de mejora en un Centro de Datos en una entidad financiera, en donde plantean metodologías como TCM y TPM.

Nogueira. (2013). Los Data Center se han convertido en los lugares más utilizados para el almacenamiento de información importante pues, sean propios o tercerizados, proveen servicios que facilitan al cliente el mantener la información segura y disponible constantemente. Sin embargo, no se cuenta con un mecanismo que permita a los clientes asegurar que su información es almacenada de la mejor manera.

## **2.1.2. Antecedentes internacionales**

Cabrera y Espín (2018). Muestra que aplicando un mantenimiento basado en la confiabilidad permite mejorar los costos, vida del equipo como evitar las paradas de la planta en su funcionamiento total. Aplican el RCM basándose en el análisis y riesgo de fallos con un inventario general de toda la empresa, generando un historial clínico para cada activo de la empresa.

Barreiro (2013). Indica que la confiabilidad de las operaciones en una gestión de operación y mantenimiento de un Data Center se encuentra basado primordialmente a la disponibilidad de la operación.

Villalobos y Parra (2022). Aplican el RCM con el fin de poder identificar la función y/o equipos más críticos de los sistemas su empresa de estudio. Con ellas establecen una propuesta para poder desarrollar adecuadamente sus rutinas de mantenimiento.

## 2.2. Base teórica

### 2.2.1. Mantenimiento.

El mantenimiento en una función de mantener, preservar y garantizar la operación continua y efectiva de instalaciones, instrumentos o establecimientos. Se caracteriza porque es el desarrollo de un servicio en favor de producción. “Asegurar que los activos físicos continúen haciendo lo que sus usuarios quieren que hagan” (Moubray, 2000, p. 7).

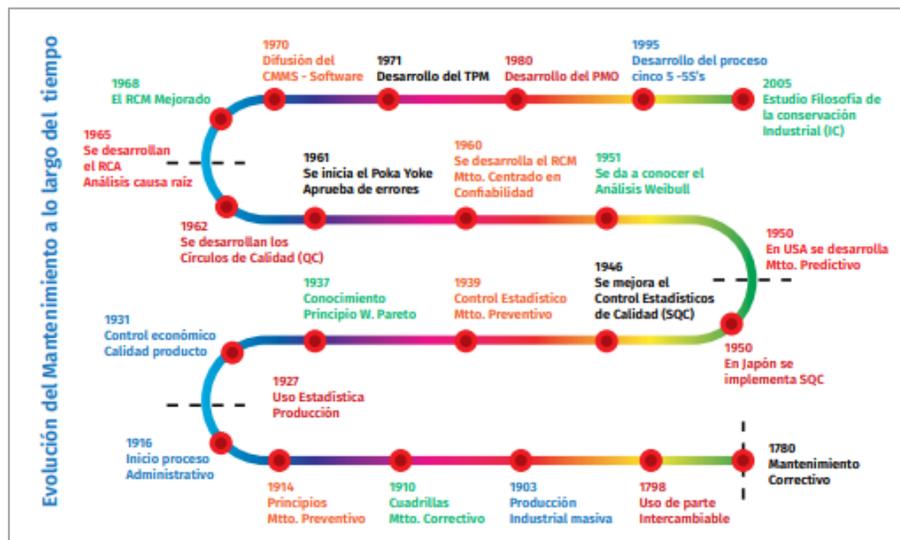


Figura 3. Evolución del Mantenimiento a lo largo del tiempo

Fuente: (Pérez, 2021)

### 2.2.2. Árbol de fallas

Método de mantenimiento usado para análisis de confiabilidad. Permite determinar varias combinaciones de fallas en un proceso, evaluar sus causas y sus efectos, de esta manera disminuir riesgos que pueden desencadenar a sucesos no deseados.

“Puede ir desde un boceto simple hasta un diagrama complejo o un programa de computación para obtener una solución numérica. En una forma u otra, el árbol de fallas es útil para solucionar problemas a cualquier nivel desde un componente hasta el sistema completo de la maquinaria.”. Tecsup (2017).

Primero se debe detectar cual es el evento raíz, para que los sucesos consiguientes sean considerados ramificaciones con referencia al evento principal. Existen 4 posibles causas a considerar:

- Error de encendido, el dispositivo no recibió la fuente para el encendido.
- El equipo ha presentado una falla
- Error causado por la operación humana
- Error presentado por factores externos al funcionamiento del equipo

Símbolo	Nombre	Descripción
	Rectángulo	Evento de falla, usualmente es resultado de otros eventos
	Círculo	Evento de falla primario, independiente
	Diamante	Evento de falla cuyas causas no han sido desarrolladas
	Casa	Evento básico, no es un evento de falla
	OR	El evento de salida ocurre si uno o mas de los eventos entrada ocurre
	AND	El evento salida ocurre si y solo si todos los eventos entrada ocurren
	INHIBIT	El evento salida ocurre cuando X ocurre y la condición A se presenta
	Triángulo-IN	Representa una rama del árbol desarrollado en otro lado
	Triángulo-OUT	El árbol A es una rama de un árbol desarrollado en otro lado

Figura 4. Símbolos usados en árbol de falla.

Fuente: Tecsup (2017)

### 2.2.3. Diagrama Causa y efecto

Kaoru Ishikawa, diagrama de espina de pescado, es una herramienta que organiza una lluvia de ideas a fin de identifica los sucesos causales de los problemas y poder encontrar la solución. Es un método gráfico y ramificado de causas y efectos, clasificando relaciones de las posibles fallas.

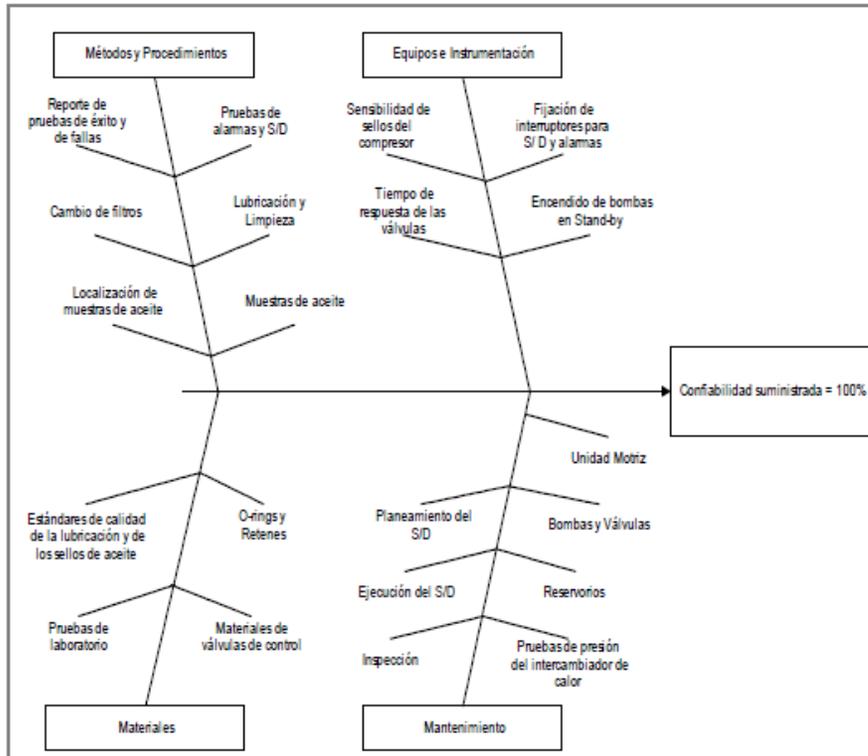


Figura 5. Diagrama Ishikawa, ejemplo en operación según confiabilidad de equipo mecánico Fuente Tecsup (2017).

#### 2.2.4. Indicadores de Mantenimiento

En el informe de Tecsup (2017), en sus teorías sobre Planificación y programación del mantenimiento, nos menciona como indicadores indispensables para una buena gestión de mantenimiento, los siguientes indicadores de gestión

- Tiempo promedio entre fallas (MTBF), donde el tiempo de reparación influye al tiempo de operación

Propuesta de implementación de indicadores de mantenimiento para optimizar el proceso de operación en un data center en la empresa BCA

**Tiempo promedio entre fallas (MTBF)**  
*(Mean Time Between Failure)*

$$MTBF = \frac{N^{\circ} \text{ de horas de operación}}{N^{\circ} \text{ de paradas correctivas}}$$

Ecuación 1. Tiempo promedio entre fallas (MTBF)

- Tiempo promedio para la falla (MTTF), donde el tiempo de reparación no influye al tiempo de operación

**Tiempo promedio para la falla (MTTF)**

$$MTTF = \frac{N^{\circ} \text{ de horas de operación}}{N^{\circ} \text{ de fallas}}$$

Ecuación 2. Tiempo promedio para la falla (MTTF)

- Tiempo promedio para reparación (MTTR)

**Tiempo promedio para reparación (MTTR)**  
*(Mean Time To Repair)*

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo total de reparaciones correctivas}}{N^{\circ} \text{ de reparaciones correctivas}}$$

Ecuación 3. Tiempo promedio para la reparación (MTTR)

- Disponibilidad operativa (A), porcentaje de operatividad del equipo en un cierto tiempo prolongado. Es la probabilidad que se tiene para poder realizar reparaciones en cualquier momento sin afectar el funcionamiento. La disponibilidad debe ser mayor a 90%.

**Disponibilidad (A)**  
*(Availability)*

También se le conoce como disponibilidad operativa (A<sub>o</sub>)

$$A = \frac{HL - PP - PR}{HL}$$

HL = Horas laborables de la empresa, donde se excluyen domingos y feriados.

PP = Paradas programadas para mantenimiento proactivo, también se incluyen las reparaciones programadas u *overhauls*.

PR = Paradas por mantenimiento reactivo (no programadas).

Ecuación 4. Disponibilidad Operativa (A)

### 2.2.5. RCM

RCM es un proceso de mantenimiento con el fin de conocer lo que debe realizarse para asegurar que cualquier bien continúe realizando cualquier cosa que sus usuarios requieran sin interrumpir su operatividad.

Con el RCM se logra tener alta confiabilidad y disponibilidad de la planta

- Elevada seguridad
- Mejor calidad del producto
- No daños al medio ambiente
- Larga vida del equipo
- Elevada efectividad de costos (Tecsup, 2010)

### 2.2.6. Índice de rotación de personal

El índice de rotación es la relación del número de trabajadores que se contratan y se desvinculan en la empresa en cierto periodo de tiempo. El índice de rotación del personal (IRP) se expresa en términos porcentuales. (Castillo 2016)

Donde:

A: Cantidad de personas contratadas en el periodo evaluado

D: Cantidad de personas cesadas

F1: Cantidad de trabajadores al inicio del periodo evaluado

F2: Cantidad de trabajadores al finalizar el periodo evaluado

$$IRP = \frac{\frac{A + D}{2} \times 100}{\frac{F1 + F2}{2}}$$

*Ecuación 5. Indicador de rotación del personal.*

Fuente (Castillo 2016)

### CAPÍTULO 3. Descripción de la Experiencia

Ingresé en el 2011 a esta empresa desempeñándome en el área administrativa, se me designo al área de Data Center desde el año 2015 como jefe administrativo, donde desempeñaba el control administrativo de las actividades de “Operación y Mantenimiento” de la infraestructura del cliente de la empresa. Se cuenta con personal operativo 24/7 para garantizar el alto nivel de confiabilidad y disponibilidad de las instalaciones garantizan la continuidad de las operaciones de los Centros de Cómputo. En este sentido, busca que dichas características de sus Centros de Cómputo se mantengan en el tiempo con un adecuado Servicio de operación y mantenimiento para sus Instalaciones.

El mantenimiento es crítico para poder cumplir con los objetivos de la operación, permiten mantener los equipos en condiciones correctas, se antepone a posibles fallos y también amplían su operatividad a largo plazo.

Bajo los lineamientos contractuales en el servicio de Operación y Mantenimiento del Data Center, se considera las penalidades económicas frente a una falla, esto se cuantifica a P.U (1PU = Pago mensual \* 1/10), aplicándose de la siguiente manera:

Tabla 1.  
*Penalidades de la empresa*

Evento	Duración	Monto de penalidad
Fuera de servicio de la totalidad del Centro de Cómputo	Mayor a 1 hora	10 * PU más amonestación severa
Fuera de servicio de la totalidad del Centro de Cómputo	De 0 a 1 hora	5*PU más amonestación
Fuera de servicio de más de un rack del Centro de Cómputo	De 0 a más horas	2.5 *PU
Fuera de servicio parcial o total de un rack del Centro de Cómputo	De 0 a más horas	1.5* PU

Las penalidades se aplican según los acuerdos contractuales entre la empresa y su cliente en la gestión de mantenimiento del Data Center.

### 3.1. Fundamentos para solucionar el problema

En la figura 6, se muestra las consideraciones en la administración del servicio de Operación y Mantenimiento, que Uptime Institute especifica como requerimientos según las TIER del Data Center a evaluar según su grado de disponibilidad operativa. En este caso se presenta una infraestructura en Tier III.

Categoría: Mantenimiento		Aplicable para el Tier			
Componente	Funcionamiento	I	II	III	IV
Sistema de Administración del Mantenimiento	1. Un sistema de administración del mantenimiento efectivo (maintenance management system, MMS) en papel o computarizado) para seguir el estado de todas las actividades de mantenimiento; disponibles y en uso	✓	✓	✓	✓
	2. Mantener una lista de los equipos instalados (marca, modelo, año de fabricación, año de instalación, especificaciones operativas, información sobre la garantía, etc.)		✓	✓	✓
	3. Herramientas y partes para seguir el PM			✓	✓
	4. Mantiene datos de rendimiento/tendencias: equipo, historial de las actividades de mantenimiento, los requerimientos de calibración y una lista de los repuestos y puntos de reordenamientos críticos			✓	✓

Figura 6. Administración y Operación. Categoría: Mantenimiento –( Up Time Institute, 2017)

#### 3.1.1. Relacionado a cronograma de mantenimiento y control de actividades

Actualmente la empresa se asemeja mucho a lo que las normativas indican en la figura 7. Se utiliza un programa de IBM, donde según la lista completa de activos, especifica cada equipo con la descripción de modelo, sistema al que pertenece, fecha de fabricación, calibración, etc. Con el fin de generar un cronograma de mantenimiento anual para cada equipo. Se emplean niveles de mantenimiento, que van de nivel A (limpieza externa de polvo), nivel B (requiere redundancia del equipo para apertura e intervención y toma de parámetros) y nivel C (apagado del equipo para cambio de componentes). Cada mantenimiento es registrado mediante OTs (Órdenes de trabajo) que permiten contar con las herramientas necesarias para poder describir y generar un historial y una tendencia. En la empresa se cuenta con un listado de todas las actividades que contractualmente se deben realizar, el cual día a día por parte del jefe de operaciones, brinda a los operadores ejecutar el mantenimiento, esto conlleva a la generación de los órdenes de trabajo, luego de haberlas ejecutado, lo cual es un proceso poco productivo.

# Propuesta de implementación de indicadores de mantenimiento para optimizar el proceso de operación en un data center en la empresa BCA

El cronograma de mantenimiento preventivo a realizarse, es un esquema simple, donde se agrega el tiempo de horas que toma cada actividad y de esta manera reflejar las horas hombre que se empleaban. Este mismo formato se utilizaba mes a mes variando manualmente según cumplimiento como se refleja en la figura 7.

Cronograma de Mantenimiento						
LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
			Check List Medida de KWH y PUE Reseteo de Power Logic y TVSS Mito nivel A TSGMT-A Mito nivel A TSGMT-B 8	Check List Mito nivel B - UPP 1B Mito nivel B - UPP 2B Mito nivel A TSGMT-P 10	Check List Mito nivel B - UPP 3B Mito Predictivo Bombas 2B, 3A Mito nivel B - UPP 1A Mito nivel A sala UPS A Limpieza PT Sala UPS RA 14	Check List Mito nivel B - UPP 2A Mito nivel B - UPP 3A Mito nivel A sala UPS B Limpieza PT Sala UPS RB 12
Check List Mito nivel B - UPP 7A Mito nivel B - UPP 8A Mito nivel A sala UPS P Mantto PT Sala UPS P 12	Check List Mito nivel B - UPP 9A Mito nivel B - UPP 7B Limp. de filtros de sala de GE 12	Check List Mito nivel B - UPP 8B Mito nivel B - UPP 9B Mito nivel B - UMA 1A 12	Check List Mito nivel B - UPP 13B Mito nivel A - UMA 2A Mito nivel B - UMA 2B 10	Check List Mito nivel B - UPP 13A Mito nivel A - UMA 1B Mito nivel B - UPP 14B 10	Check List Mito nivel B - UPP 14A Mito nivel A - UMA 3A Mito Predictivo Bombas 8	Check List Mito nB Chiller 1A Mito nivel A - String Sala 03 Mito nivel A - String Sala 01 14
Check List Mito nivel B - UPP 15B Mito nivel B - MT 2B Mito nivel A - UMA 4A 10	Check List Mito nivel B - UPP 15A Mito nivel A - MT 2A Mito nivel B IV 03, IV 04, IV 05 10	Check List Mantto Nivel A string - Sala 02 (Inc BK-Ay) Mito nivel B UMAH 1A Mito nivel B UMAH 1B 10	Check List Mito nivel A - Sala G.E. Mito nivel B - CCMAA-A Mito nivel B - CCMAA-B 10	Check List Mito nivel B VFD Ramal A y B - Tableros UP Engr de manub de Patio de Humi Mito nivel B - MT 1A 10	Check List Mito Predictivo Bomba Limpieza de racks Sala 1 Mantto PT Sala 1 6	Check List Mito B Humidificador 1H01A Limpieza de Racks Sala 3 Mantto PT Sala 3 8
Check List Mito B Humidificador 2H01A Limpieza de racks Sala 2 Mito N - UPP's Sala 3 RA y RB Mantto PT Sala 02 10	Check List Mito B Humidificador 2H01B Limpieza de Rack's Sala 05 Mito A - Inrow's Sala 5 8	Check List Mito B Humidificador 1H01B Mito nivel A sala de Tableros Mito nivel A TSTTC-1 8	Check List Mito nivel A sala G.E. Mantto Nivel A Islas Mantenimiento Luces Emerg 10	Check List Mito nivel B IV 01 (MT) Mito nivel A - MT 1B TOMA DE CARGAS de PDU's 8	Check List Mito nivel B Iny / Extrac PM Limp de filtros de Iny de MT Mito Predictivo Bombas 10	Check List Mito nB Chiller 2A Mito B Equipo de AA TGMT Mito nivel A TGMT 16
Check List Mant. Montacarga Mito nivel B Extrac Baño Sala SCADA Mito nivel B Extrac Baño Centro Ctrl 10	Check List Mito nivel A de Carrito elevador Mito nivel A de Andamio Mito nivel A de sever lift 6	Check List Recuperacion trabajos desfasados 6	Check List Recuperacion trabajos desfasados 6	Check List Recuperacion trabajos desfasados ENERGIA 2	Check List Recuperacion trabajos desfasados Mito Predictivo Bombas 2	

Figura 7. Cronograma de mantenimiento

### 3.1.2. Relacionado a la capacidad humana

En este punto, tomamos en cuenta que en el Perú no se cuenta con mucha formación específica referente a operarios en centros de cómputo, los equipos informáticos si bien es cierto que son de un sistema general como un aire acondicionado en la parte mecánica, o un generador de energía hasta a un tablero eléctrico; al encontrarse en un área crítica de servidores de tecnología de información, el tratamiento de los mismos cambia al momento de realizar el mantenimiento requerido a comparación de realizarlo en un área común. Es por ello que la empresa debe invertir

## Propuesta de implementación de indicadores de mantenimiento para optimizar el proceso de operación en un data center en la empresa BCA

en constantes capacitaciones y entrenamiento al personal, y con ello resguardar el índice de rotación del personal, ya que este personal entrenado en la empresa puede ser reclutado con facilidad en otras empresas por los conocimientos que se obtuvieron en el tiempo de permanencia en la empresa. El personal operativo empleado para la operación y mantenimiento del Data center que la empresa realiza consta de tres guardias conformadas de un operador SCADA, quien monitorea y controla los parámetros, un técnico mecánico y un técnico electricista; los cuales, cada guardia realiza su rutina de trabajo como lo indica en la figura 8, cinco días en turno mañana (7:00 a 15:00), cinco días turno tarde (15:00 a 22:00) y cinco días del turno noche de (22:00 a 7:00). Los turnos son rotativos, culminando el turno noche, descansa 5, para retornar nuevamente a la rutina, cumpliendo así el régimen de operación 24/7. Bajo este esquema, se observa la problemática de cumplimiento con las guardias de trabajo, ya que, al presentarse alguna ausencia de uno de los trabajadores, afectaba a la operación, donde un técnico debería reemplazarlo. Uno de los incentivos que la empresa ofrece a su personal es un bono económico basado en alcance de objetivos (figura 9), donde busca poder comprometer al personal a la operación.

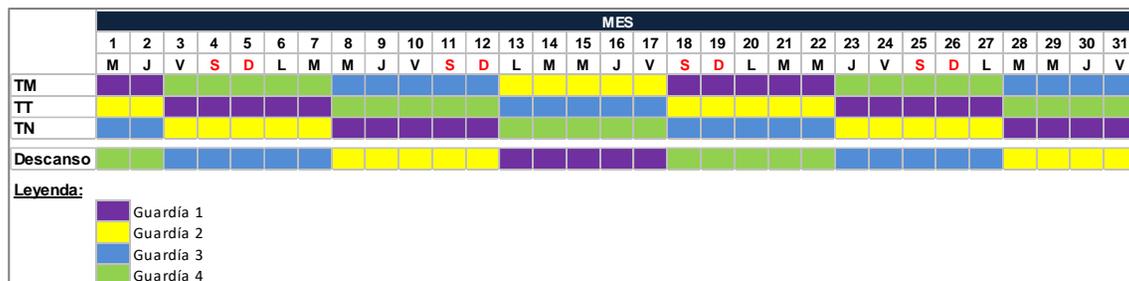


Figura 8. Rol de turnos de las guardias de trabajo.

Fuente. La empresa.

## Propuesta de implementación de indicadores de mantenimiento para optimizar el proceso de operación en un data center en la empresa BCA

	MEDIDA	MÉTRICAS	PESO	MONTO (S/)	
1	CERO INCIDENTES	En el mes no se genere ningún incidente por parte de las 3 guardias	25%	S/.	43.75
		Si las guardias tuviesen algún descuido en la operación que el supervisor, jefe y/o cliente reconozcan como un incidente, automáticamente se computa nulo. Esto aplica para todas las guardias. Basta que ocurra un incidente y se computará nulo el pago para todos.	0%	S/.	-
2	DISPONIBILIDAD	El colaborador cumple con la disponibilidad de 24x7 en todo momento, incluso en los días de descanso, siempre que haya coordinado y programado su asistencia con el jefe de OyM. Si incumple una sola vez se tomará en cuenta como nulo este monto.	25%	S/.	43.75
		El colaborador no cumple con la disponibilidad de 24x7, aún cuando se encuentra en sus días de descanso, siempre que haya coordinado su apoyo con el jefe de OyM.	0%	S/.	-
3	PUNTUALIDAD	El colaborador llega puntual durante el mes, todos los días según el turno que le correspondiese.	15%	S/.	26.25
		El colaborador llega tarde 1 vez en el mes.	7.5%	S/.	13.13
		El colaborador acumula 2 tardanzas en el mes.	0%	S/.	-
4	COMPARTIR CONOCIMIENTO *	El colaborador realiza 2 capacitaciones al mes para sus compañeros de un tema de su especialidad, relacionado con la operación. (Max 45 minutos con diapositivas).	20%	S/.	35.00
		El colaborador realiza 1 capacitación al mes para sus compañeros de un tema de su especialidad relativo a la operación. (Max 45 minutos con diapositivas).	10%	S/.	17.50
		El colaborador no realiza ninguna capacitación	0%	S/.	-
5	REPORTES	<u>El reporte se realiza en el turno.</u> 0 <= N° de observaciones por mala elaboración <= 3	15%	S/.	26.25
		<u>El reporte se realiza en el turno.</u> 3 <= N° de observaciones por mala elaboración < 6	7.50%	S/.	13.13
		<u>El reporte se realiza en el turno.</u> N° de observaciones por mala elaboración >= 6	0%	S/.	-

**NOTA:**  
Esta métrica se aplica para el bono de S/ 175 que se va a entregar a los colaboradores quienes cumplan con los puntos establecidos  
\* Para este punto coordinar con el supervisor y/o jefe para habilitar el proyector, la laptop y algunos otros materiales que van a necesitar

Figura 9. Métricas de incentivo económico al personal

Fuente: La empresa.

Se puede observar que la empresa no cuenta con un esquema de sostenibilidad en el tiempo donde, el proceso de selección de un personal nuevo corresponde a gerencia general, además de ello, no cuentan con los conocimientos necesarios en técnicas de recursos humanos. Por lo mencionado, es necesario contar con un plan de reclutamiento de personal a corto y mediano

plazo por parte de un área especializada o designada a ello, donde pueda fortalecer la verificación de antecedentes y referencias del personal que se designa específicamente al centro de cómputo.

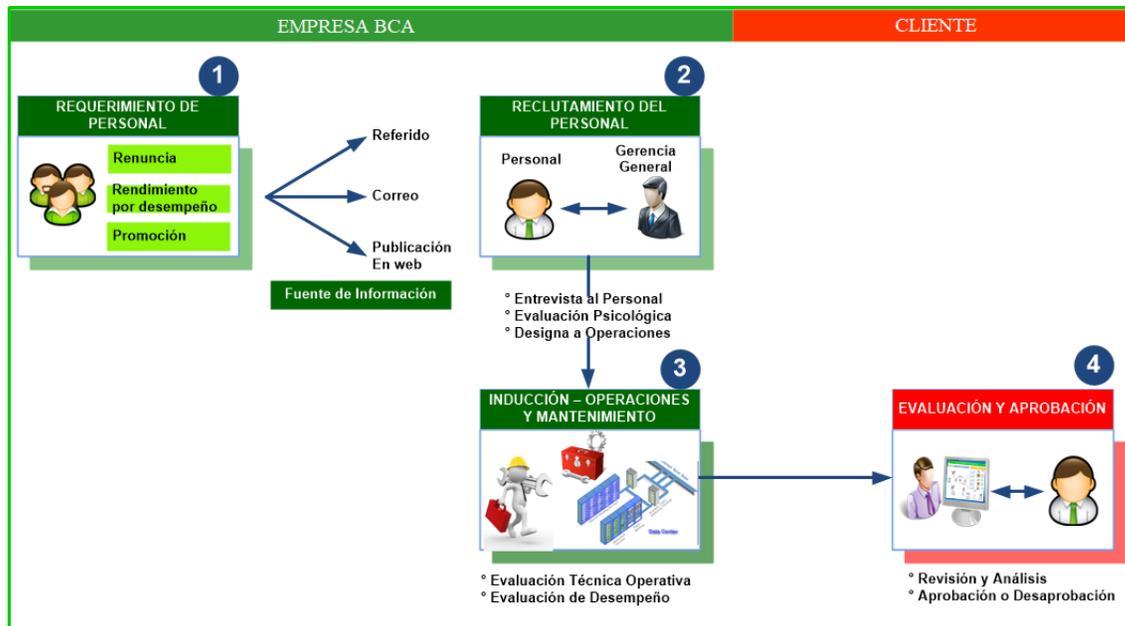


Figura 10. Proceso de reclutamiento e inducción de la empresa.

Fuente. La Empresa

Contractualmente la empresa debe cumplir con un esquema de capacitaciones al personal, en la figura 10, se puede observar que este cumplimiento se ve afectado debido a distintos factores como, la disponibilidad de empresa Tyco para brindar el curso de Operación de Software de Monitoreo del Sistema de Cableado Estructurado, lo cual no se encuentra disponible en Perú y dependemos de la programación que nos brinde a corto plazo. De igual manera en el curso de Operación del Software de Certificador de Cableado Estructurado (LINKWARE DSP5000 – FLUKE), donde debido a que uno de los requisitos es que cada participante cuente con la herramienta certificador para que puedan efectuar las prácticas, se extiende el tiempo de cumplimiento de esta capacitación debido a que se cuenta solo con 3 equipos para la operación,

por lo que el envío de personal al curso tuvo que ser en grupos de 3 personas por fecha de capacitación.

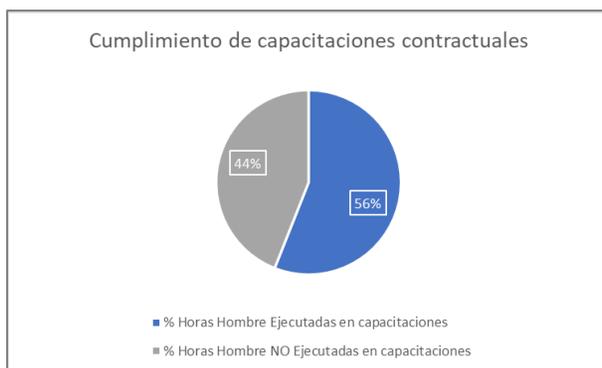


Figura 11. Cumplimiento de capacitaciones año 2015.

Fuente: La empresa

### 3.1.3. Relacionado Seguridad y Salud en el Trabajo

Durante el año 2015, se realizaron una serie de inspecciones y supervisiones a determinadas actividades en los centros de cómputo, para tomar acciones de prevención a los trabajos en altura en los centros de cómputo, el propósito del informe fue proporcionar información y orientación a las personas que se ocupan de los trabajos en altura, pero especialmente a aquellas cuya responsabilidad principal es el establecimiento y la administración de los métodos de trabajos en altura en los centros de cómputo y sobre las prácticas y los procedimientos aceptables para proteger a los empleados de los peligros asociados, cuando se trabaja arriba de 1.80 m. Además, se propuso la instalación de un Sistema de Seguridad Anticaídas. El 17 de abril del 2015 se realizó una evaluación de desempeño de SST por parte de Claudia Antón (Subgerente Adj. de SST de la Gerencia de Mantenimiento / Área de Infraestructura), donde se obtuvo 92% de cumplimiento por parte de la empresa.

Dentro de las capacitaciones más importantes se identifican sistemáticamente para todo el personal en temas de seguridad y salud en el trabajo, como riesgo eléctrico, trabajos en altura,

identificación de peligros, evaluación de riesgos y medidas de control y seguridad industrial, dictadas durante el año 2015 en las data centers se encuentran. De igual manera a todo el personal ingresante se le brinda la capacitación en seguridad industrial, se brinda los uniformes y equipos de protección personal completos y el reglamento interno de seguridad de la empresa.

La empresa cuenta con un programa de actividades destinadas a cuidar la salud de sus trabajadores, el cual acompaña al Programa Anual de SST. Todas estas actividades serán programadas y controladas por el Área Funcional de Seguridad y Salud Ocupacional

- Examen Médico Periódico

La empresa a través de servicios médicos ha programado los exámenes médicos ocupacionales para el personal propio que viene laborando en los Datacenters, como parte de su evaluación periódica. La frecuencia dependerá del puesto que ocupa. Jefes y Supervisión, cada dos (02) años, Técnicos de manera anual.

- Examen Médico Pre-empleo

Cada postulante a una vacante dentro de la empresa y para los Datacenters pasa por una prueba a fin de determinar si se encuentran aptos física y psicológicamente para el puesto que postulan. Los exámenes serán de acuerdo a los riesgos que se verá expuesto el personal según el tipo de trabajo que implique y el puesto al que postula.

- Capacitación en Salud Ocupacional

Se realiza dos (02) charlas durante el año y estará dirigido para el personal propio de la empresa. Este se efectúa en nuestras instalaciones.

### 3.1.4. Relacionado al control de almacenes

La gestión de almacenes que trata la recepción, almacenamiento y movimiento dentro de un mismo almacén, hasta el punto de consumo. Los almacenes no se encuentran identificados para un fácil acceso a obtener el material que se requiere para realizar los mantenimientos.

El manejo se realiza mediante un almacén de materiales de transición donde todos los técnicos pueden obtener todo lo que requieran sin mayor control, donde luego de haber empleado los materiales, registran el formato de solicitud (ver figura 12).

SOLICITUD DE REPUESTOS Y MATERIALES							
MOTIVO:							
ÁREA SOLICITANTE		Nombre del solicitante			FECHA DE ENTREGA		
CENTRO DE COSTO:		Cotización de referencia			FECHA SOLICITADA		
LUGAR DE ENTREGA:		Entregar pedido a:			N° de solicitud		
Item	Código	Cantidad	Unidad de medida	Descripción	Precio Unitario (S/.) NOTA 1	Proveedores NOTA 2	Precio Parcial (S/.)
1							-
2							-
3							-
4							-
5							-
6							-
7							-
8							-

Figura 12. Formato para requerimiento de materiales

### 3.1.5. Relacionado al control de incidentes

#### 3.1.5.1. Análisis de riesgos de la actividad

La operatividad del Data Center, en el caso de TIER III, comprende en muchos factores, debido a nivel de redundancia que implica; es decir, al contar con riesgo de algún apagado, debemos contar con equipos que respalden la operación, como los grupos electrógenos, UPS, equipos de climatización, etc. En la tabla 2, se identifica los riesgos en la operación y mantenimiento de los cuales es necesario considerar, ponderar y medir el grado de impacto que involucra a fin de poder determinar la mejor solución para optimizar los procesos.

Tabla 2.

## Riesgos en la operación y mantenimiento del Data Center

N°	Riesgo	Probabilidad	Impacto	Consecuencia
1	Distorsión eléctrica proveniente de Luz del Sur durante el mantenimiento.	Media	Bajo	Podría afectar alguno de los equipos eléctricos o a los UPS.
2	Falla de uno de los grupos electrógenos del Data Center	Baja	Bajo	Disminución de la redundancia y la confiabilidad del Data Center al trabajar solo con la red de Luz del Sur y un grupo de emergencia.
3	Falla de los dos grupos electrógenos del Data Center	Baja	Medio	Disminución de la redundancia y la confiabilidad del Data Center al trabajar solo con la red de Luz del Sur.
4	Falla de red eléctrica, Corte no programado de energía por Luz del Sur.	Media	Bajo	Consumo de la reserva de combustible almacenada en los tanques
5	Falla destructiva en el Tablero de transferencia de energía	Baja	Alta	Sin el Tablero de transferencia de energía y sin energía eléctrica, los equipos de Aire Acondicionado se apagarán y los UPS darán energía desde sus baterías a los servidores por un periodo aproximado de 20 minutos.
6	Falla de un Controlador (PLC, PGC4000, TSC) del Tablero de transferencia de energía	Baja	Bajo	Disminución de la redundancia y la confiabilidad del CC al trabajar solo con un controlador.
7	Falla de los dos Controladores (PLC, PGC4000) del Tablero de transferencia de energía	Baja	Medio	Disminución de la redundancia y la confiabilidad del CC al trabajar sin la secuencia automática programada en el controlador.
8	Falla eléctrica (cortocircuito) en el bus de emergencia proveniente de los Grupos Electrógenos.	Baja	Medio	Disminución de la redundancia y la confiabilidad del Data Center al trabajar solo con la red de Luz del Sur.
9	Falla eléctrica (cortocircuito) en uno de los módulos de transferencia.	Baja	Bajo	Disminución de la redundancia y la confiabilidad del Data Center al activarse las protecciones automáticas y trabajar con un solo Ramal.

La empresa.

# Propuesta de implementación de indicadores de mantenimiento para optimizar el proceso de operación en un data center en la empresa BCA

Durante el 2015 se registraron los eventos presentados en el centro de cómputo, entre incidentes, instalaciones, mantenimientos, etc.; los más relevantes se encuentran en la siguiente infografía:

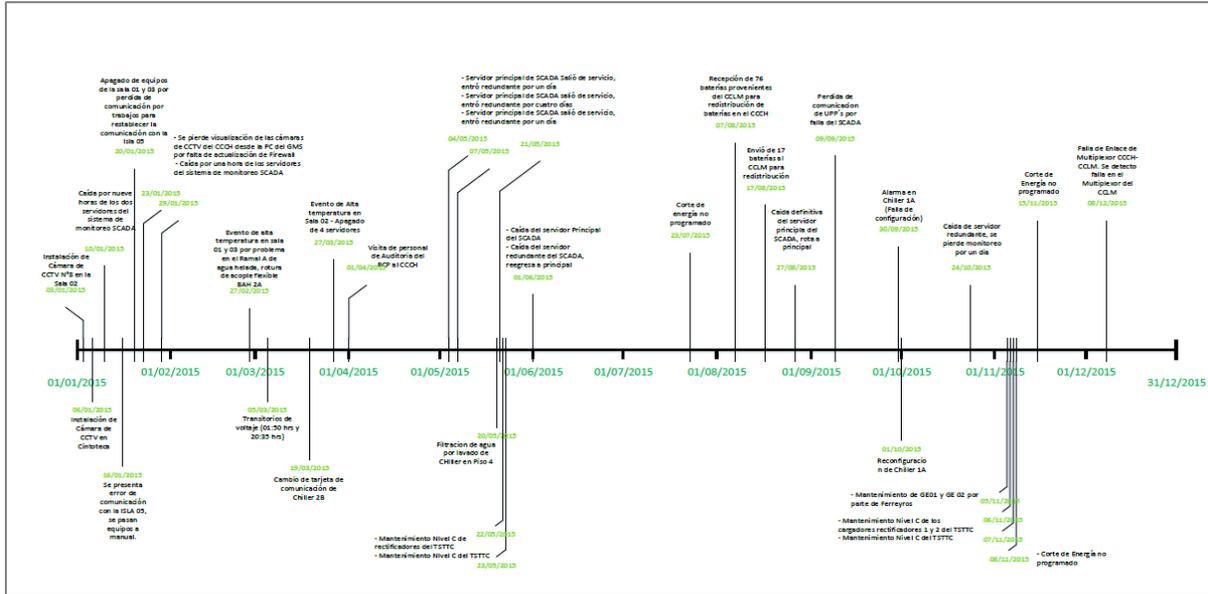


Figura 13. Infografía de incidentes 2015 de la empresa BCA

### 3.1.6. Relacionado a la gestión de disponibilidad

Bajo los lineamientos requeridos, es necesario poder garantizar la disponibilidad del Data Center, con ello nuestros procesos inician desde el requerimiento contractual de la data center, planificación de los procesos a realizar para optimizar nuestro servicio, ejecución del mantenimiento, realizar el seguimiento y contar con los métodos adecuados.



Figura 14. . Proceso de evaluación para logro de la disponibilidad.

Fuente: Elaboración propia.

El objetivo de Uptime Institute del programa de mantenimiento preventivo (PM) es mantener los equipos en perfectas condiciones, reducir averías de los equipos e identificar problemas antes que ocurran. El programa incluye contar con la lista de activos, decisión de modo como se realizará y el personal que lo involucra, los procesos y procedimientos detallados y un cronograma de mantenimiento.

Cada que se presenta un evento de importancia, se genera un listado simple sin asociar a un activo o equipo; con esta información se busca informar de lo sucedido y las acciones realizadas al cliente. No obstante, se ha planteado realizar una bitácora en el capítulo 4, donde se podrá contar con un histograma de sucesos, los cuales estarán asociados a un equipo, generando su orden de trabajo respectiva y así poder contar con la trazabilidad como acciones aprendidas

En gestión de mantenimiento, el FMEA nos permite definir cada falla y sus categorías o un evento que cause la falla de un recurso o proceso. Una sola maquina o un pequeño componente del mismo puede fallar por muchos motivos; en este caso, el RCM transforma sus recursos y permite proponer gestiones y actividades de mantenimiento que se realizan sin interrumpir la operación, en este caso podemos medir la disponibilidad (A) mediante:

$$A = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

Donde:  
MTBF = Tiempo promedio entre fallas,  
MTTR = Tiempo promedio para reparar o el tiempo promedio de reparación.

*Ecuación 6. Gestión del Mantenimiento basado en la confiabilidad.*

Fuente: Tecsup 2017

## Propuesta de implementación de indicadores de mantenimiento para optimizar el proceso de operación en un data center en la empresa BCA

Es importante que los equipos puedan trabajar lo más posible entre falla y falla, en el caso que ocurrieran. La disponibilidad es influenciada por la demanda producida por las medidas de mantenimiento preventivas y correctivas.

La aplicación de disponibilidad en el Data Center, es un modo complejo e independiente al proceso de la operación, la aplicación de disponibilidad, según las teorías de gestión de mantenimiento, evalúa el tiempo promedio de fallas, con el tiempo promedio de reparación en el periodo de tiempo de funcionamiento del equipo. En la operación del Data Center los grupos electrógenos son equipos que ingresan a funcionamiento cuando es necesario, ante un corte de energía, un mantenimiento programado o algunas pruebas. Los Grupos electrógenos son fundamentales para que la disponibilidad del Data Center no se pierda en un solo evento de corte de energía.

Analizando el evento en el diagrama causa raíz (figura 15), se puede observar que de las ocho posibles causas la base principal es la disponibilidad

## Propuesta de implementación de indicadores de mantenimiento para optimizar el proceso de operación en un data center en la empresa BCA

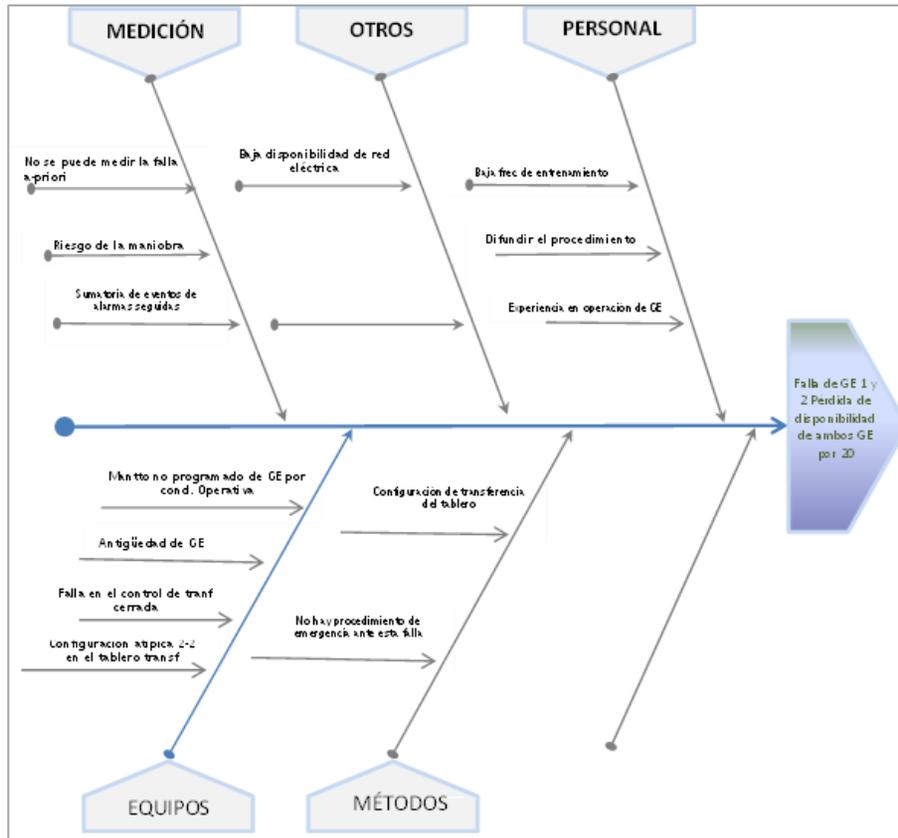


Figura 15. Análisis causa - efecto –

Fuente: Elaboración propia.

Los UPS que cuentan con las baterías para el respaldo de la operación, ingresaron en funcionamiento de manera efectiva y se encontró disponible durante todo el tiempo del corte de energía y la falla de grupos electrogénicos.

A =	Disponibilidad Real	$A = \frac{TPO}{TPO + TPFS} \times 100\%$ $TPO = \frac{\sum_1^n TO}{N}$	$A = \frac{MTBF}{MTBF + MTR}$ <p>Donde: MTBF = Tiempo promedio entre fallas. MTR = Tiempo promedio para reparar o el tiempo promedio de reparación.</p>
TO =	Tiempo operativo		
TPFS =	Tiempo fuera de servicio		
PP =	Paros Programados		
PNP =	Paros No Programados		
N =	Numero de fallas		

Figura 16. Criterios para cálculo de disponibilidad.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3.  
*Aplicación de Disponibilidad equipos críticos en el evento*

EQUIPOS	A (%)	TO (horas)	TFS (horas)	PP (horas)	PNP (horas)	TPO	TPFS	N	MTTR (Equipo)	MTBF (Equipo)	DISPONIBILIDAD (Equipo)
Tablero de transferencia	96%	11.50	0.50	0.00	0.50	11.50	0.50	1.00	0.50	11.50	96%
Equipo AA	100%	719.50	0.50	0.00	0.50	719.50	0.50	1.00	0.50	719.50	100%
G-1	96%	11.50	0.50	0.00	0.50	11.50	0.50	1.00	0.50	11.50	96%
G-2	96%	11.50	0.50	0.00	0.50	11.50	0.50	1.00	0.50	11.50	96%
UPS	100%	0.50	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.50	100%

La disponibilidad como indicador es fundamental para la operación del Data Center, sin embargo, no se puede mantener un cálculo en un mismo periodo, puesto que todos los equipos no cuentan con el mismo tiempo en servicio, debido a que todos no están siempre en funcionamiento y operan solo en ocasiones de fallo. Como en el caso presentado, podemos ver la disponibilidad que cuentan los equipos en un mes, según los que intervinieron en el evento. Los equipos de aire acondicionado son equipos que mantienen su funcionamiento y en falta de energía, procedieron apagarse, ya que depende de otro equipo para poder realizar su funcionamiento. Estos equipos tienen un funcionamiento mientras dure el fallo, por lo tanto, su disponibilidad inicia en cuanto encendió, como en el caso de los grupos electrógenos, ingresaron en falla de tensión del suministro eléctrico, se encontró disponible hasta que fallaron y dio inicio al encendido de los equipos de baterías.

### 3.1.7. Relacionado a la eficiencia del consumo eléctrico

Se realiza una medición diaria del consumo eléctrico de los equipos para poder controlar este factor importante en los centros de datos, donde se compara el consumo general de energía con el consumo de energía que llega a los equipos de tecnología informática (TI).

## Propuesta de implementación de indicadores de mantenimiento para optimizar el proceso de operación en un data center en la empresa BCA

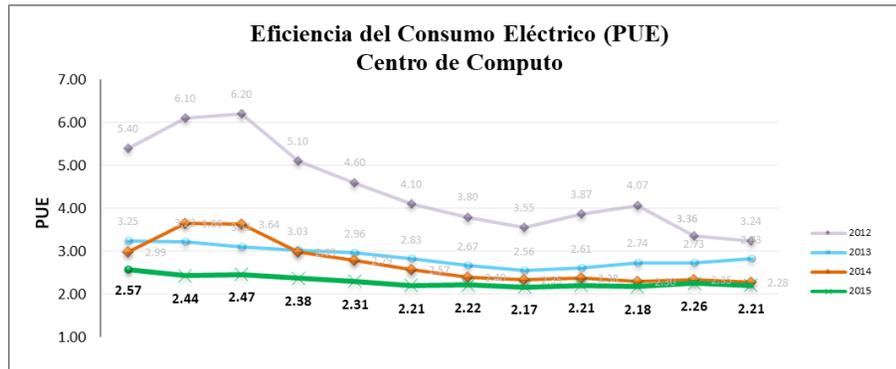
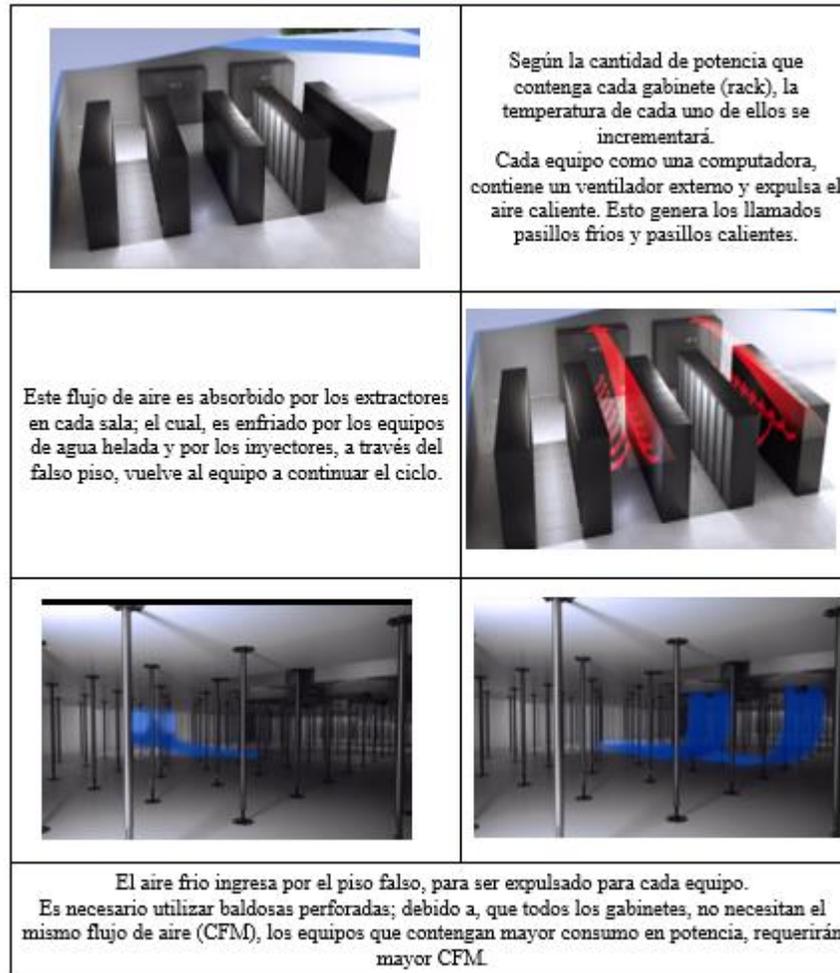


Figura 17. Evolución del PUE anual.

Fuente: La empresa

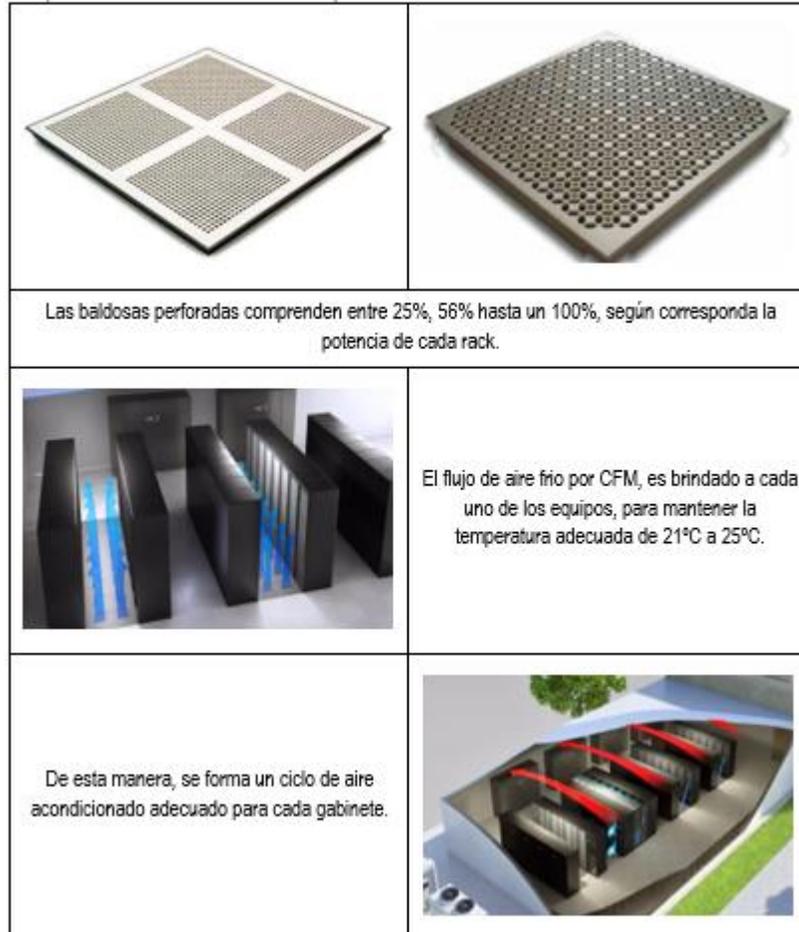
El indicador del PUE se basa en la influencia y mejoramiento del consumo de energía del Data Center el control de procesamiento de la calidad de distribución de aire hacia los equipos de TI

## Propuesta de implementación de indicadores de mantenimiento para optimizar el proceso de operación en un data center en la empresa BCA



*Figura 18.* Flujo de climatización 1-2 – Elaboración propia

## Propuesta de implementación de indicadores de mantenimiento para optimizar el proceso de operación en un data center en la empresa BCA



*Figura 19.* Flujo de climatización 2-2 – Elaboración propia

Los equipos de climatización deben brindar a las Salas de TI temperatura recomendada para garantizar la integridad de la información y la calidad de la operación, contractualmente debemos considerar de 20 °C a 23 °C, acorde a las consideraciones de ASHRAE de 18 a 27 °C (64 a 81 °F). Además de una humedad relativa (H.R.) de estar 45% H.R. a 55% H.R., ya que, si la H.R. es demasiado alta, se presenta problemas de condensación y en el otro extremo, al contar con H.R. demasiado baja, contamos con problemas de electricidad estática.



Figura 20. Indicador de operación temperatura en salas de Cómputo

Fuente: La empresa

En el Data center se utiliza el equipo de generador de enfriamiento de sistema hidrónico (Chiller), que consiste en brindar la climatización mediante el proceso de agua helada hacia la unidad CRAH (Computer Room Air Handler). El centro de datos requiere refrigeración continua, por ello cuenta con respaldo de UPS y grupos electrógenos en caso de corte de energía; como también, sistema de refrigeración redundante

### 3.1.8. Relacionado a reuniones y acuerdos

Se realizan reuniones semanales con el cliente para poder informar de los procesos realizados y funcionamiento del servicio que brinda la empresa. Estas reuniones llevan un formato simple donde cada semana debe generarse un archivo nuevo en un documento informal. ( ver figura 21).

<u>Esquema de Reuniones Semanales OyM 2015</u>				
Día de reuniones periódicas:	Miércoles			
Horario de reuniones periódicas:	4:00 p. m.			
	3:00 p. m.			
Duración de la reunión:	120 minutos			
Tema	Duración (min)	Hora de Inicio	Hora de fin	Comentario

Figura 21. Formato de registro de reuniones

Fuente: La empresa.

### 3.1.9. Esquema de informe mensual

Los informes mensuales son bajo el esquema que se muestra en la figura 22, se puede observar que se encuentra basado en cumplimiento y argumentación general. No permite tener una visualización en el tiempo para establecer estrategias y mejoras en el proceso. Además no cuenta con un orden donde pueda reflejar el cumplimiento de la operación y disponibilidad de los servicios en mantenimiento del Data Center.

## Propuesta de implementación de indicadores de mantenimiento para optimizar el proceso de operación en un data center en la empresa BCA

CONTENIDO	
RESUMEN DE GESTIÓN .....	3
I. OBJETIVO .....	3
II. ACTIVIDADES MÁS RELEVANTES .....	3
MANTENIMIENTO PREVENTIVO .....	3
MANTENIMIENTO PREDICTIVO .....	3
MANTENIMIENTO CORRECTIVO .....	3
INSTALACIONES.....	4
III. EVENTOS IMPORTANTES.....	4
IV. CALIFICACIÓN DEL SERVICIO .....	4
INDICADORES GENERALES .....	4
INDICADOR DE DISPONIBILIDAD .....	5
INDICADOR DE DESEMPEÑO.....	7
INDICADOR DE GESTIÓN .....	8
V. CALIDAD DE PARAMETROS .....	9
HISTÓRICO DE EFICIENCIA DEL CONSUMO ELÉCTRICO (PUE).....	9
HISTÓRICO DE POTENCIA EN LOS PDU's.....	10
VI. DISTRIBUCIÓN DE HORA EMPLEADAS POR EL PERSONAL TÉCNICO .....	10
VII. CONSUMO DE COMBUSTIBLE .....	11
VIII. ANEXOS.....	11

*Figura 22.* Esquema de presentación e información del servicio prestado al cliente.  
Fuente: La empresa.

## CAPÍTULO 4. Resultados

Para poder realizar un programa de mantenimiento se debe identificar cada activo desde la descripción, marca, modelo, ubicación, fecha de instalación y forma de garantía.

Los procedimientos del Data center se encuentran por cada activo de manera simplificada y entendible para cada técnico operativo. Los procedimientos son esenciales para reducir fallos por errores humanos. Estos procedimientos se encuentran sustentados y acompañados por las normas y reglamentos para cada equipo según el nivel del mismo y el tipo de mantenimiento a realizar.

Con la gestión de órdenes de trabajo de cada equipo y el historial de tendencia que el mismo genera, se procede con la planificación de las actividades, reconociendo los recursos y las fuentes exigidas que benefician al mismo, para el sustento de la inversión. Partiendo de una revisión compresiva de los registros de mantenimiento de cada recurso, se puede tener un registro de incidencias del cual se pueden utilizar para estrategias funcionales en la aplicación del RCM. El RCM proporciona una estructura que les permite a los usuarios responder rápida y simplemente a estos desafíos. Empleando el RCM se asegura que los recursos continúen siendo operativos y disponibles, aplicando un criterio preciso, fácil y de simple entendimiento en cualquier plan de acción de este modo permitiría medir las fallas, conocer y controlar las condiciones de los equipos, además de provisionar de las piezas de repuestos importantes de los equipos.

- Las fallas a medir son:
- Error humano en operación de controladores de encendido
- Sistema de baterías descargadas
- Sistema de baterías cruzadas
- Baja presión de aceite del equipo de grupo electrógeno

- Inoperatividad de tarjeta de comunicación de los equipos hacia el sistema de control
- Controladores de los equipos sin funcionamiento
- Equipos en condensación del sistema de humidificación en el equipo de aire acondicionado
- Fuga de refrigerante
- Fuga de agua del sistema de aire
- Fuga de aceite de los compresores de los equipos
- Rodamientos y aspas de ventiladores gastados
- Desalineación o desgaste de poleas
- Sensores descalibrados

Se requiere personal capacitado que asegure y audite cada proceso y comprenda el contexto de la operación.

### **4.1. Validación de la propuesta de solución**

La aplicación para poder implementar el RCM, involucra una inversión para poder desempeñarlo de manera efectiva, la operación de Data Center es un área crítica por lo que cuenta con diversos activos y componentes que requieren un estudio independiente y tratados para anteponerse a posibles eventos y eliminar la palabra fallas en su operación con la aplicación del RCM.

Previamente requerirá una capacitación introductoria de RCM, donde involucre a todos los participantes del proyecto preferiblemente para todo el personal de mantenimiento y la mayoría de los operadores.

Tabla 4.

*Primera fase para la implementación de RCM*

Ítem	Actividad	N° Personas	Horas	HH
1	Preparación, planificación y diseño	2	12	24
2	Identificación, descripción de los procesos y procedimientos	1	8	8
3	Identificación de los ejes del trabajo	1	8	8
4	Determinación de las fallas posibles en activos y componentes	1	24	24
5	Identificación de posibles fallas en procesos en el mantenimiento y recursos	1	4	4
6	Cambio en el procedimiento de control de documentos	2	12	24
7	Elaboración de un listado de procedimientos de mantenimiento y escenarios de falla	2	8	16

Preparación, planificación y diseño / Identificación y descripción de procesos y procedimientos

Tabla 5.

*Segunda fase para la implementación de RCM*

Ítem	Actividad	N° Personas	Horas	HH
1	Elaboración de procedimientos y check list según RCM	2	8	16
2	Actualización de programas de mantenimiento (anual y mensual)	2	24	48
3	Elaboración de formatos para validación del servicio	2	24	48
4	Elaboración del plan de gestión de incidentes y escalamiento	1	24	24

Documentación y elaboración de planes de mantenimiento (según RCM)

Tabla 6.

*Tercera fase para la implementación de RCM*

Ítem	Actividad	N° Personas	Horas	HH
1	Capacitación del plan del servicio	1	4	4
2	Capacitación de procedimientos generales	1	4	4
3	Capacitación de alcance de contrato y acuerdos de niveles de servicio	1	4	4
4	Capacitación de roles y aplicaciones de matriz de comunicaciones	1	4	4
5	Implementación y verificación de los distintos planes elaborados	1	4	4

Aprendizaje e implementación / Capacitaciones en aplicación de RCM

Tabla 7.

*Análisis de costos para aplicación de RCM*

Fase	Costo	Costo de venta	Utilidad	Precio de venta
1	S/ 2,615.41			
2	S/ 3,323.07	S/ 6,430.80	S/ 3,462.72	S/ 9,893.52
3	S/ 492.32			

## **4.2. Simulación de la propuesta de solución**

La inversión para la aplicación de un RCM con personal externo, sería de 9,893.49 nuevos soles, aplicando 44 horas hombre especialista.

El indicador RCM será una herramienta que optimizara de gran modo la gestión de mantenimiento, puesto que permitirá que no existan fallas en la operación, ampliando cada proceso y manteniendo las normativas de Uptime Institute.

### **4.2.1. Cronograma de mantenimiento preventivo**

El cronograma de mantenimiento es con base a la lista de activos de todo el data center, con ellos se evalúa según el RCM la operatividad de cada equipo y se programa mantenimientos progresivos y de niveles según su línea de vida. Cada actividad se debe reflejar en una orden de trabajo, esta orden de trabajo se procesa mediante el sistema de IBM “Máximo”, que es una plataforma inteligente que procesa los mantenimientos de activos de TI, donde permite tener el máximo rendimiento de los equipos, ayuda a ampliar la vida útil y reducir costos en los tiempos de inactividad de los mismos.

Donde:

#### ***4.2.1.1. Mantenimiento nivel A.***

Mantenimiento mensual, no incluye parada del equipo, solo limpieza externa.

#### ***4.2.1.2. Mantenimiento nivel B.***

Mantenimiento de más de un mes a cuatro meses, incluye parada de equipo por periodos cortos, solo si fuese necesario

#### ***4.2.1.3. Mantenimiento nivel C.***

Mantenimiento integral, incluye parada del equipo según se requiera.

**4.2.1.4. Mantenimiento predictivo.**

Mantenimiento de toma de datos de mediciones y estado del equipo

**4.2.1.5. Mantenimiento correctivo.**

Intervención por falla

**4.2.1.6. Instalaciones.**

Cambios o adiciones a la infraestructura o subsistemas.

EMPRESA BCA														
Cronograma de Mantenimiento preventivo Anual														
Item	Descripción	Activo	Equipo	Ubicación	Sistema	Enero			Febrero			Marzo		
						T_Mantto	OT	HH	T_Mantto	OT	HH	T_Mantto	OT	HH
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														

Figura 23. Implementación de formato de cronograma de mantenimiento anual  
Fuente: Elaboración propia.

**4.2.2. Administración de actividades en la operación y mantenimiento**

Según el cronograma de mantenimiento (ver figura 23), se registra los tiempos y mano de obra empleada en cada orden de trabajo en la plataforma Máximo, según el tipo de mantenimiento preventivo (MP), mantenimiento correctivo (MC), mantenimiento predictivo (MPD), instalaciones (INSTA). De igual manera se registra el sistema al que pertenece la actividad, determinados por el tipo de equipo o especialidad como, sistema eléctrico, mecánico, cableado estructurado, infraestructura de TI, infraestructura física y sistema SCADA.

Donde:

- Sistema eléctrico: Equipos eléctricos del centro de cómputo

## Propuesta de implementación de indicadores de mantenimiento para optimizar el proceso de operación en un data center en la empresa BCA

- Sistema mecánico: Equipos mecánicos, del centro de cómputo
- Cableado estructurado: Trabajos de fibra óptica, conectividad, etc.
- Infraestructura de TI: Instalación de nuevos gabinetes.
- Infraestructura física: Cambio de la infraestructura del centro de cómputo.
- Sistema SCADA: Actualización de programas de monitoreo y seguridad.

Con esta información se aplica el RCM, ya que presenta el historial de cada activo e intervenciones, de esta manera permite realizar estadísticas los cuales aplicando en un diagrama de Pareto se puede obtener una visión macro de la cantidad de horas hombre empleadas. En la figura 24, se puede apreciar la diferencia de las actividades registradas en órdenes de trabajo en el mes de enero, que presenta menor cantidad de número de actividades, a comparación del mes de noviembre, donde presenta la mayor cantidad. No obstante, la cantidad no refleja el tiempo real de operatividad desempeñada en mano de obra en los mantenimientos.

Tabla 8.  
*Cantidad de órdenes de trabajo (OT) por tipo de mantenimiento*

Mes	MC	MP	INSTA	MPD	TOTAL
Enero	3	186	37	3	229
Febrero	28	270	35	3	336
Marzo	28	264	26	6	324
Abril	20	224	56	2	302
Mayo	19	390	36	1	446
Junio	6	398	19	2	425
Julio	17	372	15	11	415
Agosto	16	440	21	1	478
Setiembre	20	389	26	4	439
Octubre	18	416	33	5	472
Noviembre	14	443	33	2	492
Diciembre	24	419	17	4	464

Implementación de formato para registro de las OTs generadas mensualmente reflejados por el tipo de trabajo realizado. Datos referenciales tomados como muestra del año 2015.

Tabla 9.  
Cantidad de órdenes de trabajo (OT) por sistema

Eléctrico	Mecánico	Cableado Estructurado	Seguridad Física	Infraestructura de TI	Infraestructura Física	SCADA	TOTAL
96	76	17	2	25	12	1	229
154	102	20	11	31	15	3	336
145	104	20	16	26	12	1	324
158	81	15	5	24	18	1	302
258	108	21	0	42	16	1	446
261	120	7	3	21	12	1	425
252	98	10	4	33	17	1	415
316	93	16	6	19	17	11	478
271	86	14	6	20	30	12	439
295	92	25	3	30	16	11	472
293	98	23	2	43	20	13	492
292	104	13	4	20	19	12	464

Implementación de formato para registro de las OTs generadas mensualmente, reflejados por tipo de sistema. Datos referenciales tomados como muestra del año 2015.

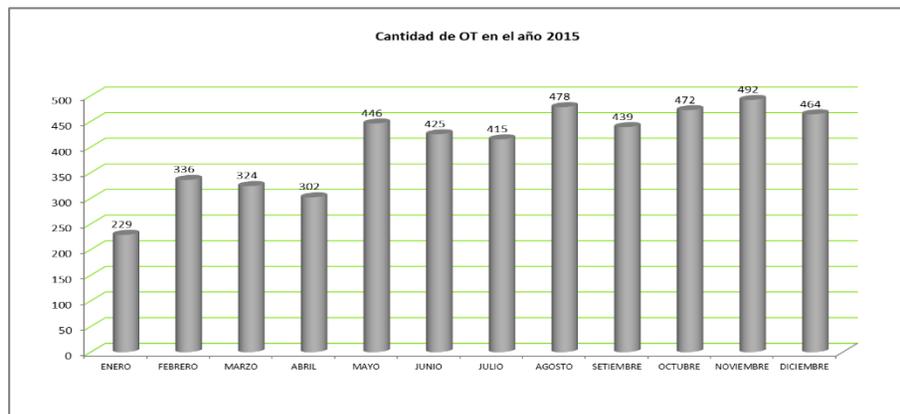


Figura 24. Cantidad de OT reflejadas en el año 2015.

Se puede observar que en el mes de noviembre se presentó mayor cantidad de trabajos efectuado a comparación del mes de enero.

Fuente: Elaboración propia.

## Propuesta de implementación de indicadores de mantenimiento para optimizar el proceso de operación en un data center en la empresa BCA

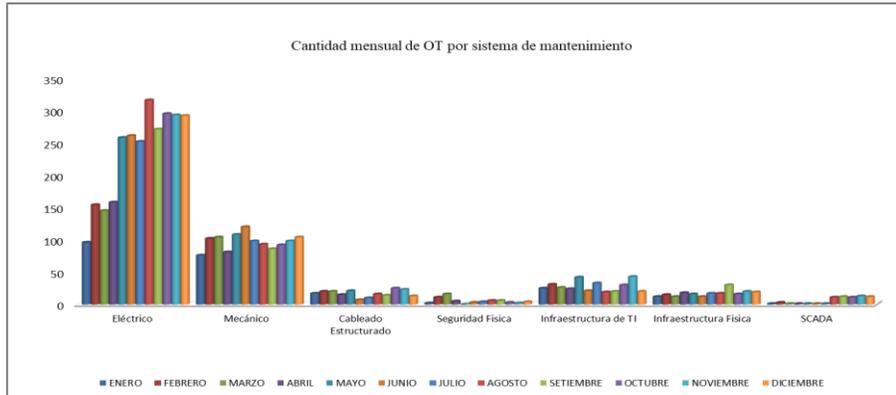


Figura 25. Cantidad de OT reflejadas en el año 2015, por tipo de sistema de mantenimiento. Se puede observar que el sistema eléctrico es el que mayor inversión de horas hombre se emplea en un año de servicio de mantenimiento en el data center.

Fuente: Elaboración propia.

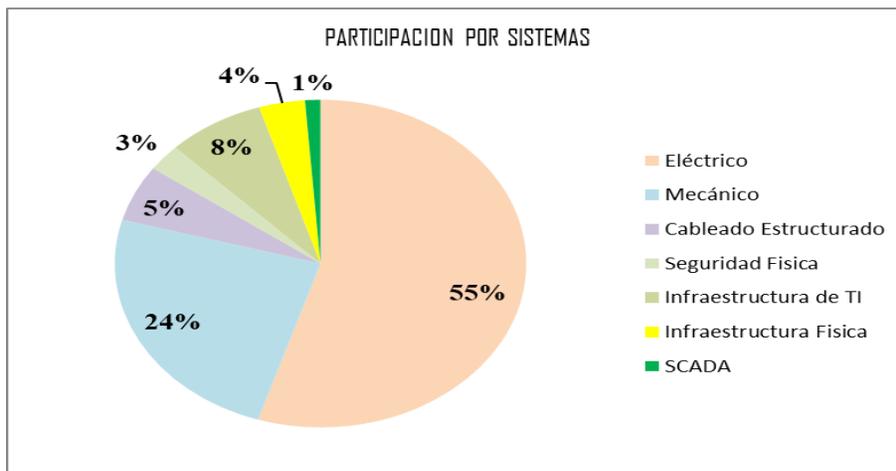


Figura 26. Porcentaje de cantidad de OT

Año 2015, por tipo de sistema de mantenimiento. Con referencia a la figura 24, se puede visualizar en un gráfico circular que sistema emplea mayor tiempo de trabajo a fin de estimar nuevas estrategias.

Fuente: Elaboración propia.

### 4.2.3. Índice de rotación de personal

Se aplicaron los indicadores de rotación del personal, se aplicó como muestra la data del año 2016 de la empresa. En la figura 27, podemos observar en color verde la cantidad de personal destacado en la operación y en rojo la cantidad de personal en rotación, donde se ha obtenido un

32% de rotación. No se ha tenido falta de personal operativa en el servicio, pero el porcentaje muestra que hay un alto nivel de rotación de personal que afectaría a nivel de conocimiento y capacitaciones y con ello los costos que involucran el entrenamiento del personal.

Si el índice de rotación de personal es positivo, indica que la empresa está creciendo (existe estabilidad). Si el índice de rotación de personal es negativo, indica que la empresa está decreciendo (si muy alta, es inestable)

Tabla 10.  
*Implementación de formato de rotación de personal*

Año	Rotación de personal			Final	Índice de Rotación
	Inicial	Cesados	Nuevo		
Enero	17		1	17	5.88%
Febrero	17	1		16	-6.25%
Marzo	16			16	0.00%
Abril	16		1	17	5.88%
Mayo	17	2		15	-13.33%
Junio	15	1		14	-7.14%
Julio	14	1		13	-7.69%
Agosto	13			13	0.00%
Setiembre	13			13	0.00%
Octubre	13			13	0.00%
Noviembre	13		1	14	7.14%
Diciembre	14		3	17	17.65%
Periodo 2017	17	5	6	17	<b>32%</b>

Aplicando la fórmula de la figura, se calcula el índice de rotación de personal obteniendo un 32% de índice de rotación de personal.

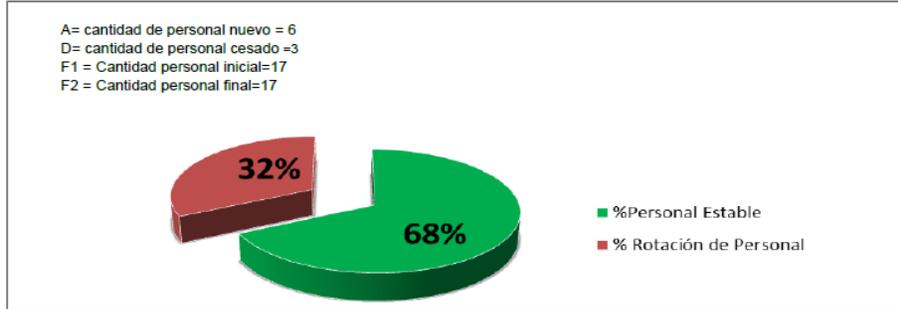


Figura 27. Porcentaje de rotación de personal

Fuente: La empresa.

#### 4.2.4. Implementación de flujograma de reclutamiento de personal

El proceso de reclutamiento del personal destacado en la operación y mantenimiento de un Data Center es parte importante y primordial, ya que de ello depende del servicio que brinda la empresa. En este proceso es donde se debe poner mayor énfasis al momento de evaluar las aptitudes del profesional postulante y se efectúe la adecuada inducción. Se propone la contratación de una consultoría especializada en capital humano, a fin de contar con la misión de reclutamiento, validación efectiva del personal en todos sus niveles

# Propuesta de implementación de indicadores de mantenimiento para optimizar el proceso de operación en un data center en la empresa BCA

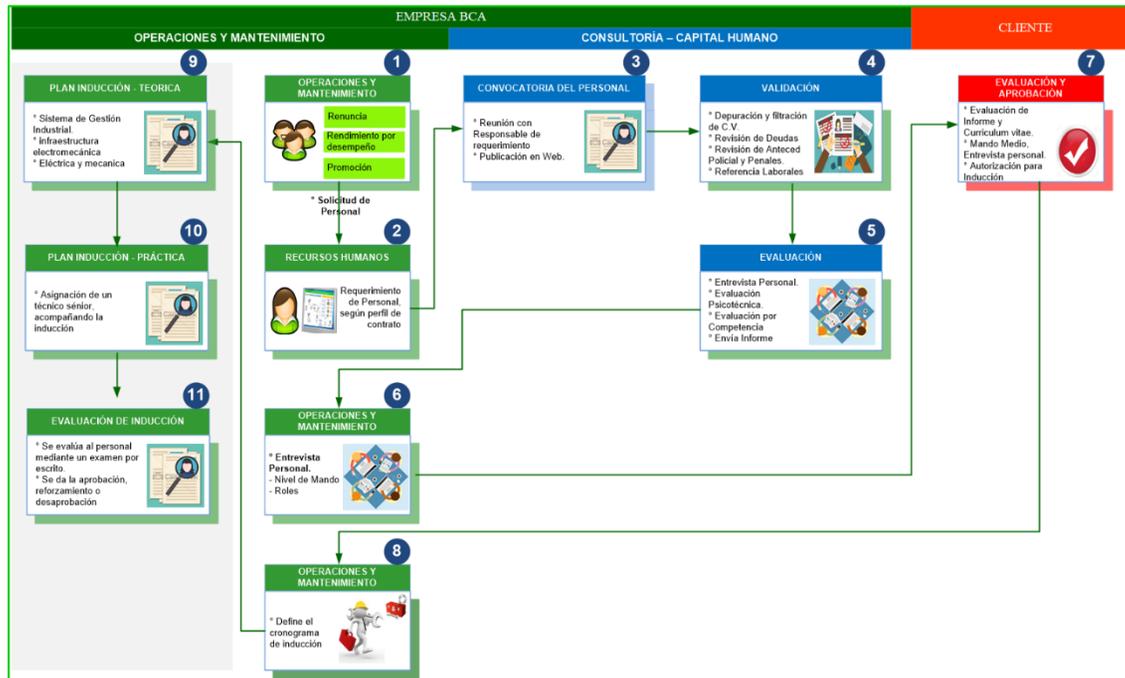


Figura 28. Implementación del proceso de reclutamiento e inducción de la empresa. Fuente. Empresa BCA.

## 4.2.5. Capacitaciones

Parte importante de las capacitaciones es la inducción básica del personal que ingresa al servicio, por ello se implementa una evaluación de desempeño, de esta manera medir los conocimientos teóricos y prácticos del personal operativo, con la finalidad de poder reforzar los puntos débiles en la operación

Tabla 11. Criterios de evaluación de desempeño del personal

Ítem	Tema	Muy bueno	Buen o	Reforzamiento	Puntaje obtenido
1	Criticidad de equipos del centro de cómputo	10	8	6	9
2	Sistema de Infraestructura eléctrica	10	8	6	10
3	Sistema de Infraestructura mecánica	7	5.6	4.2	6
4	Procesos de instalación de cableado estructurado	10	8	6	8
5	Sistemas de seguridad de centro de cómputo	9	7.2	5.4	8
6	Procedimientos de emergencia	9	7.2	5.4	9

7	Infraestructura y planta de un centro de cómputo	8	6.4	4.8	8
8	lógica de operación del sistema SCADA	7	5.6	4.2	6
9	Proceso de mantenimiento electromecánico	8	6.4	4.8	8
10	Sistema de Cableado estructurado del centro de Cómputo	7	5.6	4.2	7
11	Certificación de cableado estructurado	7	5.6	4.2	6
12	Instalación de Cableado estructurado	7	5.6	4.2	7
13	Uso de equipos electromecánicos	7	5.6	4.2	7
14	Generación de control de accesos y órdenes de trabajos	4	3.2	2.4	4
15	Procedimientos de comunicaciones	4	3.2	2.4	3
		114	91.2	68.4	106

Evaluación implementada 2017 la empresa.

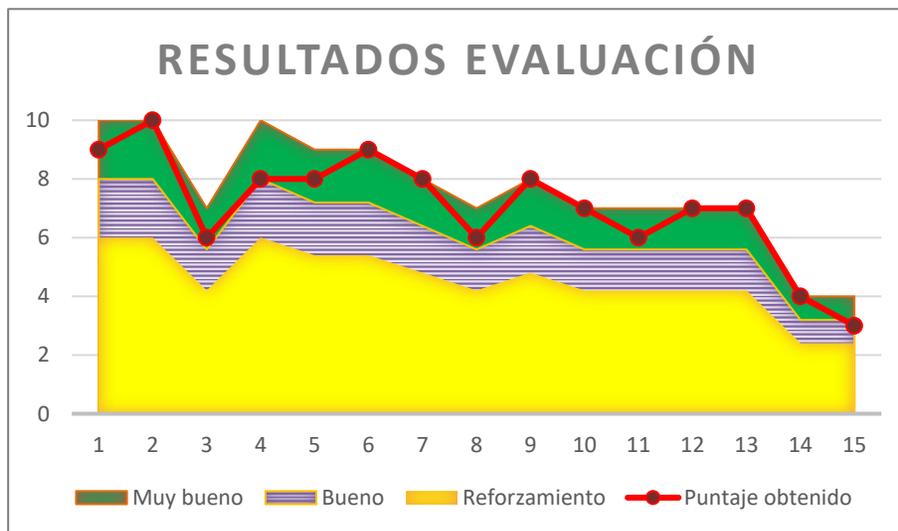


Figura 29. Implementación de criterios de evaluación

Fuente. Elaboración propia

#### 4.2.6. Gestión de Seguridad y Salud en el trabajo

El objetivo es lograr que las actividades preventivas se efectúen en forma sistemática y permanente, con la participación e involucramiento de todos los trabajadores de la empresa que desempeñen sus funciones en la operación y mantenimiento de Data Center, a través de la línea de mando como una responsabilidad inherente a su gestión normal, con la convicción de que es

el mejor sistema para alcanzar nuestra meta de cero accidentes. Para ello se establece actividades anuales para la prevención de accidentes:

- Compromiso general visible a la política de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Control de riesgos
- Objetivos y Metas del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Investigación y reporte de accidentes e incidentes.
- Reuniones de seguridad
- Inspecciones periódicas y observaciones planeadas en los lugares de trabajo
- Capacitación y entrenamiento al personal, así como inducciones al personal nuevo.
- Prácticas y procedimientos de trabajo.
- Programa de vigilancia de la salud
- Equipos de protección personal (E.P.P.)
- Mejora continua.
- Plan de emergencia y programa de simulacros.
- Análisis de trabajo seguros (ATS) en puntos de trabajo

La planificación de SST se realiza con el objetivo de reconocer e identificar los peligros y riesgos de la operación, los cuales deben ser presentados y explicado para todos los trabajadores en diversos cursos como:

#### ***4.2.6.1. Cursos teóricos de P.E.I.D. (Plan de Emergencia, Incendio y Desastres)***

Programar un (01) curso de una hora para todo el año, donde cada miembro de la Brigada será instruido sobre los procedimientos que comprenden el Plan de Emergencias, Incendios y Desastres – PEID. La asistencia de los miembros de la brigada es obligatoria.

#### ***4.2.6.2. Curso de trabajos en altura***

Programar una (01) capacitación de 3 horas para todo el año, en las instalaciones de la empresa, para todos los trabajadores sobre trabajos en altura: usos del arnés, líneas de vida, anclajes, uso de andamios y escaleras. Llenado del permiso para trabajos en altura llenado por el trabajador en presencia del supervisor quien estará a cargo de las maniobras.

#### ***4.2.6.3. Curso de ergonomía en el trabajo***

Realizar como mínimo una (01) curso virtual de una hora para todo el año. Se rendirá una prueba para garantizar el entendimiento y asegurar que la información ha sido recepcionada correctamente. Asimismo, se realizará visitas a campo para verificar las posturas de los trabajadores e inducirlos a seguir las buenas prácticas de ergonomía.

#### ***4.2.6.4. Simulacro de Incendio y Evacuación***

Realizar como mínimo dos (02) simulacros de incendio y dos (02) simulacros de evacuación de sismo al año, según el mes programado, en los cuales participarán coordinadamente las Brigadas siguientes: Brigadas contraincendios, Brigada de primeros auxilios, Brigada de evacuación, Brigada de materiales peligrosos.

#### ***4.2.6.5. Cursos de Inducción***

El personal designado del Área Funcional de Seguridad y Salud en el Trabajo, será el responsable del dictado de los cursos de inducción en seguridad, por primera y única vez. Para el trabajo de terceros en el Datacenter el Supervisor deberá exigir a las empresas contratistas que realizarán trabajos dentro de las instalaciones, su SCTR y su respectivo procedimiento de trabajo al equipo que van a intervenir, este debe ser llenado por única vez por los contratistas antes del inicio de sus actividades.

#### 4.2.6.6. Curso de Seguridad Integral

El Área Funcional de Seguridad y Salud en el Trabajo la empresa, es la responsable de programar los temas, los expositores y las fechas a realizarse, estas actividades cubrirán las siguientes áreas temáticas:

- Equipos de Protección Personal
- Manejo de materiales peligrosos
- Riesgos eléctricos
- Seguridad de trabajos en altura

#### 4.2.6.7. Prácticas contra incendio

El Área Funcional de Seguridad y Salud en la empresa, será la responsable de la ejecución de las dos (02) fechas programadas durante un año. La asistencia será obligatoria de acuerdo a la relación establecida por el Comité de Seguridad en conjunto con el Cliente.

MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS													
AREA DE SISTEMA INTEGRADO DE GESTION													
N°	PROCESO	ACTIVIDAD	PUESTO DE TRABAJO	PELIGROS (considerar actividades, parte de una actividad, el ambiente de trabajo, instalaciones o equipos, materiales, herramientas, etc.)	IDENTIFICACION DE FACTORES DE RIESGO			EVALUACION DEL RIESGO					
					CLASE	EVENTO PELIGROSO	CONSECUENCIAS	PROBABILIDAD			SEVERIDAD		CLASIFICACION DEL RIESGO
							PERSONAS EXPUESTAS (a)	PROCEDIMIENTOS EXISTENTES (b)	CAPACITACION (c)	EXPOSICIONAL RIESGO (d)	PROBABILIDAD	SEVERIDAD	

Figura 30. Implementación de formato de Matriz IPER 1-2

A fin de controlar los riesgos físicos, químicos, biológicos, ergonómicos, psicológicos y otros que garanticen la seguridad y salud en nuestros trabajadores.



## Propuesta de implementación de indicadores de mantenimiento para optimizar el proceso de operación en un data center en la empresa BCA

- Mal diseño del ambiente laboral
- Exposición a altos niveles de ruido ocupacional
- Condiciones higiénicas
- Uso de equipos de protección personal adecuados para la labor
- Ambiental
- Manejo de residuos sólidos y líquidos.

# Propuesta de implementación de indicadores de mantenimiento para optimizar el proceso de operación en un data center en la empresa BCA

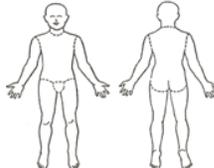
<b>REGISTRO DE ACCIDENTES DE TRABAJO</b>		Fecha de Aprobación:			
		Versión: 0			
PROCESO DEL SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN		Código: 1			
<b>DATOS GENERALES</b>					
Nombre del Accidentado					
Fecha de nacimiento	DNI	Telefono			
Fecha y hora del Incidente	Lugar del incidente				
Accidente <input type="checkbox"/>		Incidente (Casi-accidente) <input type="checkbox"/>			
<b>DESCRIPCIÓN GENERAL DEL INCIDENTE</b>					
<b>DATOS ESPECIFICOS</b>					
Estado de la victima					
Consciente <input type="checkbox"/>		Inconsciente <input type="checkbox"/>			
Presenta sangrado					
Sí <input type="checkbox"/>		No <input type="checkbox"/>			
Parte del cuerpo afectada					
<input type="checkbox"/> Cabeza	<input type="checkbox"/> Cara	Marque con un círculo (O) la parte afectada o lesionada 			
<input type="checkbox"/> Espalda	<input type="checkbox"/> Brazo				
<input type="checkbox"/> Pecho	<input type="checkbox"/> Ojos				
<input type="checkbox"/> Mano	<input type="checkbox"/> Pierna				
<input type="checkbox"/> Pulmones	<input type="checkbox"/> Dedos pies				
<input type="checkbox"/> Pies	<input type="checkbox"/> Dedos mano				
<input type="checkbox"/> Abdomen	<input type="checkbox"/> Cintura				
<input type="checkbox"/> Otros					
<b>Lesión o daño sufrido</b>					
<input type="checkbox"/> Amputación	<input type="checkbox"/> Contusión		<input type="checkbox"/> Luxación	<input type="checkbox"/> Fractura	<input type="checkbox"/> Quemadura
<input type="checkbox"/> Herida cortante	<input type="checkbox"/> Esguince	<input type="checkbox"/> Intoxicación	<input type="checkbox"/> Excoriación	<input type="checkbox"/> Cuerpo extraño ojo	<input type="checkbox"/> Pérdida ocular
<input type="checkbox"/> Pinchazo	<input type="checkbox"/> Raspadura	<input type="checkbox"/> Lesiones Múltiples	<input type="checkbox"/> Electrocuición	<input type="checkbox"/> Otros	
<b>Tipo de incidente</b>					
<input type="checkbox"/> Corte	<input type="checkbox"/> Intoxicación Gas	<input type="checkbox"/> Intoxicación Alimento	<input type="checkbox"/> Fractura	<input type="checkbox"/> Torcedura	<input type="checkbox"/> Ahogamiento
<input type="checkbox"/> Golpe	<input type="checkbox"/> Crisis Asma	<input type="checkbox"/> Caída	<input type="checkbox"/> Atrapamiento	<input type="checkbox"/> Otros	
<b>Lugar de ocurrencia</b>					
PLANTA - ZONA DE ENSAMBLE DE EQUIPOS DE FRIO					
<b>Descanso médico</b>					
<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No	Del: _____	Al: _____	Número de días en Total: _____	
<b>Nivel de gravedad</b>					
<input type="checkbox"/> Leve (0 a 5 días)	<input type="checkbox"/> Moderado (6 a 10 días)	<input type="checkbox"/> Grave (mayor a 10 días)	<input type="checkbox"/> Fatal		
<b>DATOS TESTIGOS</b>					
NOMBRES Y APELLIDOS _____					
DOMICILIO _____					
NOMBRES Y APELLIDOS _____					
DOMICILIO _____					
NOMBRES Y APELLIDOS _____					
DOMICILIO _____					
OBSERVACIONES: _____					

Figura 32. Implementación de Registro de accidentes de trabajo

## Propuesta de implementación de indicadores de mantenimiento para optimizar el proceso de operación en un data center en la empresa BCA

EMPRESA BCA		<b>LISTA DE ASISTENCIA</b>			Fecha de Aprobación:
		PROCESO DE RECURSOS HUMANOS			Versión: 0
DATOS DEL EMPLEADOR:					Código:
RAZÓN SOCIAL O DENOMINACIÓN SOCIAL	RUC	DOMICILIO (Dirección, distrito, departamento, provincia)	ACTIVIDAD ECONÓMICA	N° TRABAJADORES EN EL CENTRO LABORAL	
<b>MARCAR (X)</b>					
INDUCCIÓN	CAPACITACIÓN	ENTRENAMIENTO	CHARLA DE SEGURIDAD	SIMULACRO DE EMERGENCIA	
TEMA:					
FECHA:					
NOMBRE DEL CAPACITADOR O ENTRENADOR					
N° HORAS					
APELLIDOS Y NOMBRES DE LOS CAPACITADOS		N° DNI	ÁREA	FIRMA	OBSERVACIONES
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
<b>RESPONSABLE DEL REGISTRO</b>					
Nombre:					Firma:
Cargo:					
Fecha:					

Figura 33. Formato de registro de asistencia a capacitaciones de seguridad y salud en el trabajo





# Propuesta de implementación de indicadores de mantenimiento para optimizar el proceso de operación en un data center en la empresa BCA

EMPRESA BCA		<b>REGISTRO DE ENTREGA DE EPPS AL PERSONAL</b>						Fecha de Aprobación:	
		PROCESO DE SEGURIDAD, SALUD EN EL TRABAJO Y MEDIO AMBIENTE						Versión: 0	
								Código:	
<b>DATOS DEL EMPLEADOR:</b>				<b>DATOS DEL TRABAJADOR:</b>					
<b>RAZÓN SOCIAL</b>	<b>RUC</b>	<b>DOMICILIO</b>		<b>NOMBRES Y APELLIDOS</b>			<b>DNI</b>	<b>CARGO</b>	
<p>Es responsabilidad de la compra de los equipos de protección personal, en cumplimiento de la Ley 29783 de Seguridad y Salud en el Trabajo y su Reglamento DS 005-2012-TR, que tiene por objeto promover la seguridad y salud de los trabajadores mediante la aplicación de medidas y el desarrollo de las actividades necesarias para la prevención de riesgos derivados del trabajo.</p> <p>Es responsabilidad del trabajador el resguardo y cuidado de los EPP's entregados. Por ello, todo costo ocasionado debido a la pérdida, robo o mal uso de los EPP's, serán asumidos íntegramente por el trabajador.</p> <p>En caso el trabajador renuncie o haga un abandono de trabajo y no devuelva sus EPP's, este autoriza a que se le descuente de sus haberes o de su CTS para resarcir el gasto ocasionado.</p> <p>El trabajador declara estar informado de los riesgos contra los que estos equipos lo protegerán, de las actividades u ocasiones en que deben utilizarlos, de la forma de usarlos correctamente y de sus limitaciones. Además se comprometen a utilizarlos y cuidarlos conforme a las instrucciones recibidas y a la normativa legal vigente así como a informar al mando de cualquier defecto, anomalía o daño apreciado en el equipo, que pueda entrañar una pérdida de su eficacia protectora. La empresa pone a disposición del trabajador arriba indicado los siguientes medios de protección individual.</p>									
<b>REGISTRAR CANTIDAD, FIRMA Y FECHA DEL EPP ENTREGADO</b>									
N°	UM/Pza.	DESCRIPCION		CANT.	FIRMA/FECHA	CANT.	FIRMA/FECHA	CANT.	FIRMA/FECHA
1	Par	Zapatos de seguridad (Botines dieléctricos).	Talla						
2	Unid.	Cascos de seguridad tipo Jockey I							
3	Unid.	Sistema ratchet (arnes de casco) 4 o 6 puntos							
4	Unid.	Mentonera / Barbiquejo							
5	Unid.	Lentes de Seguridad							
6	Par	Protectores de oído / orejeras							
7	Unid.	Tapones auditivos de silicona reusables con cordón							
8	Unid.	Respirador de media cara							
9	Unid.	Filtro(s) para respirador(es)							
10	Unid.	Bloqueador solar							
11	Unid.	Faja lumbar	Talla						
12	Par	Guantes de Seguridad, de hilo algodón/poliester							
13	Par	Guantes de jebe							
14	Par	Guantes de dieléctricos							
15	Par	Guantes de cuero							
16	Unid.	Correa de seguridad							
17	Unid.	Linea o cabo de vida							

Figura 36. Implementación de formato de registro de entrega de equipos de protección personal a los operarios del data center.

# Propuesta de implementación de indicadores de mantenimiento para optimizar el proceso de operación en un data center en la empresa BCA

LA EMPRESA BCA		ANALISIS DE TRABAJO SEGURO (ATS)					Codigo:												
							Versión: 1												
USUARIO:		EMPRESA EJECUTORA:			FECHA:		Procedimiento Referencial												
TRABAJO:		UBICACIÓN:																	
EPP		HERRAMIENTAS/EQUIPOS				LISTA DE PERSONAL													
CASCO	PROTECTORES DE OIDO	ESCALERAS	COMPRESORA	HERRAMIENTAS DE MANO	EXTINTOR DE FUEGO	1													
BARBIQUEJO	ARNÉS INTEGRAL	ANDAMIOS	HIDROLAVADORA	SOPLETES	OTROS:	2													
GAFAS DE SEGURIDAD	OTROS:	ROTOMARTILLO	EQUIPOS DE SOLDADURA	EQUIPOS DE MEDICION		3													
RESPIRADORES		TALADRO	AMOLADORA ELECTRICA	ALINEADORES DE MOTOR		4													
GUANTES		EXTENSIONES ELÉCTRICAS	BALONES DE NITROGENO	EXTRACTOR DE POLEAS		5													
ZAPATOS DE SEGURIDAD		ASPIRADORA	BOMBA DE VACIO	EXTRACTOR DE RODAMIENTO		6													
TAREAS A REALIZAR (secuencia de trabajo)		PELIGROS ASOCIADOS A LA TAREA		CONTACTO DIRECTO / INDIRECTO CON ENERGIA ELECTRICA.	CAIDAS A DISTINTO NIVEL (>1.80 m)	CAIDAS AL MISMO NIVEL, TROPIEZOS, RESBALONES, ETC.	CORTADO POR SUPERFICIES PUNZO	CORTANTES	GOLPES, ATRAPADOS POR PIEZAS EN MOVIMIENTO	INHALACION DE PARTICULAS, SUSTANCIAS O AGENTES DAÑINOS	ERGONOMICOS	EXPLOSION / INCENDIO	CAIDAS DE OBJETOS / DERRUMBES / APLASTAMIENTO	ACCIDENTE VEHICULAR, (ATROPELLO)	HIPOCAUSIA	MEDIDAS DE CONTROL IMPLEMENTADAS / MEDIDAS PREVENTIVAS			
1																			
2																			
3																			
4																			
5																			
6																			
7																			
8																			
9																			
10																			
Autorización de supervisor ejecutor de la tarea										Cierre de ATS									
La persona que autoriza el presente trabajo tiene conocimiento de las actividades a desarrollar así como los riesgos que implica. De igual forma, esta seguro que el personal que lo ejecuta conoce el procedimiento y los riesgos potenciales asociados.										Responsable del cierre:									
Fecha de inicio: ___/___/___										Motivo del cierre:									
Hora de inicio: _____										Fecha de término: ___/___/___				Firma de técnico/supervisor/responsable					
Firma de técnico/supervisor/responsable										Hora de término: _____				Firma de técnico/supervisor/responsable					

Figura 37. Implementación de formato de registro análisis de trabajo seguro (ATS)



#### 4.2.8. Gestión de energía

Controlar el consumo de energía de todos los equipos del Data center a través de los equipos de potencia como los generadores, cables, transformadores, tableros de distribución, UPS y PDUs. A fin de obtener un correcto registro para evaluar el indicador PUE, que llega directamente a los equipos de TI.

Se propone realizar auditorías energéticas, programadas cada 6 meses para poder detectar pérdidas de energía en el proceso y poder implementar estrategias de recuperación.

Rangos de Gestión:	
verde	$PUE < 3.0$
ambar	$3.0 < PUE < 4.0$
rojo	$PUE > 4.0$

Figura 39. Criterios de evaluación PUE

Fuente: La empresa

- Uso de servidores tipo Blade:

Los blades son servidores individuales con todos los elementos típicos de un servidor: memoria RAM, HD y CPU y no son individualmente utilizables, con esto se logra un ahorro eficiente en invertir en gabinetes completos de servidores. Es una buena alternativa para la gestión de la energía

- Equipos de refrigeración

Se recomienda el uso de equipos de precisión (control de temperatura y humedad), unidades de aire tipo closely coupled cooling y tecnología de compresores del tipo scroll

- Acomodo de equipos TI en la sala blanca

Una buena práctica en el acomodo y resulta muy eficiente es alternar las cargas térmicas mediante la distribución pasillo frío – pasillo caliente – pasillo frío, tal como se muestra en el gráfico siguiente. Para mejorar la eficiencia de la distribución del aire se recomienda utilizar blanking panels, aislar los pasillos fríos de los calientes y controlar la temperatura de los pasillos fríos.

### ➤ Flujo de Aire

Se debe lograr que el recorrido del flujo de aire no se vea obstruido por elementos que bloqueen su paso por las zonas que debe enfriar. La temperatura a la que trabaja el Datacenter de [18 °C – 27 °C] la distribución debe garantizar mantener el aire a este valor. Para mejorar este punto se debe alinear la instalación del cableado estructurado. Acomodar los cables de tal manera que le permita al aire no obturarse en los gabinetes es una buena manera de ser eficientes desde el punto de vista energético. El utilizar modelamiento computarizado también es importante porque nos ayuda a identificar las ineficiencias en el flujo del aire.

### ➤ Dimensionamiento de los Equipos

Se debe dimensionar el equipo adecuadamente para suplir la demanda. Como una buena práctica esta debe tener un factor de diseño del [10% al 20%]. El sobredimensionamiento debe evitarse en lo posible; ya que los equipos tienen costos energéticos fijos e independientes de la carga conectada. Una buena alternativa es contar con equipos modulares que se adapten a la carga TI. El equipo modular, casi mantiene su eficiencia a lo largo del período.

Recolectar datos diarios de la potencia de los equipos del Datacenter y de la potencia TI de manera diaria y se va a acumular en un cuadro para conocer el comportamiento diario de la potencia, donde el PUE debe ser menor a 3

## Propuesta de implementación de indicadores de mantenimiento para optimizar el proceso de operación en un data center en la empresa BCA

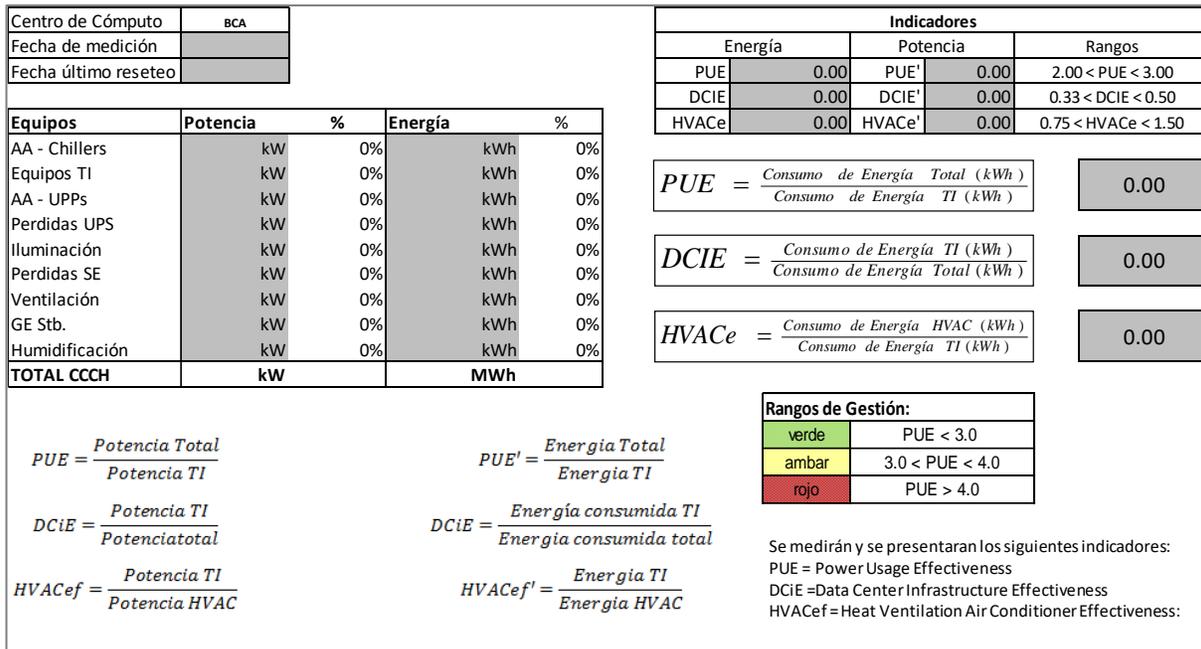


Figura 40. implementación formato medición pue

### 4.2.9. Gestión de Cambios

Implementación de proceso de gestión de cambios a fin de reflejar y evidenciar las fallas y mejoras continuas del proceso. Comprende desde la solicitud por parte del cliente o recomendación por parte de la empresa, ante algún cambio de parámetro de la operación, hasta algún cambio de componentes y/o equipos correspondientes al servicio. Todo cambio que se desee efectuar en la operación, infraestructura y/o mantenimiento debe pasar por un análisis previo. Para ello, se reúne para evaluar el impacto que podría ocasionar aceptar algún evento que pusiera en riesgo la operación, infraestructura, activos, etc. Finalmente, ellos determinarán si aceptan o no asumir dicho riesgo.

El monitoreo y control de cambios implica una revisión periódica (no mayor a 15 días) donde se evalúan los cambios efectuados en la operación, por lo que se debe tener una bitácora de seguimiento a los cambios efectuados y la documentación pertinente, en una nueva revisión o

## Propuesta de implementación de indicadores de mantenimiento para optimizar el proceso de operación en un data center en la empresa BCA

versión actualizada, que fue afectada antes de la modificación. Las revisiones deben estar acordes y alineadas a la demanda de la operación. En los Data Centers existen cambios a diario respecto a la parte de TI, por lo que la revisión debería hacerse con frecuencia de una (01) semana para no perder el control.

# Propuesta de implementación de indicadores de mantenimiento para optimizar el proceso de operación en un data center en la empresa BCA

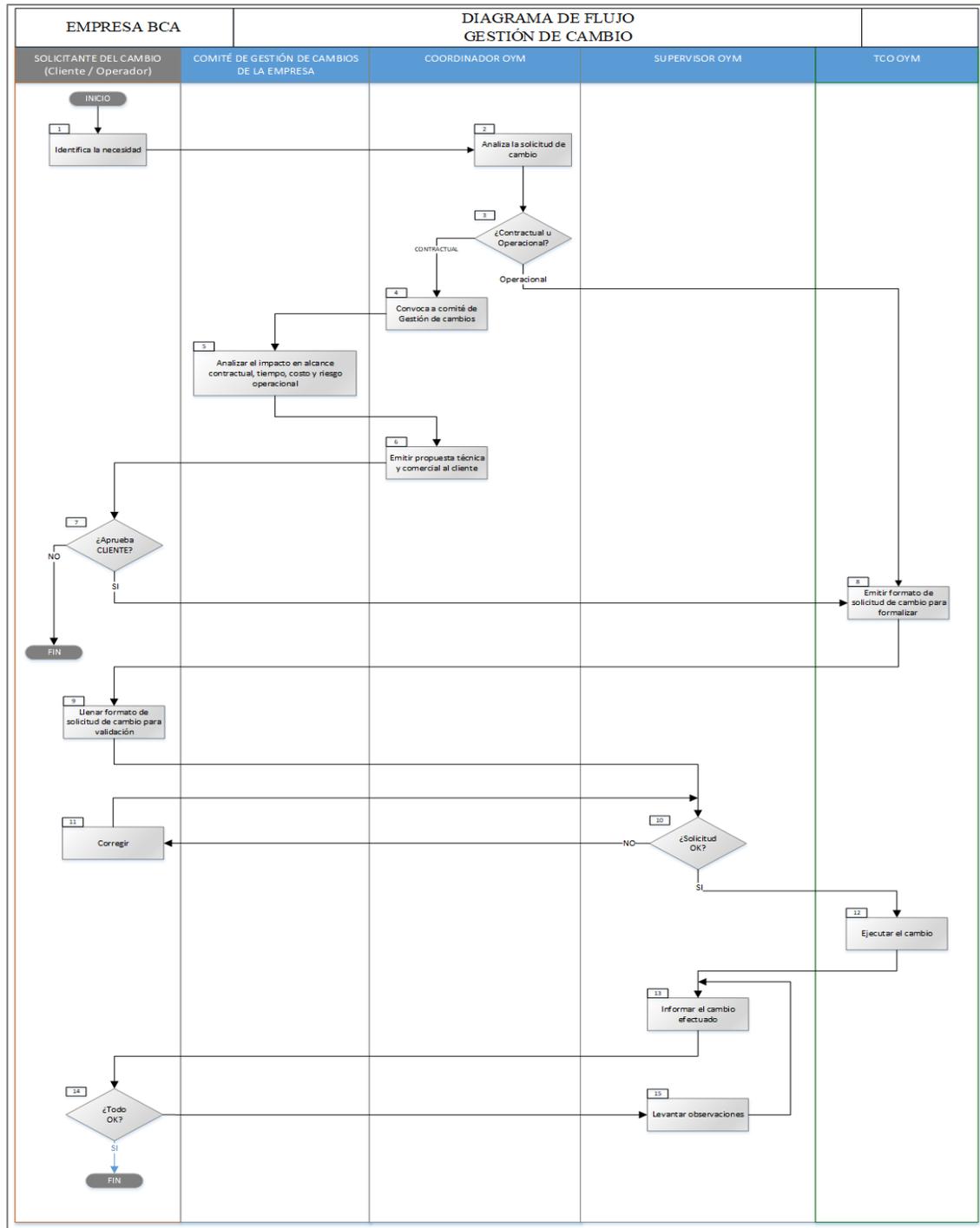


Figura 41. Implementación flujograma de gestión de cambios.

**Formato de Solicitud de cambio**

Sede: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Persona que solicita el cambio: \_\_\_\_\_ Número de Solicitud: \_\_\_\_\_

**Categoría del Cambio:**

ANS                                       Cronograma Mantto                                       Operacional (Mec/Elect)

Alcance contractual                       Capacitación     Operacional TI

**Descripción detallada del cambio propuesto:**

**Justificación del cambio propuesto:**

**Impactos del cambio:**

<b>Alcance contractual</b>	<input type="checkbox"/> Incremento	<input type="checkbox"/> Disminución	<input type="checkbox"/> Modificación
Descripción:			
<b>ANS</b>	<input type="checkbox"/> Incremento	<input type="checkbox"/> Disminución	<input type="checkbox"/> Modificación
Descripción:			
<b>Operacional MEC/ELEC/TI</b>	<input type="checkbox"/> Incremento	<input type="checkbox"/> Disminución	<input type="checkbox"/> Modificación
Descripción:			
<b>Costo</b>	<input type="checkbox"/> Incremento	<input type="checkbox"/> Disminución	<input type="checkbox"/> Modificación
Descripción:			

Figura 42. Implementación de formato de solicitud de cambios 1-2.

Propuesta de implementación de indicadores de mantenimiento para optimizar el proceso de operación en un data center en la empresa BCA

**Formato de Solicitud de cambio**

<b>Calidad del Servicio</b>	<input type="checkbox"/> Incremento	<input type="checkbox"/> Disminución	<input type="checkbox"/> Modificación
Descripción:			
<b>Cronograma MP/Capacitación</b>	<input type="checkbox"/> Incremento	<input type="checkbox"/> Disminución	<input type="checkbox"/> Modificación
Descripción:			
<b>Documentos de Referencia</b>			
<b>Comentarios:</b>			
<b>Acuerdo</b>	<input type="checkbox"/> Aprobación	<input type="checkbox"/> Diferir	<input type="checkbox"/> Rechazar
<b>Justificación:</b>			
<b>Firmas del Comité de Control de Cambio:</b>			
Nombre	Rol	Firma	

Figura 43. Implementación de formato de solicitud de cambios 2-2.





## Propuesta de implementación de indicadores de mantenimiento para optimizar el proceso de operación en un data center en la empresa BCA

para levantar este incidente y se debe documentar. El jefe de Operación y mantenimiento es el responsable de convocar realizar la capacitación de lecciones aprendidas para todo el personal.

# Propuesta de implementación de indicadores de mantenimiento para optimizar el proceso de operación en un data center en la empresa BCA

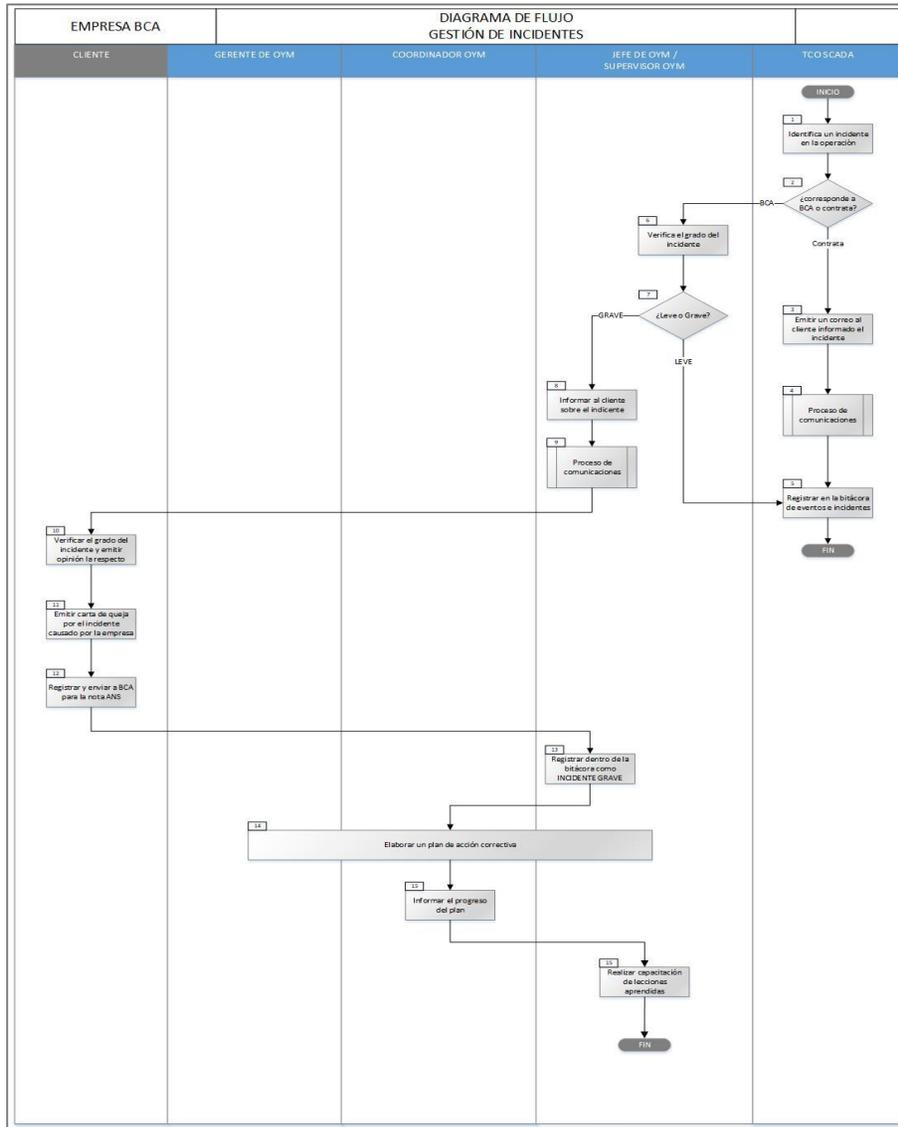


Figura 45. Flujograma de gestión de incidentes

## Propuesta de implementación de indicadores de mantenimiento para optimizar el proceso de operación en un data center en la empresa BCA

Bitácora									
Ítem	Fecha	OT	Estado	Equipo Ubicación	Hallazgo / Evidencias	Nivel de Riesgo	Acción Correctiva	Acción Preventiva	SISTEMA
Orden numérico	Fecha que ocurre el evento	Registro en Máximo	En proceso / Terminado	Colocar la UBICACIÓN del equipo	Hará una descripción del hallazgo encontrado	Alto, Medio, Bajo	Acciones inmediatas para solucionar o contener el problema (acciones correctivas).	Listar las acciones tomadas para prevenir que no vuelva a suceder el problema (acciones preventivas)	Mecánico, Eléctrico, SCADA, Infraestructura, Cableado
1									
2									
3									
4									
5									

Figura 46. Implementación de bitácora para control de incidentes

<b>Denominación</b>	Diagrama de Ishikawa	
<b>Problema a analizar</b>		<b>Realizar Diagrama</b>
<b>Proceso</b>		
<b>Integrantes</b>		

	Hombre	Drder	Máquina	Drder	Entorno	Drder	Material	Drder	Método	Drder	Medida	Drder
<b>Causa 1</b>		N		N		N		N		N		N
<b>Causa 2</b>		N		N		N		N		N		N
<b>Causa 3</b>		N		N		N		N		N		N
<b>Causa 4</b>		N		N		N		N		N		N
<b>Causa 5</b>		N		N		N		N		N		N

Figura 47. Implementación de formato macro para elaboración diagrama Ishikawa

## Propuesta de implementación de indicadores de mantenimiento para optimizar el proceso de operación en un data center en la empresa BCA

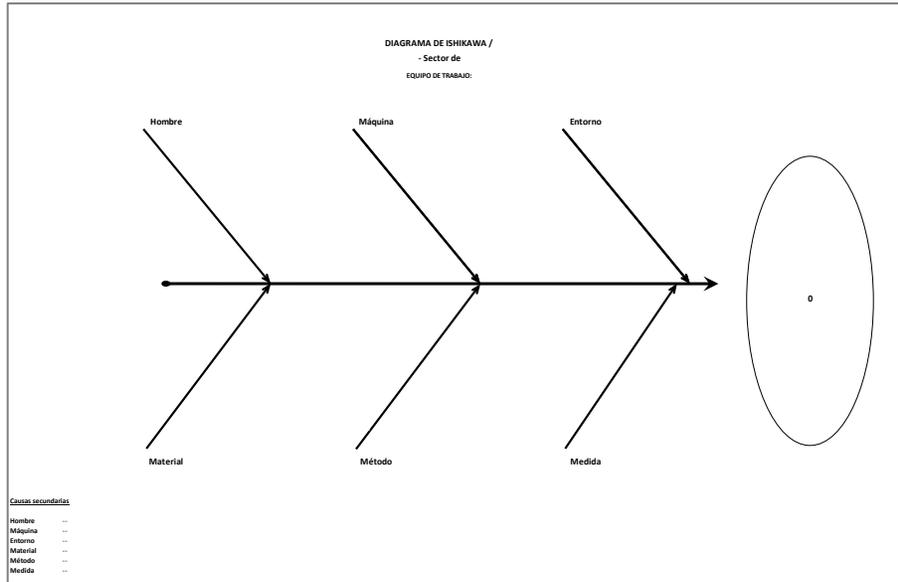


Figura 48. Implementación de diagrama Ishikawa

PLAN DE ACCIÓN

Plan de Acción de:

ITEM	ACCIONES	RESPONSABLE	FECHA
1			
2			
3			
4			
5			
6			

Figura 49. Implementación de formato para acciones a tomar

### 4.2.11. Gestión de inventarios

Implementación de flujos para cada proceso de requerimiento de materiales para el aprovisionamiento inicial de materiales y de igual manera el requerimiento de materiales que son empleados en los mantenimientos del centro de cómputo.

## Propuesta de implementación de indicadores de mantenimiento para optimizar el proceso de operación en un data center en la empresa BCA

La planificación se inicia con el mapeo del consumo del año anterior para proyectar el año entrante, teniendo en cuenta el Stock de Seguridad de los activos críticos (cableado estructurado). Para ello, el encargado (Jefe Administrativo) revisa de manera semanal la rotación de los activos en el formato “Inventario” e identifica la demanda de los activos más utilizados y debe solicitar con anticipación la compra antes de entrar a la zona del Stock de Seguridad.

El jefe administrativo planifica la recepción de los materiales en coordinación con la logística de la empresa BCA. Este material es recepcionado en los almacenes de las sedes del Data Center y luego se registra en el formato Kardex (ver figura 54).

Esto se inicia con el llenado del “formato para requerimiento de materiales” (Ver figura 55), a cargo del Tco. de Operación y mantenimiento Datacenter. El técnico, al realizar los mantenimientos informa al Jefe y/o Supervisor de Operación y mantenimiento sobre alguna anomalía de algún equipo y lo solicita en su reporte técnico, adicionalmente, envía un correo solicitando el material para realizar el respectivo mantenimiento correctivo. El Jefe y/o Supervisor de Operación y mantenimiento evalúan la criticidad de tener los materiales para solucionar el correctivo y copia al Jefe Administrativo para que verifique en el kardex si las existencias se encuentran en el almacén, si se valida, el Jefe Administrativo entrega los productos y se registra la salida en el Kardex

## Propuesta de implementación de indicadores de mantenimiento para optimizar el proceso de operación en un data center en la empresa BCA

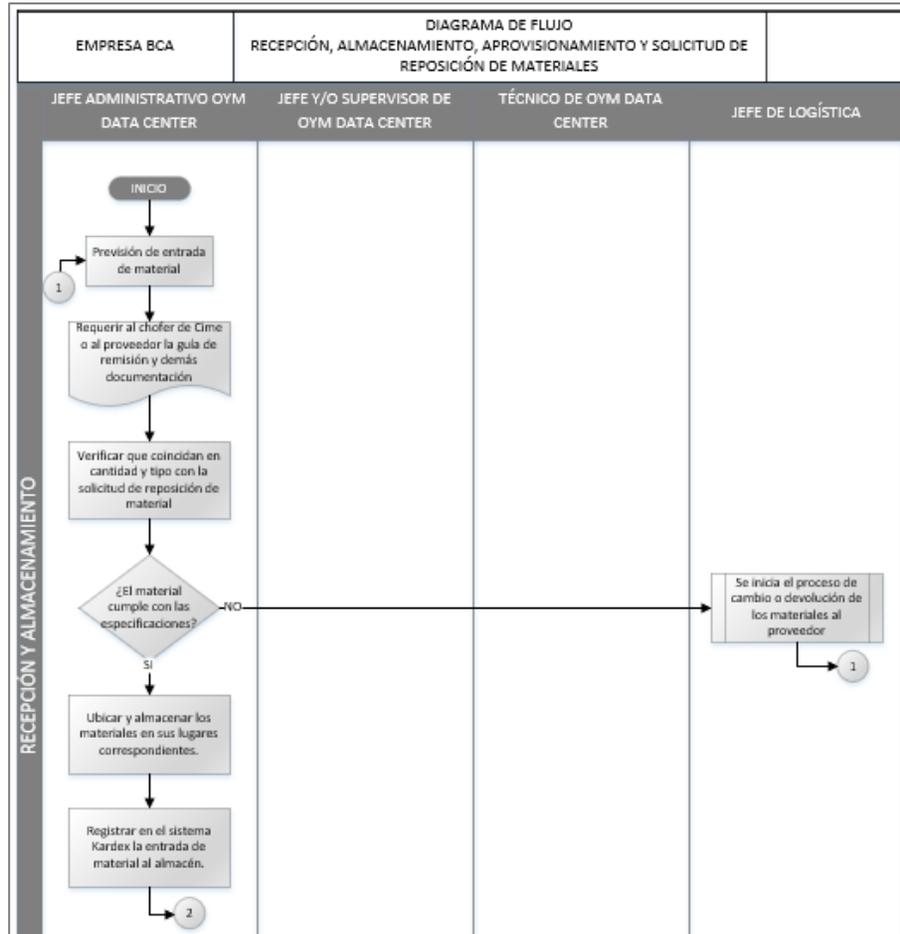


Figura 50. Implementación de flujograma de gestión de almacenes 1-3

# Propuesta de implementación de indicadores de mantenimiento para optimizar el proceso de operación en un data center en la empresa BCA

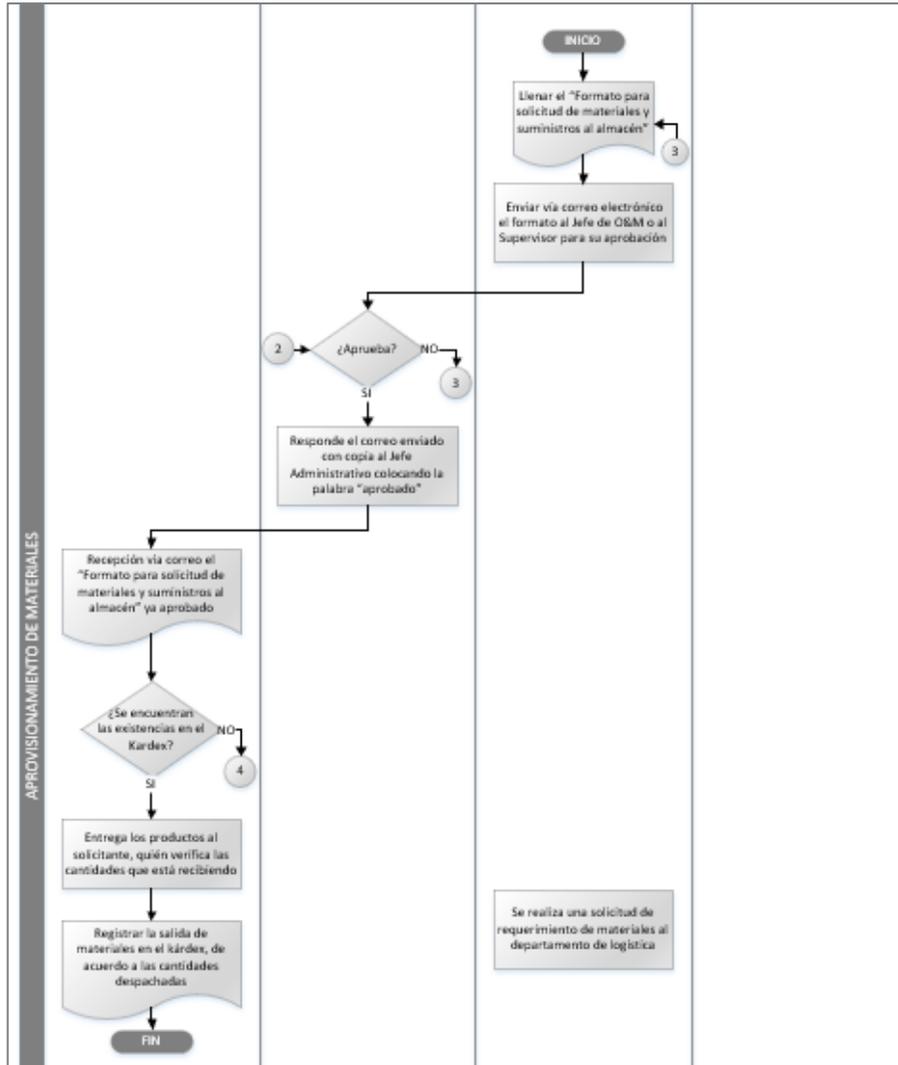


Figura 51. Flujograma de gestión de almacenes 2-3

# Propuesta de implementación de indicadores de mantenimiento para optimizar el proceso de operación en un data center en la empresa BCA

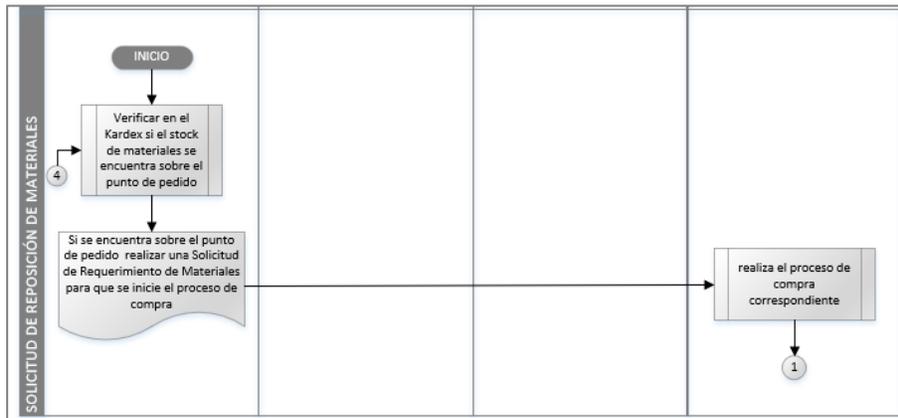


Figura 52. Flujograma de gestión de almacenes 3-3

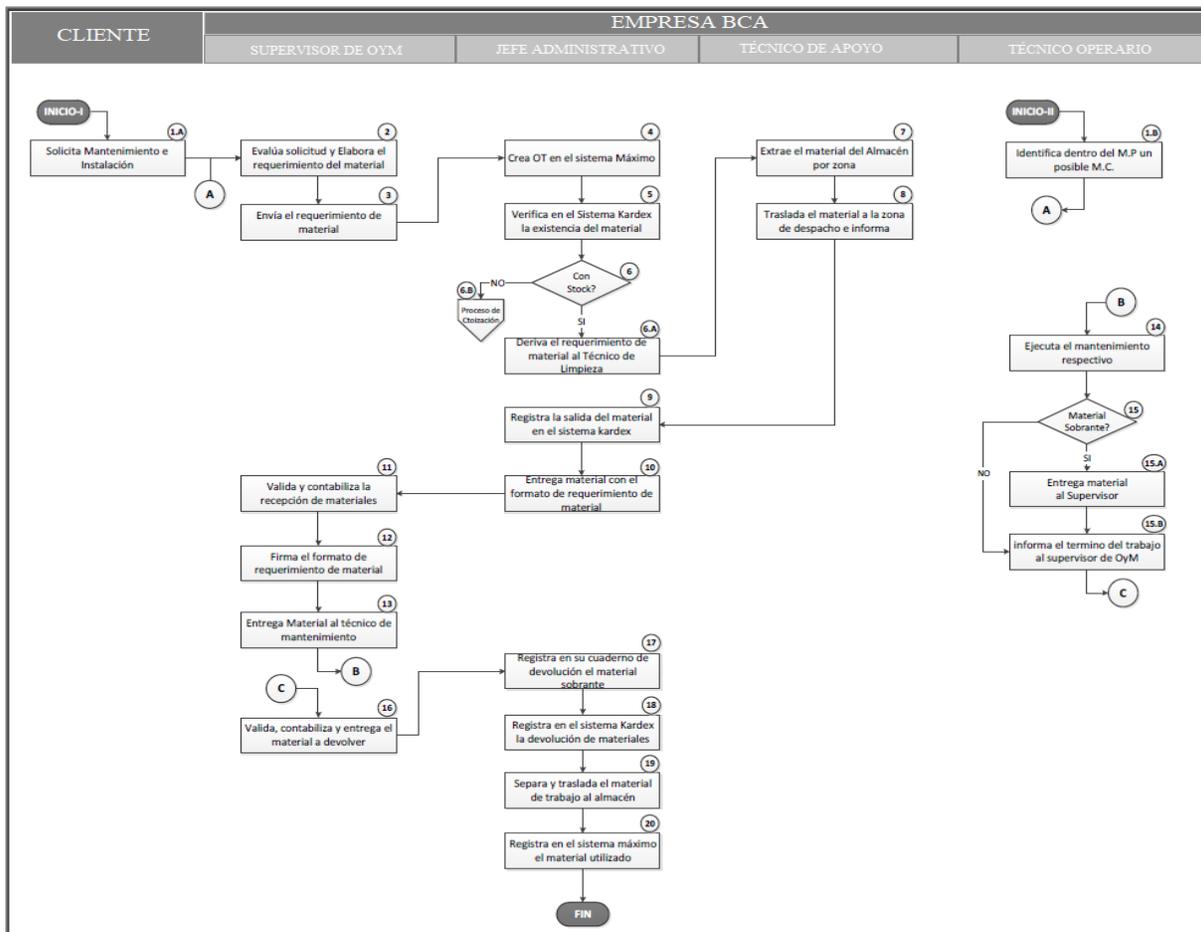


Figura 53. Flujograma de requerimiento de materiales para mantenimiento

INVENTARIO CABLEADO ESTRUCTURADO 2017															
Item	Almacén	Tipo	Cod. Maximo	N° Serie	UBICACIÓN NUEVO	UBICACIÓN REUTILIZADO	Descripción	CANT. CAJAS	S_SEG	CANTIDAD	CANTIDAD	JULIO	AGOSTO	MAXIMO	OBS
		OT - GUÍA	ING/SALID	FECHA	REQUERIMIENTO		DETALLE			NUEVO	USADO	NUEVO	USADO	NUEVO	USADO
145	ALM01		-VAR0027	1-1591363-0	EC06C_N3-5		Scanning Module, AMPTRAC, Blanco	0		609	0				
			EN	30/04/2016	05-25571		TYCO ELECTRONICS	1		68	-				
		62756	SL	25/06/2016	RQCH0028		INSTALACION DE GABINETE RITTAL EN UBICACIÓN 1AK09	-		-4	-				
		65838	SL	17/09/2016	RQCH0068		SNCD-2016-09-012 - MIC -ISL- PortMapping_CCH_W00000001280003			-4					
		69010	SL	30/12/2017	RQCH0100		SNCD-2016-12-006 - AnM - PPS_VNX- S800_CCH_W00000001537880			-3					
		72924	SL	4/05/2017	RQCH0132		SNCD-2017-05-001 - JnM- NuevosCanalesMUX_CCH_W00000001399137			-1					
145	CANT. ACTUAL	VAR0027	1-1591363-0	EC06C_N3-5			Scanning Module, AMPTRAC, Blanco	1	17	665	0	665	0	665	0
146	-		-VAR0028	1933241-1	EP01_N3		Sensor Strip, AMPTRAC, CISCO 2960	0		75	0				
			SL	-	-		-	-	-	-	-				
			EN	-	-		-	-	-	-	-				
146	CANT. ACTUAL	VAR0028	1933241-1	EP01_N3			Sensor Strip, AMPTRAC, CISCO 2960	0	24	75	0	75	0	75	0

Figura 54. Implementación de Kardex de gestión de almacenes

EMPRESA BCA		FORMATO DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES Y/O SERVICIOS EN LOS CC				Fecha de Aprobación:			
						Versión: 01			
						Código:			
Fecha de solicitud	Centro de Cómputo	Nº de OT de Compra		Nº de Control Interno					
Nombre del solicitante	Aprobado por		Especialidad						
Tipo de mantenimiento	Motivo del requerimiento								
Nº	Código del maximo	Artículo	Tarifario		Nº de OTs de trabajo	Unidad de Medida	Cantidad		
			(Si/No)	Item			Cantidad Solicitada	Stock Actual del Artículo	Rotura de Stock
1	.....								0
2									0
3									0

Figura 55. Implementación de formato de requerimiento de materiales

#### 4.2.12. Registro de reuniones y acuerdos

Se requiere mantener una trazabilidad de los acuerdos tomados en conjunto con el cliente, a fin de poder tener constancia del cumplimiento del servicio y de los acuerdos tomados en las reuniones que se presenten. Por ello la implementación del formato de una “agenda de reunión” (figura 56), donde se enviará a cada uno de los integrantes requeridos y un formato de “Acta de Reunión” (figura 58), que se generará posterior a la reunión para un mejor control y registro de los participantes y los compromisos tomados.

**Agenda de Reunión**  
**Servicio de OyM (Operación y Mantenimiento)**

---

**Datos Generales de la Reunión**

<b>Fecha:</b>		<b>Hora:</b>	
<b>Ubicación:</b>			
<b>Organizador:</b>			
<b>Objetivo:</b>			
<b>Agenda:</b>			
<b>Convocados necesarios:</b>	<b>Ciente:</b>		
	<b>Nombre y Apellido</b>	<b>Iniciales</b>	<b>Firmas</b>
	[ ]	[ ]	<input type="checkbox"/>
	[ ]	[ ]	<input type="checkbox"/>
	[ ]	[ ]	<input checked="" type="checkbox"/>
	[ ]	[ ]	<input checked="" type="checkbox"/>
	[ ]	[ ]	<input checked="" type="checkbox"/>
	[ ]	[ ]	<input checked="" type="checkbox"/>
	[ ]	[ ]	<input checked="" type="checkbox"/>
	[ ]	[ ]	<input checked="" type="checkbox"/>
	[ ]	[ ]	<input checked="" type="checkbox"/>
	[ ]	[ ]	<input checked="" type="checkbox"/>
	[ ]	[ ]	<input checked="" type="checkbox"/>
	[ ]	[ ]	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Convocados opcionales:</b>	<b>La empresa:</b>		
	<b>Nombre y Apellido</b>	<b>Iniciales</b>	<b>Firmas</b>
	[ ]	[ ]	<input type="checkbox"/>
	[ ]	[ ]	<input type="checkbox"/>
	[ ]	[ ]	<input checked="" type="checkbox"/>
	[ ]	[ ]	<input checked="" type="checkbox"/>
	[ ]	[ ]	<input checked="" type="checkbox"/>
	[ ]	[ ]	<input checked="" type="checkbox"/>
	[ ]	[ ]	<input checked="" type="checkbox"/>
	[ ]	[ ]	<input checked="" type="checkbox"/>
[ ]	[ ]	<input checked="" type="checkbox"/>	
<b>Seguimiento y Control:</b>	<b>C: Cerrado    EP: En progreso    A: Abierto    K: Cancelado</b>		

Figura 56. Implementación de formato de agenda de reunión 1-2

**ESQUEMA DE LA REUNIÓN**

Item	Descripción	Quién	Cuándo	Estado	Acción
1					
2					
3					
4					
5					

Figura 57. Figura X. Formato de agenda de reunión 2-2

Propuesta de implementación de indicadores de mantenimiento para optimizar el proceso de operación en un data center en la empresa BCA

**ACTA N°03**  
**Servicio de Operación y mantenimiento Centro de Cómputo**

**Datos Generales de la Reunión**

<b>Fecha</b>		<b>Hora</b>	
<b>Ubicación</b>			
<b>Organizador</b>			
<b>Objetivo</b>			
<b>Asistencia</b>			
<b>Ausentes</b>			

**Leyenda**

	Riesgo / grave o problema de alta prioridad		Riesgo intermedio, problemas menores		No hay problemas graves en este momento
---	---	---	--------------------------------------	---	---

**Acuerdos y Notas importantes**

Asunto	Discusión (Acuerdos tomados por asunto y notas importantes)

**Encargos**

Encargo	Asignado a	Fecha objetivo	Comentario

Figura 58. Implementación de formato de acta de reunión

## 4.2.13. Gestión de reportes y comunicaciones

A fin de estandarizar la información y contar con una buena comunicación ante el cliente y las comunicaciones internas en el flujo de trabajo, se propone en las imágenes 59 y 60, el “Plan de Comunicaciones”

PLAN DE COMUNICACIONES DE LA OYM DATACENTER					
COMUNICACIÓN INTERNA					
¿Que comunicamos?	¿Cuándo? / ¿Por qué?	¿A quien se comunica?	Canales de Comunicación	Responsable de Comunicación	Autorizado por
Datos de la operación OYM - Estado de equipos mediante check list - Observaciones enviadas por mail a los supervisores indicando mayor detalle de relevancia que el indicado en su reporte.	- Es una práctica diaria de los monitores Scada y del personal tco OYM hacia los supervisores y/o Jefes de OYM.	Al personal destacado en cada unidad según jerarquía: 1.- Gerente de OYM 2.- Jefe de OYM 3.- Supervisor OYM 4.- Jefe Administrativo	- Correo electrónico - Reporte de Check List físico	- Técnicos de OYM - Operador SCADA OYM	Jefe de OYM
- Incidencias, observaciones, peticiones de apoyo para OYM de equipos.	- Cada período de mantenimiento al Gerente de OYM como apoyo para realizar las gestiones necesarias	Gerente de OYM	- Correo electrónico - Uamada telefónica	- Monitor Scada OYM	Jefe de OYM
Reuniones Internas con personal OYM	- Todos los jueves de 15:00 a 17:00	Se comunica a los técnicos de OYM. - Lecciones aprendidas de los mantos - Reparas planes de emergencias	- Reunión con los técnicos - Presentaciones, material físico y digital	- Jefe Administrativo	Jefe de OYM
Reportes internos para analizar situaciones críticas	Dependiendo la criticidad	Gerente de OYM	Vía correo	- Jefe de OYM / Jefe Administrativo	Gerente de OYM
Indicadores y desvíos del contrato	Mensualmente	A todo el equipo de OYM	Vía correo electrónico o teleconferencia	- Jefe de OYM / Jefe Administrativo	Gerente de OYM
Coordinaciones con el DACC en reuniones internas de gerencia y/o procesos	Luego de revisar alguna política, procedimiento o proceso	A todo el equipo de OYM	- Reunión - Vía correo electrónico - Teleconferencia	- Jefe de OYM / Jefe Administrativo	Gerente de OYM

Figura 59. Implementación de Plan de Comunicaciones Internas

COMUNICACIÓN EXTERNA					
¿Que comunicamos?	¿Cuándo? / ¿Por qué?	¿A quien se comunica?	Canales de Comunicación	Responsable de Comunicación	Autorizado por
- Reporte de capacidades.	Al quinto día útil del mes (Se envía un mes por adelantado)	Cliente	- Vía repositorio compartido (red) - Se anuncia por correo y se llama por teléfono para cerrar el tema	Jefes Administrativo / Supervisor OYM	Jefe de OYM
- Reporte semanales de avance: o Avance de OT's (Mpv, MC e Inst) o Matriz de riesgos o Lista de pendientes (Log) o Revisión del acta de la reunión anterior	Todos los miércoles	- Se comunica en reunión al cliente	- Reunión interactiva. Se extiende la vía telefónica en remoto a los miembros que se encuentran en otras sedes.	Jefes Administrativo	Jefe de OYM
- Informe mensualde: o Presentación de ANS (indicadores contractuales ANS & Termómetros) o Cumplimiento de pendientes o Interpretación de datos y registros o Revisión del acta de la reunión anterior.	El informe se entrega en el 5° día útil del mes. De allí, el DACC lo revisa y convoca a reunión para la exposición. No hay fecha definida, sólo se sabe que es despues de entregar el informe	- Se comunica en reunión al cliente	- Reunión interactiva. Se extiende la vía telefónica en remoto a los miembros que se encuentran en otras sedes.	Jefes Administrativo	Gerente de OYM
- Cartas y/o avisos enviados por la Gerencia general de la empresa BCA	Cuando cliente presenta una carta de discoformidad, queja o reclamo.	- Se comunica en reunión al cliente	- Reunión interactiva.	Gerente de OYM	Gerente General

Figura 60. Implementación de Plan de Comunicaciones Externa

El RCM implica poder contar con la disponibilidad de la información clara, detallada y específica, a fin de poder contar con ella en cualquier momento y contar con un análisis de los

trabajos realizados. Por ello se implementa nuevo formato de reporte (figura 61) de sistema de monitoreo SCADA, donde podrá detallar el estado de cada equipo monitoreado, los trabajos realizados y el control de sus actividades en lo largo de sus horas laborales.

Este nuevo reporte permitirá conocer los equipos activos durante el turno de trabajo, considerando cada sistema como los equipos de ventilación, equipos eléctricos, de seguridad, etc.

El nuevo formato técnico (figura 62) corresponde al personal de campo, corresponden a dos técnicos quienes realizan los mantenimientos preventivos asignados en el cronograma de trabajo. En el reporte técnico se ha considerado el detalle por horarios, a fin de contar con todos los trabajos efectuados y la disponibilidad de los operarios. De igual manera se cuenta con el detalle de los equipos, ubicación y detalles de los trabajos ejecutados. Se debe reflejar los materiales utilizados para poder ver reflejado el manejo de los almacenes para el control de insumos empleados en cada turno de trabajo.

# Propuesta de implementación de indicadores de mantenimiento para optimizar el proceso de operación en un data center en la empresa BCA

REPORTE SCADA																			
FECHA	23/01/2016				TURNO	NOCHE De: 22:00 a: 07:00				+registros: (ALT + ENTER)									
<b>PERSONAL TÉCNICO</b>					<b>TRABAJOS REALIZADOS</b>					<b>SACC - OT GENERADAS:</b>									
SCADA	-				Según cronograma:	Mantto nivel A: BAH - 03B					SACC - GENERADAS: 0 durante el turno.								
ELÉCTRICO	-					Termografía de VVBAH - 02A y 03B					OT - GENERADAS: 0 durante el turno								
MECÁNICO	-					Modificación de cableado en gabinete sala 4					SIRECC - validadas: 0 durante el turno								
PERSONAL EXTRA					Adicionales / Supervisiones:	Toma de cargas sala 2 (PENDIENTE DIGITALIZAR)													
					<b>EQUIPOS DE A-A</b>														
RAMA A		RAMA B			UPP - SALA 1		UPP - SALA 2		UPP - SALA 3		SALA 5		UPS RA	UPS RB	UPS P	CINTOTECA	SOPORTE 1		
HORA	CHILLER	BOMBA	CHILLER	BOMBA	2B	3A	5A	4A	7A	7B	5-UPR-B1	5-UPR-B2	13A	14A	15B	MT-01B	MT-02B		
INICIO	22:00	UGAH-01A	BAH-02A	UGAH-02B	BAH-03B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A		
FINAL	07:00	UGAH-01A	BAH-02A	UGAH-02B	BAH-03B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A		
<b>Datos Generales:</b>					<b>Observaciones Importantes del turno:</b>														
					+registros: (ALT + ENTER)														
<b>Estado actual</b>					<b>Equipos UMA's - UMAH's</b>			<b>Inyectores / Extractores</b>			<b>Humidificadores</b>								
					- UMA 3A = 63.10%			- Ventilación SE-MT: VE-02 y			- 1AH01A,								
					Mezzanine: 01A, 04A, 02B y 01B			VI-01 en servicio Manual.			- 1AH01B,								
					en servicio, 02A en stand by.			- GE's: vi-3 y 4 en MANUAL.			- 1AH02A y								
					- UMAH 1A y 1B, fuera de servicio.			VI-5 - ON EN MANUAL			- 1AH02B,								
					TK-08 : G1-818 gal.			Temp. Prom. S1 = 19.8 °C - 20.2 °C			(sin check APTO) con								
					TK-09 : G2-808 gal.			Temp. Prom. S3 = 18.4 °C - 18.5 °C			selección en AUTO en campo.								
					- Se inicia guardia con SERVIDOR REDUNDANTE.														
					- Se realiza monitoreo del sistema RASplus (camaras) y el sistema Simplex TSW.														
					- BAH-1A sin check de apto por presentar elevada temperatura en rodamiento.														
					- Se finaliza guardia con el SERVIDOR REDUNDANTE.														
REGISTRO DE ACTIVIDADES																			
ACTIVIDADES				HORARIO INICIO	HORARIO FINAL	Formato: de 00:00 a 24:00hrs.													
Revisión de correos y relevo de turno				22:00	22:30	00:30	6%												
Monitoreo del sistema SCADA				22:30	23:00	00:30	6%												
Digitalización Check List				23:00	00:00	01:00	11%												
Monitoreo del sistema SCADA				00:00	01:00	01:00	11%												
Coordinación de incidentes				01:00	03:00	02:00	22%												
Monitoreo del sistema SCADA				03:00	04:00	01:00	11%												
Digitalización Check List				04:00	06:00	02:00	22%												
Monitoreo del sistema SCADA				06:00	06:30	00:30	6%												
Elaboración de reportes de turno				06:30	07:00	00:30	6%												
-				00:00	00:00	00:00	0%												
-				00:00	00:00	00:00	0%												
-				00:00	00:00	00:00	0%												
-				00:00	00:00	00:00	0%												
-				00:00	00:00	00:00	0%												
-				00:00	00:00	00:00	0%												
<b>TN - 22:00 A 07:00 - DURACIÓN:</b>				<b>09:00</b>	<b>TOTAL</b>	<b>09:00</b>	<b>100%</b>												
<b>Nota:</b>																			
- La actividad "Monitoreo del sistema SCADA" es constante a pesar de la realización de otras actividades.																			
-																			
-																			

Figura 61. Implementación de reporte SCADA

REPORTE TÉCNICO				CODIGO	MAPR-058	
REMITENTE				TURNO		
TIPO DE TRABAJO				FECHA INICIO		
DESCRIPCION				HORA INICIO		
				FECHA TERMINO		
ESPECIALIDAD				SUPERVISOR(ES)		
PERSONAL TECNICO						
SCADA						
AIRE ACONDICIONADO						
CAB. ESTRUCTURADO						
ELECTRICISTA						
MECANICO						
PERSONAL EXTRA						
DESCRIPCION DE HORAS DE TRABAJO						
N°	HORARIO		T_TRABAJO	EQUIPO Y/O ACTIVO	UBICACIÓN	DETALLE RESUMIDO
1	15:00:00 p.m	15:30:00 p.m				
2	15:30:00 p.m	18:00:00 p.m				
3	18:00:00 p.m.	19:00:00 p.m.				
4	19:00:00 p.m.	20:00:00 p.m.				
5	20:00:00 p.m.	21:30:00 p.m.				
6	21:30:00 p.m.	22:00:00 p.m.				
7						
8						
DESCRIPCION DE TRABAJOS REALIZADOS						
1						
2						
3						
5						
6						
7						
OBSERVACIONES						
1						
2						
3						
4						
5						
6						
MATERIALES UTILIZADOS						
1						
2						
3						
4						
5						
6						

Figura 62. Implementación de reporte Técnico

#### 4.2.14. Contenido de informe mensual de prestación del servicio

Se realiza la implementación de un nuevo esquema de presentación para informes del servicio mensual, a fin de poder reportar adecuadamente el servicio brindado, informando cada detalle de los eventos presentados, como el cumplimiento de contrato según acuerdos de niveles de servicio.

CONTENIDO	
1. CAPÍTULO I: GENERALIDADES .....	9
1.1. Descripción del Servicio .....	9
1.2. Objetivo.....	9
2. CAPÍTULO II: PROGRAMACIÓN DE ACTIVIDADES .....	10
2.1. Cronograma anual de mantenimiento preventivo.....	11
2.2. Registro de actividades .....	11
3. CAPÍTULO III: ORGANIZACIÓN.....	13
3.1. Entrenamiento .....	13
3.1.1. Plan de Inducción.....	13
3.1.1.1. Metodología de selección e inducción .....	13
3.1.2. Plan de Capacitaciones .....	16
Comentarios:.....	19
3.2. Organigrama de trabajo.....	21
3.3. Asignación de Recursos .....	24
3.3.1. Uniformes y equipos de protección personal .....	24
3.3.2. Herramientas.....	25
3.3.3. Comunicaciones.....	30
3.4. Reporte de asistencia.....	32
4. Capítulo IV: GESTIÓN Y ADMINISTRACIÓN.....	33
4.1. Gestión de capacidad .....	33
4.2. Gestión de disponibilidad.....	33
4.3. Gestión de cambio.....	33
4.4. Gestión de incidentes .....	34
4.5. Gestión de problemas.....	34
4.6. Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SST).....	34
4.6.1. Planificación del Sistema de Gestión SST .....	34
4.6.2. Actividades Realizadas en SST en los CC .....	35
4.7. Gestión de Almacenes.....	37
4.8. Gestión de la Información.....	37
4.9. Gestión de Energía.....	38
4.10. Mejora Continua .....	38
4.10.1. Administración de HH .....	38
4.10.2. Actualización de procedimientos.....	38

Figura 63. Implementación nuevo esquema de reportes al cliente en informes mensuales 1-3

## Propuesta de implementación de indicadores de mantenimiento para optimizar el proceso de operación en un data center en la empresa BCA

4.10.3. Procesos de cotizaciones .....	39
4.10.4. Administración de almacenes .....	39
5. Capítulo V: INDICADORES.....	40
5.1. Indicadores tipo termómetro.....	40
6. Capítulo VI: ACUERDOS DE NIVELES DE SERVICIO.....	42
6.1. Indicador de Disponibilidad.....	43
6.1.1. Disponibilidad del servicio eléctrico, climatización y conectividad Salas de Servidores, Cuartos de Entrada, Cintoteca .....	44
6.1.2. Disponibilidad del servicio eléctrico, climatización y conectividad Salas de UPS, Sub-Estaciones.....	44
6.1.3. Disponibilidad del servicio eléctrico, climatización y conectividad Otros ambientes.....	45
6.2. Indicador de Desempeño.....	45
6.2.1. Cumplimiento de procedimientos y criterios para evitar los apagados no planificados y responder anticipadamente a las emergencias en todos los sistemas.....	46
6.2.2. Cumplimiento del mantenimiento preventivo mensual, de equipos eléctricos, climatización y ventilación.....	46
6.2.3. Cumplimiento de Orden de Trabajo (OT) por mantenimiento correctivo.....	47
6.2.4. Cumplimiento de Orden de Trabajo (OT) por instalaciones.....	47
6.3. Indicador de Gestión.....	48
6.3.1. Existencias actualizadas (stock).....	48
6.3.2. Cumplimiento del plan de capacitaciones.....	48
6.3.3. Atención de quejas y reclamos.....	48
6.3.4. Cumplimiento y consistencia de entrega de informes mensuales	49
7. Capítulo VII: REPORTE DE GESTIÓN.....	50
7.1. Reporte de capacidad del Centro de Cómputo .....	50
7.1.1. Capacidad de Energía Eléctrica.....	50
7.1.1.1. Potencia Consumida por equipos de TI/ Potencia Instalada de UPS (kW).....	50
7.1.1.2. Potencia Consumida por equipos Electro-Mecánicos/ Potencia Instalada para equipos de Electro-Mecánicos (kW) .....	50
7.1.1.3. Potencia Consumo de energía mensual total (kWh) .....	51
7.1.1.4. Consumo de Potencia mensual por equipos de TI (kW) por torres tecnológicas y total (Servidores, almacenamiento, telecomunicaciones, etc.).	51
7.1.1.5. Consumo de energía mensual por equipos de climatización (kWh)	53
7.1.2. Capacidad de Espacios .....	54

Figura 64. Implementación nuevo esquema de reportes al cliente en informes mensuales 2-3

# Propuesta de implementación de indicadores de mantenimiento para optimizar el proceso de operación en un data center en la empresa BCA

7.1.2.1. Espacio ocupado por Racks-Gabinetes / Espacio total para Racks-Gabinetes .....	54
7.1.2.2. Espacio ocupado por Unidad de Rack-Gabinetes (U) / Espacio total de Unidad de Rack-Gabinetes (U) .....	55
7.1.2.3. Espacio ocupado por cada torre tecnológica de TI (racks y unidades de rack) .....	56
7.1.3. Capacidad de Climatización .....	56
7.1.3.1. Refrigeración consumida / Refrigeración instalada .....	56
7.1.4. Capacidad de Conectividad .....	57
7.2. Reporte de Eficiencia del consumo eléctrico VS requerimientos del BCP .....	57
7.2.1. PUE .....	57
7.2.2. Calidad de los parámetros sistema eléctrico .....	58
7.2.3. Calidad de los parámetros sistema de climatización .....	58
7.2.4. Reporte de incidentes .....	58
7.3. Disponibilidad de Información .....	60
7.4. Reporte de baterías .....	60
7.5. Reporte de costos de OYM .....	60
8. Capítulo VIII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	62
8.1. Conclusiones .....	62
8.2. Recomendaciones .....	63
9. LISTA DE ANEXOS .....	65

Figura 65. Implementación nuevo esquema de reportes al cliente en informes mensuales 3-3

## CAPÍTULO 5. Conclusiones y Recomendaciones

### 5.1. Conclusiones

Como se pudo detectar que los procesos se están llevando bajo las normativas de Uptime Institute y esto les permite contar con una mejor gestión de mantenimiento, no obstante, la información que se obtiene bajo los procedimientos y normativas aplicadas no están siendo empleadas para poder generar tendencias o prevención de fallos que les permita una planificación y anteponerse a los sucesos de riesgo operativo. Siendo este un área tan crítica y contar con una amplia información se requiere aprovechar los recursos con los que actualmente se cuenta para poder generar mejoras continuas, acciones de prevención y optimizar mejor su gestión.

Uno de los indicadores principales que debe aplicarse para poder optimizar la gestión de mantenimiento en el Data Center es el RCM, este proceso le permitirá contar mínimamente con situaciones de fallos, para cada activo y cada componente del mismo. Con la aplicación del RCM, la empresa contara con mayores procedimientos, flujos y procesos de acuerdo a la necesidad que se requiere según la evaluación de cada equipo instalado. Podrá prever alguna situación de riesgo y así podrá aprovechar mejor los recursos, facilitando la optimización de la gestión de mantenimiento que brindan actualmente en la operación y mantenimiento en el Data center.

Los especialistas podrán brindar y diseñar los nuevos tipos de funciones para optimizar la gestión de mantenimiento, iniciando desde las funciones básicas primarias que normalmente son fáciles de reconocer, las funciones más básicas de la operación. Contará con diagramas de bloques funcionales para la interacción entre los sistemas, determinar las funciones independientes múltiples y según su especificación funcional, procesos de integridad

medioambiental, cumpliendo con los estándares asociados al cuidado y preservación del medio ambiente, de igual manera a funciones de seguridad que pondrían en riesgo la operación, el control de los procesos, medidas de protección, entre otros factores globales que se adecuaran a la operación y mantenimiento del Data Center de manera específica.

## **5.2. Recomendaciones**

Continuar con la implementación de la propuesta de RCM para optimizar el mantenimiento del Data Center de la empresa.

Implementar indicadores de RCM para los demás subsistemas en el Data Center, a fin de evitar fallos externos que puedan afectar a la operación.

Implementar auditorías de control, luego de la puesta en marcha de la propuesta a fin de contar con el cumplimiento y continuidad del los indicadores del RCM.

## CAPÍTULO 6. Referencias

- Barreiro, A. (2013) *Análisis para el diseño de infraestructura de un centro de datos / Data Center* (Tesis el título académico de Ingeniero en Comunicaciones y electrónica). Instituto Politécnico Nacional. México. Recuperado de:  
<https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/15080/I.C.E.%2037-13.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cabrera, A.& Espín, B. (2018) *El RCM (mantenimiento centrado en la confiabilidad) de los equipos del área húmeda y de acabados del cuero de la empresa Tenería Díaz Cía. Ltda* (Tesis para optar el grado de Ingeniero) Universidad Técnica de Ambato. Ecuador.  
Recuperado de: <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/28584>
- Campbell, J. & Reyes-Picknel, J. (2015) *Strategies for Excellence in Maintenance Management*, Third Edition. *Uptime*. doi: 10.1201/b18778
- Castillo A., (2016). *Administración de personal: un enfoque hacia la calidad*. ECOE Ediciones (Original publicado en 1993)
- Castillo Devoto & Liliana Raquel (2011) *Diseño de la infraestructura de telecomunicaciones de un Data Center* (Tesis para optar el grado de Ingeniería de Telecomunicaciones) Universidad Católica del Perú. Perú. Recuperado de:  
<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/196>
- Cliatec 360 Data Center (2016, 11 de enero), *¿Cuánto cuesta la caída de tu centro de datos?*, Consultado el 30 de septiembre de 2017. <http://www.cliatec.com/blog/%C2%BFcuanto-cuesta-la-caida-de-tu-centro-de-datos>
- Emerson Network Power (s. f.) *El estudio de energía de red*. Consultado el 16 de octubre del 2022. <https://www.emerson.com/es-es/news/corporate/network-power-study>

- Espinoza, E & Lobaton, L. (2014) *Implementación de virtualización en el centro de Cómputo del Ministerio de Transportes y Comunicaciones* (Tesis para optar el título de Ingeniero de computación y sistemas) Universidad de San Martín de Porres, Perú. Recuperado de:  
<https://hdl.handle.net/20.500.12727/1027>
- Grupo Cofitel (2014, 14 de febrero) *Data Center: El Estándar TIA 942*. Consultado el 30 de septiembre de 2017. <http://www.c3comunicaciones.es/data-center-el-estandar-tia-942>
- Maldonado, J. (2010) *Diseño de un Centro de Datos Basado en estándares, caso: Diseño del Centro de Datos del Colegio Latinoamericano*. (Proyecto de tesis para la obtención del título de Ingeniero de Sistemas) Universidad de Cuenca, Ecuador. Recuperado de:  
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/648>
- Moubray, J., (2000), *Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad*. Ellmann, Sueiro y Asociados (ed. y trad.) Aladon Ltd. (Original publicado en 1991).
- Nogueira, J. (2013) *Procedimientos para la auditoría física y medio ambiental de un Data Center basado en la clasificación y estándar internacional TIER* (Tesis para la obtención del título de Ingeniero Informático) Universidad Católica del Perú, Perú. Recuperado de:  
<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/4978>
- Pérez Rondón, F. (2021) *Conceptos Generales en la Gestión del Mantenimiento Industrial*.  
Recuperado de:  
[https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/33276/9789588477923.pdf?sequence=4  
&isAllowed=y](https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/33276/9789588477923.pdf?sequence=4&isAllowed=y)
- Reyes, J. (2017, 21 de septiembre) *Casos de éxito -RCM-R*. Consultado el 16 de octubre del 2022. <https://cmc-latam.com/session/casos-de-exito-rcm-r/>

Tecsup (2010). Planificación-y-Programación-del-Mantenimiento. Recuperado de:

<https://www.tecsup.edu.pe/programas-academicos/cursos-online/planificacion-y-programacion-del-mantenimiento>

Tecsup (2017). Gestión de Mantenimiento Basado en la Confiabilidad. Recuperado de:

<https://www.tecsup.edu.pe/programas-academicos/cursos-online/gestion-del-mantenimiento-basado-en-la-confiabilidad>

Uptime Institute (2017), Acerca de Uptime Institute, Recuperado de:

<https://es.uptimeinstitute.com/about-ui>

Villalobos, A. & Parra, C. (2022) *Propuesta de un plan de mantenimiento basado en RCM II para una planta de asfalto Benninghoven ECO 2000 de la empresa Compañía de Trabajos Urbanos* (Trabajo de especialización en Gerencia de Mantenimiento). Universidad ECCI. Colombia. Recuperado de: <https://repositorio.ecci.edu.co/handle/001/2758>

Zavala, J. & Ormeño, C. (2017) *Propuesta de mejora en la gestión del mantenimiento para el sistema electromecánico del centro de datos en una entidad bancaria del Perú* (Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial) Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Perú. Recuperado de: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/621265>

## 6.1. Anexos

**Anexo 1.** Fotografía de las capacitaciones previas a mantenimiento.



## Anexo 2. Chek list utilizado

CHECK LIST - MANTENIMIENTO DE TSTTC-1 AT51, AT52, CC, GE1, GE2, GE3, AT53, AT54

Item	Descripción	Check
1	Realizar Check list de estado de equipos mecánicos	✓
2	Señalización del lugar de trabajo	✓
3	Charla de seguridad	✓
4	Colocar carrito (de salas) de apoyo y mouse para operar el HMI (por falla de pantalla tactil)	✓
5	Dar aviso al inicio trabajo por correo electrónico (DACC, Seguridad, Cime)	✓
6	Tomar valores de carga de los ATS	✓
7	Configurar el GE1 y GE2 en Prime	✓
<b>FASE 1: Hacer MANTENIMIENTO a las secciones AT51, AT52, GE1</b>		
8	Insertar Usuario y password en aplicativo S2400	✓
9	Passar la carga de AA del ramal A hacia el ramal B de AA mediante el HMI	✓
10	Verificar el encendido de los GE	✓
11	Verificar el encendido de los inyectores de GE	✓
12	Esperar termino de pase de carga	✓
13	Passar la carga de UPS del ramal A hacia el ramal B de UPS mediante el HMI (mientras los GE estan aun encendidos - etapa cool down)	✓
14	Esperar termino de pase de carga	✓
15	Desloguearse del aplicativo S2400	✓
16	Tomar valores de carga de los ATS	✓
17	Verificar en el HMI y SCADA la presencia de alarmas	✓
18	Passar el ATS 1 a posicion MANUAL	✓
19	Passar el ATS 2 a posicion MANUAL	✓
20	Verificar Carga "0" en el breaker principal en el tablero TGNAA-A	✓
21	Verificar Carga "0" en elbreaker principal en el tablero TGNUPS-A	✓
22	Abrir y extraer el breaker principal en el tablero TGNAA-A, y bloquear	✓
23	Abrir y extraer el breaker principal en el tablero TGNUPS-A, y bloquear	✓
24	Insertar Usuario y password en aplicativo S2400	✓
25	Deshabilitar G.E.1 desde la pantalla HMI del TSTTC-1 desde aplicativo S2400	✓
26	Deshabilitar G.E.1 desde la pantalla HMI del TSTTC-1 desde aplicativo PGC4000	✓
27	Deshabilitar G.E.2 desde la pantalla HMI del TSTTC-1 desde aplicativo S2400	✓
28	Deshabilitar G.E.2 desde la pantalla HMI del TSTTC-1 desde aplicativo PGC4000	✓
29	Desloguearse del aplicativo S2400	✓
30	Colocar G.E.1 en STOP en el tablero de control (EMCP3)	✓
31	Abrir y extraer el interruptor (hasta posicion test) del tablero IGE 1	✓
32	Colocar G.E.2 en STOP en el tablero de control (EMCP3)	✓
33	Abrir y extraer el interruptor (hasta posicion test) del tablero IGE 2	✓
34	Verificar Carga "0" en el breaker principal en el tablero TGAA-A	✓
35	Verificar Carga "0" en elbreaker principal en el tablero TGUPS-A	✓
36	Extraer breaker principal del TGAA-A, y bloquear	✓
37	Extraer breaker principal del TGUPS-A, y bloquear	✓
38	Verificar en el HMI y SCADA la presencia de alarmas	✓
Verificar con un multímetro la ausencia de tension en las barras de las secciones a intervenir		
<b>INTERVENCION AL EQUIPO PARA MANTENIMIENTO SECCIONES AT51, AT52, GE1</b>		
<b>TERMINO DE INTERVENCION: VERIFICACION DE TABLERO PARA ENERGIZACION (PERSONAL, HERRAMIENTAS Y MATERIALES FUERA)</b>		
41	Verificar en el HMI y SCADA la presencia de alarmas	✓
42	Insertar y cerrar el interruptor del tablero IGE 2	✓
43	Colocar G.E.2 en AUTO en el tablero de control (EMCP3)	✓
44	Insertar y cerrar el interruptor del tablero IGE 1	✓
45	Colocar G.E.1 en AUTO en el tablero de control (EMCP3)	✓
46	Verificar en el HMI y SCADA la presencia de alarmas	✓
47	Insertar Usuario y password en aplicativo S2400	✓
48	Habilitar G.E.2 desde la pantalla HMI del TSTTC-1 desde aplicativo S2400	✓
49	Habilitar G.E.2 desde la pantalla HMI del TSTTC-1 desde aplicativo PGC4000	✓
50	Habilitar G.E.1 desde la pantalla HMI del TSTTC-1 desde aplicativo S2400	✓
51	Habilitar G.E.1 desde la pantalla HMI del TSTTC-1 desde aplicativo PGC4000	✓
52	Desloguearse del aplicativo S2400	✓
53	Verificar en el HMI y SCADA la presencia de alarmas	✓
54	Desbloquear e insertar ITM principal del TGAA-A	✓
55	Desbloquear e insertar ITM principal del TGUPS-A	✓

# Propuesta de implementación de indicadores de mantenimiento para optimizar el proceso de operación en un data center en la empresa BCA

## Anexo 3. Registro de ATS

SERVIDOR LA		ANÁLISIS DE TRABAJO SEGURO (ATS)				Fecha de Aprobación: Enero 2015			
		PROCESO DE SEGURIDAD, SALUD EN EL TRABAJO Y MEDIO AMBIENTE				Versión: 8			
CLIENTE: <u>BCP - CCEH</u>		FECHA: <u>23/07/2015</u>	PROCEDIMIENTO REFERENCIAL: <u>CS-SSTMA-F-021</u>						
TÍTULO: <u>Mantenimiento de cables de fibra óptica</u>		UBICACIÓN: <u>Centro de Datos de Thompson</u>							
1. EQUIPOS Y ELEMENTOS DE SEGURIDAD REQUERIDOS PARA ESTE TRABAJO		MEMBROS DEL EQUIPO DE TRABAJO (Nombre y Rol)							
<input checked="" type="checkbox"/>	CHUBCO	<input checked="" type="checkbox"/>	GUANTES DE NYLON O PVC	<input checked="" type="checkbox"/>	PROTECTOR FACIAL	<input checked="" type="checkbox"/>	ARNES DE SEGURIDAD	1	<u>Vé. lista de materiales</u>
<input checked="" type="checkbox"/>	VENTONERA	<input checked="" type="checkbox"/>	MASCARILLA PARA POLVOS	<input checked="" type="checkbox"/>	BRASAS DE CUERO	<input checked="" type="checkbox"/>	LÍNEA DE VIDA SUPLE	2	
<input checked="" type="checkbox"/>	CALZADO DE SEGURIDAD	<input checked="" type="checkbox"/>	PROTECTORES AUDITIVOS	<input checked="" type="checkbox"/>	POLANAS DE CUERO	<input checked="" type="checkbox"/>	OTROS	3	
<input checked="" type="checkbox"/>	GUANTES DE SEGURIDAD	<input checked="" type="checkbox"/>	REPARADOR DE MEDIA OJERA	<input checked="" type="checkbox"/>	CARETA DE SOLDADOR	<input checked="" type="checkbox"/>	<u>Cable de fibra óptica</u>	4	
<input checked="" type="checkbox"/>	GUANTES DE CUERO O SADAÑA	<input checked="" type="checkbox"/>	EPP DIELECTRICO	<input checked="" type="checkbox"/>	DELANTAL DE CUERO	<input checked="" type="checkbox"/>		5	
2. ETAPAS BÁSICAS DEL TRABAJO (Lista de tareas a realizar)		3. RIESGOS POTENCIALES (¿Qué podría ir mal, que me podría lesionar?) Marcar con una (X)				4. MEDIDAS A ADOPTAR (¿Qué debo hacer para evitar la lesión?)			
		CONTACTO DIRECTO / INDIRECTO CON ENERGÍA ELÉCTRICA							
		CARGAS AL DENTRO NIVEL (DAN) EN EL NIVEL ALTERNATIVO, ETC.							
		CONTACTO POR SUPERFICIES PUNZANTES							
		VOLAPES, ATAMAYADOS POR PIEZAS EN MOVIMIENTO							
		IRRADIACION DE PARTÍCULAS, BUSTANGAS O ASBESTOS SÁBRICOS							
		ERGONOMÍAS							
		EXPLOSION / INCENDIO							
		CARGAS DE OBJETOS / DEGRUBRES / AFLAJAMIENTO							
		ACCIDENTE VEHICULAR (ATROPELLA)							
		HIPOCALUSIA (radiación)							
1	Inicio del trabajo - traslado de equipos y personal al área de trabajo.			X				Inspección del área de trabajo orden y limpieza. Señalización de las áreas en uso. Uso adecuado de EPP.	
2	Mantenimiento para la desconexión de cables A y B	X	X					Conocer por zonas permitidas, ubicación de los subestaciones, tableros, etc. respetar las reglas del área. Mantener el estado de los equipos.	
3	Desconexión de tableros, subestaciones, etc.	X						Se designará solo a una persona para que realice esta actividad, se usará conductos de bloqueo, uso de EPP.	
4	Verificación de corriente en tableros de energía Thompson	X						Una persona designada con el uso de un instrumento tomara mediciones para saber si el equipo está desconectado. Uso de guantes protectores.	
5	Mantenimiento preventivo, uso de salvavidas eléctricos		X			X		Para las personas que trabajan al norte, el personal del equipo deberá tener uso de casaca y línea de vida. Para las personas que hacen el mantenimiento por la parte posterior usará mallas para evitar la inhalación de partículas. Uso de EPP.	
6	Mantenimiento preventivo, uso de salvavidas eléctricos	X	X					En el caso de cualquier riesgo habrá una persona sujetando la escalera.	
7									
8	Mantenimiento preventivo, uso de salvavidas eléctricos	X	X					Verificar que todo el equipo se quede dentro del tablero. Conocer por zonas permitidas. Mantener el orden en vista de desplazamiento.	
9									
10									
Autorización de supervisor ejecutor de la tarea		Cierre de ATS							
Fecha de inicio: <u>23/07/2015</u>		Fecha de término: <u>23/07/2015</u>							
Hora de inicio: <u>3:00 pm</u>	Fecha de inicio: <u>23/07/2015</u>	Hora de término: <u>10:00 pm</u>	Fecha de término: <u>23/07/2015</u>						

Anexo 4. Lista de asistencia

LISTA DE ASISTENCIA					Fecha de Aprobación: Agosto 2014
PROCESO DE RECURSOS HUMANOS					Versión: 5
					Código: CS-RRHH-F-01
DATOS DEL EMPLEADOR:		DOMICILIO		ACTIVIDAD	N° TRABAJADORES
RAZÓN SOCIAL O DENOMINACIÓN SOCIAL	RUC	(Dirección, distrito, departamento, provincia)		ECONÓMICA	EN EL CENTRO LABORAL
CARE SERVICIOS S.A	20502912195	Av Industrial 120 Alti Lima		Servicios	
MARCAR (X)					
INDUCCIÓN	CAPACITACIÓN	ENTRENAMIENTO	CHARLA DE SEGURIDAD	SIMULACRO DE EMERGENCIA	
			X		
TEMA: Charla de módulos de preparación para trabajos Nivel C en Tablero de Servicio Thompson					
FECHA: 23/05/2015					
NOMBRE DEL CAPACITADOR O ENTRENADOR: Edward Villalobos Colinda					
N° HORAS: 5 minutos					
APELLIDOS Y NOMBRES DE LOS CAPACITADOS		N° DNI	ÁREA	FIRMA	OBSERVACIONES
1. Damián Huariporta Camas		46133204		[Firma]	
2. Lenin Velazquez Alarcon		45228210		[Firma]	
3. Santiago Baudino Blandin		41323623		[Firma]	
4. Hernán Villalobos		6497348		[Firma]	
5. Carlos Hoyos Gerardo		41450505		[Firma]	
6. Rosendo Abista Nelson		43412807		[Firma]	
7. Otto Cervera Pardo		0762086		[Firma]	
8. Liza Lenin Nivel Aníbal		41631951	TEL. ELECTRICO	[Firma]	
9. Tito Quiroz José Luis		45507467		[Firma]	
10. José Vega Cabello		09066975	O. M. COCH	[Firma]	
11. José Carlos David		46652149	TEL. ELECTRICO	[Firma]	
12. Roderico Coronado Julia Edinson		43039621		[Firma]	
13. Mariana Calderon M. Gonzalez		41060069	TEL. ELECTRICO	[Firma]	
14. Cruz Melgarejo M. Victor		47673117	TEL. Electrico y mecanica	[Firma]	
15. Luis FERRERA TATAJE		18303515	TEL.	[Firma]	
16.					
17.					
18.					
19.					
20.					

Anexo 5. Fotografía de uso de solventes dieléctricos en grandes cantidades



# Propuesta de implementación de indicadores de mantenimiento para optimizar el proceso de operación en un data center en la empresa BCA

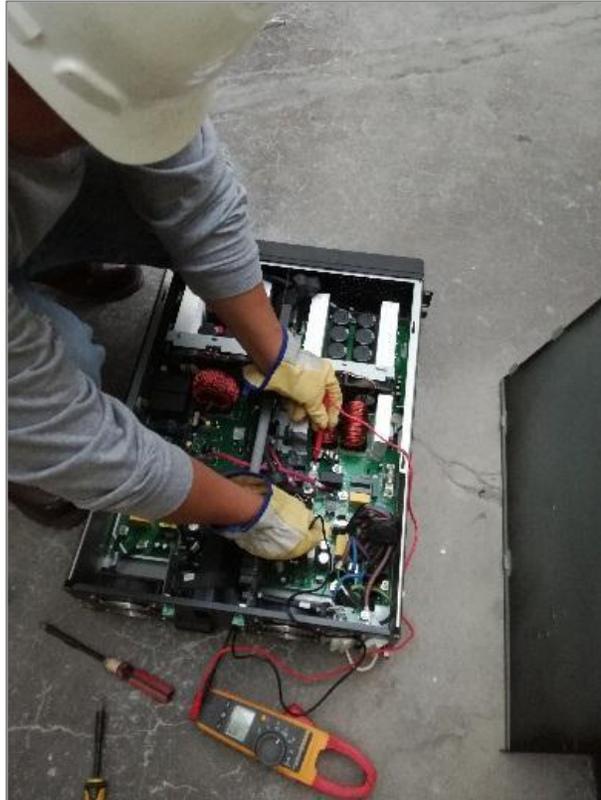
## Anexo 6. Fotografía de espárragos para líneas de vida en mantenimiento en altura



## Anexo 7. Registro de alarmas de monitoreo de sistema SCADA.

SITE		ALARMAS		INICIO		FINAL		FILTRO		EVENT	
CHORRILLOS		ALARMAS		02:34:01 p.m.		02:34:07 p.m.		BDR_BA_UPS1A.mib		ALARM	
SERVIDOR		PRINCIPAL		19/07/2016		20/07/2016		CONSULTAR		ALARM	
set date	set user	ack time	ack date	ack user	priority	area	value	setpoint	description		
20/07/2016	(Nobody)	01:04:46 p.m.	20/07/2016	LSANCHEZ	1	CCCH-P1-SALA03-UPP9A	1.000000	1.000000	Baja humedad de UPP		
20/07/2016	(Nobody)	01:18:23 p.m.	20/07/2016	LSANCHEZ	1	CCCH-S2-SALA1-UPP3B	0.000000	0.000000	EQUIPO NO COMUNICADO UPP3B-ISLA-04		
20/07/2016	(Nobody)	01:18:29 p.m.	20/07/2016	LSANCHEZ	1	CCCH-P1-SALA01-UPP3B	1.000000	1.000000	Error de Comunicación - UPP-3B.		
20/07/2016	(Nobody)	01:17:29 p.m.	20/07/2016	(Nobody)	1	CCCH-P1-SALA 02	1.000000	1.000000	Error de Comunicación - PDU 2AK15_A		
20/07/2016	(Nobody)	01:17:29 p.m.	20/07/2016	(Nobody)	1	CCCH-P1-SALA 02	1.000000	1.000000	Error de Comunicación - PDU 2AK15_B		
20/07/2016	(Nobody)	01:35:16 p.m.	20/07/2016	(Nobody)	1	CCCH-P1-SALA 02	1.000000	1.000000	Error de Comunicación - PDU 2AK15_A		
20/07/2016	(Nobody)	01:35:18 p.m.	20/07/2016	(Nobody)	1	CCCH-P1-SALA 02	1.000000	1.000000	Error de Comunicación - PDU 2AK15_B		
20/07/2016	(Nobody)	01:35:25 p.m.	20/07/2016	(Nobody)	1	CCCH-P1-PPC3B	1.000000	1.000000	Error de comunicación-PPC3B		
20/07/2016	(Nobody)	01:51:12 p.m.	20/07/2016	(Nobody)	5	CCCH-S2-Área de Tableros eléctricos.	45.000000	30.000000	Alta corriente en Tablero CCM5A-A, Fase R.		
20/07/2016	(Nobody)	01:51:12 p.m.	20/07/2016	(Nobody)	5	CCCH-S2-Área de Tableros eléctricos.	45.000000	35.000000	Muy Alta corriente en Tablero CCM5A-A, Fase R.		
20/07/2016	(Nobody)	01:53:04 p.m.	20/07/2016	(Nobody)	1	CCCH-P1-SALA 02	1.000000	1.000000	Error de Comunicación - PDU 2AK15_A		
20/07/2016	(Nobody)	01:53:04 p.m.	20/07/2016	(Nobody)	1	CCCH-P1-SALA 02	1.000000	1.000000	Error de Comunicación - PDU 2AK15_B		
20/07/2016	(Nobody)	02:09:53 p.m.	20/07/2016	(Nobody)	100	CCCH-P1-SALA1	27.072360	27.000000	Alta temperatura S21-SALA1		
20/07/2016	(Nobody)	02:13:14 p.m.	20/07/2016	LSANCHEZ	1	CCCH-S2-STRRA-IVE	0.000000	0.000000	INDICADOR DE INYECTOR IV1 DESACTIVADO-ISLA-04		
20/07/2016	(Nobody)	02:13:07 p.m.	20/07/2016	LSANCHEZ	100	CCCH-P1-SALA1	21.002640	21.000000	Alta Temperatura S10-SALA1		
20/07/2016	(Nobody)	02:11:04 p.m.	20/07/2016	(Nobody)	1	CCCH-P1-SALA 02	1.000000	1.000000	Error de Comunicación - PDU 2AK15_A		
20/07/2016	(Nobody)	02:11:04 p.m.	20/07/2016	(Nobody)	1	CCCH-P1-SALA 02	1.000000	1.000000	Error de Comunicación - PDU 2AK15_B		
20/07/2016	(Nobody)	02:11:03 p.m.	20/07/2016	LSANCHEZ	100	CCCH-P1-SALA1	27.072360	27.000000	Alta temperatura S21-SALA1		
20/07/2016	(Nobody)	02:13:06 p.m.	20/07/2016	(Nobody)	1	CCCH-P1-SALA01-UPP1B	1.000000	1.000000	Baja humedad de UPP		
20/07/2016	(Nobody)	02:24:53 p.m.	20/07/2016	LSANCHEZ	1	CCCH-P1-SALA1-UPP1B	0.000000	0.000000	CONTROL DE APTO UPP1B-ISLA-04		
20/07/2016	(Nobody)	02:24:56 p.m.	20/07/2016	LSANCHEZ	1	CCCH-P1-SALA01-UPP1A	1.000000	1.000000	Baja humedad de UPP		
20/07/2016	(Nobody)	02:33:23 p.m.	20/07/2016	LSANCHEZ	1	CCCH-S2-SALA1-UPP1B	1.000000	1.000000	ALARMA NO APTO UPP1B-ISLA-04		
20/07/2016	(Nobody)	02:33:27 p.m.	20/07/2016	LSANCHEZ	1	CCCH-P1-SALA01-UPP2B	1.000000	1.000000	Baja humedad de UPP		
20/07/2016	(Nobody)	02:29:20 p.m.	20/07/2016	(Nobody)	1	CCCH-P1-SALA 02	1.000000	1.000000	Error de Comunicación - PDU 2AK15_A		
20/07/2016	(Nobody)	02:29:20 p.m.	20/07/2016	(Nobody)	1	CCCH-P1-SALA 02	1.000000	1.000000	Error de Comunicación - PDU 2AK15_B		

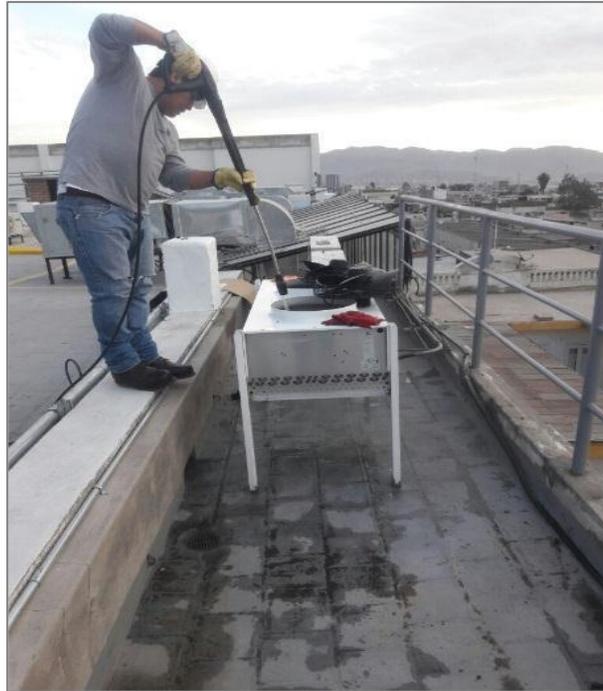
**Anexo 8.** Fotografía de mantenimiento correctivo en cambio de componentes de equipos eléctricos



**Anexo 9.** Fotografía de trabajo de instalaciones de UPS y Banco de baterías



**Anexo 10.** Fotografía de Mantenimiento de equipos de Aire Acondicionado





**Anexo 12.** Fotografía de almacenes sin codificación



**Anexo 13.** Fotografía de clima laboral

