

Nuevo análisis de la conveniencia del piso elevado para aplicaciones de centros de datos

Por Neil Rasmussen

**Informe interno
N° 19**



Resumen ejecutivo

Se examinan las circunstancias que dieron origen al desarrollo y uso del piso elevado en el entorno del centro de datos. Muchas de las razones por las cuales comenzó a implementarse el piso elevado ya no existen, y los problemas asociados con los pisos elevados sugieren que, para muchas aplicaciones, ya no se justifica ni conviene usarlo en forma generalizada.

Introducción

El piso elevado es una característica omnipresente de los centros de datos. En realidad, una definición común de centro de datos es que se trata de un espacio para uso informático con piso elevado.

La ciencia e ingeniería básicas del piso elevado fueron desarrolladas por completo en la década del 60 y descritas en detalle en la Norma Federal 94 de Procesamiento de la Información del año 1983. El diseño básico de los pisos elevados ha sido prácticamente el mismo durante 40 años.

En el área de las telecomunicaciones, el piso elevado nunca ha sido común. La convergencia de los sistemas de telecomunicaciones y de IT ha planteado el interrogante de cómo decidir qué enfoque utilizar. En los últimos tiempos, ha crecido el número de centros de datos informáticos que se construyen sin utilizar pisos elevados. Una revisión de la historia del piso elevado ayuda a comprender esta tendencia.

Elementos del piso elevado

El piso elevado se desarrolló e implementó como un sistema que debía comprender las siguientes funciones:

- Sistema de distribución para el aire de enfriamiento.
- Guías, conductos o soportes para el cableado de datos.
- Conductos para cableado de potencia.
- Sistema de puesta a tierra de cobre para conectar los equipos a tierra.
- Espacio para colocar tubería de agua enfriada u otra tubería para servicios públicos.

Para comprender la evolución del piso elevado, es importante examinar cada una de las funciones mencionadas y cuál era el requisito original para cuya satisfacción el piso elevado fue la solución apropiada. Además, resulta útil observar cómo ha cambiado a lo largo del tiempo ese requisito original. En las siguientes secciones, se contrastan los requisitos originales relativos a las funciones antes mencionadas con los actuales.

Sistema de distribución para el aire de enfriamiento

Requisito original	Requisito actual
<p>Aire frío requerido cerca de las entradas de aire de los equipos.</p> <p>El requisito de refrigeración no cambia significativamente durante toda la vida útil del centro de datos.</p> <p>Múltiples unidades de aire acondicionado pueden proveer flujo de aire al sistema para suministrar tolerancia a las fallas.</p>	<p>Aire frío requerido cerca de las entradas de aire de los equipos.</p> <p>El requisito de refrigeración cambia y se desplaza muchas veces durante la vida útil del centro de datos, a medida que se incorporan y se quitan equipos.</p> <p>Múltiples unidades de aire acondicionado pueden proveer flujo de aire al sistema para suministrar tolerancia a las fallas.</p>

El piso elevado cumple el requisito original y, gracias a la capacidad de cambiar y desplazar lozas ranuradas, también es apropiado para satisfacer el requisito actual.

Guías, conductos o soportes para el cableado de datos

Requisito original	Requisito actual
<p>Se conectan cables de datos de cobre con multiconductores voluminosos entre gabinetes.</p> <p>Los cables deben tener la menor longitud posible para garantizar una operación correcta.</p> <p>Los cables no deben verse.</p> <p>Los cables no se cambian durante la vida útil del centro de datos.</p>	<p>Cables de red delgados de fibra y cobre.</p> <p>Los cables se cambian muchas veces durante la vida útil del centro de datos.</p> <p>Se requiere un acceso sencillo a los cables.</p>

El piso elevado era la única forma práctica de cumplir con el requisito original, pero ya no es necesario y resulta insatisfactorio para cumplir el requisito actual debido al difícil acceso a los cables de datos. Por esta razón, en la actualidad la mayoría de los centros de datos que utilizan piso elevado tiene todo o parte del cableado de datos instalado en altura.

Conductos para cableado de potencia

Requisito original	Requisito actual
<p>El equipo de IT está cableado en forma integrada con circuitos dedicados.</p> <p>El circuito no cambia durante la vida útil del centro de datos.</p>	<p>El equipo de IT se conecta en tomacorrientes estándar.</p> <p>Número mucho mayor de equipos de IT individuales por pie cuadrado.</p> <p>Equipos de IT sujetos a cambios cada dos años.</p> <p>Circuitos de derivación sujetos a cambios muchas veces durante la vida útil del centro de datos.</p>

El piso elevado cumple con los requisitos originales y actuales, pero presenta una desventaja respecto del acceso para el cambio del cableado. Históricamente, la distribución de potencia en altura no ha tenido ninguna ventaja. La distribución de potencia sigue siendo una razón clave por la cual se implementa el piso elevado.

Sistema de puesta a tierra de cobre para conectar los equipos a tierra

Requisito original	Requisito actual
<p>La integridad de la señal de datos con acople directo requiere que los equipos interconectados estén conectados a tierra de manera permanente y conjunta con un diferencial menor que 0,1 V para preservar la operación correcta y evitar daños.</p>	<p>El cableado de cobre en red tiene aislamiento galvánico respecto del transformador, no se ve afectado por la interferencia producida por variaciones de tensión de hasta 1000 V que ingresan a través de la conexión a tierra y como parte del funcionamiento normal interconecta distancias de más de 50 m (160 pies).</p> <p>El cableado de fibra en red es totalmente inmune a las variaciones de tensión que ingresan a través de la conexión a tierra.</p>

La necesidad de un sistema de puesta a tierra de cobre ha sido prácticamente eliminada. La conexión a tierra entre racks y con los paneles del circuito derivado cumple con el requisito actual.

Espacio para colocar tubería de agua enfriada u otra tubería para servicios públicos

Requisito original	Requisito actual
<p>Algunos equipos de IT requieren una tubería directa de agua fría para su refrigeración.</p>	<p>Los equipos de IT no requieren una tubería directa de agua fría para su refrigeración.</p>

El piso elevado era la única forma práctica de cumplir con el requisito de contar con una tubería de agua para los equipos de IT. Sin embargo, este requisito está restringido a un área muy limitada o ya no existe en la mayoría de las instalaciones, particularmente las más pequeñas.

Problemas derivados del uso de pisos elevados

El análisis anterior indica que el piso elevado era una forma muy eficaz y práctica de cumplir con los requisitos originales de los primeros centros de datos. También permite advertir que muchos de los requisitos originales que exigían el uso del piso elevado ya no existen. En realidad, los requisitos del centro de datos han evolucionado y cambiado significativamente. Es importante repasar los problemas que de hecho genera el uso de pisos elevados.

Terremotos

El piso elevado aumenta enormemente la dificultad de garantizar o determinar el régimen sísmico de un centro de datos. Apoyar los equipos por encima del piso sobre una rejilla representa un importante perjuicio en cuanto a la capacidad de fijar los equipos. Dado que cada instalación es diferente, resulta casi imposible poner a prueba o validar el régimen sísmico de una instalación. Este es un problema muy grave en los casos en que se especifica una capacidad de tolerancia sísmica.

En Kobe, Japón, y alrededores, durante el gran terremoto de 1995, los centros de datos sufrieron una increíble variedad de daños debido al terremoto. Muchos centros de datos que deberían haber vuelto a funcionar en horas o días estuvieron fuera de servicio por más de un mes, al vencerse un gran número de sistemas de piso elevado supuestamente a prueba de terremotos, lo que hizo que los equipos de IT cayeran a través del piso y se destruyeran. Fue necesario recuperar los equipos dañados y repararlos o reemplazarlos mediante operaciones complejas que llevaron mucho tiempo.

Durante el colapso del World Trade Center del 2001, los centros de datos cercanos que deberían haber sobrevivido a la tragedia fueron dañados gravemente y quedaron fuera de servicio por períodos prolongados en los casos en que los impactos a los edificios hicieron que se vencieran los sistemas de piso elevado y colapsaran.

Un tiempo de inactividad de 5 semanas, según resultó típico cerca de Kobe, corresponde a 50.000 minutos si se lo compara con un tiempo de inactividad de 5 minutos por año requeridos para lograr una confiabilidad de 5 nueves. Esto es **10.000 veces peor** que el valor de diseño de 5 nueves. Si el tiempo de inactividad ocasionado por terremotos se considera el 10% del presupuesto para disponibilidad, los centros de datos cercanos a Kobe no podrían lograr 5 nueves de confiabilidad salvo que solo hubiera un terremoto de esa magnitud una vez cada 100.000 años, supuesto que no sería realista.

En áreas que están sometidas a todo tipo de actividad sísmica, no resulta razonable esperar contar con 5 nueves de disponibilidad utilizando pisos elevados. Incluso si se lo intentara, el valor real no podría verificarse en los hechos. Esta es una de las razones por las cuales las instalaciones de las centrales telefónicas no utilizan pisos elevados. Esta es la razón de más peso, con independencia de cualquier otra, por la cual los pisos elevados ya no resultan convenientes para los centros de datos de alta disponibilidad.

Acceso

El hecho de que la tasa de rotación de equipos de un centro de datos moderno sea de alrededor de dos años genera una situación en donde el cableado de datos y de potencia está sujeto a cambios casi continuos. El difícil acceso a este cableado cuando se encuentra debajo del piso elevado da como resultado demoras y costos asociados con las necesidades de cambio.

Carga del piso

Los racks de equipos típicos pueden alcanzar una capacidad de peso de 2000 libras (907 kg) y es posible que, para reubicarlos, sea necesario deslizarlos. Además, hace falta proveer acceso al centro de datos a los dispositivos utilizados para desplazar y ubicar los equipos del centro de datos. Puede requerirse un refuerzo especial en un entorno con piso elevado, y en algunos casos esta capacidad se encuentra restringida a ciertos pasillos. Garantizar que no se excedan los requisitos de carga del piso implica costos y tareas de planificación significativos.

La capacidad de plena carga de un piso elevado solamente puede verificarse cuando todas las lozas se encuentran instaladas. La resistencia al pandeo (lateral) del piso depende de la presencia de las lozas. Sin embargo, suelen quitarse lozas e incluso filas de lozas cuando se realizan cambios de cableado o tareas de mantenimiento frecuentes en los centros de datos. La situación puede dar lugar a un colapso catastrófico inesperado del piso elevado.

Altura libre

En algunos lugares donde podrían crearse centros de datos, la falta de altura libre resultante de la instalación del piso elevado no es aceptable. Esto puede limitar las opciones a la hora de elegir dónde crear un centro de datos. En Japón, es común que deba cortarse la loza de la planta inmediatamente superior del edificio para crear la altura libre requerida.

Conducto

Cuando el cableado corre debajo de un piso elevado, queda sometido a reglamentaciones especiales relativas a la prevención de incendios. En virtud de los códigos, el piso elevado es considerado una "cámara de distribución de aire". Debido a que el aire se desplaza y se distribuye, los códigos para la prevención de incendios consideran que un incendio en una cámara de distribución de aire constituye un riesgo especial. Por lo tanto, se requiere que el cableado que corre por debajo de un piso elevado sea colocado en un conducto a prueba de incendios, que puede ser metálico o de un polímero especial a prueba de incendios. La instalación de ese conducto implica un costo y una complejidad considerables, y representa un problema particularmente difícil de resolver cuando deben hacerse cambios en los conductos de un centro de datos operativo.

Seguridad

El piso elevado es un espacio donde pueden ocultarse personas o dispositivos. En el caso de los centros de datos que están divididos con jaulas, tales como infraestructuras para hospedaje de equipos informáticos, el piso elevado representa una forma potencial de ingresar y acceder a las áreas enjauladas. Esta es la razón por la cual muchas infraestructuras de hospedaje de equipos no utilizan sistemas de piso elevado.

Distribución de energía

El número de circuitos derivados por pie cuadrado en un centro de datos moderno es mucho mayor que cuando se desarrolló la arquitectura del piso elevado. Durante la era de los grandes sistemas centrales, un único circuito derivado de conexión permanente con alto amperaje podía brindar servicio a un gabinete con seis lozas o 24 pies cuadrados (2,2 metros cuadrados). Actualmente, la misma área podría contener dos racks; a su vez, cada uno de ellos podría requerir 12 kW de circuitos de 120 V con un cable A-B, para un total de 12 circuitos derivados. La densidad de los conductos resultantes asociados con este extraordinario aumento de circuitos derivados representa un grave obstáculo para la circulación del aire por debajo del piso. Esto puede requerir una altura de piso elevado de 4 pies (1,2 metros) para garantizar la circulación de aire necesaria. El aumento de la altura del piso elevado representa un sacrificio en términos de integridad estructural y agrava las cuestiones relativas al costo, la carga del piso y los problemas relacionados con terremotos.

Limpieza

El piso elevado es un área poco práctica para su limpieza. Suciedad, polvo y diferentes elementos se acumulan normalmente debajo del piso elevado y suelen quedar abandonados allí debido a que la dificultad y el riesgo de accidentes asociados con la limpieza de esta área son considerados obstáculos importantes. El acto de extraer una loza del piso puede causar desplazamientos drásticos en el movimiento del aire debajo del piso, que puede causar y ha causado que el polvo o incluso otros elementos sean despedido contra el equipo o los ojos del personal.

Prevención de accidentes

Una loza abierta representa un riesgo grave e inesperado para los operadores y visitantes que circulan en el centro de datos. En centros de datos con pisos elevados de 4 pies (1,2 metros) o de mayor altura, el riesgo de muerte resultante de una caída dentro de una loza abierta aumenta enormemente. El equipo es trasladado frecuentemente durante la vida útil de los centros de datos de la actualidad; esto crea el riesgo de que la carga que admite el piso sea superada, y se produzca un colapso del piso.

Costo

El piso elevado representa un costo significativo. El costo típico del piso elevado, incluyendo ingeniería, costo de materiales, fabricación, instalación e inspección se encuentra en el orden de los US\$20 por pie cuadrado (US\$215 por metro cuadrado). Más aun, el espacio máximo que podría ser utilizado en última instancia por el centro de datos suele incluir el piso elevado desde el diseño inicial, independientemente de que deba utilizarse ese espacio en la actualidad, en el corto plazo o incluso en última instancia. El costo de US\$20 por pie cuadrado (US\$215 por metro cuadrado) no incluye los costos extras asociados con el cableado de potencia y de datos. Este es un costo considerable, en el que solamente debería incurrirse ante una necesidad concreta.

Obstáculos para la eliminación del piso elevado

Aunque cada vez más instalaciones han eliminado el piso elevado, y los beneficios de eliminar el piso elevado son sustanciales, siguen diseñándose centros de datos con este tipo de pisos. En entrevistas con usuarios de pisos elevados llevadas a cabo por APC, se han identificado los siguientes obstáculos.

Percepción

El piso elevado es un ícono que simboliza el centro de datos corporativo de alta disponibilidad. Para muchas empresas, la presentación de su centro de datos es una parte importante de los recorridos por las instalaciones con clientes clave. Los centros de datos que no poseen pisos elevados se perciben como incompletos o deficientes, o de menor calidad. El resultado es que el piso elevado se instala como parte de la creación de una imagen. En algunos casos, se han instalado pisos elevados que no se utilizan para refrigeración ni cableado, y que en realidad no tienen función alguna, más que crear la imagen deseada. Esta cuestión es de hecho el mayor obstáculo para la eliminación del piso elevado.

Diseño de esquemas de refrigeración

Los diseñadores y operadores de los centros de datos valoran la flexibilidad brindada por los diseños de los esquemas de refrigeración de los pisos elevados. El piso elevado brinda oportunidades de desplazar las lozas de ventilación de aire para lograr el perfil de temperatura deseado. Esto resulta más difícil en un sistema de conductos que utiliza tubos de refrigeración instalados en altura. Además, existe mucha más experiencia en el diseño de esquemas de distribución de aire con piso elevado, y por ende los diseñadores están más capacitados para predecir el rendimiento del sistema.

Distribución de energía

Debido al pasaje de un número más pequeño de grandes dispositivos informáticos a un número relativamente mucho mayor de dispositivos informáticos más pequeños, la cantidad de circuitos derivados por pie cuadrado en el centro de datos moderno es mucho mayor que cuando se desarrolló la arquitectura del piso elevado. Se necesita un lugar para tender esos circuitos derivados. De no utilizarse un piso elevado, los circuitos mencionados deben crearse utilizando una distribución en altura. La instalación y mantenimiento de circuitos derivados de techo pueden resultar más difíciles que la administración de circuitos derivados bajo piso.

El diseño sin piso elevado

Los costos y problemas asociados con la instalación de un piso elevado pueden eliminarse solamente si existe una alternativa práctica y disponible. Afortunadamente, existen varias opciones de diseño que lo permiten. El tratamiento completo de estas alternativas se encuentra fuera del alcance de este informe

interno. En general, los métodos de refrigeración sin piso elevado pueden clasificarse en tres categorías, que se resumen en la tabla siguiente:

Tabla 1 – Métodos de refrigeración sin piso elevado

Clase de centro de datos	Método de refrigeración
Centros de datos pequeños/ Salas de datos (<1000 pies cuadrados) (<93 metros cuadrados)	Unidades de aire acondicionado montadas en rack, de pared o de techo que operan sin red de conductos.
Centros de datos medianos (1000 – 5000 pies cuadrados) (93 – 465 metros cuadrados)	Unidades CRAC de piso sin distribución por conductos y con cámara de retorno en falso cielorraso.
Centros de datos grandes (>5000 pies cuadrados) (>465 metros cuadrados)	Unidades CRAC de piso o de techo con distribución de aire frío con red de conductos en altura en combinación con retorno de aire en cielorraso abierto o falso cielorraso.

Todos estos métodos se han utilizado, pero los equipos y los lineamientos de diseño para estos tipos de instalaciones no están plenamente desarrollados si se los compara con los de los diseños de piso elevado. Por lo tanto, muchos sistemas de estos tipos son únicos. Las empresas y proveedores de soluciones de ingeniería deben enriquecer sus carteras de productos y bases de conocimientos antes de que puedan implementarse estos tipos de instalaciones con el grado de previsibilidad ofrecido por el enfoque de piso elevado.

Innovaciones recientes en la distribución de energía en rack para montaje en altura ofrecen una opción de menor costo en comparación con la distribución de energía bajo piso. En combinación con los métodos de refrigeración en altura que están desarrollándose, es posible lograr una alternativa práctica que ofrece respuesta a las desventajas de los pisos elevados.

Conclusión

Muchas de las razones que condujeron a la aplicación del piso elevado ya no existen. La ausencia de una necesidad imperiosa combinada con los problemas asociados con los pisos elevados sugieren que su uso generalizado ya no tiene justificación económica ni técnica en la mayoría de las aplicaciones, particularmente en los centros de datos más pequeños. Soluciones presentadas recientemente han superado los obstáculos técnicos de la eliminación del piso elevado. Sin embargo, los centros de datos probablemente utilicen pisos elevados durante algún tiempo debido a la gran base de experiencia en el diseño de pisos elevados y a cuestiones intangibles relativas a la percepción y la imagen.

El autor:

Neil Rasmussen es uno de los fundadores y el Director de Tecnología de American Power Conversion. En APC, Neil dirige el mayor presupuesto mundial de Investigación y Desarrollo que se destina al campo de la infraestructura de energía, refrigeración y racks para redes críticas; los centros de desarrollo de productos principales están ubicados en Massachusetts, Missouri, Dinamarca, Rhode Island, Taiwán e Irlanda. En la actualidad, Neil conduce las iniciativas de APC orientadas al desarrollo de soluciones modulares escalables para centros de datos.

Antes de fundar APC en el año 1981, Neil recibió los títulos de *Bachelor* y *Master* en Ingeniería Eléctrica del MIT, donde realizó su tesis sobre el análisis de una fuente de potencia de 200 mW para un reactor de fusión Tokamak. Desde 1979 hasta 1981 trabajó para MIT Lincoln Laboratories en sistemas de almacenamiento energético de volante y sistemas de energía eléctrica solar.