

Elementos esenciales de operaciones de instalaciones del centro de datos

Documento técnico 196

Revisión 1

Por Robert Woolley y Patrick Donovan

Resumen ejecutivo

Según nuestra experiencia, muchas interrupciones en las instalaciones son atribuibles a errores humanos (es decir, a un operador) o fallas mecánicas, muchas de las cuales ocurren como resultado de malas operaciones y prácticas de mantenimiento¹. Este hecho resalta la importancia fundamental de contar con un programa efectivo de operaciones y mantenimiento (O&M). En este documento se describen principios de gestión únicos y se proporciona un resumen completo y de alto nivel de los elementos necesarios del programa para operar una instalación de misión crítica de manera eficiente y confiable a lo largo de su ciclo de vida. También se dan consejos prácticos de gestión y asesoramiento.

Introducción

Un programa de operaciones y mantenimiento (O&M) adecuadamente diseñado, implementado y respaldado minimizará el riesgo, reducirá los costos e incluso proporcionará una ventaja competitiva para el negocio general al que atiende el centro de datos. Por otro lado, un programa mal organizado puede socavar rápidamente la intención de diseño de la instalación, poniendo a su gente, a los sistemas de TI y al negocio en sí en riesgo de daños o interrupciones. La importancia de un programa de O&M eficaz y eficiente del centro de datos se ilustra con mayor detalle considerando los siguientes puntos:

- Muchos cortes en las instalaciones son atribuibles a un error humano (es decir, un operador), muchos de los cuales se producen como resultado de malas operaciones y prácticas de mantenimiento.
- La mayoría de TCO de las instalaciones del centro de datos se encuentra en OPEX, no en CAPEX, que también es donde reside la mayoría de los ahorros de costos potenciales.
- Los costos de energía representan la mayor parte de OPEX, y el costo de la energía está aumentando.
- Impulsar la eficiencia energética es reducir los márgenes de seguridad de la capacidad y la redundancia del sistema, al aumentar la importancia del mantenimiento proactivo y la gestión de infraestructuras de centros de datos (DCIM).
- Los altos niveles de automatización de las instalaciones y los datos de rendimiento del equipo han creado nuevas oportunidades para mejorar la confiabilidad y al mismo tiempo reducir los costos, cuando se administran de manera adecuada.

En este documento se describe un programa equilibrado de gestión fundamental de instalaciones y una mentalidad con doce elementos esenciales del programa, a la vez que se proporcionan consejos prácticos y asesoramiento en todo momento. Los administradores y operadores de las instalaciones del centro de datos pueden usar esta información para el desarrollo del programa de O&M, o como una herramienta para realizar un análisis de brechas en un programa existente. Además, el Documento técnico 197, [Modelo de madurez de operaciones de instalaciones para centros de datos](#), proporciona un marco detallado para establecer y evaluar los programas de O&M del centro de datos, reconociendo que no existe una solución única para todas las organizaciones. El propósito de este documento de "Elementos esenciales" es describir los componentes clave de un programa eficaz de O&M del centro de datos, mientras que el Modelo de madurez proporciona un marco para su implementación y medición en función de los requisitos específicos y la etapa de desarrollo de un negocio determinado. Con estas herramientas, los gerentes organizacionales pueden determinar qué nivel de madurez es el adecuado para ellos en un momento dado en función de sus necesidades particulares y los recursos disponibles, y también hacer un seguimiento de su progreso. Tenga en cuenta que los temas tratados en este documento de ninguna manera representan una lista completa de cada proceso, tarea, procedimiento o sistema relacionado con las operaciones y el mantenimiento fundamentales de la instalación. Más bien, se ofrece una perspectiva sobre los elementos más fundamentales a considerar al desarrollar o evaluar programas de O&M en centros de datos nuevos o existentes.

Principios de una "mentalidad de misión crítica"

Gestionar y operar una instalación de misión crítica es muy diferente a gestionar un edificio de oficinas comerciales o una fábrica. Para la mayoría de los centros de datos, fallar no es una opción. Algunos lo comparan con "mantener un avión mientras lo vuelas". Hoy en día, las empresas suelen ser totalmente dependientes de su centro de datos o el centro de datos ES la empresa. La complejidad es mucho mayor y el ritmo de cambio dentro del centro de datos es mucho mayor que en la mayoría de los otros tipos de instalaciones. Los centros de datos cada vez más definidos por software (es decir, máquinas virtuales, almacenamiento virtual y redes virtuales) y el movimiento de la carga de trabajo combinados con ciclos cortos

de actualización de TI constituyen un entorno de gestión desafiante. Estos desafíos requieren una cuidadosa coordinación y planificación con el equipo de instalaciones. El posible impacto en la disponibilidad del sistema puede ser tan grave que cada tarea operativa debe evaluarse cuidadosamente en términos de su efecto neto sobre la disponibilidad. También hay presiones externas particulares. Las normas gubernamentales y las auditorías de los clientes requieren procesos y procedimientos detallados que estén debidamente documentados y observados a conciencia. La alta criticidad y costo de las operaciones del centro de datos a menudo invoca un enfoque intenso desde el nivel estratégico de la organización.

La gestión y el funcionamiento efectivos en este tipo de entorno dictan que la gestión de las instalaciones y su personal adapten una "mentalidad de misión crítica" que se centra en la mitigación de riesgos y capta la interconexión entre las instalaciones y los sistemas de TI. Esta filosofía operativa constituye la base de un programa efectivo de O&M. En la **tabla 1** se describen sus principios fundamentales y resultados.

Tabla 1

El código de conducta de misión crítica y su impacto sobre las operaciones del centro de datos.

Principios de la "mentalidad de misión crítica"	Impacto
Se enfoca en la mitigación de riesgos en todas las actividades operativas y de mantenimiento, procesos de trabajo y procedimientos.	Trata de forma proactiva todas las posibles amenazas a la disponibilidad del sistema y la seguridad del trabajador/ocupante.
Actuar con confianza y paciencia es el resultado de una planificación y preparación cuidadosas.	Evita que los riesgos se conviertan en problemas; permite tiempos de respuesta más rápidos y menos errores si surgen problemas.
Enfoque analítico, basado en procesos para evitar riesgos y resolver problemas.	Ayuda a identificar y mitigar el riesgo en entornos complejos; asegura una operación predecible y segura.
Comprensión integral de la función y la interconexión de los sistemas y componentes de las instalaciones.	Identifica y resuelve rápidamente posibles amenazas o problemas reales; evita o reduce el tiempo de inactividad del sistema.
Compromiso con el aprendizaje continuo y la mejora de procesos.	Aumenta las habilidades y la eficiencia operativa para mantener una ventaja en un entorno en constante cambio.

El equipo de instalaciones que incorpora esta mentalidad estará en una posición mucho mejor para implementar y gestionar con éxito un programa efectivo de O&M basado en los doce elementos esenciales. Los doce son: salud y seguridad ambiental, gestión de personal, preparación y respuesta ante emergencias, gestión de mantenimiento, gestión de cambios, gestión de documentación, capacitación, gestión de infraestructuras, gestión de calidad, gestión de energía, gestión financiera y supervisión y revisión del rendimiento. Cada uno se describe a continuación.

12 elementos esenciales

Salud y seguridad ambiental

Todas las instalaciones del centro de datos contienen peligros de seguridad eléctrica, química y mecánica que pueden causar lesiones, enfermedades o incluso la muerte si no se identifican y mitigan adecuadamente. Por lo tanto, un programa integral de seguridad en el lugar de trabajo es un componente esencial de cualquier programa de O&M del centro de datos. Las tareas clave para un programa de seguridad incluyen la prevención de lesiones y enfermedades, la seguridad eléctrica, el análisis de peligros y la comunicación de peligros.

Un programa efectivo no solo protege a la fuerza laboral de daños y pérdida de tiempo, sino que también ayuda a evitar posibles multas y citaciones por parte de las autoridades gubernamentales, así como a reducir los daños en los equipos y las interrupciones del sistema que a menudo se producen cuando ocurren accidentes. En la **tabla 2** se enumeran y describen los atributos fundamentales de un programa de seguridad efectivo.

Tabla 2

Los atributos fundamentales de un programa de salud y seguridad ambiental.

Atributos clave del programa	Descripción
Planes de seguridad y capacitación	Se deben establecer planes de seguridad escritos que describan las prácticas y los procedimientos de trabajo seguro que deben observar todos los trabajadores. También se debe realizar una capacitación regular sobre los elementos del programa.
Análisis de peligros	Todos los procedimientos operativos deben comenzar con un análisis de los posibles peligros involucrados. Se deben identificar los riesgos y asignar las medidas de seguridad.
Procedimientos de bloqueo/etiquetado	Se deben utilizar los procedimientos adecuados para evitar la activación o el arranque inesperado de las máquinas o equipos (o que provoquen una liberación de energía almacenada) al dar servicio o mantener el equipo.
Equipo de protección personal (EPP)	Se debe proporcionar el equipo de protección adecuado de la talla correcta, almacenarse, mantenerse y utilizarse adecuadamente según sea necesario para mitigar los peligros de seguridad identificados.
Manipulación de material peligroso	Los materiales peligrosos deben identificarse, etiquetarse, almacenarse, mantenerse y utilizarse de manera adecuada de acuerdo con los requisitos del fabricante, las leyes locales y los decretos.
Programa de comunicación de peligros	Incluye una lista de sustancias químicas peligrosas, el uso de las hojas de datos de seguridad basadas en la Norma Globalmente Armonizada de Etiquetado de Productos Químicos (GHS), el etiquetado adecuado de todos los contenedores de materiales peligrosos y la capacitación de los empleados sobre el uso y la protección de materiales peligrosos.
Cumplimiento de todas las leyes y normas de salud y seguridad aplicables	Los requisitos probablemente variarán según la región y el nivel de gobierno (por ejemplo, local, estatal, federal).

Gestión del personal

Los humanos aún deben instalar, mantener y operar los sistemas de las instalaciones del centro de datos. Eliminar el error humano como la causa número uno de interrupciones del sistema requiere la contratación y el desarrollo de personas competentes y orientadas al equipo que encarnan la "mentalidad de misión crítica" descrita anteriormente. Un equipo completo incluye expertos en la materia sobre las siguientes disciplinas: eléctrica, mecánica, controles, detección/extinción de incendios, gestión de la calidad, capacitación, así como sistemas computarizados de gestión de mantenimiento (CMMS), y otros sistemas de apoyo operativo, como la gestión de infraestructuras de centros de datos (DCIM) y los sistemas de gestión de edificios (BMS). Los equipos de instalaciones requieren una amplia capacitación inicial y continua, que se explica más adelante en este documento.

Además de la contratación y capacitación, otra tarea clave de la gestión del personal es desarrollar un modelo de dotación de personal que sea específico para los sistemas de las

instalaciones, las funciones comerciales y los mandatos operativos de la organización. Los factores importantes para determinar los niveles de dotación de personal son los requisitos de cobertura (por ejemplo, solo los días hábiles; 24 horas al día, 7 días a la semana), los requisitos de respuesta ante emergencias, la carga de trabajo de las actividades de mantenimiento, las necesidades de supervisión del proyecto y el presupuesto de operaciones. Se debe realizar un análisis del alcance del mantenimiento de la instalación, que determina cuántas horas de mantenimiento se requieren, teniendo en cuenta el tiempo administrativo para la gestión de cambios y las tareas de capacitación. El objetivo debe ser el tamaño correcto del personal para las operaciones normales, y aumentarlo con el personal del subcontratista para el mantenimiento máximo y el trabajo del proyecto.

El requisito de cobertura se basa fundamentalmente en la criticidad de la misión y el costo percibido del tiempo de inactividad. Tener al menos dos técnicos por turno con experiencia tanto eléctrica como mecánica las 24 horas del día, los 7 días de la semana asegurará el más alto nivel de capacidad de respuesta ante emergencias. Algunos perfiles de riesgo o presupuestos permiten un modelo más relajado que solo requiere un técnico como mínimo en los turnos de noche y fines de semana. Otros pueden estar dispuestos a asumir el riesgo más alto de cobertura de menos de 24 horas del día, los 7 días de la semana con una opción de turno después de las horas de trabajo. Todos son modelos válidos para perfiles de riesgo específicos. Lo importante es emparejarlos de manera adecuada.

Por último, es crucial tener roles y responsabilidades claramente definidos para cada puesto específico, así como una declaración de misión organizacional y de equipo claramente definida. Las descripciones de posición bien definidas proporcionan un punto de referencia para evaluar habilidades y establecer objetivos para el crecimiento y las necesidades de capacitación. Como consecuencia, se mejorará la satisfacción laboral y la retención de empleados. Un personal bien adaptado y capacitado, enfocado en una misión común, proporcionará la base sobre la cual se debe construir un programa de O&M de misión crítica exitosa.

Información recomendada de la base de datos de los activos

Como mínimo, cada registro de activos debe contener la siguiente información:

- Tipo: clasificación de nivel superior (por ejemplo, eléctrica, mecánica, sistema contra incendios).
- Subtipo: (por ejemplo, PDU, UPS, CRAH).
- Descripción de texto del activo.
- Marca: nombre del fabricante del activo.
- Modelo: número de modelo del fabricante.
- Tamaño o calificación.
- Identificación de la ubicación (habitación/área).
- Responsable comercial del mantenimiento.
- Número de serie del fabricante.
- Fecha de instalación.
- Fecha de vencimiento de la garantía.
- Fecha en que se reemplazará el activo.

Preparación y respuesta ante emergencias

Independientemente de qué tan buenas sean las capacidades de diseño de infraestructura y personal, es imposible eliminar todo riesgo de interrupción inesperada del sistema. Una buena preparación es la mejor defensa y ayudará a garantizar que las respuestas sean oportunas, eficaces y sin errores. La preparación para emergencias comienza con el desarrollo de procedimientos de operación de emergencia (EOP) para todos los escenarios de fallas de alto riesgo, como la pérdida de una planta enfriadora, la falla del arranque del generador, y así sucesivamente. En los EOP se establece un plan de acción detallado para aislar de forma segura las fallas y restaurar el servicio o la redundancia cuando sea posible. Estos procedimientos deben publicarse en áreas donde es probable que se lleve a cabo la respuesta. Los procedimientos de escalada también deben desarrollarse y ensayarse para garantizar que la cadena de mando esté informada y que los recursos adecuados se implementen a medida que se desarrolle la situación. Se deben realizar simulacros de escenarios con regularidad para ensayar y evaluar la efectividad de la respuesta de emergencia individual y del equipo. Una vez que se haya resuelto un incidente y se hayan mitigado sus efectos, se debe realizar un análisis para comprender cuáles fueron las causas raíz y qué tan efectiva fue la respuesta de emergencia para enfrentar el problema. El análisis formal de fallas para eventos importantes en las instalaciones es una parte fundamental del proceso de mejora continua general que se necesita para reducir las fallas y mejorar la efectividad de la respuesta en eventos futuros.

Para obtener una descripción más detallada del elemento de preparación y respuesta ante emergencias, incluidos los EOP de muestra y los procedimientos de simulacros de emergencia, consulte el Documento técnico 217, [Preparación y respuesta ante emergencias del centro de datos](#).

Gestión del mantenimiento

El programa de mantenimiento de las instalaciones ayuda a garantizar que los sistemas de energía y refrigeración funcionen continuamente como se espera durante todo el ciclo de vida del centro de datos. La buena inteligencia de activos combinada con un plan proactivo de mantenimiento preventivo y predictivo aumenta la confiabilidad del equipo y la disponibilidad del sistema. Como resultado, las previsiones del presupuesto de mantenimiento se vuelven más precisas, mientras que el costo total de propiedad y el tiempo de inactividad se minimizan. Por otro lado, un programa mal administrado aumenta los costos operativos debido a mayores tasas de fallas que pueden dar lugar a reparaciones costosas y largos períodos de inactividad. La gestión del mantenimiento abarca tres tareas clave: **gestión de activos, gestión de órdenes de trabajo y gestión de repuestos.**

Gestión de activos

El seguimiento preciso y coherente de todos los activos críticos de las instalaciones es la base de un buen programa de mantenimiento. Si bien una base de datos de activos bien mantenida proporciona los componentes básicos para un mantenimiento efectivo, una inexacta resultará en ineficiencia o incluso fallas en los equipos. Para abordar esto, se debe utilizar un sistema de gestión de mantenimiento computarizado (CMMS) para registrar, rastrear y gestionar los datos de activos y el historial de mantenimiento. Consulte la barra lateral para obtener una lista de los atributos de activos recomendados para registrarlos. Además, cada marca y modelo únicos de activos debe tener un alcance de servicio (SOS) documentado. En este documento se define el alcance del mantenimiento en términos de frecuencia y las actividades específicas requeridas en cada evento de mantenimiento, junto con la cantidad de horas de trabajo necesarias para realizar cada servicio. Su función es establecer un estándar que se utiliza en la adquisición de acuerdos de servicio, programación de mantenimiento, desarrollo de procedimientos y mejora continua del programa.

Gestión de la orden de trabajo

Las órdenes de trabajo proporcionan una herramienta para la gestión de procesos de servicio, desde la iniciación del trabajo hasta la planificación, programación, ejecución y finalización. Esto permite que el trabajo se priorice correctamente, se asignen los recursos correctos y se complete según lo programado. Si se maneja de manera deficiente, el mantenimiento podría omitirse, quedar sin terminar o el esfuerzo del personal desperdiciarse. Se puede usar un sistema de emisión de boletos independiente o un módulo de orden de trabajo integrado en un sistema CMMS o de DCIM para la gestión de órdenes de trabajo. Estas herramientas permiten al personal de la instalación detectar tendencias, identificar equipos problemáticos, rastrear la utilización de mano de obra, gestionar recursos de manera eficiente y pronosticar con mayor precisión los presupuestos de mantenimiento y las necesidades de reemplazo de equipos al final de su vida útil.

Gestión de repuestos

Por lo general, las mismas herramientas antes enumeradas también se utilizan para la gestión de repuestos. Mantener un inventario bien documentado de repuestos críticos hará que el tiempo medio de recuperación (MTTR) sea mucho más corto. El inventario de repuestos debe incluir componentes seleccionados cuyos tiempos de entrega excedan el período de tiempo de inactividad máximo aceptable para el sistema asociado. Antes del inicio de las operaciones, se debe realizar una evaluación para crear una lista de repuestos recomendados que se derive de las recomendaciones del fabricante y del proveedor, los objetivos específicos de la misión, el diseño de la planta, la disponibilidad de piezas y la experiencia pasada. Los artículos de uso frecuente también se pueden almacenar para aprovechar los descuentos por volumen. La reevaluación del inventario de repuestos para la selección de artículos y los niveles de almacenamiento debe realizarse anualmente. A medida que el equipo envejece, la probabilidad de falla de los componentes aumenta, mientras que la disponibilidad de las piezas puede disminuir, lo que, junto con el historial de mantenimiento,

Lista de control del Método de procedimiento (MOP)

Se crea un MOP para cada actividad de mantenimiento y se basa en el alcance del servicio (SOS) del equipo. Un MOP debe contener:

- Fecha y hora de la actividad
- Información del lugar y del contacto
- Resumen del procedimiento
- Efectos predichos en la instalación
- Documentación de apoyo
- Requisitos de seguridad
- Riesgos y suposiciones
- Detalles del trabajo paso a paso
- Procedimientos para retractarse
- Aprobaciones
- Autorizaciones de finalización
- Retroalimentación

Proceso de gestión de documentos

Debe incluir:

- Un catálogo que enumere cada pieza de documentación por categoría y enumere su ubicación.
- Un sistema de control de versiones que muestre:
 - autor del documento;
 - versión actual;
 - responsable;
 - fechas de la revisión;
 - historial de cambios;
 - fecha de la siguiente revisión.
- Un procedimiento de garantía de calidad para la revisión por pares o de gestión de cambios, adiciones y eliminaciones de documentos.

puede afectar la decisión sobre qué artículos almacenar y en qué cantidades. Estos elementos deben almacenarse en un entorno seguro, limpio y estable, con inspecciones periódicas, auditorías e incluso pruebas para garantizar su disponibilidad.

Gestión de cambios

Cualquier trabajo en o alrededor de equipos de misión crítica y sus sistemas de soporte requiere precauciones especiales y coordinación con las partes interesadas afectadas (clientes/grupos de TI) para garantizar que los resultados previstos se logren sin ninguna consecuencia no deseada o inesperada. La mala gestión de este proceso puede provocar fallas, como girar una válvula incorrecta, cortar la energía a la alimentación incorrecta o la exposición accidental a un conductor eléctrico bajo tensión. El mecanismo principal para gestionar el cambio en el ámbito de las instalaciones de misión crítica es el proceso del **Método de procedimiento (MOP)**. Un MOP es básicamente una lista de control detallada (ver barra lateral) de cada paso en una tarea específica, como una actividad de mantenimiento preventivo o correctivo. El MOP en sí mismo es una herramienta importante para controlar la actividad laboral, pero solo es parte de un proceso de gestión de cambios más amplio que incluye elementos clave como el desarrollo y la revisión de procedimientos operacionales, el análisis y la comunicación de riesgos, las prácticas laborales estructuradas y la supervisión de proveedores/contratistas.

La gestión de cambios comienza con el desarrollo y la realización de revisiones por pares de los procedimientos de trabajo. Estos deben basarse en parte en las recomendaciones del proveedor para los dispositivos específicos a los que se da servicio, pero también deben tener en cuenta las dependencias generales del sistema junto con las características únicas del sitio o la configuración del equipo. Los riesgos a la seguridad y la disponibilidad del sistema deben identificarse, documentarse y comunicarse en el MOP. Las actividades de cambio planificadas deben comunicarse claramente a las personas apropiadas de manera oportuna para que nadie se sorprenda por el cambio o por cualquier problema que pueda ocurrir cuando se realiza el cambio. Finalmente, dado que los proveedores OEM y los proveedores de servicios de terceros a menudo están involucrados en estos procedimientos, es importante que sean administrados y supervisados cuidadosamente. Para este fin, debe tener lugar la orientación del proveedor para presentar a los técnicos de los proveedores individuales las instalaciones y sus reglas de trabajo, los procedimientos de trabajo y seguridad requeridos, así como el proceso de supervisión del MOP y del proveedor. Un programa de gestión de cambios que incluya todos estos elementos minimizará los errores que resulten en tiempo de inactividad, retrabajo y los costos asociados. La cantidad de ventanas de cambio se reducirá y los costos de proveedores de reenvío disminuirán.

Gestión de documentación

Debe haber un sistema establecido para mantener los registros de infraestructura crítica bien organizados y actualizados. La información precisa que está disponible para cualquier persona en la organización que necesite acceso es un objetivo operativo fundamental. Idealmente, esto se logra a través de una aplicación de software de gestión de documentos que puede automatizar procesos y facilitar el procesamiento, almacenamiento, recuperación y archivo de documentos. Sin embargo, no todos los presupuestos permiten adoptar tal sistema. Un proceso más manual puede ser menos conveniente y rico en funciones, pero aún puede funcionar si incluye los elementos enumerados en la barra lateral. Ya sea de forma automática o manual, un buen programa de gestión de documentos facilitará el desarrollo de procedimientos precisos, la capacitación adecuada, la seguridad en el lugar de trabajo y la mejora de los procesos, todo lo cual contribuye a la disponibilidad y eficiencia de la instalación.

Además de los procedimientos operativos y los registros de mantenimiento que ya se han analizado, hay otros documentos importantes para gestionar, como las reglas de trabajo críticas de las instalaciones, los planos de instalaciones, los estudios de ingeniería, la rotación

de turnos y los registros de rondas. Las reglas de trabajo de las instalaciones son las reglas establecidas que rigen la seguridad, la protección, las operaciones, la limpieza y la documentación adecuada. Todo el personal que ingrese al centro de datos para realizar el trabajo debe aprobar su comprensión y su observación. Los planos de las instalaciones son las líneas eléctricas y mecánicas actuales e históricas, los diagramas de tuberías y el diseño del espacio en el piso de las instalaciones. Los estudios de ingeniería incluyen elementos como estudios de arco eléctrico, estudios de coordinación de interruptores, etc.

Los registros de cambios de turno y las rondas de inspección describen todas las actividades y eventos que ocurrieron durante un turno específico, incluidos el mantenimiento, la capacitación, los proyectos especiales, las fallas y cualquier otra observación notable. Esto ayuda a proporcionar un conocimiento en tiempo real del estado de la instalación y debe mantenerse continuamente y estar disponible para todas las partes interesadas. El uso concienzudo de esta documentación asegurará la continuidad de la misión a medida que cambien los turnos.

Capacitación

Maximizar la disponibilidad y minimizar el error humano en el entorno de sistemas críticos depende, en gran parte, de personal bien capacitado. Se debe establecer un programa de capacitación adecuado que organice todas las tareas operativas y de mantenimiento en categorías que correspondan a niveles específicos de capacidad (por ejemplo, Básico, Intermedio y Avanzado). Todas las operaciones y actividades de mantenimiento deben asignarse a uno de estos niveles. Esto brinda la capacidad de controlar las asignaciones de trabajo y garantizar que todas las actividades estén siendo realizadas por personal debidamente calificado.

La capacitación debe ser administrada de manera que permita a los nuevos técnicos llegar rápidamente a un nivel mínimo de competencia y lograr un progreso constante hasta que estén completamente calificados en todas las facetas de la operación del sitio. Al completar el material del curso para cada nivel de capacitación, las personas en capacitación deben ser evaluadas utilizando una combinación de exámenes escritos y orales que incluyan demostraciones prácticas de conocimiento. Los materiales de evaluación deben estar asegurados y aleatorizados para garantizar la integridad del proceso. Se deben revisar todas las preguntas erradas y realizar una evaluación complementaria para garantizar que se han adquirido todos los conocimientos necesarios, incluso cuando se obtiene una calificación aprobatoria. Al completar con éxito la evaluación, el personal está certificado para realizar o supervisar cualquier actividad asociada con ese nivel de capacitación. Se debe exigir a todo el personal que mantenga su certificación al demostrar una competencia sostenida al aprobar exámenes anuales de recertificación.

Se debe exigir a todo el personal que se mantenga al día con el conocimiento, las licencias y las certificaciones necesarias para operar y mantener los equipos y sistemas de la instalación actualizados. Además, los gerentes de equipo y el personal principal deben estar al tanto de las tendencias y soluciones de la industria. Con ese fin, la educación continua debe llevarse a cabo para mantener las capacidades de los miembros del equipo. Un programa de capacitación realizado de esta manera ayuda a prevenir errores, aumenta la confianza y la satisfacción de los trabajadores, así como también aumenta la cantidad de mantenimiento que se puede hacer en la empresa, lo que reduce los costos de mantenimiento.

Gestión de infraestructuras

El propósito fundamental de las instalaciones del centro de datos es proporcionar recursos de energía, refrigeración, red y espacio ininterrumpidos en las cantidades correctas, en el nivel de redundancia correcto y en el momento adecuado para los servidores de TI, el almacenamiento y los equipos de red. Sin embargo, este propósito se complica por el hecho de que

los equipos de TI y sus cargas de trabajo pueden sufrir cambios y variaciones frecuentes, tanto en el tiempo como en la ubicación. Y con demasiada frecuencia, esto se complica aún más por una "mentalidad de silo" en la que las instalaciones y TI (y, a veces, la alta gerencia) actúan de forma aislada entre sí. Esto puede hacer que la gestión efectiva de la capacidad, la planificación y otras funciones importantes que requieren una comunicación continua sean extremadamente difíciles. Es necesario un sistema de gestión de infraestructuras para hacer coincidir eficientemente los recursos de la instalación con los requisitos cambiantes de TI. Y específicamente en un entorno donde no hay un exceso de aprovisionamiento de capacidad significativo y donde no hay un alto grado de redundancia, un sistema de gestión de infraestructuras puede prevenir el tiempo de inactividad, mejorar la resiliencia y la capacidad de respuesta, reducir los gastos operativos y proporcionar una base sólida para las decisiones de planificación de capacidad.

En el contexto de un programa de O&M, existen tres tareas clave en las que centrarse dentro de un programa de gestión de infraestructuras: monitoreo de instalaciones, gestión de capacidad e integración de TI/instalaciones. La plataforma ideal para abordar estos requisitos es un paquete de software de gestión de infraestructuras de centros de datos (DCIM). Proporcionar un monitoreo centralizado en tiempo real de todos los activos de las instalaciones, mapear visualmente las dependencias de las cargas de trabajo de TI a la infraestructura física, así como mostrar las tendencias actuales, históricas y futuras del consumo de energía son funciones típicas de los modernos paquetes de DCIM. Para obtener más información sobre las funciones de las herramientas de DCIM actuales, consulte el Documento técnico 104, [Clasificación de las herramientas de software de la gestión de infraestructuras de centros de datos \(DCIM\)](#). Para comprender los posibles beneficios de estas funciones, consulte el Documento técnico 107, [Cómo el software de gestión de infraestructuras de centros de datos mejora la planificación y reduce los costos operativos](#). En el Documento técnico 170, [Evasión de dificultades comunes en la evaluación e implementación del software de DCIM](#) se aconseja qué buscar en una solución efectiva y cómo garantizar que la implementación sea exitosa a largo plazo.

Gestión de calidad

Un enfoque en la calidad y la mejora continua conducirá a una instalación del centro de datos más eficiente, confiable y productiva que sea menos costosa de operar. Un buen programa de gestión de instalaciones debe tener un sistema de calidad integrado y generalizado que incluya los siguientes componentes clave:

- Garantía de calidad (QA): tipificada por estandarización de procesos y procedimientos.
- Control de calidad (QC): pruebas de calidad, inspecciones y auditorías.
- Mejora continua de la calidad.

Los métodos de la **garantía de calidad** ayudan a evitar que se introduzcan errores en un sistema. Los procesos, los procedimientos, la documentación y la capacitación de las instalaciones están incluidos en esta categoría, lo que ayuda a garantizar la precisión y la coherencia de las acciones y respuestas del personal. El **control de calidad** está relacionado con la detección de errores que se han introducido en un sistema, preferiblemente en una etapa temprana. Las revisiones, inspecciones y auditorías regulares y continuas se utilizan para "inspeccionar lo que esperamos". Esto se refiere al personal de la instalación, así como a la infraestructura. El conocimiento debe ser evaluado continuamente para identificar las brechas en la capacitación. La **mejora de la calidad** se produce cuando la salida de una actividad de control de calidad se utiliza para modificar y mejorar un proceso de garantía de calidad. Cuando ocurren incidentes significativos o se detectan errores, se deben realizar esfuerzos formales para comprender la causa raíz. Las lecciones aprendidas resultantes se

utilizan para adaptar las reglas, políticas o procedimientos existentes para evitar futuros incidentes. Un programa de calidad que se centra en estas tareas clave elimina la repetición de errores costosos, aumenta la productividad y crea un camino hacia las mejores prácticas estandarizadas y las mejores operaciones de su clase.

Gestión de energía

Dado que la energía suele ser el mayor gasto operativo para un centro de datos, la gestión de energía merece ser incluida como un elemento esencial de cualquier programa de O&M. Los costos de energía pueden reducirse significativamente en muchos casos con esfuerzos que producen un retorno de la inversión muy favorable. Dependiendo de la ubicación de la instalación, las cargas reglamentarias también pueden reducirse y la imagen de la empresa puede mejorar.

Existen tres tareas principales involucradas en un programa de gestión de energía eficaz: **evaluación comparativa de rendimiento, análisis de eficiencia y abastecimiento estratégico de energía**. Se debe implementar un programa integral de evaluación comparativa para documentar el uso de energía de la instalación, que se utilizará para formular planes de eficiencia energética y reducción de costos. El proceso de evaluación comparativa depende de datos precisos y oportunos. El sistema de alimentación debe estar adecuadamente instrumentado para proporcionar las entradas necesarias, y los sensores deben calibrarse correctamente cuando se instalan y recalibran de manera periódica para lograr el máximo beneficio.

Una vez que los datos se recopilan con precisión, se debe realizar un análisis para descubrir oportunidades de ahorro de energía y planificar su realización. El conjunto de herramientas preferido para gestionar y automatizar un programa de gestión de energía es el software de DCIM. Las herramientas modernas de DCIM recopilarán de forma proactiva los datos de potencia y energía y los presentarán de manera clara y fácil de entender. El consumo de energía y el costo por kWh se pueden determinar hasta el nivel de rack en muchos casos. Las herramientas de DCIM pueden ayudar a comparar el rendimiento al calcular un valor continuo de Eficacia en el uso de la energía (PUE), que es la relación entre la energía total de la instalación y la energía consumida por el equipo de TI. Es una medida útil de qué tan eficiente es la infraestructura de soporte para soportar la carga de TI.

Un programa moderno de gestión de energía debería ir más allá de solo mirar las oportunidades internas para aumentar la eficiencia energética mediante la optimización de los componentes de la infraestructura de energía y refrigeración. El mercado actual de compra de energía sin regulación también ofrece oportunidades para reducir las facturas de energía. La fuente de energía optimizada puede reducir la exposición a la volatilidad de los precios y puede asegurar precios que se ajusten al presupuesto y a los objetivos comerciales. Para lograr esto se requieren actividades en una variedad de frentes que incluyen: negociación de contratos/créditos, participación en el programa de respuesta a la demanda, gestión de proveedores, análisis de oportunidades de mercado y más. Para aquellos que carecen del conocimiento o el ancho de banda para perseguir este tipo de ahorro de energía, tengan en cuenta que estas actividades de subcontratación de energía están disponibles en el mercado actual a través de proveedores de servicios de terceros.

Gestión financiera

La gestión financiera es un elemento esencial debido a la magnitud de los gastos operativos del centro de datos, y también porque los problemas financieros pueden tener un impacto directo en la disponibilidad y flexibilidad diarias de la instalación. Los retrasos en las adquisiciones, los errores en el pedido, los envíos parciales no planificados y una variedad de otros posibles contratiempos pueden retrasar el mantenimiento fundamental y los proyectos de instalaciones que podrían poner en peligro la disponibilidad y cumplir los Acuerdos de nivel

de servicio (SLA). Por lo tanto, deben existir procesos de gestión financiera que se centren en compras, comparación de facturas e informes/análisis financieros.

Tenga en cuenta que este elemento requiere una estrecha colaboración con el departamento de compras, con quien los administradores de instalaciones deben mantener una relación de trabajo cercana y abierta. Una buena comunicación y planificación ayudarán a garantizar que los pedidos se realicen de manera oportuna y correcta, y cuando surjan problemas (por ejemplo, pedidos pendientes, envíos parciales, etc.) se comuniquen rápidamente para proporcionar tiempo a acciones alternativas.

La comparación de facturas es un elemento importante, donde las facturas de los proveedores se emparejan con las órdenes de compra y el comprobante de entrega. Este proceso también debe aplicarse a los informes de servicio para garantizar que la prestación del servicio se realice de acuerdo con las obligaciones contractuales. Las técnicas de compra efectivas, como el uso de los cálculos de ROI para las actualizaciones del sistema y las convocatorias para presentar propuestas (RFP) estandarizadas para la comparación válida de servicios, ayudan a garantizar que se pueda obtener el valor máximo y se minimicen los residuos. Finalmente, los informes y análisis financieros son muy útiles para comprender el rendimiento del programa y para descubrir tendencias poco saludables que podrían llevar a retrasos repetitivos, tiempos de entrega menos predecibles y pedidos ineficientes.

Supervisión y revisión del rendimiento

La supervisión y revisión periódicas del rendimiento de las instalaciones determinarán cuál es el estado y la eficacia de todo el programa de O&M y dónde está la tendencia. Es una parte integral del proceso de calidad, que debe abarcar todos los elementos descritos en este documento. Esto se hace de manera más efectiva a través del uso de indicadores clave de rendimiento (KPI) (ver barra lateral), que se utilizan para proporcionar un enfoque e impulsar mejoras en los programas. Esto produce varios beneficios, que incluyen la alineación de las actividades operativas con los objetivos comerciales y el refuerzo positivo para la innovación y la mejora de procesos.

La estructuración y medición de los KPI y sus SLA asociados es la clave para un buen programa de supervisión y revisión del rendimiento. Cada medida debe definirse claramente en términos discretos que sean cuantificables, en lugar de estar basados en criterios subjetivos. Las medidas deben derivarse de los datos medidos que provienen de los sistemas de monitoreo y control de las instalaciones, como el software de DCIM, las herramientas de CMMS, los registros de seguridad y otros sistemas de soporte operativo. Cada medida debe tener objetivos de éxito y niveles de falla definidos, incluidos los niveles que se consideran "aceptables". Un inconveniente común es hacer que los umbrales de "éxito" y "falla" sean casi idénticos entre sí (lo que es una característica de los sistemas centrados en SLA). El resultado es que todos asumen que la situación está bien hasta que, de manera repentina e inesperada, la instalación se encuentra en un modo de "falla", aunque desde una perspectiva de medidas, ha cambiado poco. Los buenos KPI proporcionan indicadores de fallas que los hacen más predecibles y evitables. Estas medidas deben recopilarse continuamente y tabularse mensualmente, con una revisión trimestral formal recomendada. Las desviaciones de los niveles de rendimiento "aceptables" deben notarse y abordarse de inmediato. Finalmente, el programa debe ser administrado de una manera que fomente una atmósfera de trabajo en equipo y cooperación en lugar de una de temor. Se debe enfocar en proporcionar incentivos monetarios positivos para cumplir o superar los objetivos y metas en lugar de castigar a las personas, departamentos o proveedores que no logran alcanzar estos objetivos.

Indicadores clave de rendimiento (KPI) recomendados de la instalación

- Disponibilidad de carga crítica
- Redundancia de carga mantenida
- Disponibilidad del sistema de soporte
- Realización del mantenimiento
- Cobertura de dotación de personal
- Cumplimiento de la política de seguridad
- Simulacros de preparación para emergencias
- Adhesión al procedimiento de respuesta ante emergencias
- Adhesión a la política de seguridad y los procedimientos
- Desarrollo, gestión y uso de procedimientos
- Control de calidad/mejora
- Cumplimiento de la capacitación
- Mejoras en el proceso
- Informes operativos
- Notificación y aumento de eventos adecuados
- Informes de costos oportunos y precisos

Errores comunes

La investigación y la experiencia han demostrado que hay varios errores relacionados con el programa de O&M que pueden socavar la efectividad de un programa, lo que podría provocar interrupciones del sistema, gastos evitables o lesiones al personal. En la **tabla 3** se resumen a continuación estas dificultades.

Tabla 3

Descripción de los errores comunes cometidos en la gestión de un programa de O&M.

Errores comunes	Descripción
El programa de mantenimiento no está orientado por medidas	<ul style="list-style-type: none"> • A menudo es el resultado de una mala gestión de activos. • No se establece una vinculación entre las actividades de mantenimiento de la interrupción/repación y el mantenimiento preventivo.
Capacitación deficiente	<ul style="list-style-type: none"> • La capacitación no se formaliza o no se toma en serio. • Exceso de confianza en el aprendiz que acompaña al técnico para aprender. • Sin vinculación entre el nivel de certificación y la asignación de tareas.
Gestión de cambios ineficiente	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de riesgos inadecuado • Procedimientos deficientes o inexistentes • No hay proceso definido para realizar tareas críticas de trabajo
Falla en probar y evaluar consistentemente las habilidades	<ul style="list-style-type: none"> • Habilidades existentes/nivel de capacitación no evaluados formalmente • Los simulacros de escenario no se usan • Los resultados de incidentes y simulacros no se evalúan
Documentación deficiente	<ul style="list-style-type: none"> • No existe secuencia coherente de operaciones • Los planos y horarios están desactualizados • Falta de control de revisión o falta de digitalización
Incapacidad para desarrollar e implementar un sistema de control de calidad	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de gobierno o recursos para medir, supervisar y revisar el rendimiento
Atascado en modo manual	<ul style="list-style-type: none"> • Error al implementar CMMS, EDMS, DCIM, etc.
Exceso de seguridad	<ul style="list-style-type: none"> • Supuesto de que el rendimiento futuro puede ser predicho por la experiencia pasada

Servicios de las operaciones de la instalación

A medida que se considera y desarrolla el programa de operaciones y mantenimiento, la organización puede darse cuenta de que se necesita ayuda profesional. Los objetivos del proyecto podrían determinar que no hay tiempo suficiente para desarrollar e implementar el programa de manera interna. Puede que no haya suficiente experiencia interna o el tiempo para desarrollarla. También podría haber un deseo de minimizar los errores que probablemente se producirían a medida que el equipo adquiriera experiencia en el funcionamiento de la nueva instalación. Existen proveedores que ofrecen servicios para asesorar, desarrollar, implementar y operar programas de O&M para centros de datos nuevos y existentes. Para obtener más información sobre estos servicios y cómo redactar efectivamente una solicitud de cotización para ellos, consulte el Documento técnico 198, [Cómo redactar una convocatoria para presentar propuestas efectiva para los servicios de operaciones de las instalaciones del centro de datos.](#)

Conclusión

El error humano y la falta de atención pueden comprometer el rendimiento de cualquier diseño del centro de datos. La mitigación de estas amenazas y sus efectos requiere un programa de operaciones y mantenimiento eficaz y eficiente que atienda y se centre en los doce elementos descritos en este documento. Sin embargo, la base misma de ese programa yace en tener un equipo de operaciones de instalaciones que gestione y actúe con una "mentalidad de misión crítica". Esta filosofía operativa se centra en la mitigación de riesgos, la preparación, los procesos estandarizados y la mejora continua. Un programa bien construido y administrado reducirá los gastos operativos y mantendrá el alto nivel de rendimiento esperado por el diseño de la instalación.



Acerca de los autores

Robert Woolley ha estado involucrado en la gestión fundamental de instalaciones durante más de 20 años. Robert se ha desempeñado como vicepresidente sénior de Servicios Ambientales Críticos en Lee Technologies y vicepresidente de Operaciones del Centro de Datos para Navisite, así como vicepresidente de Ingeniería para COLO.COM. Asimismo, fue gerente regional de la división de telecomunicaciones de la Corporación de Automatización de la Industria de Valores (SIAC) y operó su propia consultoría de instalaciones fundamentales. El señor Woolley tiene una amplia experiencia en la creación de programas de servicio técnico y en el desarrollo de programas de operaciones para operaciones de misión crítica en los entornos de telecomunicaciones y centros de datos.

Patrick Donovan es analista de investigación sénior en el Centro de Investigación del Centro de Datos de Schneider Electric. Tiene más de 22 años de experiencia en el desarrollo y el servicio técnico de los sistemas de alimentación y enfriamiento de la división de negocios de TI de Schneider Electric, incluidas varias soluciones galardonadas de protección, eficiencia y disponibilidad de alimentación. Autor de numerosos documentos técnicos, artículos de la industria y evaluaciones de tecnología, la investigación de Patrick sobre tecnologías y mercados de infraestructura física del centro de datos ofrece orientación y asesoramiento sobre las mejores prácticas para la planificación, el diseño y el funcionamiento de las instalaciones del centro de datos.



Modelo de madurez de operaciones de instalaciones para centros de datos

Documento técnico 197



Cómo redactar una convocatoria para presentar propuestas efectiva para los servicios de operaciones de las instalaciones del centro de datos

Documento técnico 198



Preparación y respuesta ante emergencias del centro de datos

Documento técnico 217



Clasificación de las herramientas de la gestión de infraestructuras de centros de datos (DCIM)

Documento técnico 104



Cómo el software de gestión de infraestructuras de centros de datos (DCIM) mejora la planificación y reduce los costos operativos

Documento técnico 107



Evasión de dificultades comunes en la evaluación e implementación del software de DCIM

Documento técnico 170



Explorar todos los documentos

whitepapers.apc.com



Explorar todas las herramientas TradeOff Tools™

tools.apc.com



Contáctenos

Para incluir comentarios sobre el contenido de este documento técnico:

Centro de Investigación del Centro de Datos

dcsc@schneider-electric.com

Si es un cliente y tiene preguntas específicas sobre su proyecto del centro de datos:

Póngase en contacto con su representante de Schneider Electric.

www.apc.com/support/contact/index.cfm