



TIF

TELECOMMUNICATIONS
INDUSTRY FOUNDATION

La Fundación de la Industria de las Telecomunicaciones (TIF) se complace en anunciar la publicación del siguiente Libro Blanco de TIF.

Montado en edificios Estructuras en la Telecomunicaciones Industria

Fecha de publicación: octubre de 2024

This document was originally written in English and the English version of this document remains a reader's best reference source. This translation is provided for convenience for those wanting to learn more about the industry it does not account for differences in dialect. The information contained in this document is provided for general informational purposes only and is subject to change without notice. While every effort has been made to ensure the accuracy and reliability of the content at the time of publication, new data, evolving standards, and updated guidance may render portions of this document outdated or incomplete. The authors and publishers make no representations or warranties, express or implied, regarding the completeness, accuracy, or suitability of the information or this translation for any particular purpose. Users are encouraged to consult relevant experts or official sources before making decisions based on this material. This document does not provide legal advice and is intended to support education, learning, and feedback.

Este documento fue redactado originalmente en inglés, y la versión en inglés de este documento sigue siendo la mejor fuente de referencia para el lector. Esta traducción se proporciona únicamente como una cortesía para quienes deseen aprender más sobre la industria y no contempla las diferencias de dialecto. La información contenida en este documento se ofrece solo con fines informativos generales y está sujeta a cambios sin previo aviso.

Si bien se ha hecho todo lo posible para garantizar la exactitud y confiabilidad del contenido en el momento de su publicación, nuevos datos, normas en evolución y directrices actualizadas pueden hacer que partes de este documento queden desactualizadas o incompletas. Los autores y editores no realizan declaraciones ni otorgan garantías, expresas o implícitas, respecto a la integridad, exactitud o idoneidad de la información o de esta traducción para un propósito específico. Se recomienda a los usuarios consultar a expertos pertinentes o fuentes oficiales antes de tomar decisiones basadas en este material. Este documento no proporciona asesoramiento legal y tiene como objetivo apoyar la educación, el aprendizaje y la retroalimentación.

AVISO DE EXENCIÓN DE RESPONSABILIDAD Y LIMITACIONES DE RESPONSABILIDAD

LA FUNDACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LAS TELECOMUNICACIONES ("TIF") NO EXIGE NI SUPERVISA EL CUMPLIMIENTO DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO. ADEMÁS, TIF NO CERTIFICA, INSPECCIONA, PRUEBA NI INVESTIGA DE NINGUNA OTRA MANERA PRODUCTOS, DISEÑOS O SERVICIOS NI NINGUNA RECLAMACIÓN DE CUMPLIMIENTO CON EL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO.

SE RECHAZAN TODAS LAS GARANTÍAS, EXPRESAS O IMPLÍCITAS, INCLUYENDO, SIN LIMITACIÓN, TODAS Y CADA UNA DE LAS GARANTÍAS RELACIONADAS CON LA EXACTITUD DE ESTE DOCUMENTO O SU CONTENIDO, SU IDONEIDAD O ADECUACIÓN PARA UN PROPÓSITO O USO PARTICULAR, SU COMERCIABILIDAD Y SU NO INFRACCIÓN DE LOS DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL DE TERCEROS. TIF RECHAZA EXPRESAMENTE TODA RESPONSABILIDAD POR LA EXACTITUD DEL CONTENIDO AQUÍ INCLUIDO Y NO HACE DECLARACIONES NI GARANTÍAS CON RESPECTO AL CUMPLIMIENTO DEL CONTENIDO CON NINGÚN ESTATUTO, REGLA, REGULACIÓN, ESTÁNDAR DE LA INDUSTRIA APLICABLE O LOS EFECTOS DE SEGURIDAD O SALUD DEL CONTENIDO DEL PRESENTE O CUALQUIER PRODUCTO O SERVICIO AL QUE SE HAGA REFERENCIA EN ESTE DOCUMENTO O PRODUCIDO O PRESTADO PARA CUMPLIR CON EL MISMO.

TIF NO SERÁ RESPONSABLE DE NINGÚN DAÑO, DIRECTO O INDIRECTO, QUE SURJA DE O ESTÉ RELACIONADO CON CUALQUIER USO DE ESTE DOCUMENTO O LOS CONTENIDOS AQUÍ INCLUIDOS, INCLUYENDO, SIN LIMITACIÓN, CUALQUIER Y TODO DAÑO INDIRECTO, ESPECIAL, INCIDENTAL, PUNITIVO O CONSECUENTE (INCLUYENDO DAÑOS POR PÉRDIDA DE NEGOCIO, PÉRDIDA DE GANANCIAS, LITIGIOS O SIMILARES), YA SEA BASADO EN INCUMPLIMIENTO DE CONTRATO, INCUMPLIMIENTO DE GARANTÍA, AGRAVIO (INCLUYENDO NEGLIGENCIA), RESPONSABILIDAD DEL PRODUCTO O DE OTRO TIPO, INCLUSO SI SE ADVIERTE DE LA POSIBILIDAD DE TALES DAÑOS. LA NEGACIÓN ANTERIOR DE DAÑOS ES UN ELEMENTO FUNDAMENTAL DEL USO DE LOS CONTENIDOS DEL PRESENTE, Y ESTOS CONTENIDOS NO SERÍAN PUBLICADOS NI PATROCINADOS POR LA ASOCIACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LAS TELECOMUNICACIONES ("TIA") O TIF SIN TALES LIMITACIONES.

EL DOCUMENTO DEBE UTILIZARSE ÚNICAMENTE CON FINES INFORMATIVOS Y ESTÁ DESTINADO A PROPORCIONAR UNA DESCRIPCIÓN GENERAL CON FINES EDUCATIVOS Y A SOLICITAR LA OPINIÓN DE LA INDUSTRIA DE LAS TELECOMUNICACIONES.

ESTE DOCUMENTO NO ES UN ESTÁNDAR. ESTE DOCUMENTO SÓLO REPRESENTA LOS COMENTARIOS Y LAS OPINIONES DE LOS AUTORES Y NO TIENE LA INTENCIÓN DE SUSTITUIR, MODIFICAR O INTERPRETAR NINGÚN ESTATUTO, REGLA, REGULACIÓN U OTRO ESTÁNDAR DE LA INDUSTRIA O DE TIA. LA PUBLICACIÓN DE ESTE DOCUMENTO NO REPRESENTA LA POSICIÓN NI EL RESPALDO DE TIA O TIF.

DECLARACIÓN ANTITRUST

LA FUNDACIÓN DE LA INDUSTRIA DE LAS TELECOMUNICACIONES ("TIF") APOYA EL CUMPLIMIENTO TOTAL CON LAS LEYES ANTITRUST Y DE COMPETENCIA. SE ESPERA QUE TODAS LAS PERSONAS QUE AYUDARON EN EL DESARROLLO DE ESTE DOCUMENTO TÉCNICO DE TIF Y CUALQUIER PARTICIPANTE EN LA REUNIÓN CONVOCADA, ORGANIZADA O APOYADA POR TIF, INCLUYENDO, ENTRE OTROS, A LOS PARTICIPANTES, LA JUNTA DIRECTIVA, LOS FUNCIONARIOS Y LOS EMPLEADOS DE TIF, LOS MIEMBROS DEL COMITÉ DE TIF Y OTROS INVITADOS (EN CONJUNTO, LOS "ASISTENTES") TOMEN TODAS LAS MEDIDAS RAZONABLES NECESARIAS PARA CUMPLIR CON LAS LEYES ESTATALES Y FEDERALES ANTITRUST Y DE COMPETENCIA APLICABLES.

LOS ASISTENTES NO DEBEN DISCUTIR NI INTERCAMBIAR INFORMACIÓN O DATOS CONCERNIENTES A PRECIOS, TÉRMINOS Y CONDICIONES DE VENTA QUE AFECTEN EL PRECIO, LAS POLÍTICAS DE PRECIOS DE LA INDUSTRIA, LOS PROCEDIMIENTOS DE MARKETING, LAS ASIGNACIONES DE FONDOS, LAS LISTAS DE CLIENTES, LAS RESTRICCIONES EN LOS TIPOS Y LA CANTIDAD DE PRODUCTOS Y SERVICIOS, LAS NEGATIVAS A HACER NEGOCIOS CON CIERTOS PROVEEDORES O CLIENTES, U OTROS TEMAS SIMILARES. MÁS INFORMACIÓN CONCERNIENTE A LA POLÍTICA ANTITRUST DE TIF ESTÁ DISPONIBLE BAJO SOLICITUD

Introducción

Nuestra sociedad global está cada vez más conectada, digitalizada y obsesionada con la información, y se espera que la escalada continúe. En consecuencia, las aplicaciones previstas y emergentes, como los vehículos autónomos y la eSalud, se sumarán a la lista de servicios que dependerán críticamente de la conectividad inalámbrica. Estos cambios sociales, a su vez, están impulsando la evolución de la industria de las telecomunicaciones. El 5G es el reflejo más reciente de esta tendencia. Incluso a medida que el 5G madura, los expertos ya están planeando lo que sigue.

A medida que se expande el desarrollo de estas tecnologías emergentes, también lo hace la necesidad de infraestructura inalámbrica adicional. Sin embargo, puede ser un desafío para los usuarios finales (propietarios de torres, operadores inalámbricos, entidades gubernamentales como los servicios 911, emisoras, etc.) encontrar ubicaciones adecuadas para las instalaciones inalámbricas macro. Esto es particularmente grave en áreas urbanas y metropolitanas donde se desarrolla el terreno, pero debido a la mayor densidad de población, existe una mayor demanda de ancho de banda. Esto ha llevado a los desarrolladores de infraestructura inalámbrica, como los usuarios finales, a desplegar instalaciones inalámbricas encima o adjuntas a estructuras alternativas, como edificios y otras estructuras de uso primario no relacionadas con las telecomunicaciones.

El montaje de instalaciones de telecomunicaciones en edificios presenta desafíos únicos para todas las partes interesadas en nuestra industria. El propósito de este documento técnico es crear conciencia y mejorar la coherencia con las mejores prácticas para el análisis estructural y las consideraciones de diseño con estructuras montadas en edificios.

Existen varias consideraciones que afectan la integridad estructural de una instalación de telecomunicaciones montada en un edificio, incluidos los materiales utilizados, los métodos de diseño/análisis, la calidad de la instalación, la finalización de una inspección posterior a la instalación o posterior a la modificación, y la finalización del mantenimiento y las evaluaciones de condición.

Los objetivos de este documento son:

- Identificar y definir diferentes tipos de instalaciones de telecomunicaciones montadas en edificios
- Aclarar la aplicación del código en función del uso previsto de la estructura
- Informar sobre las pruebas iniciales de los valores del coeficiente de fricción
- Discutir los posibles modos de falla y las consideraciones de remediación
- Identificar fallas típicas por fallas de instalación
- Destacar la importancia de completar una inspección posterior a la instalación/posterior a la modificación

Definiciones

Montaje de lastre no penetrante: un sistema de montaje que resiste el deslizamiento y el vuelco por completo gracias al peso de sus miembros estructurales, accesorios y tuberías de montaje, y se complementa agregando peso a las bandejas de montaje adjuntas con lastre. Los tipos de montajes no penetrantes incluyen trineos rectangulares lastrados y montajes de trípode.

Montaje penetrante/anclado: un sistema de montaje fijado positivamente a la estructura subyacente mediante soldadura, anclaje mecánico o adhesivo. Su estabilidad se deriva de la transferencia de carga desde las conexiones ancladas al sistema de entramado del techo u otros componentes del edificio.

Montaje en pared: un sistema de montaje fijado directamente a los componentes que forman las paredes del edificio principal, el ático de la azotea o el parapeto del edificio. Su estabilidad se deriva de la transferencia de carga desde las conexiones ancladas, dependiendo de la composición de la pared, al sistema de pared u otro edificio

componentes. Los ejemplos pueden incluir un conjunto de varilla roscada y placa de respaldo, tirafondos y anclajes mecánicos o adhesivos postinstalados.

Plataforma de equipos: Una estructura penetrante o no penetrante que soporta equipos de telecomunicaciones más grandes, como, entre otros, gabinetes de equipos y generadores.

Torre montada en el techo: Una torre de celosía o estructura de poste de telecomunicaciones penetrante o no penetrante conectada al edificio.

Antecedentes y aplicabilidad del código

Los ingenieros deben seguir los códigos y estándares aplicables junto con los requisitos razonables impuestos por la autoridad competente (AHJ) al diseñar y analizar cualquier instalación de telecomunicaciones soportada por infraestructura alternativa, como edificios. Los códigos y estándares implementados crean una base mínima para (a) el diseño e instalación de estructuras de edificios, (b) estructuras adicionales instaladas/soportadas en el edificio y (c) todo el sistema del edificio y su uso previsto. Los requisitos mínimos son un medio para proteger la salud, la seguridad y el bienestar de la comunidad.

Los ingenieros que evalúan las instalaciones de telecomunicaciones montadas en edificios deben poder revisar y aplicar los estándares para dos sectores industriales diferentes: el uso previsto de la estructura y la instalación de telecomunicaciones.

El Código de Ética de la NSPE (Sociedad Nacional de Ingenieros Profesionales) exige lo siguiente:

1. Los ingenieros prestarán servicios sólo en las áreas de su competencia.
2. Los ingenieros sólo aceptarán trabajos cuando estén cualificados por su formación o experiencia en los campos técnicos específicos involucrados.
3. Los ingenieros no estamparán sus firmas en ningún plano o documento que trate sobre asuntos en los que carezcan de competencia.

La aplicabilidad del código tanto para el montaje de telecomunicaciones como para la estructura del edificio subyacente (el uso previsto de la estructura original) debe determinarse en función del uso previsto de cada estructura individual: la instalación de telecomunicaciones y el edificio. Por ejemplo, considere un montaje de lastre no penetrante que soporta una instalación de telecomunicaciones en el techo de un edificio. Dado que el uso previsto principal de la estructura de montaje de lastre es una estructura de soporte de antena, ANSI/TIA-222 "Estándar estructural para estructuras de soporte de antenas, antenas y estructuras de soporte de turbinas eólicas pequeñas" sería el estándar de diseño y análisis aplicable. Dado que el edificio fue diseñado utilizando el estándar ASCE/SEI 7 y aún mantiene su propósito de diseño, aún se analizaría según el estándar ASCE/SEI 7 para confirmar que puede soportar las cargas del montaje de lastre no penetrante.

Las plataformas de equipos montadas en edificios se analizarían según las disposiciones del estándar ASCE/SEI 7 en función de su uso previsto. Si la plataforma de equipos tiene una instalación inalámbrica conectada, la instalación inalámbrica se evaluaría según las disposiciones de ANSI/TIA-222. De manera similar, una torre de telecomunicaciones ubicada en la parte superior de un edificio se analizaría según ANSI/TIA-222. Para obtener información adicional sobre el tema del uso previsto, consulte el documento técnico de TIF [Uso previsto de las estructuras con](#)

[un énfasis en la celda pequeña: actualización de 2023.](#)

El ingeniero de registro (EOR) determina la aplicabilidad de un estándar de diseño sobre otro al revisar la documentación de referencia y el uso previsto de cada estructura involucrada. La clave para un

El análisis preciso de EOR para instalaciones de telecomunicaciones montadas en edificios debe incluir, identificar y comunicar con suficiente precisión los escenarios de carga de control.

Tipos de montajes

Montajes no penetrantes

Los montajes no penetrantes se evaluarán para tres estados límite de falla: vuelco, deslizamiento y sobreesfuerzo del techo. Los montajes no penetrantes deben evaluarse considerando la capacidad estructural del sistema de montaje.

Vuelco significa que una porción del montaje comienza a perder contacto o a levantarse de la superficie de soporte y continúa pivotando hacia el lado opuesto de la bandeja o hay una reducción de la resistencia friccional, lo que permite que el montaje se deslice después de que un lado de la bandeja comience a levantarse.

Deslizamiento significa que el montaje se mueve horizontalmente sin un movimiento ascendente medible. [El TIF Rooftop Los resultados de las pruebas de montaje en trineo indican que el vuelco ocurre cuando la elevación de la carga era de 60" o más](#) (que es el caso típico de instalación para una instalación inalámbrica). Sin embargo, debido a la variabilidad en las cargas y los parámetros de instalación, se deben realizar cálculos de deslizamiento para todas las instalaciones. El sobreesfuerzo del techo ocurre cuando la carga de gravedad general excede la presión permitida del techo según lo determinado por el ingeniero de registro para la estructura del edificio.

Deslizamiento – Factores de fricción

La fricción juega un papel importante en la determinación de la capacidad de deslizamiento general del montaje no penetrante. Cuando se aplica una fuerza lateral al montaje no penetrante, la fuerza resistiva de la fricción de deslizamiento actúa en la dirección opuesta, paralela a la superficie del techo. Por lo tanto, es fundamental utilizar la fricción estática adecuada al instalar una instalación inalámbrica montada en el techo no penetrante.

El material de la superficie del techo existente y su condición son una consideración importante al elegir la cantidad adecuada de fricción. En última instancia, es el EOR quien es responsable de aprobar el coeficiente de fricción utilizado en los análisis y/o diseño de la estructura de montaje. Basado en el [TIF Friction Coefficient Pruebas para montajes de lastre en la azotea](#), el coeficiente de fricción promedio para acero galvanizado opaco sobre un tapete de goma fue de 0.73. El EOR debe ejercer discreción al seleccionar un valor de coeficiente de fricción apropiado.

Diseños comunes de modernización para montajes no penetrantes

Al analizar los montajes no penetrantes y las modernizaciones comunes para remediar un sobreesfuerzo calculado, existen cuatro modos de falla comunes:

1. Vuelco. Las modificaciones típicas para evitar el vuelco incluyen agregar peso (a través de lastre) a el montaje y/o agregar extensiones de bandeja base. El centro de gravedad del montaje determinará si se necesita peso adicional en la(s) bandeja(s) delantera(s) y/o trasera(s). Se debe tener cuidado para garantizar que el lastre no cause un sobreesfuerzo en el techo. Se deben considerar métodos alternativos para aliviar las condiciones de sobreesfuerzo (consulte el próximo documento técnico de TIF Variability). El EOR debe discutir con el ingeniero de RF si se debe reducir la línea central.
2. Deslizamiento. Las modificaciones típicas para evitar el deslizamiento incluyen la utilización de un coeficiente razonable de

fricción y comprobación de la aplicación de la condición instalada. El uso de tapetes de goma es el enfoque más común para aumentar el coeficiente de fricción. Es posible que los ingenieros de registro quieran considerar el uso de tapetes de goma hechos específicamente para aumentar los valores del coeficiente de fricción estática si el deslizamiento controla significativamente los requisitos de lastre. Otros métodos para aumentar la resistencia contra el deslizamiento pueden incluir la instalación de cables guía asegurados positivamente o la aplicación de un compuesto adhesivo a la interfaz entre los miembros del marco de montaje/tapete de goma y el tapete de goma a la cubierta del techo. Asegúrese de considerar los posibles daños al techo y a la membrana del techo. Aunque no es una modernización, considere reemplazar todo el sistema de montaje con un montaje de estilo más nuevo con miembros redondos primarios.

3. Sobrecarga del techo. Las modificaciones típicas incluyen aumentar el área de la superficie de la base de montaje o reubicar el montaje no penetrante sobre un elemento estructural de soporte de carga y/o de transporte de gravedad del edificio de soporte. Si los planos del edificio no están disponibles, el estándar ASCE/SEI 7 proporciona orientación para las cargas vivas distribuidas uniformemente mínimas por ocupación para fines de análisis (consulte la Tabla 4.3-1I del estándar ASCE/SEI 7). El ingeniero de registro determina la presión permitida del techo para la estructura del edificio. Debido a las limitaciones de carga desconocidas, el ingeniero de registro del montaje debe considerar la capacidad del techo existente para reducir la necesidad de modificaciones en la estructura del techo. El ingeniero de registro del montaje y el ingeniero de registro de la estructura del techo deben comunicarse al proponer aumentos de peso antes de completar la modificación del montaje.
4. Sobrecarga del montaje. Modificaciones típicas para abordar la sobrecarga y las mejores prácticas para la modificación se detallará en un próximo documento técnico sobre la variabilidad de TIF. Los temas se centran en la rigidez, las extensiones, el reemplazo de acero y el reemplazo del montaje.

Además, el ingeniero de registro debe tener en cuenta el espacio de arrendamiento disponible en las cercanías del montaje al diseñar la solución, según lo comunicado por el usuario final.

Montajes penetrantes/anclados

Si bien el Código Internacional de Construcción, ASCE/SEI 7 y ANSI/TIA-222 no requieren la fijación positiva del equipo montado en el techo a la estructura subyacente, puede ser requerido por la AHJ o por requisitos impulsados por el cliente que se desvían de esto.

Cuando se utilizan fijaciones positivas para conectar una instalación inalámbrica a la estructura del edificio subyacente, estas conexiones deben proporcionar una resistencia lateral, vertical y/o de momento adecuada en los puntos de conexión positivos.

Las conexiones positivas pueden ser mecánicas, como anclajes de cuña, pernos, tirafondos u otros sujetadores mecánicos, así como anclajes de tipo adhesivo, como epoxi u otros adhesivos inyectables. Las conexiones positivas también se pueden soldar a una estructura de acero subyacente. El tipo de conexión positiva utilizada en un diseño depende del material de la estructura subyacente y el ingeniero de registro que diseña las fijaciones positivas debe tener conocimiento de la estructura subyacente y la conexión positiva que se especifica.

Las conexiones de tipo adhesivo se evaluarán según las especificaciones del fabricante.

Se debe prestar especial atención al impacto que las conexiones penetrantes tienen en la membrana y los materiales del techo existentes.

Los cálculos necesarios para asegurar la adecuación dependen de la marca y el material específicos de la pared del edificio existente. Como tal, es imperativo que el ITO tenga un sólido conocimiento práctico de los materiales y la composición de la estructura para garantizar que la solución no se deteriore ni comprometa la envolvente del edificio. Además, para evaluar con precisión el impacto, el ITO debe considerar la gravedad adicional y la carga lateral que actúa sobre la pared existente de la estructura principal.

Para que el ITO recomiende puntos de instalación, esto depende de la composición de la pared. Se recomienda encarecidamente fijar directamente a los miembros estructurales principales existentes. Otras prácticas de instalación aceptadas incluyen la utilización de bloques de madera o refuerzos de acero para enganchar varios montantes e instalar correctamente anclajes adhesivos o mecánicos según las especificaciones del fabricante para asegurar una incrustación eficaz contra fallos de rotura. Es una buena práctica evitar colocar la estructura de soporte de la instalación inalámbrica en un componente no estructural, como acero y polímero reforzado con fibra u otros componentes arquitectónicos del edificio, aunque puede ser aceptable para cargas de baja magnitud, como las instalaciones de celdas pequeñas.

A continuación, se presentan dos modos de fallo comunes para las estructuras montadas en la pared existentes y los remedios comunes:

1. Estabilidad: el fallo se produce cuando la conexión de la estructura de montaje a la pared del edificio se considera flexible y parcialmente restringida. La modificación típica incluye la adición de un estabilizador o tirante como punto de fijación adicional para resistir la carga lateral.
2. Conexiones: la conexión o fijación crítica existente al deslizamiento a la pared del edificio se considera inadecuada. Las modificaciones típicas incluyen la instalación de conexiones adicionales para reducir las cargas de reacción en la conexión existente.

Otras consideraciones para las estructuras de telecomunicaciones montadas en edificios

Instalación y posicionamiento preferidos

La ubicación de las estructuras de telecomunicaciones montadas en edificios es de vital importancia y debe ser evaluada por un ingeniero profesional en función de las cargas previstas.

Se recomienda colocar las instalaciones de telecomunicaciones montadas en edificios cerca de los elementos principales de la estructura de soporte, como columnas, vigas y paredes. Estas ubicaciones de soporte de carga permiten la optimización del marco estructural para disminuir la carga a los miembros de marco secundarios. Una buena práctica es evitar la colocación de instalaciones de telecomunicaciones montadas en edificios en o cerca del centro del tramo de los miembros estructurales de soporte.

En los casos en que el ITO de la estructura de telecomunicaciones (basado en el conocimiento y la experiencia de la ingeniería) y la estructura de soporte son diferentes, es importante que el ITO de la estructura de telecomunicaciones transmita las fuerzas que la estructura de telecomunicaciones está impartiendo en la estructura de soporte. Esto permite la especialización de las disciplinas de ingeniería en función del uso previsto de la estructura, los procesos de los usuarios finales o las necesidades de AHJ. Es fundamental que los ingenieros se comuniquen y trabajen juntos.

Dadas las limitaciones de aplicabilidad en la Sección 2.6.7 de ANSI/TIA-222-I, un factor $K_s > 1.0$ se aplica solo a edificios aislados y sin obstrucciones con una altura mínima de 50 pies o que sean 50 pies más altos que edificios similares adyacentes en un cuadrante de 90 grados. El K_s es 1.0 para apéndices o montaje de antenas estructuras instaladas en las paredes del edificio (con la posible excepción de las instalaciones en las paredes del ático del edificio). Aquí es donde es fundamental contar con un IOR con experiencia en la industria de las telecomunicaciones y estándares en el análisis de la parte de telecomunicaciones del sistema estructural.

Modos de falla típicos e instalación adecuada

La fuente más común de falla para las estructuras de telecomunicaciones montadas en edificios se debe a una instalación incorrecta. La instalación incorrecta, o falla de instalación, como se le denomina comúnmente, se define como desviaciones de los documentos de diseño (es decir, planos de construcción, especificaciones del fabricante, modificaciones estructurales, etc.) que no fueron aprobadas por el IOR para confirmar el cumplimiento del código. Algunas fallas de instalación comunes basadas en tipos de montaje típicos son:

1) Montajes no penetrantes

- a. Lastre insuficiente/instalado incorrectamente
- b. La instalación no se construyó de acuerdo con los planos
- c. Los montajes diseñados originalmente son sustituidos/actualizados en el campo por el contratista sin aportación de ingeniería
- d. No instalar los requisitos/actualizaciones específicos del sitio en el sistema de estructura de montaje
- e. Eliminación no aprobada de lastre después de modificaciones de carga de apéndices

2) Marcos/soportes de pared

- a. Conexiones improvisadas a la estructura de soporte
- b. La instalación no se construyó de acuerdo con los planos
- c. Piezas incorrectas utilizadas para la instalación
- d. No instalar los requisitos/actualizaciones específicos del sitio en el sistema de estructura de montaje

Las figuras 1 y 2 en el Apéndice B son ejemplos de montajes no penetrantes que fallaron debido al vuelco porque se instalaron utilizando cantidades de lastre incorrectas. Las imágenes muestran pocos o ningún bloque de lastre presente. La figura 3 es un ejemplo de bloques de lastre instalados incorrectamente en el montaje. La figura 4 refleja la falla debido a una instalación incorrecta, ya que el miembro vertical principal no estaba completamente asentado en el manguito y luego asegurado.

De particular preocupación es la cantidad de suposiciones que se hacen en el análisis y diseño de estructuras de telecomunicaciones montadas en edificios que no están verificadas o son inexactas según la experiencia local/regional. Por ejemplo, si el IOR asumió que el techo era una losa de concreto cuando en realidad es un techo de yeso, hay significativamente menos capacidad disponible y requeriría un rediseño. Se debe hacer todo lo posible para reducir la cantidad de suposiciones hechas y, cuando sea necesario, verificarlas en el campo. Se anima a los IOR a colaborar con el ingeniero combinador a cargo del análisis de la estructura de soporte (cuando corresponda) para reducir las suposiciones de la capacidad local de la estructura. A menudo se requiere una investigación penetrante durante la fase de diseño y la necesidad debe comunicarse con el usuario final.

Además, hay casos en los que los documentos de diseño del edificio disponibles fueron malinterpretados por el IOR sobre dónde estaban dirigiendo la colocación de estructuras/equipos de telecomunicaciones sobre miembros que no soportan carga. Esto destaca otra instancia en la que es beneficioso para el IOR tener experiencia en el diseño de edificios tradicional al diseñar una instalación de telecomunicaciones montada en un edificio.

Un fallo de instalación puede identificarse al completar una Inspección Posterior a la Instalación (IPI) y una Inspección Posterior a la Modificación (IPM). Una IPI se completa después de las fases iniciales de construcción y una IPM se completa en cualquier cambio posterior a la estructura, ya sea de naturaleza estructural o simplemente modificaciones de equipamiento. El Anexo N de ANSI/TIA-222 proporciona requisitos adicionales para la finalización de una IPI y el Anexo O analiza las directrices para las modificaciones de la estructura. Consulte el Aviso Asesor de Planificación titulado [Inspección Posterior a la Instalación e Inspección Posterior a la Modificación para obtener información adicional](#) detalles sobre estas prácticas y los beneficios que brindan a todas las partes interesadas.

Finalmente, algunas sobrecargas calculadas del soporte no están relacionadas con la integridad estructural, pero pueden afectar potencialmente el rendimiento de la red. Un ejemplo es cuando una instalación de telecomunicaciones montada en un edificio sufre un evento climático extremo y el soporte que sostiene las antenas gira lateralmente. Otro ejemplo es cuando un soporte no penetrante se eleva y se desplaza y causa problemas de rendimiento de la red.

En cada ejemplo, la integridad estructural del soporte puede no haberse visto afectada, pero el Usuario Final puede experimentar cierta degradación de la red y el propietario puede experimentar problemas de mantenimiento. Estos problemas generalmente se solucionan mediante soluciones de mantenimiento menores. Es importante que el ITO discuta estas inquietudes con el Usuario Final y comprenda cómo les gustaría abordar los problemas que están estrictamente limitados a los posibles impactos en el rendimiento de la red. Además, es fundamental confirmar la precisión de los modos de falla calculados.

Prácticas de Mantenimiento

La Inspección Posterior a la Instalación (IPI) y la Inspección Posterior a la Modificación (IPM) son fundamentales para garantizar la finalización de la instalación adecuada de acuerdo con la intención de diseño del ITO y del Fabricante. El cierre adecuado a través de este proceso documenta y valida que el sitio se ha instalado según la intención de diseño del ITO y puede disminuir el potencial de problemas de mantenimiento o daños potenciales al edificio con el tiempo.

A los efectos de la instalación en la azotea, la IPI debe cumplir con el Anexo N de ANSI/TIA-222-I, donde corresponda, para las estructuras montadas en edificios. Se debe realizar una IPM junto con una condición modificada de acuerdo con la Sección 15.3 de ANSI/TIA-222-I. B. Para estructuras en regiones costeras o entornos corrosivos, se debe realizar un mantenimiento periódico y una evaluación de la condición de acuerdo con la guía proporcionada en el Capítulo 14 de ANSI/TIA-222-I. Consulte el Aviso Asesor de Planificación titulado [Programas de Mantenimiento y Evaluación de la Condición para consideraciones adicionales para el mantenimiento y evaluaciones de la condición](#).

Una IPM para estructuras montadas en edificios incluirá, entre otros, las siguientes secciones aplicables del Anexo J de ANSI/TIA-222-I.

- J.1 A) Condición de la Estructura
- J.1 B) Acabado
- J.1 E) Equipos tales como Soportes, Antenas y Líneas
- J.1 L) Modificaciones de la Estructura

El ITO puede especificar requisitos adicionales de la IPM en función de las diferentes condiciones específicas del sitio.

Resumen

Si bien las instalaciones de telecomunicaciones montadas en edificios presentan un desafío debido a la intersección entre dos industrias diferentes, seguir el principio del uso previsto puede aclarar el camino de la toma de decisiones de un ingeniero estructural sobre la aplicabilidad del código. El estándar ANSI/TIA-222 proporciona orientación sobre estructuras montadas en apéndices, mientras que ASCE/SEI 7 proporciona orientación sobre estructuras y componentes de edificios. Se utilizará el juicio de ingeniería para determinar qué estándares de diseño seguir en función del uso previsto de la estructura.

Durante el proceso de diseño/análisis de la instalación de telecomunicaciones montada en el edificio, el EOR debe considerar las implicaciones económicas para el Usuario Final en función del enfoque de análisis y las recomendaciones de diseño proporcionadas. Ubicar el montaje directamente sobre los miembros principales del edificio, utilizar soluciones no penetrantes siempre que sea posible, diseñar dentro de los límites del espacio de arrendamiento e identificar y proporcionar soluciones para una instalación adecuada son elementos que el EOR debe considerar como consultor profesional en estos proyectos. Además, el EOR debe comunicar las fallas estructurales versus los posibles impactos en el rendimiento de la red al Usuario Final y trabajar con ellos para formar una solución que esté en consonancia con sus objetivos de red. Cuando una solución de montaje no penetrante consiste en agregar más peso al marco para resistir el vuelco o el deslizamiento, se debe prestar especial atención a los impactos resultantes en la estructura de soporte.

Por último, si bien el enfoque principal aquí está en el análisis de la instalación de telecomunicaciones y las consideraciones de diseño, el EOR que ha sido contratado para realizar servicios de ingeniería en la estructura de telecomunicaciones y/o la estructura del edificio debe ser un agente fiel al cliente. Como tal, el EOR debe evaluar la complejidad del trabajo y su experiencia antes de comprometerse y debe consultar con expertos en la materia cuando sea apropiado.

Apéndice A

Fotos de montaje en edificio
Instalaciones de telecomunicaciones

a. Soportes de pared



Figura A.a.1: Soporte de pared instalado en el exterior del edificio



Figura A.a.2: Soporte de pared instalado en la pared del ático de un edificio



Figura A.a.3: Diferentes tipos de soportes de pared instalados en la pared del ático de un edificio



Figura A.a.4: Soporte de pared para tuberías instalado en la pared del parapeto de un edificio



Figura A.a.5: Soporte de pared para tuberías instalado en la pared de un edificio

b. Montaje en la azotea (Penetrante y No Penetrante)



Figura A.b.1: Montaje penetrante personalizado que soporta equipo de radio y plato



Figura A.b.2: Marco triangular penetrante personalizado



Figura A.b.3: Marco triangular penetrante personalizado con montaje de trípode



Figura A.b.4: Montaje de techo penetrante personalizado instalado en el techo del ático



Figura A.b.5: Montaje de trineo lastrado no penetrante



Figura A.b.6: Montaje de trípode lastrado no penetrante



FiguraA.b.7: Montaje triangular lastrado no penetrante

c. Plataforma de equipo



Figura A.c.1: Plataforma de equipo personalizada



Figura A.c.2: Montaje penetrante instalado en la plataforma del equipo

d. Torres



Figura A.d.1: Torre de celosía pequeña lastrada en la esquina del techo de un edificio



Figura A.d.2: Torre de celosía pequeña lastrada en la esquina del techo de un edificio



Figura A.d.3: Torre monopolo pequeña instalada en el tejado de un edificio

Apéndice B

Ejemplos de instalaciones defectuosas que conducen a

Fallo de montaje en edificios

Instalaciones de telecomunicaciones



Figura B.1: Marco de montaje de trineo en la azotea volcado por no tener suficientes bloques CMU



Figura B.2: Antena parabólica en la azotea volcada por no tener suficientes bloques CMU y bloques no colocados correctamente.

(Referencia: Serie de Gestión de Riesgos FEMA 543: Guía de Diseño para Mejorar la Seguridad de Instalaciones Críticas contra Inundaciones y Vientos Fuertes (Enero de 2007))



Figura B.3: El soporte de trípode en la azotea se cayó del techo por no tener suficientes bloques CMU o un anclaje adecuado



Figura B.4: Fallo del montaje de la antena del panel de parapeto debido a un anclaje incorrecto



Figura B.5: Colapso de la torre de antena montada en el techo, incluyendo el desprendimiento progresivo de la membrana del techo (Referencia: FEMA 543 Serie de Gestión de Riesgos: Guía de Diseño para Mejorar la Seguridad de las Instalaciones Críticas contra Inundaciones y Vientos Fuertes (Enero de 2007))