



Daños graves en pilar de hormigón armado por aplastamiento y desplome, con deformación de armaduras, a estas sometido a una sobre-carga. Se realiza un Apeo de emergencia, destinado a preservar la estabilidad estructural de los elementos constructivos. Apuntalamiento no apto para sustituir e intervenir el elemento desplomado. ¿Se trasmite adecuadamente la carga que llega al pilar a los apeos?

**EL TERREMOTO DE LORCA de 11 de mayo del 2011,
APEOS Y APUNTALAMIENTOS DE URGENCIA EN EDIFICIOS
DAÑADOS POR SISMO**

**UNA VISION DE LAS ACTUCIONES REALIZADAS EN
EDIFICACIONES DE LORCA**

Pedro Sánchez Gálvez
Arquitecto Técnico e Ingeniero de Edificación
Técnico Responsable de Obras del SMS

APEOS Y APUNTALAMIENTOS DE URGENCIA

1. Consideraciones previas. Condiciones de Seguridad.

Como ya sabemos, bajo el concepto genérico de medidas de Seguridad se designa en construcción tanto las relativas a evitar los riesgos de accidentes de los trabajadores que intervienen en el proceso de ejecución de obras como las destinadas a preservar la estabilidad de los elementos constructivos, **figura 1**.

En este documento técnico intenta contemplar como medidas de seguridad aquellas que constituyen un conjunto de operaciones, (*tomadas de forma urgente en los edificios dañados por sismo en Lorca el pasado 11 de mayo de 2011*), y formadas por:

- a) Sistemas tectónicos auxiliares: apeos, apuntalamientos y cimbras.
- b) Decisiones facultativas destinadas a garantizar la seguridad estructural o habitabilidad del edificio afectado: por daños sísmicos, desalojos, saneado de elementos no estructurales, condena de instalaciones, etc. **figura 2**.



Figura 1. Ejemplo de ejecución de medidas de seguridad, para garantizar la estabilidad estructural del pilar dañado por esfuerzo cortante, con deformación plástica de su armadura principal y desplome. La fábrica de bloques cerámicos sirve de ayuda auxiliar para preservar la estabilidad estructural del elemento al entrar en carga.



Figura 2. Apuntalamiento urgente de pilar de hormigón armado, con daños graves, ordenado por decisión facultativa. Apeo no apto para la recuperación o sustitución del pilar.

2. Criterios generales sobre las medidas de Seguridad en la Edificación.

Constituyen el conjunto de intervenciones tendentes a preservar o restituir sus condiciones de estabilidad y utilización con carácter provisional en tanto se determine el fin último de las obras que resuelvan definitivamente el problema planteado.

2.1. El Técnico ante las medidas de Seguridad.

La panorámica de las decisiones a tomar por el técnico en una edificación dañada por sismo varía en función de una serie de factores que condicionan la eficacia y puesta en marcha de las medidas de seguridad:

- Tiempo que disponemos para ejecución.
- Disponibilidad de personal adiestrado y medios materiales.
- Nivel de ocupación del edificio dañado.
- Costes de la intervención.

La situación más frecuente a afrontar, en caso de siniestro por fenómenos endógenos (*sismo, inundaciones, etc.*), serán:

2.1.1. Actuaciones por emergencia.

Son aquellas en las que el objetivo prioritario es resolver, en el menor tiempo posible, una situación de peligro surgida de improviso (*fenómenos naturales*) para el técnico. La situación requiere adoptar las medidas perentorias que eliminen o

palién el peligro existente de la forma más rápida. Ante ello se presenta como objetivo secundario el mantenimiento de la habitabilidad del edificio. Este segundo objetivo podrá tenerse en cuenta en la medida en que no demore excesivamente la ejecución de las medidas de seguridad de urgencia tanto en su puesta en marcha como en su realización, aún a costa de hipotecar la acción futura con procesos más complicados o costosos. Esta jerarquía de objetivos debe prevalecer sobre las consideraciones de costes o demoras en las decisiones que prolonguen la amenaza de un hundimiento.

En las actuaciones de emergencia han de tenerse en cuenta, en primer lugar, los riesgos de ocupación durante el tiempo previsto para la adopción de las medidas de seguridad proyectadas, por lo que se decidirá sobre la necesidad o no de desalojar el edificio en la zona o plantas en peligro o en su totalidad, requiriendo incluso, el auxilio de las autoridades administrativas y judiciales. En especial, el concurso en estas situaciones del Servicio de Bomberos (municipal o regional) resulta frecuentemente imprescindible. Una vez que se decide actuar, hay que reconocer y identificar las circulaciones dentro del edificio afectado, señalizando y advirtiendo de forma expresa las zonas de peligro o cerrada al paso tanto para personal como para ocupantes del edificio. Se deben trazar las áreas de influencia sobre los edificios y vías colindantes advirtiendo de ello a los vecinos o, en su caso, a las autoridades municipales.

En estas situaciones debe vigilarse escrupulosamente el cumplimiento de las medidas de seguridad referidas al personal y a las instalaciones empleadas. El sistema de apeo a emplear debe ser de elementos ligeros y de puesta en obra inmediata.

3. Primeras medidas de seguridad en la Edificación. Apeos y Cimbras.

Entendemos por apeo o apuntalamiento la operación necesaria para sostener un edificio o parte de él, pudiendo realizar sin riesgo las operaciones de sustitución o reparación de las obras proyectadas post-sísmicas.

Tendremos muy en cuenta al estudiar el apeo que cuando este tipo de obras son a realizar en monumentos o edificios históricos o artísticos, se ha de ocasionar el menor daño posible, aunque durante años sufriera un mal trato y la encontremos muy deteriorada. Conocedores de su valor, actuaremos con toda consideración y tomaremos las máximas precauciones.

Emplearemos en los apeos tres materiales principales, por su facilidad de montaje y ensamblaje: madera, el acero y las fabricas de ladrillo, en su caso, pero teniendo siempre en cuenta que se tratan de operaciones para uso provisional.

Emplearemos la madera en los casos de apuntalamiento de rápidos o pequeño. El hierro en las alturas, en grandes arcos y bóvedas, con sistemas tubulares enlazados y atirantados y raras veces con perfiles laminados. La fabrica de ladrillo la utilizaremos para aportar mas estabilidad, al no estar afectada, como la madera, por los agentes atmosféricos y puede ser realizada por personal de albañilería, sin necesidad de operarios especializados.

EJEMPLOS DE ACTUACIONES

Pilares cortos con daños graves. Medidas preventivas. Apeos de forma inmediata y rigurosa (**figura 3**). Dado que la plastificación de la sección supone su incapacidad para transmitir las cargas a los elementos resistentes inferiores o a la cimentación.

Edificaciones situadas en zona sísmica. Lesiones y Daños causados por Movimientos Sísmicos en la Edificación. Apeos y Apuntalamientos de urgencia. El terremoto de Lorca del 11 de mayo de 2011.



FIGURA 3. Apuntalamiento de emergencia muy riguroso. Edificio situado en calle Auroros de Lorca. Este apuntalamiento permite la transmisión de carga vertical a otras plantas o terreno mediante el empleo de puntales metálicos verticales a compresión y sopandas horizontales de madera a flexión. No apto para poder sustituir o reparar la cabeza del pilar dañado.

En la ejecución del apeo de la **figura 4**, realizado con puntales metálicos telescopios, se observa que no se han colocado tablonos de madera en sus bases, por lo que la transmisión de las cargas sobre el forjado no es uniforme.



FIGURA 4. DESPLAZAMIENTO DE LA BASE DE PILAR POR FUERTE CORTANTE. APUNTALAMIENTO RIGUROSO DE URGENCIA. Edificio situado en calle Castilla, de Lorca. Este apuntalamiento permite la transmisión de carga vertical a otras plantas o terreno mediante el empleo de puntales metálicos, se observa la no existencia de durmientes en base de los elementos metálicos, a compresión. No apto para poder sustituir o reparar el pilar desplazado por cortante con deformación de armaduras, daños graves.

EFFECTOS DE PISO BLANDO: Daños leves en cabeza de pilar de planta baja de hormigón armado



FIGURA 5. Diseño de apeo de pilar y su protección. Lesión en cabeza de pilar con desprendimiento de hormigón. Se ha procedido a su apuntalamiento o apeo porque esta lesión puede conducir a un tipo de colapso frágil del edificio. Además, el apeo realizado es apto para realizar trabajos de refuerzo en cabeza de pilar. Situado en C/ Turbintos, de Lorca.

3.1 Clasificación de los tipos de Apeos y apuntalamientos.

Podemos establecer los siguientes tipos de apeo en función de su relación con a estructura a la que sirven y su periodo de utilidad:

- **Apeo de urgencia:** Complementa la estructura dañada en elementos mas precarios a corto plazo. Ataja un peligro inminente debido al grado de deterioro del edificio. No supone una solución de apeo definitiva para intervenir en él elemento.
- **Apeo complementario:** Complementa la estructura dañada garantizando su estabilidad a medio o largo plazo.
- **Apeo supletorio:** Constituye un sistema estructural de carácter temporal, con autonomía propia.
- **Refuerzo de recuperación:** No constituye un apeo sino un tipo de obras de carácter definitivo, que evitan o reducen la ejecución de apeos de tipo complementario o supletorio.
- **Refuerzo por demolición:** Dotan a la construcción del edificio no demolido de la estabilidad perdida por demolición (parcial) de una parte del mismo.



FIGURA 6. Diseño de apeo complementario de pilar y su protección. El apeo transmite las cargas verticales al terreno o planta inferior mediante piezas de madera horizontales a flexión apoyadas sobre otras piezas de reparto del mismo material. Permite reparar el origen (desplome, asiento, etc.) salvando el pilar afectado. Edificio Residencial San Mateo, de Lorca.

3.1.1 Apeo de urgencia.

Dichos apeos tienen la misión de evitar un colapso (total o parcial) imprevisto, o sus efectos, y crear las condiciones de seguridad adecuadas para que las operaciones de evacuación se realicen con seguridad y los operarios o bomberos puedan trabajar. Dadas las precarias condiciones de trabajo, que nos podemos encontrar, los elementos deben ser de material ligero y rápida entrada en carga. Los apeos telescópicos metálicos son idóneos para esta fase de la actuación. Los materiales de madera se utilizarán para apoyar a los metálicos (sopandas y durmientes) y facilitar la transmisión y reparto de las cargas verticales. Por ejemplo, se nos puede presentar los siguientes casos:

- La colocación de una hilera de puntales telescópicos en forjados flechados acortando su luz.
- Bajo cubierta inclinada con flecha en sus correas se coloca un apeo enano formado por un pie derecho y una tornapunta.
- En muros de fachada con pérdidas de sección parcial de su fábrica se instalan tornapuntas de poca altura, mínima inclinación, que evite el desplome del muro.
- Para evitar la caída de aleros o cornisas al exterior, se colocan y acotan con vallas una zona de seguridad y, en una segunda fase, sustituir estas vallas por unas viseras.

Entre las siguientes intervenciones se encuentra la instalación de un segundo orden de apeos, de ahí que se deba prever que los ahora instalados, **ver figuras 1, 2 y 3**, no dificulten o impidan la instalación y ubicación de los siguientes. El orden y tipo de las operaciones posteriores de intervención dependerán del objetivo final proyectado, **figura 7 y 8**.



FIGURA 7. Lesión grave en cabeza de pilar de planta sótano por flexión combinada con la carga axial. Aparecen indicios de rotura plástica con deformación de armaduras principales. Desprendimiento y rotura de hormigón. El apeo de elementos verticales realizados bajo las vigas colgadas descarga las cargas de la cabeza del pilar. El apeo realizado es apto para poder intervenir en el elemento dañado.

Edificio Residencial San Mateo, de Lorca.



FIGURA 8. Lesión grave en cabeza de pilar de planta baja por cortante. Rotura plástica del hormigón y acero. Pilar sobre cargado y momento flector fuerte. Desprendimiento, desplazamiento del hormigón y pandeo de armaduras. El apeo realizado impide el orden y tipo de intervención posteriores para reparar el elemento dañado.

Edificio de Casa Baratas de Lorca.



FIGURA 9. Edificio en voladizo. Los extremos volados han sufrido movimientos verticales y horizontales, dando lugar a flecha deferida en extremo mas volado. Las deformaciones estructurales se transforman en fuertes solicitaciones sobre el cerramiento exterior de fachada, las cuales determinan su rotura. Se ha apeado con puntales metálicos para soportar el cerramiento de la fachada volada por prevención y seguridad.

3.1.2 Apeo complementario.

Si lo que se pretende es garantizar la seguridad de las estancias del inmueble en tanto se toma a medio o largo plazo una decisión sobre el destino final de la edificación, acometeremos la instalación de un tipo de apeo complementario que permita en lo posible la habitabilidad del edificio **figura 10**.



FIGURA 10. Edificio en voladizo. Apeo de urgencia: Complementa la estructura dañada en sus elementos más precarios a corto plazo. Ataja un peligro inminente. No supone una solución de apeo definitiva.

3.1.3 Apeo supletorio.

Este tipo de apeo los colocamos cuando desde un principio sabemos con seguridad cual va a ser el plan de intervención en los elementos dañados del edificio, abarcando incluso los trabajos de refuerzo, reparación o sustitución de los elementos estructurales, el sistema de apeo debe ser capaz de suplir la estructura dañada. Será preciso analizar previamente cuál es la función estructural principal y derivada de cada uno de los elementos que se proyecta reparar, modificar o sustituir, debiéndose tener en cuenta las alteraciones que esto supondrá en los elementos estructurales que se mantengan en uso. Este sistema de apeo debe instalarse previamente a cualquier operación de sustitución. En el caso mas desfavorable debe tener el carácter de una estructura totalmente autónoma y alternativa a la dañada. Su trazado a de permitir la manipulación, traslado o evacuación de los elementos estructurales en fase de reparación.

La opción de ejecutar un apeo supletorio permite realizar operaciones de reparación globales o puntuales sin un orden pre-establecido por razones técnicas, de manera que permite desarrollar un calendario de obras racional, pudiendo supeditarse este orden a otros condicionantes de la obra: programa de desalojos y realojos, simultaneidad de reparaciones en diferentes plantas, etc. La opción de un apeo complementario como el expuesto en el apartado anterior también resulta válida en trabajos de reparación, pero supeditada a la ejecución de las obras a un determinado orden: la puesta en obra de apeos en parte de plantas inferiores y avance hacia las superiores mientras que las labores de reparación se ejecutan en sentido inverso. Esto significa que las plantas superiores del edificio son las últimas en apearse y las primeras en repararse, mientras que las plantas inferiores sufren

durante un plazo mayor de tiempo los rigores de circulación y usos impuestos por la obra.



FIGURA 11. Apeo de urgencia o complementario: Tornapuntas metálicos con durmientes y sopandas de madera, tramos de durmientes y sopandas superpuestos que hacen la función de cuñas y aguja o anclaje metálico encajado en el terreno soportando muro de fachada desplomado. Ataja un peligro inminente. No supone una solución de apeo definitiva. Vallado provisional para acotar la zona de seguridad.

DESCRIPCION GENERICA DE LA FUNCION DEL APEO DE URGENCIA O COMPLEMENTARIO DE LA FIGURA 11.

Se ha realizado una actuación de urgencia por desplome de la fachada, decisión tomada por dirección facultativa.

Sea ha procedido a la colocación de tres o cuatro puntales por apeo, de menor a mayor altura, empezando con la mínima inclinación, que evite el desplome del cerramiento. Este sistema se repite cada tres metros.

El tornapunta más alto o menos inclinado llega a acometer a la carrera del forjado, contrarrestando su componente horizontal en cabeza con la oposición de la base del forjado. Esta solución podría tener el *carácter de supletoria* si se garantiza una perfecta transmisión de las cargas.

Para contrarrestar el empuje horizontal en la base se ancla una barra de acero corrugado en el terreno, esto permite apoyar el durmiente e inmoviliza la base de la tornapunta.

OBSERVACIONES O COMENTARIOS AL APEO DE LA FIGURA 11.

Edificaciones situadas en zona sísmica. Lesiones y Daños causados por Movimientos Sísmicos en la Edificación. Apeos y Apuntalamientos de urgencia. El terremoto de Lorca del 11 de mayo de 2011.

- *No se garantiza una perfecta transmisión de las cargas.*
- *La conexión cabeza o base de las tornapuntas con la sopanda o codal y durmiente no es la mas correcta ya que la transmisión de cargas no es la mas perfecta al faltarle una cuña que cubra toda la base.*
- *En cuanto a la base formada por el corrugado de acero anclado al suelo no garantiza una gran resistencia, al faltarle un zócalo de remate y quedando desprotegido el durmiente de la humedad del suelo.*
- *Los elementos instalados no permiten efectuar reparaciones que impliquen desmontaje o sustitución.*
- *Es una solución rápida y de bajo coste.*



FIGURA 12. Apeo supletorio: Tornapuntas metálicas verticales con durmientes y sopandas de madera, que transmisión de la carga del forjado o elementos horizontal al suelo o terreno acortando la luz. Ataja un peligro inminente. No supone una solución de apeo definitiva. Vallado provisional para acotar la zona de seguridad.



FIGURA 13. Apeo supletorio: Tornapuntas metálicos verticales con durmientes y sopandas de madera, que transmisión de la carga del forjado o de elemento horizontal al suelo o terreno acortando la luz.



FIGURA 14. Apeo supletorio: Tornapuntas metálicas verticales con durmientes y sopandas de madera, de transmisión de la carga del forjado o de elemento horizontal al suelo o terreno acortando la luz, por pérdida del muro de ladrillo que divide las instancias. Ataja un peligro inminente. No supone una solución de apeo definitiva.



FIGURA 15. Apeo supletorio: Tornapuntas metálicas verticales con durmientes y sopandas de madera, de transmisión de la carga del forjado y de la viga colgada horizontal al suelo o terreno descargando la cabeza del pilar por lesiones graves. Ataja un peligro inminente. No supone una solución de apeo definitiva.



FIGURA 16. Apeo supletorio: Tornapuntas metálicas verticales con durmientes y sopandas de madera, de transmisión de la carga de las vigas colgadas al suelo o terreno descargando los extremos de las mismas por lesiones por cortante. Ataja un peligro inminente. No supone una solución de apeo definitiva.

Comentarios:

Se observa que no se ha completado el apeo de la viga de hormigón descolgada en toda su luz, este apuntalamiento que cubre la mitad de la luz de la viga, puede estar introduciendo un fuerte momento negativo en la misma que puede que no sea absorbido por las armaduras superiores en resto de la longitud de la luz de la viga sin apuntar.

3.1.4 Apeo de recuperación.

Al plantéanos las distintas opciones de apeo debemos considerar la posibilidad de que la causa y ubicación de los daños permita acudir a soluciones de refuerzo directo mediante elementos estructurales alternativos a aquellos. La solución de refuerzo puede resultar más sencilla y económica que la de apeo y, por tanto, más idónea incluso en el caso de que a priori, no se haya determinado el destino final del edificio. Esta opción resuelve definitivamente el problema de las reparaciones futuras a ejecutar.

3.1.5 Apeo por demolición.

Otras veces, nos encontraremos que cuando se ha realizado una demolición parcial de la edificación, quedan eliminados también elementos de arriostramiento de la parte que aún queda en pie, lo que obliga a construir una serie de refuerzos complementarios. Por tanto, hay que analizar como queda afectada la estabilidad de la estructura después de las demoliciones parciales de muros o forjados que acometen sobre ellos. Estas situaciones nos llevasen a ejecutar sistemas económicos y seguros como la formación de contrafuertes y el atirantado entre los muros que queden en pie.

Cuando la demolición se efectúa en edificios entre medianeras próximas puede plantearse el mantenimiento de parte de la estructura horizontal, con el objeto de que actúe de acodamiento entre las edificaciones vecinas en tanto se construya el nuevo edificio.

3.2 Clasificación de los sistemas de apeo.

De forma genérica los apeos se clasifican en dos grandes grupos:

- a) Sistemas ligeros, cuando se emplean materiales como la madera o el acero de forma independiente.
- b) Sistemas pesados, cuando se emplean elementos de albañilería como bloques o ladrillos para formar cerramientos de fábrica.

Según la sencillez de los elementos empleados o la combinación de ellos, así como la forma en que van a trabajar, se clasifican en:

- a) Sistemas simples. Apuntalamientos verticales.

A compresión.

- Jabalconados.
- Acodamientos.
- Cargado de huecos.
- Apeo de arcos y bóvedas.

A flexión

- * Atirantados.
- * Zunchados.

- b) Sistemas compuestos (a flexión): Horizontal: Vigas y dinteles. Vertical: Muros, murallas, torres.

3.2.1 Aspectos a tener en cuenta en su instalación:

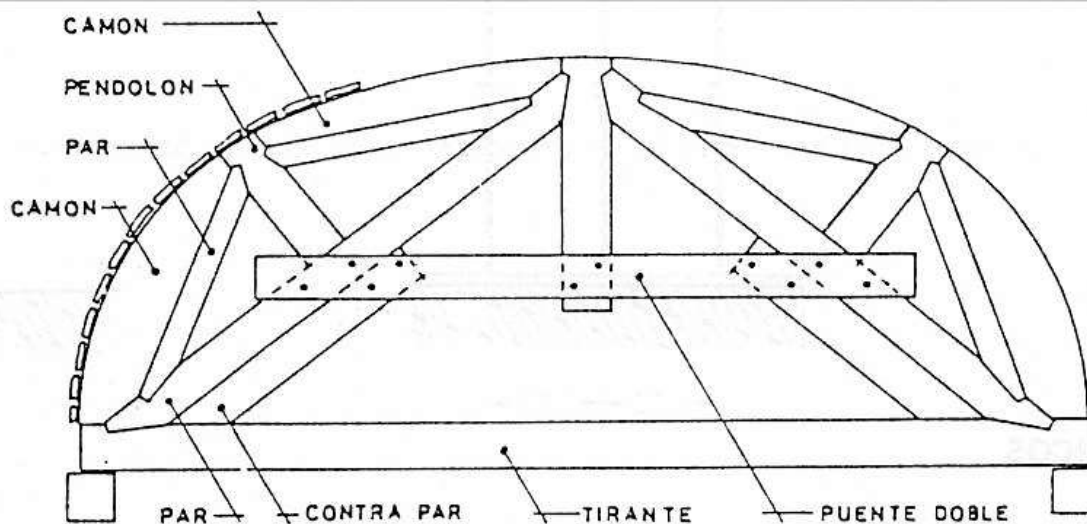
- Apoyo y descarga sobre durmientes apoyados en suelo.
- Asegurar el deslizamiento de apoyo mediante el empleo de cuñas.
- Arrostramiento de puntales cuando su altura sobre pasa los 3,00 m.
- Usar más de dos tablonos en puntales.
- Utilizar bridas metálicas para unir los tablonos de madera que forman los puntales.
- Revisión periódica al menos cada 6 meses.
- En apeos de esquina de fachadas, apeo en las dos direcciones.
- En huecos de fachada, proceder a cegar de fábrica o colocar apeos en cruz de san Andrés.

3.3 Concepto de Cimbra. Apuntalamiento de arcos y bóvedas.

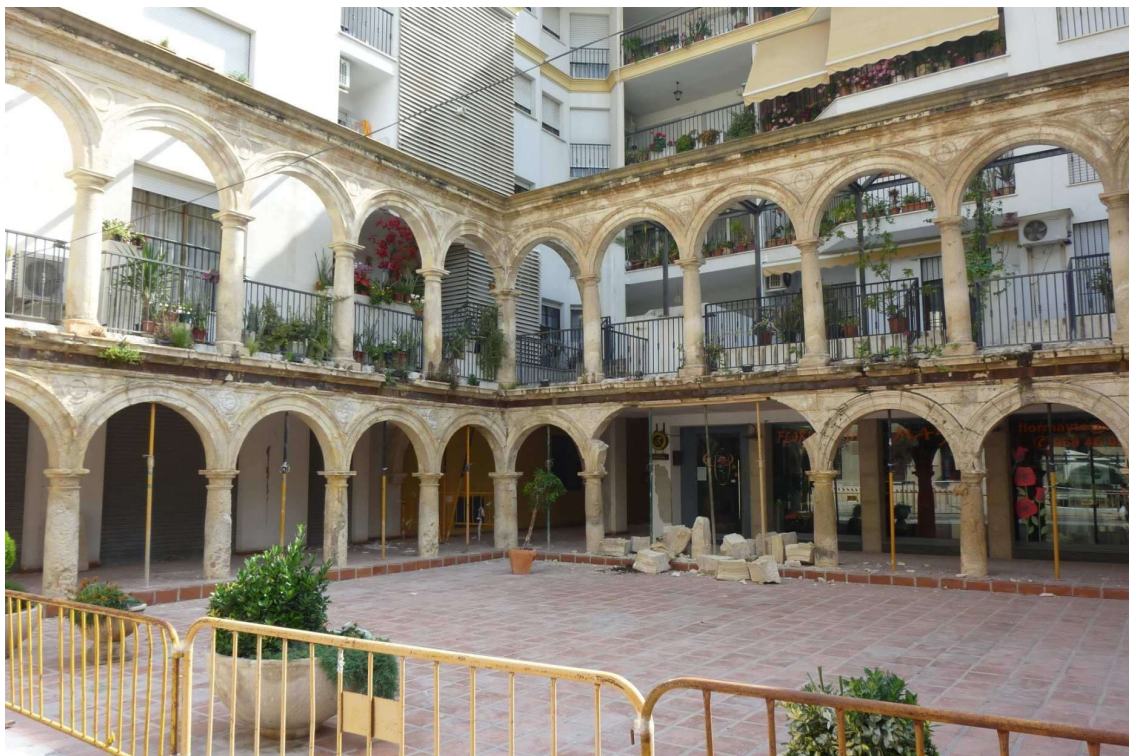
Sistema de apeo ligero o pesado, destinado a sostener el peso de un arco, bóveda otro elemento constructivo, destinado a salvar un vano, en tanto no está en condiciones de sostenerse por si misma.

3.3.1 Aspectos a tener en cuenta en los apeos de arcos o bóvedas:

- El apeo debe ajustarse al máximo a la directriz del elemento dañado.
- Las cimbras deben construirse con tres arquillos adosados y un tirante de dos o más tablones.
- Si la cimbra es de luz pequeña, apoya en los extremos sobre soportes que deben tener un sistema para descarga.
- Revisiones periódicas cada 6 meses.
- En luces grandes la cimbra se reforzará con un armazón interior tipo cercha.



DETALLE CIMBRA: "armazón que sostiene el peso de un arco o de otra construcción, destinada a salvar un vano, en tanto no está en condiciones de sostenerse por sí misma".



En la foto. Antiguo Claustro del Convento de Santo Domingo de Lorca. Después del terremoto. Se observa al fondo desprendimiento de los elementos que forman el arco, descenso de la clave por desplazamiento lateral de columna.

Se ha procedido a la colocación de *un apuntalamiento vertical de urgencia* en el centro de cada arco (*clave*), decisión desafortunada porque no compensa los posibles desplazamientos laterales, pudiendo introducir desplazamiento al interior del arco y columna.

Además, no se han colocado durmientes es base de puntar ni camón con forma en cabeza para la transmisión uniforme de cargas al terreno.



Foto. En la que observa que se ha ejecutado un apeo ligero a base de un armazón de madera **no adecuadamente triangulada**, careciendo de los elementos indicados en la figura anterior (*pares, pendolón, contra-par y puente doble*) donde se representan los detalles de cimbra para arcos y bóvedas. (*Curso superior de restauración y conservación de la edificación, tema medios auxiliares de Pedro E. Collado.*).

Se observa, a la izquierda, que en los arcos del claustro se ha procedido a realizar un **apeo complementario** con puntales metálicos inclinados y acuñados sobre los elementos del arco, y en el apoyo de su base con las columnas, donde no se observa elemento alguno de transmisión a la base.

Por último, se ha procedido a su vallado y protección de la zona.

Visto el empleo de los sistemas descritos en las fotos anteriores.

Es muy importante ver la diferencia entre apeo y apuntalamiento:

El apeo sujeta lateralmente.

El apuntalamiento sujeta verticalmente.



Apeo complementario. Tornapuntas de madera sobre el cerramiento principal de la fachada de un edificio, por desplome sin atado.

UNA VISION DE LAS ACTUCIONES REALIZADAS EN EDIFICACIONES DE LORCA



Apeo de urgencia en ejecución debido al desplome de la fachada. Se ha iniciado con el punteo de los puntales metálicos inclinados, a compresión. Para ello se ha ejecutado con mortero de yeso una cuña inclinada en la cabeza de cada elemento inclinado, fijada a fachada para contrarrestar los empujes horizontales generados.



En la siguiente figura, se observa que se sigue ejecutando el apeo de urgencia con el empleo de tornapuntas de madera inclinados, que evite el desplome de la fachada. Para contrarrestar el empuje horizontal en la base se esta ejecutando un anclaje de barra de acero que recibe un zócalo de madera y introduce el durmiente e inmovilice la base de la tornapunta. Apeo no apto para sustituir el elemento dañado. Los puntales metálicos tienen la función de apeo complementario.



Apeo supletorio. Ejecutado con tornapuntas metálicos verticales sobre sopandas y durmientes de madera, que transmiten las cargas verticales a la planta inferior o suelo. Se observa la colocación de cuñas de madera bajo el durmiente para garantizar la transmisión de esfuerzos sobre la base, debido al desnivel del suelo.

Sobre este sistema de apeo tan tupido entorno a los pilares se descarga el forjado reticular o losa, dejando los pilares o elementos dañados libre de carga.

La opción de realizar un apeo supletorio como el de figura permite realizar operaciones de reparación globales o puntuales.

Edificaciones situadas en zona sísmica. Lesiones y Daños causados por Movimientos Sísmicos en la Edificación. Apeos y Apuntalamientos de urgencia. El terremoto de Lorca del 11 de mayo de 2011.



Apeo de urgencia sencillo. Formado por dintel de madera y dos tornapuntas en extremos, bajo meseta de losa de escalera de hormigón armado. Este sistema de apeo en forma de marco facilita el acceso al interior para inspeccionar o reparar.

A su vez garantiza la seguridad de acceso de la escalera, ya que parte del muro portante de cerramiento se ha desplomado por efecto de esfuerzos sísmicos.



Apeo complementario. Con este tipo de apeo se ha pretendido garantizar la seguridad de la fachada del edificio (*Instituto de Secundaria "Ramón Arcas"*) en tanto se tome a medio o largo plazo una decisión sobre las actuaciones finales a realizar en la edificación. Para ello el muro de carga de la fachada cedido o

Edificaciones situadas en zona sísmica. Lesiones y Daños causados por Movimientos Sísmicos en la Edificación. Apeos y Apuntalamientos de urgencia. El terremoto de Lorca del 11 de mayo de 2011.

desplomado se descarga mediante tornapuntas de distinta inclinación que acometen sobre la misma, contrarrestando su componente horizontal en cabeza con el empleo de sopandas cada 80 cm. que reparten la carga. Se observa que las cabezas de los puntales no transmiten perfectamente las cargas ya que sus bases no se apoyan adecuadamente faltando la colocación de una cuña de madera con la sopanda. Esta solución podría tener el *carácter de supletoria* si hubiera garantizado una perfecta transmisión de las cargas.

En la aportada principal se observa el apeo vertical acortando la luz con puntales metálicos del dintel de la puerta que trasmiten la carga del elemento horizontal al suelo.



Por el contrario, en sus bases se ejecuta un apoyo de transmisión de cargas horizontales con trozos de durmientes inclinados sobre tacos de cuñas retacadas con el zócalo de fábrica de la valla del recinto.

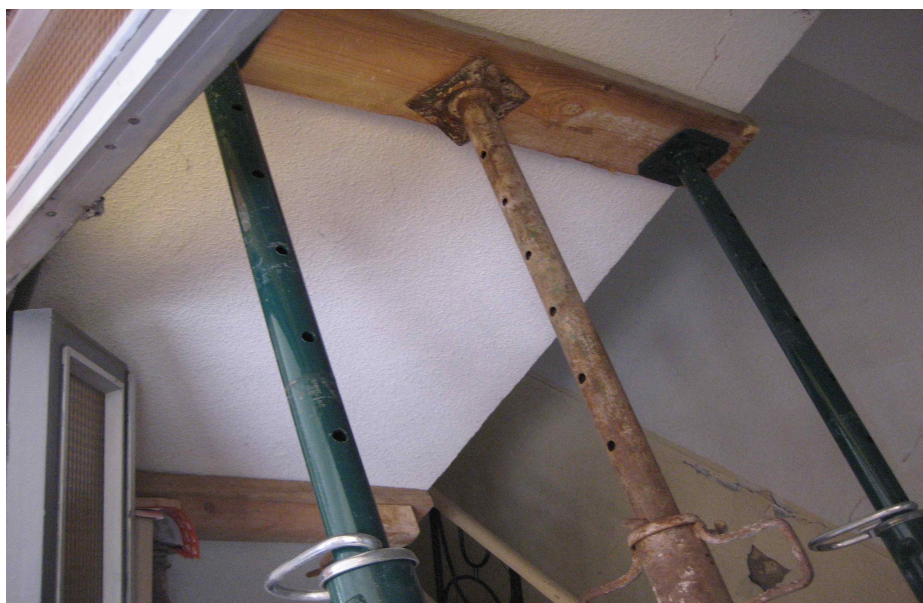
Los elementos instalados no permiten efectuar reparaciones que impliquen desmontajes o sustituciones de elementos de la fachada.



En la foto superior. Apeo de urgencia, pero con *carácter supletorio*, realizado con puntales telescópicos metálicos para transmisión de carga vertical al suelo o planta inferior. Los puntales verticales trabajan a compresión y las piezas horizontales de madera a flexión.

Este sistema es idóneo para sustituir o reforzar el pilar con lesiones graves por cortante y deformación de armaduras principales, ya que es capaz de suplir a la estructura o pilar dañado.

Su instalación permite perfectamente la manipulación, traslado o demolición de los elementos estructurales en fase de refuerzo o reparación.



Detalle de apeo de urgencia de la zanja o losa de una escalera con tornapuntas metálicas inclinadas de transmisión de cargas verticales



Foto de fachada de edificio de planta baja. Apeo de urgencia y con carácter *complementario*. Puntales metálicos para soportar el cerramiento superior de fábrica descolgada por encima de los dinteles de los huecos de ventanas cuyo cerramiento entre huecos (*machones de fábrica de ladrillo o de pilar armado*) se han desplomado por esfuerzos cortantes que los movimientos sísmicos han transmitido a la estructura y esta a los cerramientos.

Lesiones graves en pilar de hormigón armado por cortante. Se observa que el pilar esta secuestrado o confinado a ambos lados por cerramientos de fábrica excepto en la altura del hueco de las ventanas de fechada, lugar donde se observa el daño.

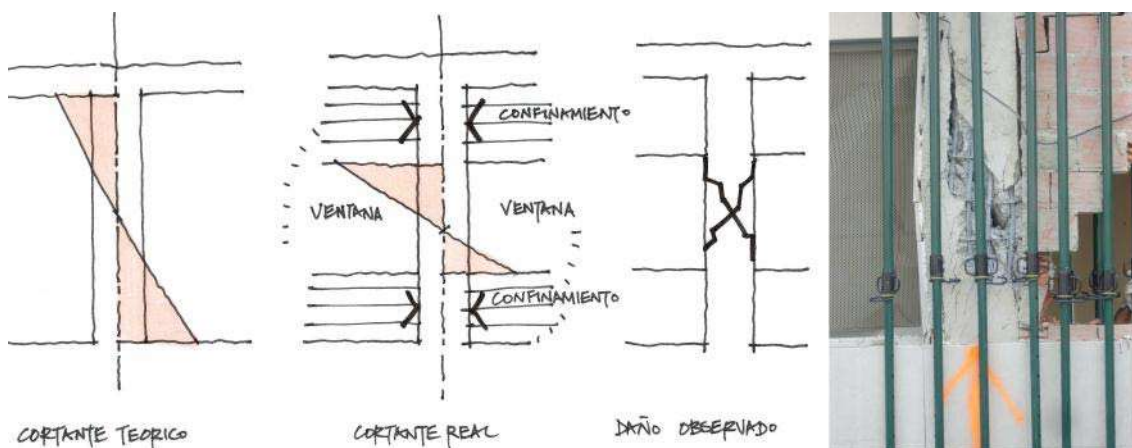


Ilustración del fenómeno de secuestro o confinamiento de pilar y fábrica de ladrillo



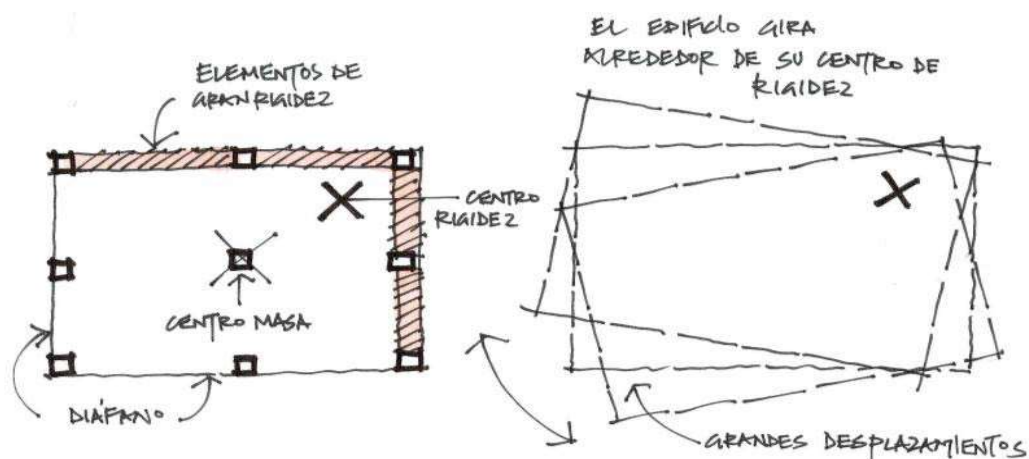
En esta foto, Apeo de urgencia de forjado. Transmisión de carga vertical al suelo mediante puntales metálicos a compresión colocados a corta distancia sobre sopanda y durmiente horizontales de madera que trabajan a flexión. Idóneo para demoler, sustituir o reforzar el cerramiento de fachada y pilares de hormigón desplomados o comprimidos por los esfuerzos recibidos de la estructura.

La función del apeo es descargar el cerramiento de fachada y pilares de hormigón de la transmisión de cargas que les llega del forjado o vigas.

Aquí ha vuelto a ocurrir el fenómeno anterior de pilares secuestrados o confinados por fábricas de ladrillos entre huecos de ventanas. El esfuerzo cortante se duplica al reducirse la altura del pilar, pero con la misma armadura y sección rompiendo por agotamiento debido al sobre esfuerzo o carga recibida. Igual ocurre con el cerramiento de fábrica no apta para recibir este tipo de esfuerzos rompiendo y cayendo a la vía pública.

El edificio tiene fachadas es esquina, observado que el pilar de la misma tiene lesiones graves con desplome al interior del edificio (ver señal roja).

Los pilares situados en esquinas de plantas bajas (diáfanas) recayentes a dos fachadas están sometidos a más sobrecarga cuando ocurren movimientos sísmicos y si además es de esquina a fuertes tensiones de torsión debido al efecto de gran rigidez entre los cerramientos de fachadas medianeras interiores y las fachadas en esquina del edificio (*diferencia entre centro de gravedad de masas y centro de rigidez*), el edificio gira alrededor de su centro de rigidez, ver esquema de la figura siguiente.



Torsión motivada por el efecto rigidizante de los muros medianeros de un edificio de esquina.



En esta figura, se observa que se ejecutó en primera instancia un apeo de urgencia-supletorio a base de elementos de madera retacados entre el muro de sótano y forjado de planta baja.

Se colocó un testigo para realizar un seguimiento de descenso de forjado.

Este edificio sufrió lesiones muy graves en cabezas de pilares cortos por rotulas plásticas, con pérdida de hormigón y deformaciones plásticas en armaduras principales.



En la siguiente Figura. Se observa lo indicando anteriormente, una fuerte lesión de los pilares cortos con pérdida de hormigón y fuerte deformación de armaduras por fuertes esfuerzos de flexión-compresión.

Aquí además de haber ejecutado un *apeo supletorio* y en función de los resultados de las lecturas del testigo colocado (*ver foto anterior*), se ordeno por decisión facultativa la colocación de un apeo de refuerzo de recuperación mediante unos calzos o cajones formados por perfiles o pletinas de acero laminados soldadas bajo el forjado de planta baja.

Apeo adecuado para cumplir la doble función de asegurar la estructura y permitir la reparación o sustitución del pilar dañado.



La figura. Nos ilustra la importancia de contrarrestar la trasmisión o empuje de los esfuerzos horizontales generados al terreno o base de apoyo. Requiere que tanto el puntal de madera y los metálicos apoyen sus bases sobre superficies planas, para ello se ha ejecutado sobre el durmiente unas cuñas fijas al mismo este a tope con anclaje de barra de acero en el suelo. Anclaje no adecuado para soportar los esfuerzos horizontales.



Detalle de apeo supletorio de forjado, para reparar o sustituir el pilar de hormigón armado con lesiones por cortante.

Edificaciones situadas en zona sísmica. Lesiones y Daños causados por Movimientos Sísmicos en la Edificación. Apeos y Apuntalamientos de urgencia. El terremoto de Lorca del 11 de mayo de 2011.



Figura ilustra: Daños no estructurales, en plantas bajas blandas. Las calles estrechas con edificios altos presentan gran vulnerabilidad. Apeo de urgencia o complementario soportando un muro de fachada por peligro de desplome.

Generalmente, los daños no estructurales se deben a la unión no adecuada de los acabados, de los muros divisorios y de las instalaciones con la estructura principal del edificio, o a la falta de rigidez de la misma. Todo ello se traduce en excesivas deformaciones que no pueden ser absorbidas por este tipo de elementos.



Apeo complementario. Puntales metálicos para soportar el forjado o viga semi-empotrada y así descargar el pilar de hormigón. Se observa que el apeo es equivalente a ambos lados del pilar, esto favorece a disminuir su momento negativo en el nudo de viga o forjado y pilar.



FOTO. Efecto Torsión motivado por el efecto rigidizante de los muros medianeros de un edificio de esquina con grandes deformaciones permanentes en los pilares de la esquina mas alejado del centro de rotación y con cambio brusco de rigidez de la planta baja diáfana parcialmente y las plantas superior cerradas.

El apeo de urgencia y complementario a base de puntales metálicos ejecutados a ambos lados del pilar de esquina soporta la carga de la viga que recibe de los cerramientos superiores para descarga el pilar de esquina dañado, y así proceder a realizar las intervenciones adecuadas de reparación o refuerzo, según decisión facultativa.



Foto en la que se observa. Apeo de urgencia y complementario con puntales metálicos con diferente inclinación soportando los paños ciegos de cerramiento de fachada de ladrillo cara vista, descolgada por desplome de su cerramiento base de arranque. La sopanda horizontal de madera que realiza las funciones de rodapié con los anclajes de barras corrugadas en suelo reparte mejor los esfuerzos horizontales.



Aquí se observa con detalle que el cerramiento base (de mala calidad, ejecutado con revestimiento de mortero de cemento de gran espesor para conseguir el plomo del de ladrillo cara vista y terminado en revoco de china gris) al desplomarse ha dejado sin apoyo el cerramiento de fachada de ladrillo de cara vista. Sea apuntalado el dintel de los huecos que han dejado la caída de los cerramientos de fábrica en planta semi-sótano.



Detalle del mismo edificio, Donde se aprecia el descuelgue del cerramiento de ladrillo caravista al desplomarse el cerramiento base que lo soportaba. En la esquina del zaguán de entrada se observa pilar corto de hormigón con lesiones.

Se ha apuntalado el dintel de los huecos que han dejado la caída de los cerramientos de fábrica y el de entrada principal al edificio.

CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE APEOS Y APUNTALAMIENTOS.

Son sistemas constructivos o armazones, generalmente de madera ó metálicos (*perfiles o tubos*), que se emplean para detener los movimientos de un edificio o elementos del mismo, que pueden provocar lesiones mas graves o amenaza el colapso.

También los empleamos para realizar temporalmente refuerzos, reformas o modificaciones estructurales, hasta que adquieran la resistencia adecuada.

Para ordenar la ejecución de un apeo, el técnico tendrá que estar capacitado para poder determinar sobre los tres aspectos siguientes:

1) Estudiar la causa y efecto de las lesiones o colapsos, movimiento o de los procesos patológicos, que normalmente se producen por:

- Cedimiento del plano de asiento.
- Aplastamiento de los materiales o elementos.
- Por torsión.
- Por corrimientos o desplazamientos
- Por aparición de humedades.
- **Por fenómenos endógenos (*movimientos sísmicos o inundaciones*).**
- **Por adaptación, acoplamiento o encaje de los elementos, movimientos post-sísmicos.**

2) Diagnosticar: una vez identificado el origen, escoger la solución más adecuada, para el problema detectado.

3) Proceder a dar instrucciones de apearse o apuntalar: ya que de lo contrario el trabajo y tiempo empleado en los dos puntos anteriores no servirá, porque podría dar lugar a nuevos problemas.

NORMAS GENERALES A SEGUIR EN CUALQUIER TIPO APEOS Y APUNTALAMIENTOS.

- Si se utiliza la madera debe ser enteriza, sana, de buena calidad, pudiendo ser de pino, castaño, etc.
- El apeo debe estar debidamente arriostrado, y ejecutado con el menor material posible y la máxima sencillez.
- La puesta en carga de los puntales debe hacerse con cuidado, para no producir acciones directas sobre la edificación.
- El proceso a seguir en el apuntalamiento de un edificio será siempre de abajo arriba.
- Comprobación diaria para observar si **cantan**, si no proceder a su ajuste.
- Si son posibles los empalmes, seguir las normas.
- Cuando de vaya a apearse una fachada o apuntalar un edificio, se deberá recercar los huecos.

APUNTALAMIENTOS METÁLICOS. CARGAS ADMISIBLES EN Tn.

Tipo JJEIP (normal).

<u>Altura.</u>	<u>Carga.</u>
De 1,50 a 3,10 m.	2,10 a 1,50 Tn
De 2,75 a 4,00 m.	1,65 a 0,70 Tn

Tipo JJEJP (reforzado).

<u>Altura.</u>	<u>Carga.</u>
De 1,50 a 3,10 m.	2,60 a 2,30 Tn
De 3,10 a 4,50 m.	2,20 a 1,70 Tn
De 4,50 a 6,00 m.	1,80 a 0,75 Tn

Con estos datos, podemos evaluar de forma estimativa y rápida la carga que puede soportar el pilar o viga al sustituir **por puntales** y dividir por lo que resiste cada tipo de los indicados en el apartado anterior, proporciona el número de puntales a colocar en cada elemento dañado, y siempre aplicando la regla básica de colocarlos verticalmente de plantas bajas a las superiores.



En la Figura: Donde se aprecia con más detalle las lesiones indicadas en las fotografías anteriores. Se observa el canto del forjado de planta baja y debajo una viga de cuelgue que parece que hace la función de dintel, apuntalado, por desprendimiento de la fábrica exterior. *¿El apuntalamiento es suficiente y útil?*



FIGURA. Colapso del crucero de la iglesia de Santiago. *Apeo supletorio*, mediante puntales telescopios de acero y bridas fijas y giratorias de dos tipos de diámetros. La opción de ejecutar un apeo de supletorio como el que se muestra en la foto permite realizar operaciones de reparación globales o parciales por razones técnicas.



En la fotografía se aprecia un apeo supletorio del voladizo y un apeo de refuerzo alternativo para mantener la fachada una vez demolido el interior del edificio.



Apeo supletorio de un voladizo o balcón, mediante puntales telescópicos de acero y bridas fijas y giratorias de dos tipos de diámetros.

De esta forma se podrán realizar trabajos de reparación o sustitución de los elementos del voladizo.

Este sistema de apeo debe instalarse previamente a cualquier operación de reparación. En el caso más desfavorable debe tener el carácter de una estructura totalmente autónoma y alternativa a la dañada.

Su trazado ha de permitir la manipulación, traslado o evacuación de los elementos estructurales en fase de reparación del voladizo.

APUNTALAMIENTOS METÁLICOS. CARGAS ADMISIBLES EN Tn.

Tipo ALL-FIX
Alturas en mts

	Ligeros	Tipo I	Tipos Tipo II	y Cargas Industrial
2,40	2,00 Tn	3,75 Tn.	3,00 Tn.	8,00 Tn.
2,90	1.50 Tn	2.25 Tn.	2,40 Tn	7,10 Tn.
3,20			2,10 Tn	6,20 Tn.
3,70			1.50 Tn	4.20 Tn.
4.20			1,00 Tn	2,60 Tn.

Tienen estos elementos **ventajas e inconvenientes**: pues son más caros de adquisición, pero duran más, son regulables para ajustarse a la altura, son más sencillos de colocar que los de madera, resisten menos al pandeo, y son difíciles de arristrar.

Edificaciones situadas en zona sísmica. Lesiones y Daños causados por Movimientos Sísmicos en la Edificación. Apeos y Apuntalamientos de urgencia. El terremoto de Lorca del 11 de mayo de 2011.

Ejemplo de calculo de un apuntalamiento: Si tenemos un pilar de fachada con daños graves en rotulas plásticas y situado en p. baja, de un edificio de 6 plantas. Las luces principales que llegan al pilar son de 5,5 ml., de pórtico, la luz de viguetas de forjado entre pórticos es de 4 ml, y la altura libre de la planta es de 3,50 ml.

Las cargas previstas son: de p. propio 350 Kg/m² + sobre carga de 200 Kg/m², total carga por planta 550 Kg/m² = 0,55 Tn/m².

Se pide ¿Cuántos puntales del tipo II se necesitan para descargar el pilar?

Cálculos:

Superficie por planta que abarca el pilar: $5,5 \times 2 = 11 \text{ m}^2$.

Carga que llega a cada pilar por planta: $11 \text{ m}^2 \times 0,55 \text{ Tn/m}^2 = 6,05 \text{ Tn}$.

Total, de carga que llega al pilar: $6,05 \text{ Tn} \times 6 \text{ plantas} = 36,3 \text{ Tn}$.

Como el puntal Tipo II de 3,70 m de altura carga hasta 1.50 Tn, necesitaríamos colocar entorno al pilar la cantidad de $36,3 \text{ Tn} / 1,50 \text{ Tn} = \mathbf{24 \text{ puntales}}$.

8 puntales a cada cara del pilar suponiendo que podemos acceder a tres caras o ver como le llegan las cargas según el sistema estructural del edificio en cuestión.

MEDIDAS DE SEGURIDAD A TENER EN CUENTA EN EL CALCULO DE APEOS.

- Previsión de cargas. Evaluación de cargas en de los sistemas estructurales, según la descripción y reconocimiento de sus materiales. Chequeo previo.
- Previsión de las alteraciones de cargas durante la instalación del apeo. Descarga de los elementos estructurales del edificio.
- Previsión de la capacidad resistente del plano de arranque del sistema de apeos: terreno natural, soleras, forjados, aceras, calzadas, etc., y medidas de consolidación o mejora.
- Previsión de la capacidad resistente de los elementos de apeo (*madera o metálicos*).



En la Foto. **El apeo supletorio** está colocado de forma tal que ha facilitado realizar los trabajos de refuerzo de la cabeza del pilar por el sistema de encamisado metálico y mortero de resina en rellenos.



Foto. **El apeo supletorio** está colocado de forma tal que facilitando la ejecución de trabajos de refuerzo forrado del pilar por el sistema de encamisado metálico y mortero de resina en rellenos.



Foto. *El apeo supletorio* como el que aquí se representa permite realizar operaciones de refuerzo del pilar de hormigón armado con lesiones graves. El procedimiento a seguir ha sido el de ampliar la sección del pilar de hormigón con el mismo material, creando una pantalla o contra fuerte en planta baja blanda, *solución antisísmica muy ideal.*

El procedimiento de refuerzo de pilares mediante recrecido de hormigón armado:

Consiste en zunchar el pilar de hormigón armado existente con lesiones graves, y disponiendo el estribado alrededor de armaduras longitudinales, para posteriormente hormigonar, con encofrado o sin él (gunitado).



Foto. *El apeo supletorio* también ha permitido realizar operaciones de refuerzo del pilar de hormigón armado con lesiones graves. *El procedimiento empleado ha sido el de refuerzo mediante camisa metálica. Pilares entubados.*

Este sistema se emplea cuando no se dispone de espacio para hacer un recrecido mayor. Consiste el sistema en zunchar el pilar existente, forrándolo con una chapa de acero de 4 a 5 mm de espesor, para posteriormente verter el mortero especial denominado grout de la casa sika.



Foto. Daños en cúpula de la Capilla de Nuestra Señora del Rosario.

La capilla de Nuestra Señora del Rosario, sufrió el agrietamiento importante en toda su estructura y el desplazamiento de la cúpula que afortunadamente no llegó a caer. La figura muestra la zona del altar mayor de la capilla después del terremoto. Como se puede observar la condición de la cúpula ha requerido de un complejo mecanismo de apuntalamiento para estabilizarla y evitar mayores deformaciones que pudieran causar su colapso. La cúpula de la capilla sufrió un desplazamiento de 14 cm.



Foto. Estructura externa de sustentación de fachada para vaciado de edificio, formada por torres de elementos prefabricados metálicos y tubos horizontales.

OTROS TIPOS DE APEOS: SUSTENTACION Y ESTABILIZADORES DE FACHADAS. CONCEPTO GENERAL.

Edificaciones situadas en zona sísmica. Lesiones y Daños causados por Movimientos Sísmicos en la Edificación. Apeos y Apuntalamientos de urgencia. El terremoto de Lorca del 11 de mayo de 2011.

4.1.- Sustentación y Estabilizadores de muro de Fachada para vaciado de Edificio.

En ocasiones, la intervención en un edificio con daños implica la necesidad de mantener estable la fachada para demoler total o parcialmente el interior.

El resultado es la ejecución de una estructura que debe garantizar la estabilidad y sustentación de la fachada de gran esbeltez y con riesgo de caída.

Esta estructura debe resistir su propio peso, el peso de la fachada estabilizada, excentricidades de carga, desplomes de muros, acciones del viento y sísmicas.

El diseño y cálculo de este apeo del muro de la fachada, requiere un proceso previo que podemos considerar dividido en las siguientes fases:

1. Conocimiento previo de los elementos sobre los que ha de actuar el apeo. Comprenderá tres aspectos:

- Características constructivas del muro de fachada y sus relaciones con el resto del edificio.
- Análisis de su estado de conservación y posibles lesiones.
- Conocimiento del suelo y subsuelo sobre el que descargaremos el apeo.

2. Definición del apeo y de las medidas de seguridad complementarias.

Esto no exigirá atender a:

- Particularidades intrínsecas del muro y sus lesiones, analizando las actuaciones que ello demanda.
- Aspectos generales a considerar en la estabilización de este tipo de muros: excentricidades de carga y pandeo, acción del viento y acciones sísmicas.

3. Ejecución de las obras. Comprendiendo:

- Medidas previas, tales como el calado de forjados, tabiquerías, etc., para el paso de elementos del apeo y adopción de apuntalamientos y consolidaciones concretas que precise el estado del muro de fachada.
- Ejecución de la propia estructura de sustentación del muro.
- Demolición del interior del edificio y construcción del nuevo, atándolo al viejo muro de la fachada.

A continuación, se hace una descripción conceptual de los aspectos a desarrollar y contenidos en las dos primeras fases anteriores.

4.1.2.- Toma de datos y análisis estructural y patológico de la fachada y su entorno.

Características de la fachada y sus relaciones con el resto del entorno.

- a.1) Geometría y dimensiones de la fachada.
- a.2) Definición de sus elementos constructivos.
- a.3) Datos precisos para la estructura del edificio existente y su relación con la fachada.

Estado de conservación y posibles lesiones.

- b.1) Identificación de grietas y fisuras.
- b.2) Detección de posibles desplomes del muro de fachada.
- b.3) Grado de degradación de los materiales.
- b.4) Otras lesiones

Conocimiento del suelo y subsuelo sobre el que se ha de sustentar el apeo.

- c.1) Capacidad de carga del suelo.
- b.2) Detección de pozos, socavaciones o instalaciones en el subsuelo, existencias de arquetas registrables.

4.1.3.- Definición del sistema de sustentación y de las medidas de seguridad complementarias.

Actuaciones previas.

- Zonas previsibles de encuentro de nuevo edificio con fachada.
- Conexión de la fachada a la nueva estructura.

A la hora de definir la nueva estructura en sus conexiones con fachada y el sistema de sustentación provisional más adecuado, los problemas técnicos principales a resolver serán:

- 1- Conexión de la nueva estructura a la fachada.
- 2- Diseño del nuevo sistema de cimentación.
- 3- Diseño del sistema de estabilización temporal de la nueva fachada.

Actuaciones sobre las lesiones detectadas.

4.1.4.- Definición y cálculo de la estructura estabilizadora de la Fachada.

Acciones a contrarrestar con la nueva fachada.

- 1.- Acciones de viento.
- 2.- Acciones sísmicas.
- 3.- Excentricidades de cargas y desplome en el muro.

Elección del sistema de mantenimiento de la fachada

1.- El sistema mas elemental de concepción estructural de sostenimiento es el de instalación de **armaduras de celosía horizontales, que pueden anclarse al muro.**

2.- La ausencia o insuficiencia de muros transversales a mantener en los que anclar las armaduras transversales del caso anterior puede a suplirse **con armaduras verticales de apoyo.**

3.- Pero los sistemas mas usuales son los **externos**, constituidos por **armaduras verticales perpendiculares a la fachada, que se articulan con barras horizontales.**

4.- otros sistemas formados con tubos y bridas con elementos del sistema Súper Slim o sistema soldier.

Este es el sistema externo más utilizado, esta formado por una estructura continua en la fachada, con elementos prefabricados modulares verticales y horizontales que admiten la diagonalización de las retículas que pueden formarse con ellos para garantizar su indeformabilidad, especialmente en los planos perpendiculares a la fachada.

Este sistema es especialmente aconsejable para fachadas de altura importante.

Este sistema estructural estabilizador de fachadas se compone de dos zonas principales:

- A) Estructura de atado a la fachada.
- B) Estructura estabilizadora propiamente dicho.

Los elementos básicos del sistema son:

1. *Fuste Súper Slim.*
2. *Conectado de seis vías.*
3. *Gato ajustado.*
4. *Espada de enlace.*
5. *Tubo pivote.*
6. *Barra Dwidag.*
7. *Trozos de tablón o tabloncillos.*
8. *Tubos de arrostramiento.*
9. *Diafragma Contrapesos de hormigón.*
10. *Soporte de agujeros Slimshor.*

5.- CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES A TENER EN CUENTA EN LA INTERVENCIÓN DE APEOS DE EMERGENCIA POR LOS EQUIPOS DE INTERVENCIÓN.

5.1 Los equipos de intervención en la primera fase de emergencia y apuntalamiento, deberán ir acompañados por un técnico suficientemente cualificado, para dar las ordenes adecuadas para asegurar la estabilidad de las edificaciones en estado grave mediante *los apuntalamientos o apeos de urgencia o complementarios.*

5.2 Para ello, el técnico a de seguir un proceso o protocolo común de medidas de seguridad, condicionado por la urgencia de la intervención y el planteamiento de los objetivos en lo que se refiere al destino final del edificio dañado y su tratamiento.

5.2.1 Reconocimiento del edificio. Datos de características del edificio y su entorno. Reconocimiento visual, tipo de materiales y sistemas constructivos.

Subsuelo de apoyo. Capacidad resistente de la cimentación o de las distintas plantas, en especial plantas bajas y sótanos. Reconocimiento visual, de las alteraciones en el subsuelo. Es prioritario conocer su estado de cara a plantear cualquier base de apoyo en el sistema de apeos o apuntalamiento. Localización de redes de fontanería y saneamiento.

Sistema estructural y constructivo. Es preciso que el técnico tenga conocimientos del funcionamiento estructural (*transferencia de cargas y descargas*), con el objeto de poder decidir las posibles alteraciones, que supone introducir un sistema de apeos, apuntalamientos o refuerzos. Tipo de Forjados. Tipo de pilares. Muros de carga y entramados. Tipos de tabiquería o cerramientos (*interior y exterior*). Tipo de cubierta. Tipo de instalaciones técnicas existentes en el edificio (*común y general*).

5.3 Tener conocimientos suficientes para realizar un análisis de las patologías estructurales que producen los sismos: Lectura de los síntomas. Elaboración rápida de una hipótesis y verificación de la misma.

5.4 Y, por último, considerar que del análisis del estado de la edificación se requerirá una primera intervención de medidas de seguridad urgente y preventiva, tales como la instalación de elementos de apeo preventivo. La misión de estos apeos es proteger las personas que intervienen en el chequeo, ante posibles colapsos de los elementos estructurales sobrecargados.

BIBLIOGRAFIA

Edificaciones situadas en zona sísmica. Lesiones y Daños causados por Movimientos Sísmicos en la Edificación. Apeos y Apuntalamientos de urgencia. El terremoto de Lorca del 11 de mayo de 2011.

"Ruinas en construcciones antiguas, causas, consolidaciones y traslados"

Gabriel López Collado. 1982

"Apeos y Refuerzos Alternativos" Jesús Espasandín López y J. Ignacio García Casas. Septiembre 2002

"Fotos del terremoto de Lorca". Ceditas por el CEIS. Mayo 2011.

"Fotos del terremoto de Lorca". Ceditas por el SEIS. Mayo 2011.

"Fotos del terremoto de Lorca". Tomadas por el autor. Mayo 2011.

"Curso Superior de Restauración y Conservación de la Edificación". Año 2012. Universidad Politécnica de Cartagena y Colegios Oficiales de Arquitectos y Arquitectos Técnicos de Murcia.