

DISEÑO SEGURO DE ANCLAJES POST-INSTALADOS



Fichas técnicas vs reportes de ensayo ICC ESR

El terremoto del 27 de febrero del 2010, nos dejó varios estudios que se analizan hasta el día de hoy. Uno de ellos es la investigación realizada por académicos de la Universidad de Chile, que dio cuenta del comportamiento de infraestructura industrial post terremoto. Si bien las instalaciones diseñadas bajo la norma nacional NCh 2369 tuvieron buen desempeño, aquellas con más de 20 años de antigüedad sufrieron daños severos.

Uno de los daños levantados, apunta al desempeño de pernos de anclajes. Las principales fallas detectadas apuntan a falencias en el sistema provocadas por la corrosión, una longitud de anclaje insuficiente, mala calidad del hormigón y presencia de placa base de bajo espesor. Si bien estos casos apuntan principalmente a pernos preinstalados, en la actualidad y gracias al desarrollo tecnológico, se cuentan con soluciones que se innovadoras como los anclajes post instalados.

¿Pero qué sucede con los anclajes post-instalados?

En muchas ocasiones el diseño de estos elementos se deja en manos de recomendaciones del fabricante del anclaje o en su caso, bajo las experiencias previas tomando como referencia únicamente las fichas técnicas que no incluyen toda la información necesaria.

El diseño de los anclajes post-instalados requiere tanto cuidado y dedicación como lo tiene la estructura principal, ya que de no diseñarse de manera adecuada pueden resultar en un punto débil.

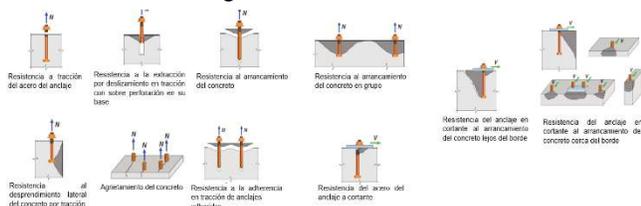
¿Qué se debe considerar?

Para el diseño de los anclajes post-instalados se debe considerar:

1. **Regulaciones:** La NCh 3357 hace referencia al código ACI 318, bajo los criterios de evaluación de ACI 355.2 para anclajes mecánicos. Así mismo, los criterios de evaluación para anclajes adhesivos, ACI 355.4 se consideran como parte de su actualización.



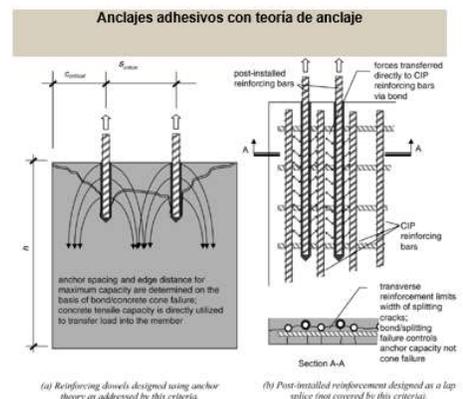
2. **Análisis de diseño:** Se debe comprender, cuales serán las exigencias del anclaje, es decir, si estará en tensión o corte, y si se deberá considerar hormigón fisurado, además de la geometría de instalación.



3. **Diseño:** Muchas veces el diseño se realiza con cálculos manuales, lo cual es correcto siempre y cuando se tomen en cuenta los parámetros establecidos por ACI 318 en su capítulo 17 y que el anclaje este calificado para las condiciones a las que será sometido. Por ejemplo: hormigón fisurado. Para asegurar que el anclaje es el más adecuado, ACI 318 referencia estándares de calificación:

• Anclajes químicos: ACI 355.4: 2019

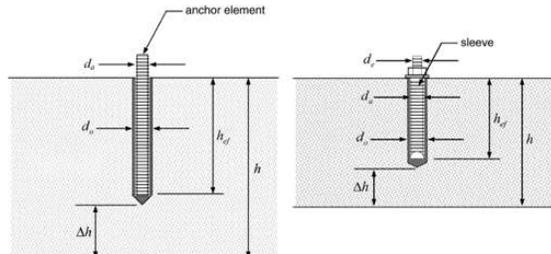
Aplicable para:





Diámetro igual o mayor a 1/4" (6mm)

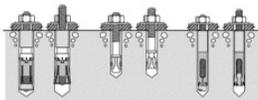
Profundidad de empotramiento no menor a 4 veces el diámetro o 41 mm y no mayor a 20 da



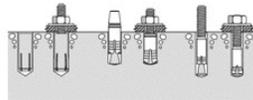
• **Anclajes mecánicos: ACI 355.2:2019**

Aplicable para

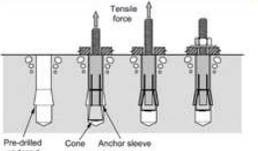
Anclajes de expansión con torque controlado



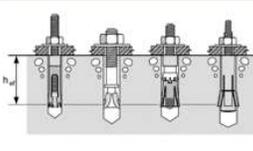
Anclajes de expansión con desplazamiento controlado



Anclajes socavados



Diámetro igual o mayor a 1/4" (6mm)



Estos estándares de calificación son descripciones de pruebas de laboratorio a las cuales son sometidos los anclajes y donde se mide su desplazamiento cuando son sometidos a cargas de condiciones de servicio.

Con esto se obtienen 4 calificaciones:

- Categoría 1: Baja sensibilidad de instalación y alta confiabilidad (Alto ϕ)
- Categoría 2: Media sensibilidad de instalación y media confiabilidad
- Categoría 3: Alta sensibilidad de instalación y baja confiabilidad (Bajo ϕ)
- Categoría 4: No calificado

Los anclajes con calificación cuentan con documentos donde se comprueba su categoría, estos documentos son: los reportes de ensayo **ICC-ESR**.

ESR-3814-SP
Reemisión Enero 2017
Este reporte está sujeto a revisión Enero 2019.

www.icc-es.org | (800) 423-6587 | (562) 699-0643 Una subsidiaria del International Code Council®

Reporte de Evaluación ICC-ES

DIVISION: 03 16 00—CONCRETO
Sección: 03 16 00—Anclajes de Concreto

DIVISION: 05 00 00—METALES
Sección: 05 05 18—Anclajes de Concreto Post-Instalado

TITULAR DEL REPORTE:
HILTI INC.
7290 DALLAS PARKWAY, SUITE 1000
PLANO, TEXAS 75024
(918) 872-8000
www.us.hilti.com
HILTI ICCEng@us.hilti.com

TEMA DE EVALUACIÓN:
ANCLAJES ADHESIVOS HILTI HIT-RE500 V3 Y CONEXIONES DE BARRAS DE REFUERZO POST-INSTALADAS EN CONCRETO FISURADO Y NO FISURADO

1.0 ALCANCE DE LA EVALUACIÓN
Cumplimiento con los siguientes códigos:
■ Código Internacional de la Edificación 2015, 2012, 2009 y 2006 (IBC®)
■ Código Internacional Residencial 2015, 2012, 2009 y 2006 (IRC®)
■ Código Internacional de la Edificación de Abu Dhabi 2012 (ADIBC®)
(El ADIBC es basado en el IBC 2006. Las secciones del código IBC 2009 citadas en este reporte son las mismas secciones del ADIBC.)

Propiedad evaluada:
Estructural

2.0 USOS
El Sistema de Anclajes Adhesivos Hilti HIT-RE 500 V3 y el Sistema de Barras de Refuerzo Post-Instaladas se usan para resistir las cargas estáticas, de viento, y sísmicas (Categorías de Diseño Sísmico A a la F) de tensión y de cortante en concreto de densidad normal fisurado y no fisurado, con una resistencia a la compresión especificada, f'_c de 2,500 psi a 8,500 psi (17.2 MPa a 58.6 MPa) [se requiere un mínimo de 24 MPa por la Sección 5.1.1 del Apéndice L del ADIBC].

El sistema de anclajes cumple con los anclajes descritos en la Sección 1901.3 del IBC 2015, Sección 1909 del IBC 2012 y es una alternativa para los anclajes preinstalados que se describen en la Sección 1908 del IBC 2012, y en las Secciones 1911 y 1912 del IBC 2006 y 2008. Los sistemas de anclajes se pueden usar cuando el diseño de ingeniería se ha elaborado de acuerdo con la Sección R301.1.3 del IRC.

El Sistema de Barras de Refuerzo Post-Instaladas es una alternativa a las barras de refuerzo preinstaladas en sitio gobernadas por ACI 318 y el Capítulo 19 del IBC.

3.0 DESCRIPCIÓN

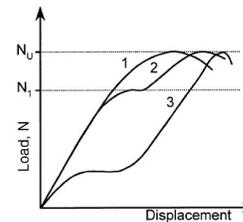
3.1 General:
El Sistema de Anclajes Adhesivos Hilti HIT-RE 500 V3 y el Sistema de Barras de Refuerzo Post-Instaladas están formados por los siguientes componentes:
• Adhesivo Hilti HIT-RE 500 V3 empaquetado en paquetes de aluminio.
• Equipo para mezcla y aplicación del adhesivo.
• Equipo para limpieza del agujero y para inyección del adhesivo.
El Sistema de Anclajes Adhesivos Hilti HIT-RE 500 V3 puede usarse con varillas de roscado continuo, insertos Hilti HIS-RN de roscado interior o barras de refuerzo de acero corrugadas como se representa en la Figura 4. El Sistema de Barras de Refuerzo Post-Instaladas Hilti HIT-RE 500 V3 solo puede usarse con barras de refuerzo de acero corrugadas como se representa en las Figuras 2 y 3. Los componentes principales de los Sistemas de Anclajes Adhesivos Hilti y los de Barras de Refuerzo Post-Instaladas, incluyendo el Adhesivo Hilti HIT-RE 500 V3, boquilla de mezcla estática y elementos de anclaje de acero, se muestran en la Figura 6 de este reporte.
Las instrucciones de instalación impresas y proporcionadas por el fabricante (MPI) se incluyen en cada paquete de adhesivos como se reproduce en las Figuras 9A y 9B.

3.2 Materiales:
3.2.1 Adhesivo Hilti HIT-RE 500 V3: El adhesivo Hilti HIT-RE 500 V3 es un adhesivo epoxi inyectable de dos componentes. Los dos componentes se separan por medio de un paquete de aluminio de doble cilindro unido a un colector. Los dos componentes se combinan y

Para que un anclaje pueda obtener su calificación se evalúan diferentes aspectos descritos en el ACI 355.2 y 355.4, tales como:

• **Hormigón e instalación.**

Hormigón	Instalación
<ul style="list-style-type: none"> • Agregados con tamaño máximo de 19 o 25 mm (ASTM C33) • Cementantes: solo cemento portland (ASMT C150). • Resistencia (ASTM C31/C 31M y ASTM C39/C 39M) <ul style="list-style-type: none"> • Alta: 46 a 60 MPa • Baja: 17 a 28 MPa 	<ul style="list-style-type: none"> • De acuerdo a instrucciones de fabricante • 1/4" a 2" • Calibrar torque



Curva 1 y 2 comportamiento de desplazamiento aceptable
Curva 3 comportamiento de desplazamiento inaceptable

- Criterios de pruebas referencia, de confiabilidad y de servicio donde se evalúa la resistencia del hormigón, la sensibilidad de instalación y el comportamiento del anclaje bajo condiciones de servicio.

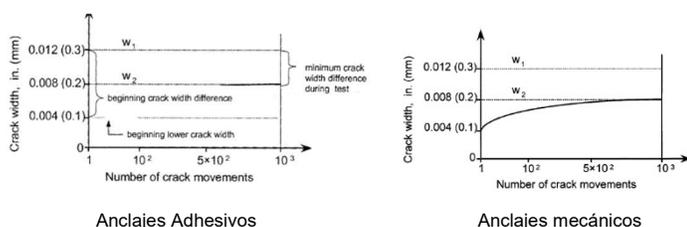
- Igualmente se realizan pruebas de referencia, de confiabilidad y de servicio bajo condiciones de hormigón agrietado con un tamaño de grieta que va de 0.3 mm a 0.5mm, dependiendo el tipo de prueba y con una variación de $\pm 15\%$.

Pruebas de referencia

Son utilizadas para evaluar la resistencia del hormigón y sirven de base para las pruebas de confiabilidad y del servicio. En estas se obtiene el factor de efectividad (k).

Pruebas de confiabilidad

Estas pruebas ayudan a evaluar la sensibilidad de instalación del anclaje, para establecer que un anclaje es seguro y eficaz en condiciones normales y adversas, durante la instalación y servicio.



Los anclajes **calificados** que cuenten con reportes de ensayo **ICC-ESR**, son ampliamente usados y recomendados para aplicaciones estructurales por el nivel de confiabilidad y el buen desempeño ante las pruebas a las que fueron sometidos; mientras que los “No Calificados” no se recomiendan para aplicaciones estructurales por su baja o nula confiabilidad. **Hilti** cuenta con un amplio catalogo de anclajes “calificados” y que pueden satisfacer requerimientos exigentes de sus proyectos.

Pruebas de servicio

Estas ayudan a determinar datos básicos y predecir el comportamiento de un anclaje bajo condiciones de servicio en tensión, corte o condiciones sísmicas.

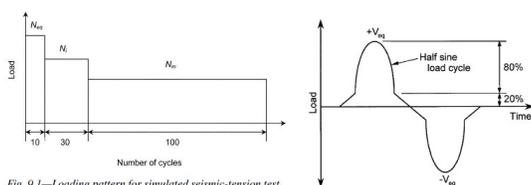
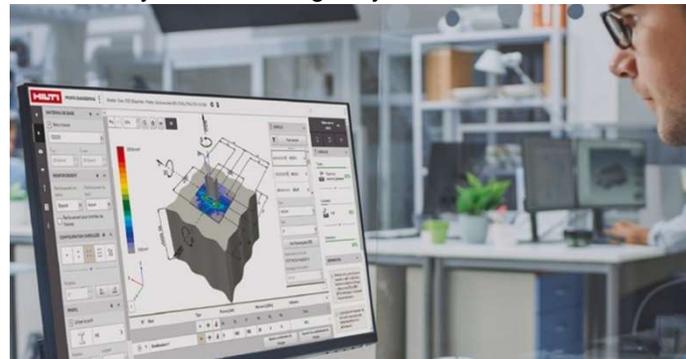


Fig. 9.1—Loading pattern for simulated seismic-tension test.

Finalmente, para el desarrollo de los cálculos tomando en consideración todos estos aspectos, **HILTI** recomienda el uso del software especializado para diseño de anclajes **PROFIS Engineering**, donde se pueden trasladar las cargas calculadas en softwares de diseño estructural y diseñar tanto anclajes como placas base, asegurando así el mejor desempeño de estos elementos y un diseño seguro y confiable.



- Las pruebas se realizan para medir el desplazamiento bajo el estándar ASTM E488 con una precisión de 0.025 mm.
- Los laboratorios que realizan esta prueba deben estar acreditados bajo los estándares ISO/IEC 17025 para garantizar que las mediciones son confiables y bajo ISO/IEC 17011 para garantizar imparcialidad.
- Finalmente, el fabricante de anclajes debe estar acreditado bajo ISO 9000.

Si necesita más información, no dude en contactarnos
Hilti Chile

Teléfono: **2 2655 3000**

www.hilti.cl/

<https://ask.hilti.com.pa>